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: - (2016)

Rubrik: Industrien und Spitäler = Industries et hôpitaux

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: 09.07.2025

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

Chapitre / Kapitel 9:

Industrien und Spitäler

Industries et hôpitaux

9.1
Emissionen der Betriebe

Flavia Danini Fischer
Suva, Abteilung Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, Bereich Physik/Strahlenschutz, 6002 Luzern

Zusammenfassung

Der Einkauf von radioaktiven Stoffen sowohl in den Produktionsbetrieben wie auch in den Forschungsbetrieben variiert stark je nach Auftragslage und Forschungsschwerpunkt. Sämtliche Abgabelimiten wurden im Berichtsjahr eingehalten.

Überwachte Betriebe

Die Suva betreut als Aufsichtsbehörde folgende Betriebe, die mit offenen radioaktiven Stoffen arbeiten:

Produktionsbetriebe (Total 3 Betriebe)

Radioaktive Stoffe werden benötigt für die Produktion von:

- Radioaktiv markierten Verbindungen für die Forschung (^{3}H)
- Kalibrierquellen (^{14}C, ^{90}Sr, ^{147}Pm, ^{204}Tl).
- Tritiumgaslichtquellen (^{3}H)

Die Produktion von tritiumhaltiger Leuchtfarbe wurde im Verlauf von 2008 eingestellt.

Tabelle 1 :
Einkauf radioaktiver Stoffe 2006- 2016.

	Isotope	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	Einheit
Produktions betriebe	^{3}H	10.54	5.74	4.07	7.53	15.11	10.03	6.31	7.58	7.62	11.51	3.85	PBq
	^{14}C	0.07	0	0.74	0.58	0.19	1.33	0.34	0.35	0	0.38	0.13	TBq
	^{147}Pm	0	0	0	13.03	5.76	0.07	1.55	15.26	19.66	13.16	13.19	TBq
Leuchtfarben-betriebe	^{3}H	0	0	0	0	0	0	0	0	0.09	5.28	10.93	TBq
Forschungs-betriebe	^{3}H	3.8	7.6	0.2	11.4	18.8	11.4	15.5	22.8	8.7	28.4	23.6	TBq
	^{14}C	41.3	53.9	158.9	76.0	192.6	200.6	132.5	207.3	171.9	207.6	295.4	GBq
	^{32}P	0.5	0.9	0.9	1.4	1.0	1.4	1.6	2.1	7.9	7.3	9.1	GBq
	^{35}S	1.4	2.4	2.4	3.7	2.0	0.8	3.8	3.5	5.9	7.9	10.3	GBq
	^{51}Cr	0.3	0.1	0	0	0	0	3.2	3.8	3.5	4.1	5.1	GBq
	^{125}I	0.3	0.1	0.1	14.1	12.1	15.7	16.3	17.5	1.2	1.1	1.7	GBq
Analytische Laboratorien	^{125}I	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	0.7	GBq
	^{14}C	0	0	0	0	0	0	0	0	96.8	116.2	133.6	MBq

Leuchtfarbenbetriebe
Seit 2009 wird keine Tritiumleuchtfarbe auf Zeiger und Zifferblätter von Uhren und Instrumenten mehr aufgetragen.

Forschungsbetriebe (Total 37 Betriebe)
Es sind dies Unternehmungen der chemischen Industrie, die unter anderem Stoffwechseluntersuchungen mit radioaktiv markierten Stoffen durchführen.

Medizinisch analytische Laboratorien (Total 5 Betriebe)
Für Hormonbestimmungen werden sogenannte Radioimmunoassay Kits (Ria-Kits) mit ^{125}I eingesetzt.

In Tabelle 1 sind bei der Sparte der Produktionsbetriebe auch die für den Handel eingekauften radioaktiven Stoffe aufgeführt (^{147}Pm).

Resultate

Im Berichtsjahr 2016 haben sämtliche Betriebe die Abgabelimiten eingehalten. In den Tabellen 2a und 2b sind die Jahresabgabewerte der Basler Chemie an die Abluft und das Abwasser mit den entsprechenden Abgabelimiten zusammengefasst. Der Synthesebetrieb bei Novartis wurde im Verlauf des Jahres eingestellt. Dies führte zu einer Reduktion der Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umwelt. Tabelle 3 gibt die Aktivitätsmengen an, die gemäss Art. 83 der Strahlenschutzverordnung in einem bewilligten Ofen verbrannt wurden.

Die Tritium-Abgaben der beiden grossen Produktionsbetriebe, sowie die Tritium-Messungen in der Umgebung der Firma RC Tritec AG sind in den Figuren 1a, 1b und 1c graphisch dargestellt. Der erhöhte Abgabewert von 2010 ans Abwasser bei RC Tritec AG ist zurückzuführen auf die Umbauarbeiten in den Labors, welche in diesem Jahr stattgefunden haben. Die bei der Dekontamination angefallenen wässrigen radioaktiven Flüssigkeiten wurden unter Einhaltung der in der Bewilligung festgehaltenen Abgabelimiten ins Abwasser abgeleitet.

Tabelle 2a :
Abgabe radioaktiver Stoffe an die Abluft während des Jahres 2016 (GBq).

	Abgaben an die Abluft (GBq)		Abgabelimiten (GBq)	
	^{3}H	^{14}C	^{3}H	^{14}C
Hoffmann-La Roche AG	57.7 (org.) 0.9 (Gas)	1.4	120 (org.) 2'000 (Gas)	80
Novartis Pharma AG	5.4 (org.) 0 (Gas)	0.6	500 (org.) 4'000 (Gas)	60

Tabelle 2b :
Abgabe radioaktiver Stoffe an das Abwasser während des Jahres 2016 (GBq).

	Abgaben an das Abwasser (GBq)		Abgabelimiten (GBq)	
	^{3}H	^{14}C	^{3}H	^{14}C
Hoffmann-La Roche AG	1.9	0.2	80	40
Novartis Pharma AG	3.5	0.2	300	30

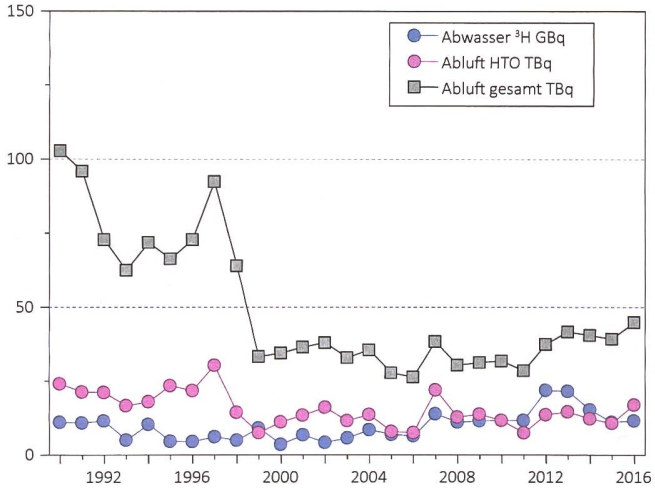
Tabelle 3 :
Verbrennung in bewilligtem Ofen (Valorec Services AG, Basel während des Jahres 2016 (GBq).

