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: - (2017)

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: 14.07.2025

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 Produktions- wie auch in den Forschungsbetrieben variiert im Allgemeinen stark je nach Auftragslage und Forschungsschwerpunkt. In den letzten Jahren wurde jedoch ein deutlicher Rückgang bei der Verwendung von ^{14}C markierten Stoffen festgestellt. Sämtliche Abgabelimiten wurden im Berichtsjahr eingehalten.

Überwachte Betriebe

Die Suva beaufsichtigt folgende Betriebe, die mit offenen radioaktiven Quellen umgehen:

Produktionsbetriebe (Total 3 Betriebe)

Radioaktive Quellen werden benötigt für die Produktion von:

- Radioaktiv markierten Verbindungen für die Forschung (^{3}H, ^{14}C)
- Kalibrierquellen (^{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 2007- 2017.

	Isotope	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	Einheit
Produktions betriebe	^{3}H	7.31	10.54	5.74	4.07	7.53	15.11	10.03	6.31	7.58	7.62	11.51	PBq
	^{14}C	0	0.07	0	0.74	0.58	0.19	1.33	0.34	0.35	0	0.38	TBq
	^{147}Pm	0	0	0	0	13.03	5.76	0.07	1.55	15.26	19.66	13.16	TBq
Leuchtfarben-betriebe	^{3}H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.09	5.28	TBq
Forschungs-betriebe	^{3}H	7.6	3.8	7.6	0.2	11.4	18.8	11.4	15.5	22.8	8.7	28.4	TBq
	^{14}C	17.1	41.3	53.9	158.9	76.0	192.6	200.6	132.5	207.3	171.9	207.6	GBq
	^{32}P	0.9	0.5	0.9	0.9	1.4	1.0	1.4	1.6	2.1	7.9	7.3	GBq
	^{35}S	1.4	1.4	2.4	2.4	3.7	2.0	0.8	3.8	3.5	5.9	7.9	GBq
	^{51}Cr	0	0.3	0.1	0	0	0	0	3.2	3.8	3.5	4.1	GBq
	^{125}I	0.3	0.3	0.1	0.1	14.1	12.1	15.7	16.3	17.5	1.2	1.1	GBq
Analytische Laboratorien	^{125}I	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	GBq
	^{14}C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96.8	116.2	MBq

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

Forschungsbetriebe (Total 33 Betriebe)
Es sind dies Unternehmungen der chemischen Industrie, die unter anderem Stoffwechseluntersuchungen mit radioaktiv markierten Stoffen durchführen.

Medizinisch-analytische Laboratorien (Total 3 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 2017 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 von 2016 eingestellt. Dies führte dazu, dass in diesem Betrieb keine Abgaben mehr an die Abluft gemessen wurden. Die bei Novartis aufgeführten Abgaben an das Abwasser resultierten hauptsächlich aus dem Rückbau der Syntheselabors. Tabelle 3 gibt die Aktivitätsmengen an, die gemäss Art. 116 der Strahlenschutzverordnung mit Zustimmung des BAG 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 auf die Umbauarbeiten in den Labors zurückzuführen, 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.

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 grossen Produktionsbetriebe zusammengefasst.

Tabelle 2a :
Abgabe radioaktiver Stoffe an die Abluft während des Jahres 2017 (GBq).

	Abgaben an die Abluft (GBq)		Abgabelimiten (GBq)	
	^{3}H	^{14}C	^{3}H	^{14}C
Hoffmann-La Roche AG	59.34 (org.) 0 (Gas)	1.296	120 (org.) 2'000 (Gas)	80
Novartis Pharma AG	0 (org.) 0 (Gas)	0	500 (org.) 4'000 (Gas)	60

Tabelle 2b :
Abgabe radioaktiver Stoffe an das Abwasser während des Jahres 2017 (GBq).