	^{3}H (GBq)	^{14}C (GBq)	^{35}S (GBq)
Verbrennungen in Ofen	703.9	129.2	0
Bewilligungslimite	4'000	450	8.0

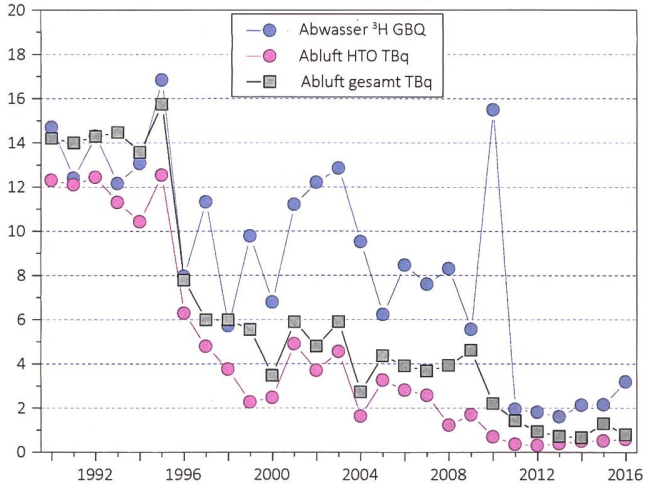
Tabelle 4 :
Jahresabgabelimiten der Produktionsbetriebe.

	Abwasser	Abluft	
	^{3}H	^{3}H (HT)	^{3}H (HTO)
MB-Microtec AG, Niederwangen / BE	40 GBq	370 TBq	37 TBq
RC-Tritec AG, Teufen / AR	20 GBq	15 TBq	20 TBq

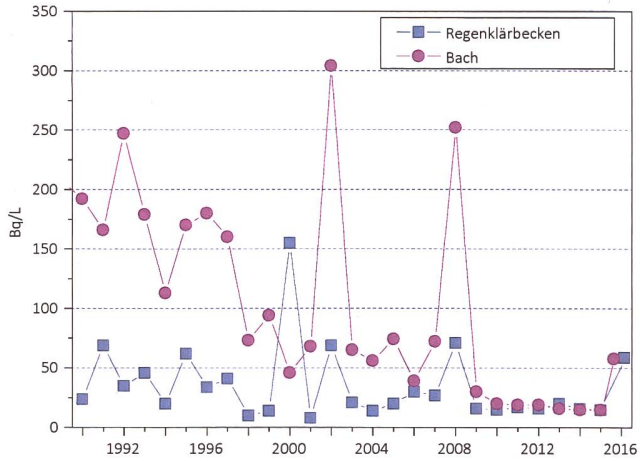
Die Emissionsmessungen werden durch den Betrieb durchgeführt und durch Kontrollmessungen der Suva überprüft. Die Proben der Umgebungsüberwachung werden von der Suva analysiert. In Tabelle 4 sind die bewilligten Jahresabgabelimiten der beiden Produktionsbetriebe zusammengefasst.



Figur 1a :
mb-microtec ag, Niederwangen/BE: Jahreswerte der Emissionen. Die Emissionsmessungen werden durch den Betrieb durchgeführt und durch Kontrollmessungen der Suva überprüft.



Figur 1b :
RC Tritec AG, Teufen/AR: Jahreswerte der Emissionen. Die Emissionsmessungen werden durch den Betrieb durchgeführt und durch Kontrollmessungen der Suva überprüft.



Figur 1c :
RC-Tritec AG, Teufen/AR: Umgebungsüberwachung. Die Proben der Umgebungsüberwachung werden von der Suva analysiert.

9.2 Emissionen der Spitäler

R. Linder, N. Strittt, Th. Flury
Sektion Forschungsanlagen und Nuklearmedizin, BAG, 3003 Bern

Zusammenfassung

Der Umsatz der zur Therapie verwendeten Radionuklide in den nuklearmedizinischen Instituten bleibt in etwa konstant. Nebst dem ^{131}I zur Schilddrüsentherapie wird vor allem ^{177}Lu zur Behandlung von neuroendokrinen Tumoren sowie ^{90}Y (Behandlung von neuroendokrinen Tumoren, SIR-Therapie oder Radiosynoviorthese) eingesetzt. Die Verwendung des Alpha-Strahlers ^{223}Ra zur Behandlung von Patienten mit Prostatakarzinom ist weiterhin leicht zunehmend. Die Abgabe von Radionukliden ans Abwasser aus stationären Behandlungen ist gegenüber dem Vorjahr um fast 30% gesunken, dies vor allem durch die erfreuliche Tatsache, dass es keine störfallmässigen Abgaben gab. Die Abgabe der zu diagnostischen Zwecken verwendeter Radionuklide wie ^{99m}Tc oder ^{18}F ans Abwasser unterliegt keiner systematischen Kontrolle, da die Immissionsgrenzwerte für diese kurzlebigen Radionuklide nicht überschritten werden können.

Ausgangslage

Spitäler und Institute, die offene radioaktive Quellen zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken am Menschen applizieren sind verpflichtet, den Umsatz, den Zweck der Applikation, sowie die Abgabemenge kontaminierter Abwässer an die Umwelt dem BAG jährlich zu melden.

Therapeutische Anwendung von Radionukliden

^{131}I, das zur Schilddrüsentherapie verwendet wird, kann den Patienten bis zu einer Aktivität von 200 MBq ambulant verabreicht werden. Bei höheren Aktivitäten werden die Patienten mindestens für die ersten 48 Stunden in speziellen Therapiezimmern isoliert und dürfen erst entlassen werden, wenn eine Dosisleistung von 5 µSv/h in einem Abstand von 1 m unterschritten wird. Die Ausscheidungen dieser Patienten werden in speziell dafür vorgesehenen Abwasserkontrollanlagen gesammelt und erst nach dem Abklingen unterhalb der bewilligten Abgabelimite an die Umwelt (Abwasser) abgegeben.

Andere Radionuklide wie zum Beispiel ^{90}Y, ^{177}Lu oder ^{223}Ra werden bei Patienten mit einer Tumorerkrankung zur Schmerzlinderung und Therapie verwendet sowie bei rheumatischen Erkrankungen zur Entzündungshemmung und Schmerzlinderung in Gelenke appliziert. Die Applikation erfolgt ambulant oder stationär je nach medizinischer Indikation und applizierter Aktivität.

Abgabe radioaktiver Stoffe ans Abwasser

Die für einen Betrieb bewilligte Abgabeaktivität radioaktiver Stoffe ans Abwasser richtet sich nach Art. 102 Abs. 2 der Strahlenschutzverordnung (StSV). Danach darf die Aktivitätskonzentration in öffentlich zugänglichen Gewässern (in der Regel am Ausgang der Abwasseraufbereitungsanlage) im Wochenmittel 1/50 der Freigrenze nicht überschreiten. Die in der Praxis durch das BAG bewilligte Abgabelimite für ^{131}I beruht auf den Angaben bezüglich der gesamten Abwassermenge des jeweiligen Betriebs und gewährleistet die Einhaltung der oben erwähnten Aktivitätskonzentration bereits am Betriebsausgang (Kanalisation). Werden andere Nuklide als ^{131}I über die Abwasserkontrollanlage an die Umwelt abgegeben (^{90}Y, ^{177}Lu) wird dieser Anteil in ^{131}I Äquivalente umgerechnet und in die Abgabeaktivität mit einbezogen. Die Spitäler sind verpflichtet, die Abgaben radioaktiver Abwässer so gering wie möglich zu halten und dazu laufend organisatorische und technische Optimierungsmassnahmen vorzunehmen.