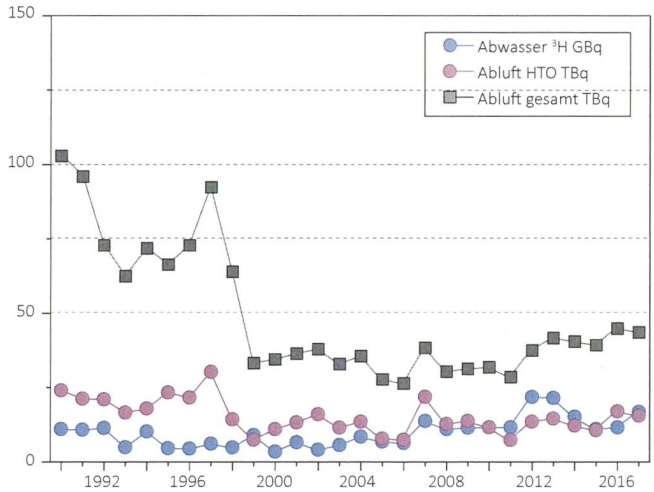
	Abgaben an das Abwasser (GBq)		Abgabelimiten (GBq)	
	^{3}H	^{14}C	^{3}H	^{14}C
Hoffmann-La Roche AG	2.01	0.16	80	40
Novartis Pharma AG	0.95	0.06	300	30

Tabelle 3 :
Verbrennung in bewilligtem Ofen (Valorec Services AG, Basel während des Jahres 2017 (GBq).

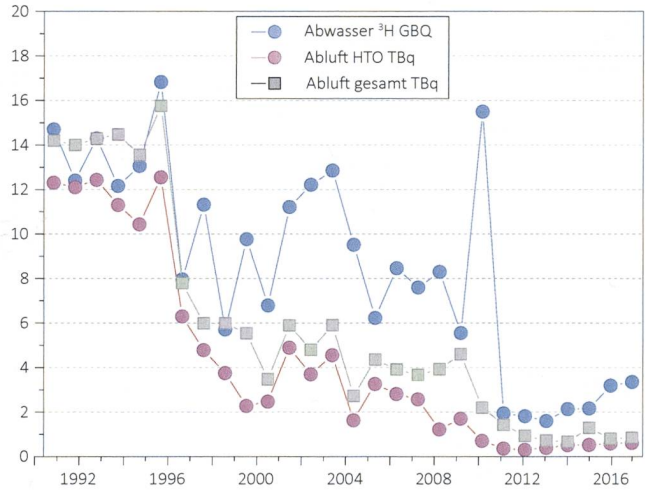
	^{3}H (GBq)	^{14}C (GBq)	^{35}S (GBq)
Verbrennungen in Ofen	756.09	55.47	0.007
Bewilligungslimite	4'000	450	8.0

Tabelle 4 :
Jahresabgabelimiten der Produktionsbetriebe.

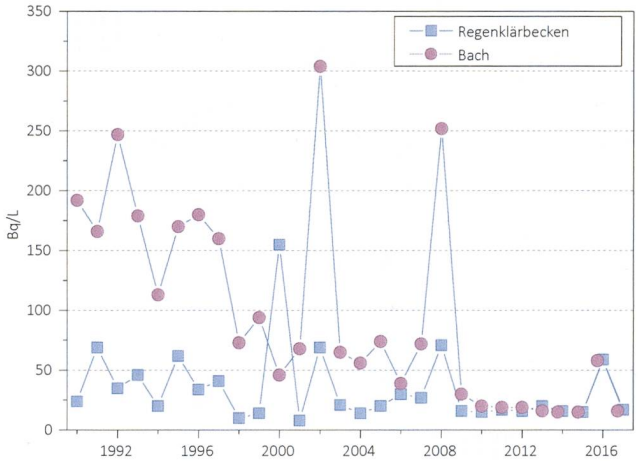
	Abwasser	Abluft	
	^{3}H	^{3}H (HT)	^{3}H (HTO)
MB-Microtec AG, Niederwangen / BE	40 GBq	370 TBq	37 TBq
RC-Tritec AG, Teufen / AR	20 GBq	15 TBq	20 TBq