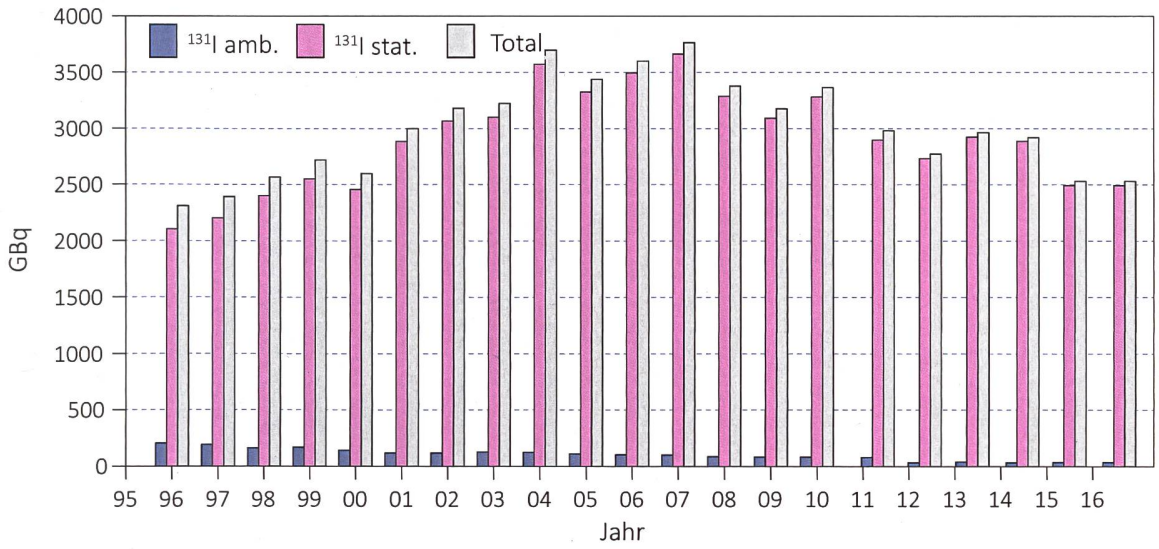
Tabelle 1:
Applikationen radioaktiver Stoffe zu therapeutischen Zwecken 2016 in GBq.

Spital	^{131}I amb.	^{131}I stat.	^{186}Re	^{169}Er	^{90}Y	^{153}Sm	^{177}Lu	^{223}Ra
Kantonsspital Aarau	0.40		0.08		2.04			0.61
Kantonsspital Baden		144.30						
Klinik Linde Biel	1.80							0.02
Klinik Engeried Bern								0.07
Inselspital Bern	0.44	520.00			1.32		88.80	0.24
Kantonsspital Bruderholz					1.11			
Kantonsspital Liestal								0.06
St. Claraspital Basel	2.52					2.00		0.06
Universitätsspital Basel		220.89	0.37		567.76		2'607.58	0.17
HFR Fribourg		97.79	0.16	0.23	0.19			0.19
HU Genéve	1.31	182.77			40.89			0.22
Hôpital de la Tour Meyrin					0.15			0.05
GRGB Santé SA, Genève	0.38							0.06
Kantonsspital Graubünden Chur	0.13	54.71			1.11			0.26
Hirslanden-Klinik St. Anna Luzern					47.25			
Luzerner Kantonsspital					56.66			0.32
Hôpital Neuchâtelois	1.34		0.11					0.14
Kantonsspital St. Gallen	0.44	166.00	0.33	0.32	27.56		45.67	0.27
Bürgerspital Solothurn	0.20	39.86			0.56			0.06
Kantonsspital Olten								0.01
Spital Thurgau		52.64	0.48	0.10	1.30			0.06
Ospedale Regionale Bellinzona	1.60	89.68			3.70	2.00		0.08
Ospedale Civico Lugano	1.20			0.07	1.85			
Clinique de la Source Lausanne	2.64							0.08
Clinique Genolier	0.13							0.11
CHUV Lausanne		259.45	0.51	0.04	170.83		59.82	0.18
RSV Hôpital du Valais Sion		48.80						
Affidea CIV Sion					0.55			
Stadtspital Waid Zürich	3.47			0.04				0.00
Klinik Hirslanden Zürich			0.16	0.04	0.20			0.14
Universitätsspital Zürich		332.96		0.11	87.35		238.58	0.20
Kantonsspital Winterthur	7.22	175.55	0.15		76.25			0.32
Stadtspital Triemli Zürich		207.06			9.88			0.15
Schweiz gesamt 2016	**25.2**	**2'592.5**	**2.3**	**1.0**	**1'098.5**	**4.0**	**3'040.4**	**4.1**
Schweiz gesamt 2015	36.7	2'493.6	2.3	0.89	1'204.5	7.20	2'954.4	3.4

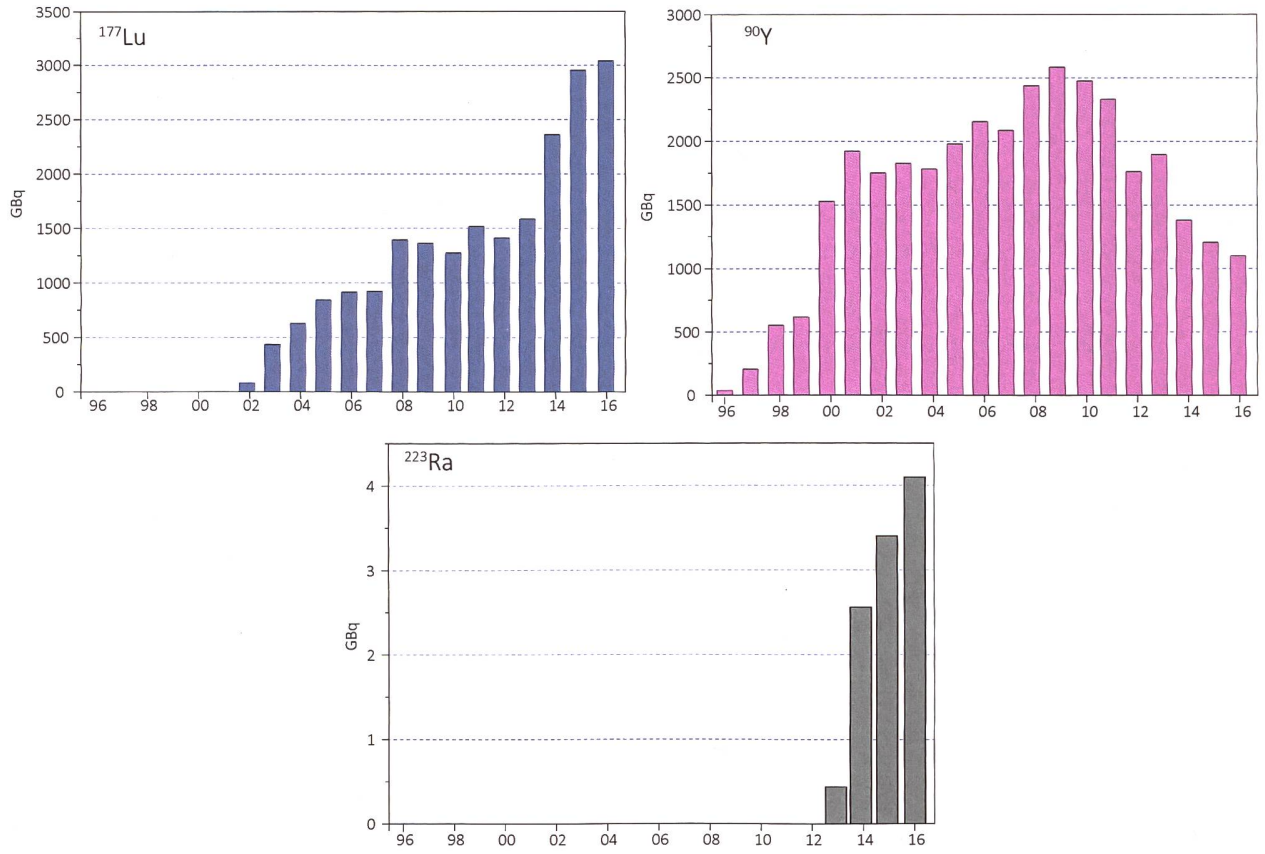
In der letzten Märzwoche 2016 haben sowohl das Triemli als auch das Universitätsspital Zürich, mit Zustimmung des BAG, grössere Aktivitäten von ^{131}I an das Abwasser abgegeben (insgesamt 391 MBq). Die fortlaufenden Messungen der EAWAG von Wasserproben aus der Kläranlage Werdhölzli zeigten für diese Woche zwar einen erhöhten Durchschnittswert von 2.0 ± 0.2 Bq/l ^{131}I, der Immissionsgrenzwert von 10 Bq/l im Wochenmittel war aber gut eingehalten.

Tabelle 2:
Abgabe von ^{131}I aus Abwasserkontrollanlagen ans Abwasser 2016 in MBq.

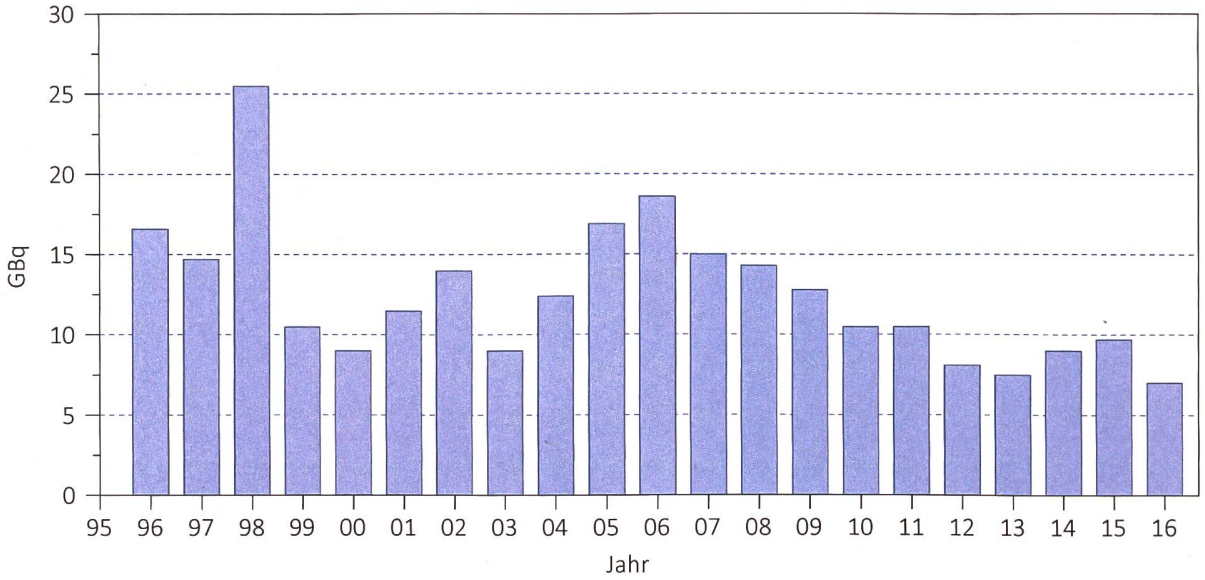
Abgabe MBq/Monat Nuklearmedizin	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Total 2016 MBq
KS Chur	0.0	0.5	0.0	0.1	0.0	1.9	0.0	5.8	0.0	8.4	0.3	6.1	23
BS Solothurn	0.0	0.1	0.0	0.0	8.2	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	21
OR Bellinzona	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	0.0	14
KS St. Gallen	8.2	28.6	32.5	1.1	0.0	0.8	0.3	0.1	0.0	3.4	0.0	0.0	75
Triemli Zürich	226.6	171.8	353.7	101.5	0.0	91.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.1	974
HFR Fribourg	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	2.5	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16
HU Genève	12.5	16.0	96.7	0.0	62.0	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0	198
RSV Sion	11.0	18.0	15.1	15.0	7.6	6.3	0.0	3.5	0.0	0.0	8.2	2.9	88
KS Baden	66.9	65.8	25.9	67.9	32.5	27.0	37.5	26.1	36.6	54.2	40.1	11.6	492
CHUV Lausanne	1.6	1.3	7.2	24.8	0.0	7.1	11.7	9.6	11.9	34.4	18.7	33.9	162
US Basel	217.8	289.6	410.3	349.7	396.8	351.0	308.8	423.8	381.4	330.7	372.4	195.7	4'028
KS Winterthur	10.0	3.0	4.0	0.0	14.0	5.0	13.0	28.0	0.0	50.0	29.0	0.0	156
US Zürich	0.0	0.0	100.6	19.3	0.0	0.0	0.0	10.5	37.0	0.0	14.6	12.9	195
Insel Bern	109.6	79.3	61.9	22.8	51.5	10.3	6.5	15.3	10.1	9.1	4.3	1.4	382
												Gesamte Schweiz	7'000



Figur 1:
Umsatz an ^{131}I zu therapeutischen Zwecken in GBq



Figur 2:
Umsatz weiterer Therapie-Nuklide in GBq



Figur 3:
Abgabe von ^{131}I ans Abwasser in GBq

9.3 Surveillance de la radioactivité au voisinage des industries, stations d'épuration et usines d'incinération des déchets

S. Estier P. Beuret G. Ferreri A. Gurtner M. Müller P. Steinmann
Section Radioactivité de l'environnement URA / OFSP 3003 Berne
M. Zehringer
Kantonales Labor Basel-Stadt, 4012 Basel

Résumé

Les résultats de la surveillance effectuée en 2016 au voisinage des entreprises utilisatrices de tritium ont montré un marquage significatif de l'environnement (précipitations, denrées alimentaires) par ce radionucléide, à proximité immédiate de ces entreprises, en particulier à Niederwangen. En effet, les concentrations enregistrées dans les précipitations prélevées au mois d'août au voisinage de l'entreprise mb Microtec ont atteint 1'990 Bq/l, soit environ 17% de la limite d'immissions pour le tritium dans les eaux accessibles au public. Des valeurs plus élevées de tritium ont également été mesurées dans les denrées alimentaires prélevées au voisinage de l'entreprise. Ces augmentations sont dues à un rejet de tritium vers l'atmosphère plus important (tout en restant inférieur aux limites autorisées) au mois d'août. Les doses supplémentaires occasionnées pour la population avoisinante sont restées très faibles.

Les résultats des mesures des eaux des stations d'épuration et des eaux de lavage des fumées des usines d'incinération n'ont révélé aucune valeur anormale. Comme par le passé, des concentrations plus élevées de tritium ont été enregistrées à quelques reprises dans les échantillons hebdomadaires d'eau de lavage des fumées de l'usine d'incinération de Bâle-Ville. Celles-ci n'ont toutefois pas entrainé d'augmentation mesurable de la concentration de tritium dans les eaux du Rhin.

Introduction

A la manière des installations nucléaires, les entreprises qui utilisent des substances radioactives et qui disposent d'une autorisation réglementant leurs rejets dans l'environnement font l'objet d'une surveillance particulière, mise en place par la SUVA (autorité de surveillance pour les industries) et l'OFSP. Ces programmes spécifiques commencent au terme source, par la surveillance des rejets: les exploitants sont en effet tenus de mesurer le bilan de leurs émissions et de le communiquer chaque mois aux autorités. La SUVA vérifie ces déclarations par le biais de mesures de contrôle.

La surveillance se poursuit par la mesure des immissions de ces entreprises, à savoir des concentrations radioactives effectivement présentes dans l'environnement dans leur voisinage.

Tableau 1 :
Tritium dans les précipitations au voisinage des entreprises utilisatrices de ^3H en 2016. A noter qu'en raison de la sécheresse, aucun échantillon n'a pu être récolté en décembre.