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

Beim Umsatz gegenüber dem vergangenen Jahr der zur Therapie verwendeten Radionuklide in den nuklearmedizinischen Instituten fällt eine weitere Reduktion von Yttrium-90 (^{90}Y) und der weitere Anstieg von Luthetium-177 (^{177}Lu) auf. Dies ist damit zu begründen, dass im Berichtsjahr die Behandlungen von neuroendokrinen Tumoren mit ^{90}Y vollständig durch die Verwendung von ^{177}Lu ersetzt wurden. Der verbleibende Aktivitätsumsatz von ^{90}Y resultiert aus der SIR-Therapie oder in geringem Masse aus der Radiosynoviorthese. Die Verwendung des Alpha-Strahlers Radium-223 zur Behandlung von Patienten mit Prostatakarzinom ist weiterhin leicht zunehmend. Die Abgabe von Radionukliden ans Abwasser aus stationären Behandlungen ist erneut gegenüber dem Vorjahr um rund 20% gesunken, dies vor allem durch Sanierungen und/oder Volumenerhöhung bestehender Abwasserkontrollanlagen. Durch vergrösserte Lagerkapazitäten und ein optimiertes Lagermanagement können die kontaminierten Abwässer über längere Zeit abgeklungen werden, wodurch die Abgaben an die Umwelt verringert werden. Die Abgabe der zu diagnostischen Zwecken verwendeter Radionuklide wie Technetium-99m oder Fluor-18 ans Abwasser unterliegt keiner systematischen Kontrolle, da die Immissionsgrenzwerte für diese kurzlebigen Radionuklide unter den bekannten Gegebenheiten 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. Das BAG verfolgt diesen Trend, analysiert die Daten und adaptiert entsprechend seinen Aufsichtsschwerpunkt.

Therapeutische Anwendung von Radionukliden

Jod-131 (^{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. Mit der revidierten Strahlenschutzverordnung, welche per 1.1.2018 in Kraft gesetzt wurde, wird diese Entlassungsgrenze auf 10 µSv/h erhöht. Die Auswirkungen dieser erhöhten Entlassungsgrenze werden sich aber erst im kommenden Berichtsjahr zeigen. Die Ausscheidungen der hospitalisierten Therapiepatienten 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.

Tabelle 1:
Applikationen radioaktiver Stoffe zu therapeutischen Zwecken 2017 in MBq.