Lieu	Valeur min/max (Bq/l)	Mediane/ moyenne (Bq/l)
Teufen/AR 65 m E Firma RCT	14 - 120	41 / 45
Niederwangen/BE		
Bauernhaus 300 m SE de l'entreprise	22 - 221	77 / 79
Garage 200 m SW de l'entreprise	28 - 171	59 / 72
Gemeinde Köniz 180 m NNW de l'entreprise	33 - 510	69 / 103
Firma Schär 320 m NE de l'entreprise	54 - 1'986	305 / 405

L'OFSP coordonne également un programme spécifique de prélèvements et de mesures des eaux des stations d'épuration ainsi que des eaux de lavage des fumées des usines d'incinération des déchets. La surveillance des stations d'épuration permet d'évaluer les rejets de certaines substances radioactives dans l'environnement par les industries et les hôpitaux. Celle des usines d'incinération vise à s'assurer, autant que possible, qu'aucun déchet radioactif ne soit accidentellement ou intentionnellement éliminé par le circuit des ordures conventionnelles.

Voisinage des entreprises utilisatrices de Tritium ^3H

Certaines industries ont 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. C'est le cas des entreprises Mb Microtec à Niederwangen/BE et de RC Tritec à Teufen/AR. Les émissions de ces entreprises sont détaillées au chapitre 9.1.

Dans le cadre de la surveillance de l'environnement dans leur voisinage, l'OFSP collecte des échantillons de précipitations à Teufen/AR ainsi qu'en 4 endroits distincts à Niederwangen/BE. La concentration en tritium des échantillons de Teufen est analysée chaque semaine; celle des précipitations de Niederwangen tous les 15 jours. Les résultats 2016 sont résumés dans le tableau 1. A titre de comparaison, notons que les concentrations mensuelles de tritium mesurées dans les précipitations à la station de référence de Posieux en 2016 sont restées inférieures à 2 Bq/l. Les résultats de la surveillance mise en œuvre au voisinage des entreprises utilisatrices de tritium montrent ainsi un marquage significatif de l'environnement (précipitations, denrées alimentaires) par ce radionucléide, à proximité immédiate de ces entreprises, en particulier au voisinage de mb-Microtec à Niederwangen.

La figure 1 présentent les concentrations de tritium enregistrées en 2016 dans les précipitations des stations de collecte «Bauernhaus» (située à 300 m au sud est de l'entreprise) et «Firma Schär» (située à 320 m au nord est de l'entreprise). Avec une concentration de 1'990 Bq/l au mois d'août, c'est dans cette station qu'a été enregistrée la plus forte teneur en tritium dans un échantillon de précipitations au cours de l'année. Cette valeur représente environ 17% de la valeur limite d'immissions fixée dans l'ordonnance sur la radioprotection (ORaP) pour les eaux accessibles au public. A titre indicatif, notons que la consommation régulière pendant un mois (soit 54 l) d'une eau ayant une concentration de 1'990 Bq/l conduirait à une dose supplémentaire de l'ordre de 4.5 µSv. Ces augmentations sont dues à un rejet de tritium vers l'atmosphère plus important, mais respectant les limites autorisées, au mois d'août.

A Niederwangen, l'activité du ^3H dans l'humidité de l'air est également mesurée deux fois par mois (Fig. 1). Les valeurs obtenues en 2016 se sont échelonnées entre 1.2 et 24.4 Bq/m³ avec une valeur moyenne de 4.4 Bq/m³. Comme pour les précipitations, les valeurs maximales ont été enregistrées fin août/ début septembre.

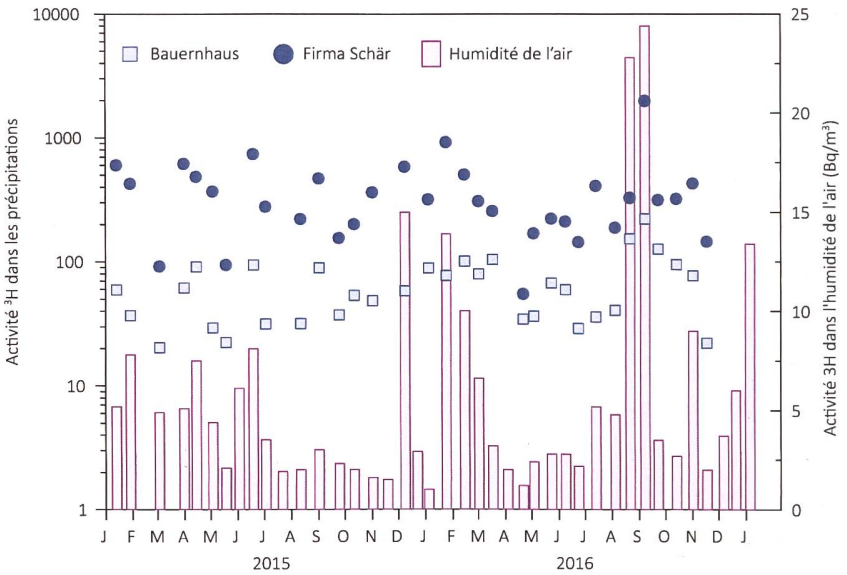


Figure 1 :
Activité du tritium dans les précipitations (Bq/l) et dans l'humidité de l'air (Bq/m³ d'air) enregistrées en 2015 et 2016 à Niederwangen/BE.

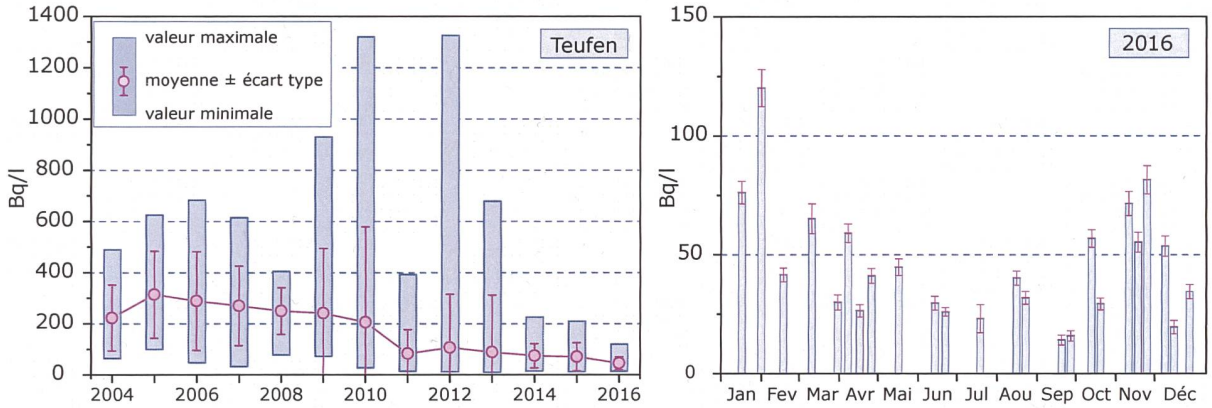


Figure 2 :
Concentration du tritium mesurée dans les précipitations de Teufen / AR entre 2004 et 2016.

Des valeurs plus élevées de tritium ont également été mesurées dans les denrées alimentaires prélevées par le canton de Berne au voisinage de l'entreprise début septembre, atteignant 212 Bq/l dans une salade. Dans les distillats des autres produits récoltés, les concentrations en tritium se sont échelonnées entre 13 et 31 Bq/l pour le lait (3 échantillons) et entre 23 et 131 Bq/l pour les 11 échantillons de fruits et légumes (pommes, rhubarbe, tomates, carottes et laitues). Si ces valeurs sont plus élevées que celles enregistrées au cours de la période 2008 - 2015, elles sont toutes inférieures à la valeur de tolérance pour le tritium dans les denrées alimentaires, fixée à 1'000 Bq/kg dans l'OSEC. Ces denrées ne représentent donc pas de risque pour la santé du consommateur. L'OFSP(URA) a procédé à des prélèvements supplémentaires de denrées alimentaires environ 1 mois plus tard (14.10) pour contrôle. Les concentrations en 3H enregistrées dans les 2 échantillons de salade et dans celui de poireaux étaient alors de l'ordre de 50 à 70 Bq/l. A noter que l'activité du tritium mesurée dans l'herbe en octobre dépassait par contre les 1'600 Bq/l.

La figure 2 montre le suivi des concentrations de ^{3}H enregistrées dans les précipitations collectées à 65 m à l'est de la cheminée de la firme RC Tritec à Teufen et mesurées par l'OFSP au cours des 10 dernières années. Avec une concentration maximale de 120 Bq/l (soit 1% de la valeur limite d'immission) et moyenne de 45 Bq/l, les valeurs 2016 sont encore en diminution par rapport aux années 2014 - 2015 et sont les plus faibles observées depuis le début de la surveillance.

Les résultats des mesures supplémentaires effectuées par la SUVA dans des échantillons de l'environnement au voisinage de RC TRITEC (Voir figure 1c, chapitre 9.1) confirment ce constat.

Tableau 2 :
Tritium (^{3}H) et ^{131}I dans les eaux de rejet des usines d'incinération et des stations d'épuration (STEP) en 2016.

Ville	Laboratoire	Isotope	Nombre	Valeur min/max (Bq/l)	Médiane (Bq/l)	Moyenne (Bq/l)
STEP Bâle	KL-BS	^{131}I	49	< 0.05 - 0.5	0.1	-
		^{3}H	49	< 2.0 - 20.1	-	-
Incinération Bâle		^{131}I	51	< 0.1 - 4.2	0.3	-
		^{3}H	56	18 - 24'000	107	1'029
STEP Berne	Labor Spiez	^{131}I	51	< 0.1 - 0.1	-	-
	URA/OFSP	^{3}H	12	< 5 - 90.2	5.8	-
STEP Bienne	URA/OFSP	^{3}H	52	< 10 - 1.9	-	-
STEP La Chaux-de-Fonds	URA/OFSP	^{3}H	46	< 10 - 704	-	-
STEP Lausanne	IRA	^{131}I	43	< 0.3	-	-
		^{3}H	11	< 2.0 - 3.0	-	-
STEP Zürich	EAWAG	^{131}I	52	< 0.2 - 2.0	-	-
	URA/OFSP	^{3}H	13	< 5.0 - 11.1	-	-

Stations d'épuration (STEP) et eaux de lavage des fumées des usines d'incinération

Plusieurs laboratoires analysent les eaux des stations d'épuration des agglomérations de Zürich, Bâle, Berne, Lausanne et La Chaux-de-Fonds ainsi que les eaux de lavage des fumées des usines d'incinération de Bâle-Ville et de Bienne afin de déterminer les concentrations de ^{3}H et d'^{131}I rejetées dans l'environnement. Les résultats de ces mesures sont résumés dans le tableau 2 pour l'année 2016.

Depuis début janvier 2016, le laboratoire cantonal de Bâle a renoncé aux mesures journalières du tritium dans les eaux de lavage des fumées de l'usine d'incinération de Bâle. Un mélange des échantillons journaliers est maintenant mesuré chaque semaine. Les pics de concentration journalière de ^{3}H dépassant les 100'000 Bq/l observés par le passé durant un à deux jours ne peuvent plus être mesurés, toutefois à la mi-novembre 2016, un épisode analogue a pu être mis en évidence puisqu'une concentration hebdomadaire de 24'000 Bq/l a été enregistrée. Deux autres pics de concentration hebdomadaire, certes plus faibles, mais dépassant tout de même les 8'000 Bq/l (valeurs de 8'645 et 8'861 Bq/l) ont également été détectés. Ce phénomène avait déjà été observé en 2003 - 2005 ainsi qu'en 2014 - 2015. Malgré les recherches menées la SUVA en collaboration avec l'OFSP et le laboratoire cantonal de Bâle-Ville, son origine n'avait malheureusement toujours pas pu être éclaircie. La combustion de montres contenant du tritium, qui auraient été jetées dans les ordures ménagères, constitue toutefois une explication possible.

Notons encore que les eaux de lavage des fumées sont ensuite diluées dans les eaux de la station d'épuration, avant d'être rejetées dans le Rhin. Le tableau 2 montre que les concentrations de ^{3}H dans les échantillons hebdomadaires d'eau de la STEP de Bâle n'ont pas dépassé les 20 Bq/l. Les mesures mensuelles du ^{3}H dans les eaux du Rhin près de Weil/D, en aval de Bâle, n'ont par ailleurs montré aucune augmentation des teneurs en ^{3}H dans le Rhin en relation avec les pics de concentration observés dans l'eau de lavage des fumées de l'usine d'incinération de Bâle.

Les concentrations de tritium observées à la STEP de la région de La Chaux-de-Fonds sont restées faibles en 2016, à l'exception de la période fin novembre/début décembre ou durant deux semaines consécutives des concentrations voisines de 700 Bq/l ont été enregistrées. Il s'agit des plus fortes valeurs enregistrées depuis 10 ans. A noter que les eaux de lavage des fumées de l'usine d'incinération de La Chaux-de-Fond arrivent dans la STEP, raison pour laquelle des valeurs plus élevées peuvent parfois y être mesurées. La figure 3 montre qu'après la nette diminution observée jusqu'en 2008, en corrélation avec la très forte baisse de l'utilisation du ^{3}H dans les ateliers de posage de la région et l'arrêt complet de cette activité en 2008, les concentrations de tritium dans les eaux de la STEP de la Chaux-de-Fonds se sont stabilisées à des niveaux généralement faibles. A la STEP de Bienne, les concentrations de tritium pour l'année 2016 sont restées inférieures ou voisines de la limite de détection de 10 Bq/l. A la STEP de Werdhözli à Zürich, aucun émetteur gamma d'origine artificielle n'a pu être décelé dans les échantillons hebdomadaires d'eaux prélevés et mesurés par l'EAWAG, à l'exception du ^{131}I décelés dans 6 échantillons (valeurs de 0.3 Bq/l et 2.0 Bq/l).

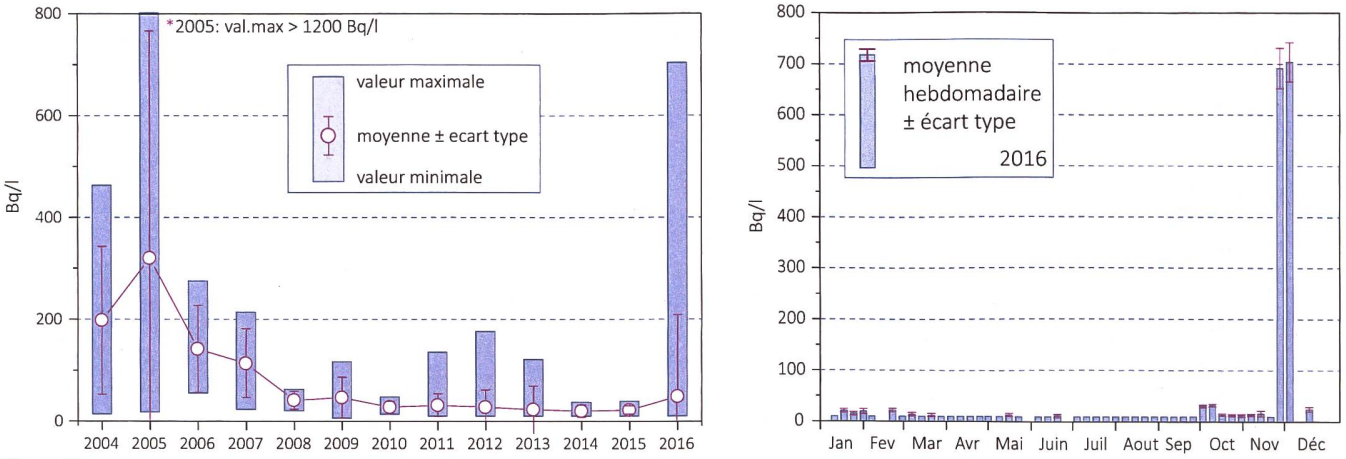
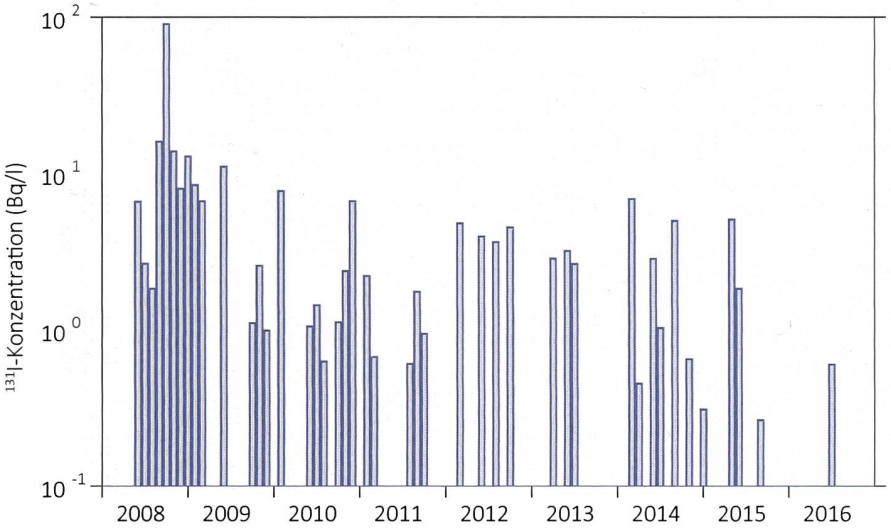