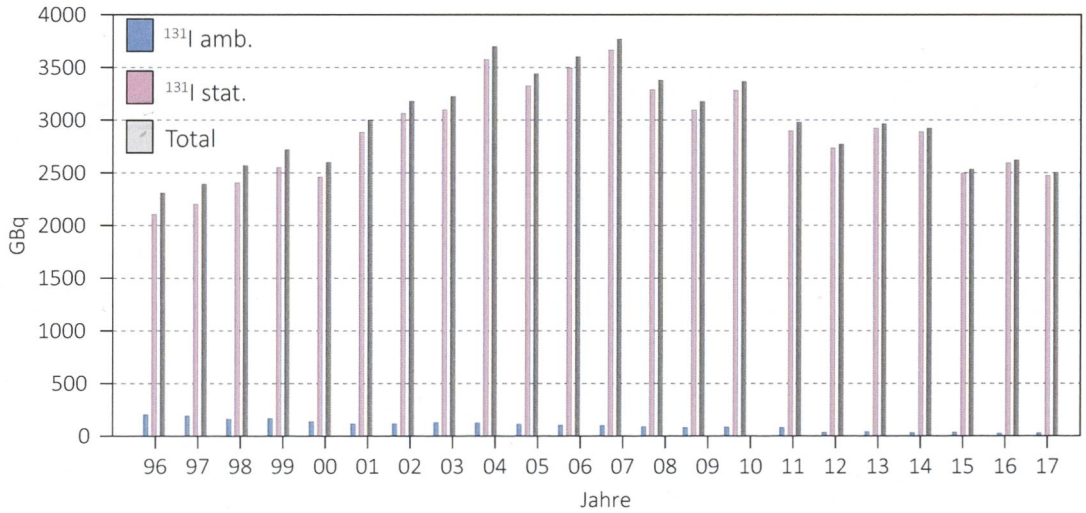
	Spital	^{131}I amb.	^{131}I stat.	^{186}Re	^{169}Er	^{90}Y	^{153}Sm	^{177}Lu	^{223}Ra
AG-40.2	Kantonsspital Aarau AG					1480			473
AG-579.2	Kantonsspital Baden AG	800	99'110			370		11'240	0
BE-32.2	Klinik Linde AG	2'400							103
BE-138.2	Klinik Engeried								124
BE-284.12	Inselspital		339'207	244	92	3'460		303'400	430
BL-158.2	Kantonsspital Baselland	220				925			10
BL-315.2	Kantonsspital Liestal								109
BS-30.2	St. Claraspital	2'445							28
BS-350.1	Universitätsspital Basel		255'537	555	74	46'665		2'827'725	140
FR-103.2	HFR Hôpital fribourgeois		97'400						
GE-200.3	HUG	822	145'803	148		59'865			133
GE-752.3	Hôpital de la Tour	200	0	0					223
GE-1633.1	GRGB Santé SA	204	0	0					55
GR-54.2	Kantonsspital Graubünden	1'545	61'749	60		930	3'000		123
LU-1.2	Hirslanden-Klinik St. Anna	0	1'306	0		53'436			0
LU-527.11	Luzerner Kantonsspital LUKS	0	0	296		39'774			406
NE-169.6	Hôpital Neuchâtelois	972	0	0		201			163
SG-195.3	Kantonsspital St. Gallen	0	162'753	185	170	4'440		118'850	0
SO-29.6	Bürgerspital Solothurn	200	21'184			185			64
SO-143.4	Kantonsspital Olten								6
TG-46.2	Spital Thurgau AG		38'755			740			98
TG-53.2	Spital Thurgau AG	600				0			0
TI-453.6	Ospedale Regionale Bellinzona e Valli	7'340	96'756			0	6000		115
TI-482.4	Ospedale Civico	1'400				2'035			0
VD-129.2	Clinique de la Source	3'534				0			230
VD-206.2	Hôpital de la Riviera					0			100
VD-784.4	Genolier Swiss Medical Network	144				0			136
VD-832.14	CHUV		478'258	370		183'821		331'990	774
VS-125.1	RSV Hôpital du Valais		44'120			0			0
VS-532.1	Affidea CIV					370			0
ZH-57.4	Stadtspital Waid	2'568			15	0			0
ZH-117.2	Klinik Hirslanden			291	145	54'178			262
ZH-348.7	Universitätsspital Zürich		225'280	37	185	102'352		224'588	74
ZH-352.3	Kantonsspital Winterthur	5'965	127'600		40	84'139			345
ZH-1171.13	Stadtspital Triemli		276'737	185		196'83			310
	Schweiz gesamt	**31.4**	**2'471.6**	**2.4**	**0.7**	**659.0**	**9.0**	**3'817.8**	**5.0**