Figure 3 :
Concentrations du tritium mesurées dans les eaux de la station d'épuration de La Chaux-de- Fonds entre 2004 et 2016.

La figure 4 montre les concentrations de ^{131}I mesurées entre 2008 et 2016 dans les échantillons d'eaux de lavage des fumées de l'usine d'incinération de Hagenholz à Zürich par l'EAWAG. Les échantillons sont prélevés chaque mois par sondage. En 2016, seul un échantillon a présenté une concentration en ^{131}I supérieure à la limite de détection de 0.2 - 0.3 Bq/l.

Conclusions

Les résultats des mesures effectuées en 2016 à proximité des entreprises utilisatrices de tritium ont montré un marquage significatif de l'environnement par ce radionucléide dans leur voisinage immédiat, en particulier à Niederwangen. Dans les précipitations, les concentrations en ^{3}H ont atteint au maximum env. 17% de la valeur limite d'immissions définie dans l'ORaP pour le tritium dans les eaux accessibles au public. Si des valeurs plus élevées de ^{3}H ont été mesurées dans les échantillons de denrées alimentaires (avec une concentration maximale de 212 Bq/l dans un échantillon de salade), aucun dépassement de la valeur de tolérance fixée à 1'000 Bq/l selon l'OSEC n'a pu être mis en évidence. Toutes les valeurs mesurées sont ainsi restées inférieures aux limites légales. Quant aux doses supplémentaires qui résulteraient de la consommation régulière de tels produits, elles resteraient inférieures à 10 µSv.



Figur 4 :
Concentrations de ^{131}I (Bq/l) enregistrées dans les eaux de lavage des fumées de l'usine d'incinération de Hagenholz de 2008 à 2016 (prélèvement et analyse effectués par l'EAWAG).

L'origine du tritium ayant à nouveau conduit en 2016 à des augmentations ponctuelles mais significatives de la concentration de ce radionucléide dans les eaux de lavage des fumées de l'usine d'incinération de Bâle-Ville n'a toujours pas pu être déterminée avec certitude, mais il provient sans doute de la combustion de montres ou d'objets contenant du tritium, jetés aux ordures ménagères. Ces augmentations n'ont toutefois donné lieu à aucun marquage mesurable des eaux du Rhin.

9.4
Plan d'action radium 2015-2019

S. Estier
Section Radioactivité de l'environnement URA / OFSP 3003 Berne
M. Palacios, Ch. Murith
Risques radiologiques, Division Radioprotection, 3003 Berne

Résumé

En mai 2015, le Conseil fédéral a approuvé le Plan d'action radium 2015 - 2019 afin de régler le problème des héritages radiologiques liés à l'application de peinture luminescente au radium dans l'industrie horlogère jusque dans les années 1960. Les quatre axes principaux de ce plan sont la recherche historique des bâtiments potentiellement contaminés, les mesures de diagnostic du radium dans ces bâtiments, la réalisation d'un assainissement en cas de dépassement de la limite de 1 milliSievert (mSv) par an et la surveillance des décharges pouvant contenir des déchets de radium. L'état d'avancement des travaux dans ces quatre domaines ainsi que les modalités d'information du public sont présentés ci-après.

Recherche historique

La recherche des bâtiments potentiellement contaminés se poursuit et sera clôturée par la publication d'un rapport en 2017. Elle confirme que les objets en question se situent principalement dans les cantons de Neuchâtel, de Berne et de Soleure, environ un tiers de ces objets ayant déjà été examiné.

Diagnostics du radium

La démarche consiste à mesurer le débit de dose sur une grille 1 mètre sur 1 mètre sur toute la surface du bâtiment concerné, à une hauteur de 10 cm et de 1 mètre. Si le débit de dose ne dépasse en aucun point les 100 nSv/h, les locaux sont déclarés non affectés par le radium. Dans le cas contraire, l'exposition des habitants est calculée à l'aide d'un modèle tenant compte des valeurs mesurées. Si la dose annuelle dépasse 1 mSv, un assainissement est à entreprendre.

Dans le cas des espaces extérieurs, notamment les jardins, on procède à une mesure du débit de dose ambiant à 1 mètre du sol sur une grille de 1 mètre sur 1 mètre. Aux endroits où ce débit est supérieur à 100 nSv/h, on procède à un prélèvement de terre qui est ensuite mesuré par spectrométrie en laboratoire. Un assainissement est requis si la concentration de radium dans le sol dépasse 1'000 Bq/kg.

Jusqu'ici, 200 objets (bâtiments et jardins limitrophes) ont été examinés. Parmi ceux-ci, 41 ont présenté une contamination au radium nécessitant un assainissement, afin d'atteindre l'objectif de protection fixé dans le cadre du plan d'action.

Assainissements liés au radium

La démarche d'assainissement comprend la planification, la dépollution, la remise en état, le contrôle final de l'atteinte de l'objectif ainsi que l'élimination des déchets. L'objectif de l'assainissement est de limiter la dose effective annuelle des habitants à 1 mSv. On tentera toutefois d'optimiser la réduction des contaminations et d'atteindre un débit de dose ambiant inférieur à 100 nSv/h à 10 cm du sol.

Les modalités d'assainissement étant spécifiques à chaque objet, leur description générique n'est pas réalisable. Citons toutefois les mesures les plus fréquemment mises en œuvre: enlèvement de matériaux contaminés (tapis, radiateur), de revêtements de sols et d'anciennes isolations (plancher, parquet, scories), ponçage de revêtements (peinture, rebords de fenêtre), ou encore enlèvement de la terre (jardins, pelouses). La conduite de ces travaux est délicate, car il s'agit d'optimiser les démarches, à savoir garantir l'habitabilité de l'objet tout en maintenant l'engagement financier et les nuisances pour les résidents à des niveaux acceptables.

Les déchets faiblement contaminés au radium sont entreposés de manière temporaire, puis triés. Les déchets dont l'activité est inférieure à la limite d'exemption (LE) sont traités comme des déchets conventionnels. Les matériaux inertes dont l'activité spécifique est inférieure à 1'000 fois la limite d'exemption sont déposés en décharge conformément à l'article 82 de l'ORaP, alors que ceux qui dépassent cette valeur entrent dans la filière des déchets radioactifs. Les déchets combustibles d'une activité inférieure à 1'000 fois la limite d'autorisation (LA) sont acheminés en station d'incinération avec l'assentiment de l'autorité de surveillance conformément à l'article 83 de l'ORaP. Au-delà de cette activité, ils entrent dans la filière des déchets radioactifs.

Sur les 41 assainissements nécessaires à ce jour, 25 bâtiments ont déjà été assainis ou sont en cours d'assainissement. La démarche se poursuivra en 2017.

Surveillance des décharges et autres sites contaminés

L'OFSP est chargé de mettre en place une surveillance radiologique appropriée dans les décharges en activité avant 1970 ainsi que d'autres sites identifiés comme potentiellement contaminés au radium, afin de garantir un suivi de la situation, notamment lorsque le site doit être assaini ou réhabilité. Ce volet du plan d'action est mis en œuvre en étroite collaboration avec l'OFEV ainsi que les communes et cantons concernés par ces sites.

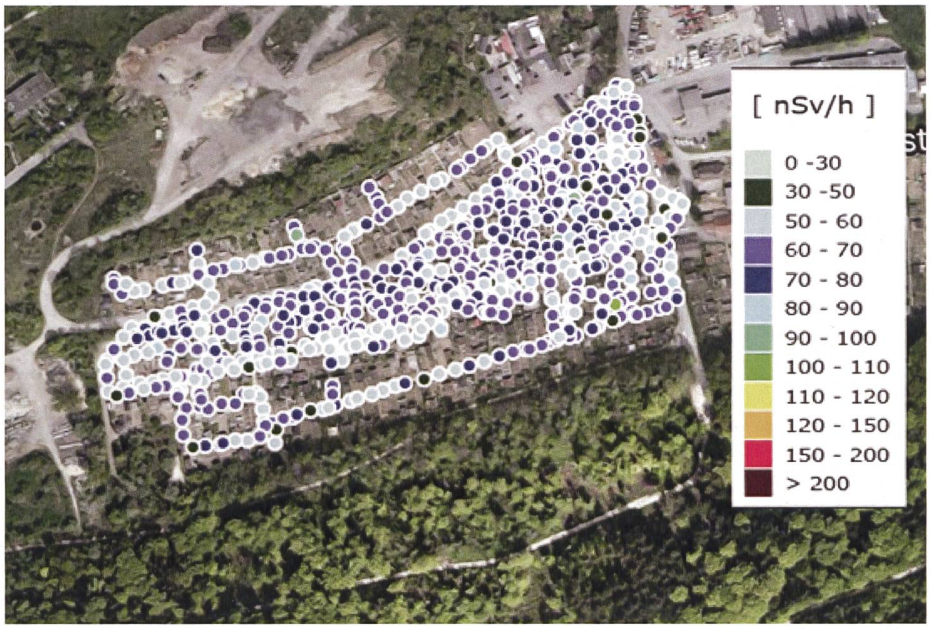


Figure 1 :
Cartographie du débit d'équivalent de dose ambiante H(10) à 10 cm du sol en [nSv/h] dans la zone de l'ancienne décharge du Marais de Mâche, Bienne, 2016.*

Plus de 8'000 anciennes décharges en activité avant 1970 figurent dans le cadastre des sites pollués dans les cantons où des peintures luminescentes au radium ont été utilisées et sont donc susceptibles de contenir des dechets contaminés au radium. La mise en place d'une

surveillance radiologique de chacun de ces sites est non seulement impossible en termes de ressources, mais serait disproportionnée. Relevons en effet que tant qu'une ancienne décharge reste fermée et que les déchets potentiellement contaminés sont inaccessibles, le risque sanitaire lié à la présence de radium est très faible. Ainsi, les décharges devant faire l'objet d'un assainissement selon l'ordonnance sur l'assainissement des sites pollués ont été jugée prioritaires pour examiner le bien-fondé d'y mettre en place une surveillance du radium. Les investigations correspondantes débuteront en 2017.

Les premières analyses ont démarré en 2016 dans le cadre d'études préliminaires en vue de l'assainissement de plusieurs anciennes décharges, notamment à La-Chaux-de-Fonds ou à Teufen.

Par ailleurs, suite au marquage au radium 226 d'origine artificielle localement mis en évidence en 2015 dans les eaux sousterraines prélevées dans la zone des effluents de l'ancienne décharge du Marais de Mâche (Bienne), actuellement occupée par des jardins familiaux, l'OFSP a procédé en 2016 à des mesures complémentaires par spectrométrie in situ, à des analyses du ^{226}Ra dans des légumes prélevés sur place, ainsi qu'à une cartographie de l'exposition externe (débit d'équivalent de dose ambiante H*(10)) de la zone occupée par l'ancienne décharge (figure 1).

Les résultats des mesures in situ indiquent que toutes les valeurs mesurées sur le site correspondent à celles enregistrées ailleurs sur le plateau suisse et sont attribuables à la radioactivité d'origine naturelle présente partout dans les sols. Toute personne qui séjournerait durablement sur le site de l'ancienne décharge ne serait donc pas plus exposée à la radioactivité qu'en un quelconque autre endroit de Suisse. Par ailleurs les résultats des mesures effectuées en laboratoire n'ont révélé aucune valeur élevée pour le ^{226}Ra ni dans la terre située en surface du site (entre les 10 et 30 premiers centimètres) ni dans l'échantillon de carottes et de salades. L'ensemble de ces analyses confirment donc que le risque pour la santé des personnes qui séjournent sur le site ou consomment des légumes cultivés dans ces jardins et dû à la présence éventuelle de déchets contaminés au radium dans l'ancienne décharge de Mettmoos est très faible.

Modalités d'information sur le plan d'action

Un comité de pilotage et un groupe d'accompagnement assurent un échange d'information permanent entre tous les acteurs du plan d'action. En outre, l'information du public est assurée par la mise à jour périodique de l'état d'avancement du projet sur le site internet de l'OFSP (www.ofsp.admin.ch), dont la version au 31.12.2016 est présentée dans le tableau ci-dessous

		Diagnostics effectuées	Cas sans nécessité d'assainissement	Cas nécessitant un assainissement	Assainissements terminés ou en cours
Total	Nombres de bâtimens	200	159	41	25
	Détails	1051 appartements	1017 appartements	34 appartements 21 jardins	21 appartements 15 jardins
Bienne	Nombres de bâtimens	64	49	15	10
	Détails	361 appartements	347 appartements	14 appartements 7 jardins	10 appartements 6 jardins
La Chaux-de-Fonds	Nombres de bâtimens	61	49	12	9
	Détails	406 appartements	394 appartements	12 appartements 5 jardins	9 appartements 3 jardins
Autres communes	Nombres de bâtimens	75	61	14	6
	Détails	284 appartements	276 appartements	8 appartements 9 jardins	2 appartements 6 jardins

* Autres communes : Aedermannsdorf (SO), Arogno (TI), Bern (BE), Biberist (SO), Carouge (GE), Corcelles (NE), Cortébert (BE), Courgenay (JU), Delémont (JU), Fleurier (NE), Genève (GE), Grenchen (SO), Hasle b. Burgdorf (BE), Holderbank (SO), Kräiligen (BE), Küsnacht (ZH), Langendorf (SO), Le Locle (NE), Le Sentier (VD), Lengnau bei Biel (BE), Les Pommerats (JU), Locarno (TI), Loveresse (BE), Lyss (BE), Neuchâtel (NE), Nidau (BE), Olten (SO), Orpund (BE), Porrentruy (JU), Reconvilier (BE), Solothurn (SO), Tavannes (BE), Tramelan (BE), Ziefen (BL), Zuchwil (SO)