Abgabe radioaktiver Stoffe ans Abwasser

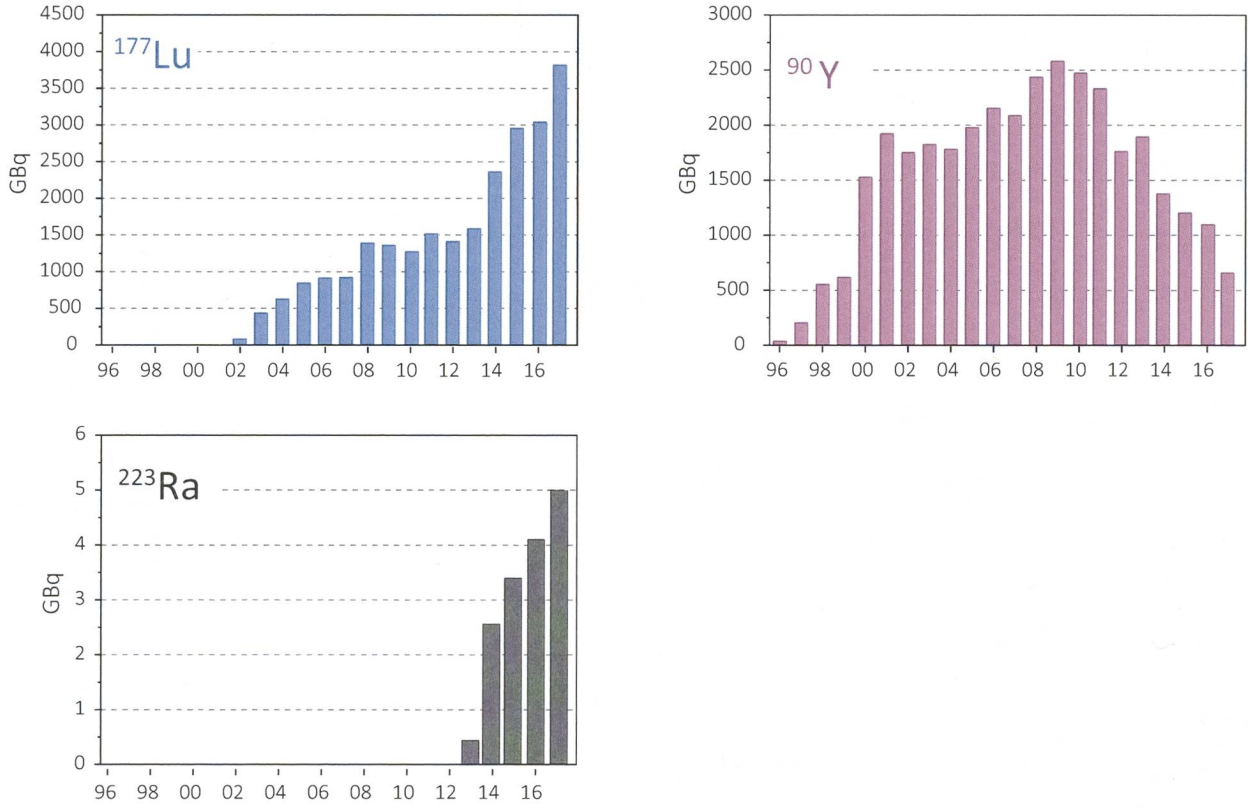
Die für einen Betrieb bewilligte Abgabeaktivität radioaktiver Stoffe ans Abwasser richtet sich nach Art. 102 Abs. 2 der Strahlenschutzverordnung (StSV 94). Danach darf die Aktivitätskonzentration in öffentlich zugänglichen Gewässern (in der Regel am Ausgang der Abwasseraufbereitungsanlage) im Wochenmittel 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. Die ebenfalls aufgrund der revidierten Strahlenschutzverordnung veränderten Immissionsgrenzwerte gelten erst für das kommende Berichtsjahr, aufgrund der geringen Veränderungen erwartet das BAG jedoch kaum relevante Auswirkungen.

Tabelle 2:
Abgabe von ^{131}I aus Abwasserkontrollanlagen ans Abwasser 2017 in MBq.

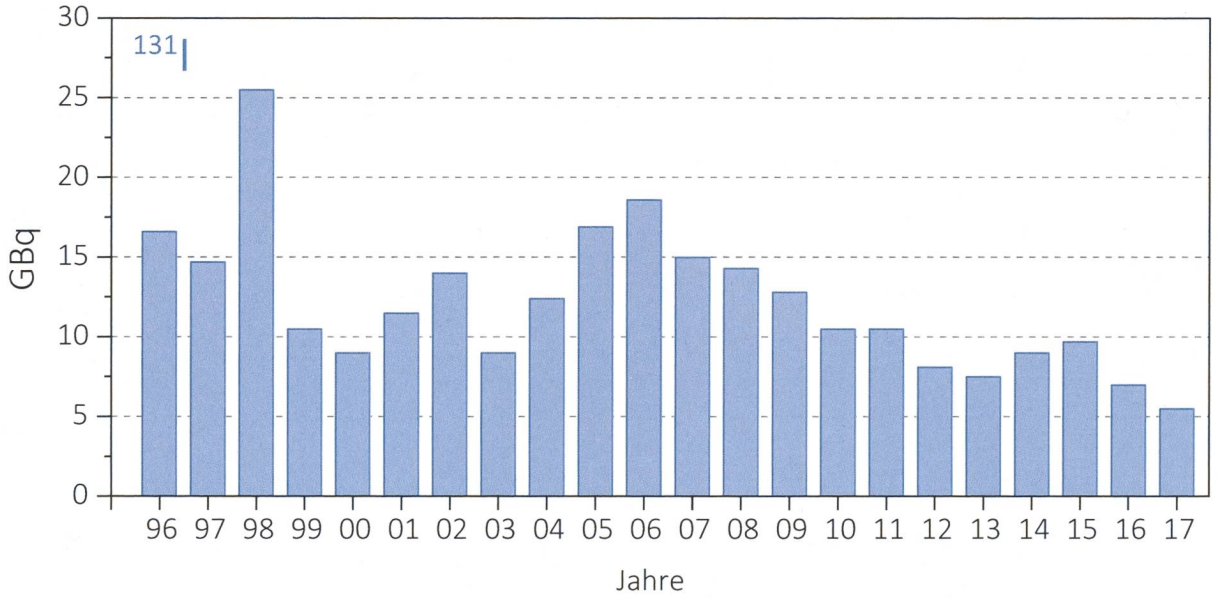
Abgabe MBq/Monat Nuklearmedizin	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Total 2017 MBq
KS Chur	1.74		1.54		5.21	7.60	4.85		1.61	2.71	8.51	32.06	66
BS Solothurn				0.88								0.21	1
OR Bellinzona	13.35				3.15	1.23		2.38				1.12	21
KS St. Gallen		0.16	1.16	0.17	0.06	2.7	3.01	0.65	3.45	13.49	7.27	7.29	39
Triemli Zürich	4.8	2.1	1.8	1.6	0.3	1.5	0.3	2.1	2.7	1.2	5.9	2.9	27
HFR Fribourg		1.9					2.6				0.3		5
HU Genève	17.33		13.13		5.8	12.8			0.45		1.68	15.11	66
RSV Sion	7.16			7.57	3.46	2.25	11.99			0.12	4.09		37
KS Baden	56.62		11.37	9.97	18.99	8.38	11.71	9.57	11.65	18.54	4.01		161
CHUV Lausanne	70.8	15.1	19.4	33.6	33.3	31.4	23.3	27.0	73.0	27.4	31.4	73.7	459
US Basel	454.9	275.9	312.5	386.2	380.1	368.6	318.5	442.0	382.9	406.6	335.4	316.2	4'380
KS Winterthur	35.0	28.0				2.0							65
US Zürich				41.2	50								91
Insel Bern	4.9	2.6	4.2		9.5	0.5	4.0	5.0		16.8	8.0	1.3	57
												Gesamte Schweiz	5'500



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, D. Lienhard, 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 2017 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 de mars au voisinage de l'entreprise mb Microtec ont atteint 1'315 Bq/l, soit environ 11% 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. Les doses supplémentaires occasionnées pour la population avoisinante sont toutefois 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

Tout comme les 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 2017.

Lieu	Valeur min/max (Bq/l)	Mediane/ moyenne (Bq/l)
Teufen/AR 65 m E Firma RCT	< 10 - 369	25 / 55
Niederwangen/BE		
Bauernhaus 300 m SE de l'entreprise	27 - 195	61 / 74
Garage 200 m SW de l'entreprise	23 - 125	63 / 65
Gemeinde Köniz 180 m NNW de l'entreprise	55 - 225	99 / 111
Firma Schär 320 m NE de l'entreprise	171 - 1'315	418 / 470

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 2017 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 2017 sont généralement restées inférieures à la limite de détection de 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 présente les concentrations de tritium enregistrées en 2017 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 1'315 Bq/l au mois de mars, 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 11% de la valeur limite d'immissions fixée dans l'ordonnance sur la radioprotection (ORaP) pour les eaux accessibles au public. A noter que si les concentrations maximales de tritium mesurées dans les précipitations en 2017 aux stations de «Köniz» et «Firma Schär» étaient 50%, reps. 30% inférieures aux valeurs maximales enregistrées 2016, les valeurs médianes et moyennes des concentrations ont été 10% à 30% plus élevées. A titre indicatif, notons que la consommation régulière pendant un mois (soit 54 l) d'une eau ayant une concentration de 1'315 Bq/l conduirait à une dose supplémentaire de l'ordre de 1.3 µSv.

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 2017 se sont échelonnées entre 1 et 15 Bq/m^3 avec une valeur moyenne de 5.4 Bq/m^3. Comme pour les précipitations, les valeurs maximales ont été enregistrées en mars.

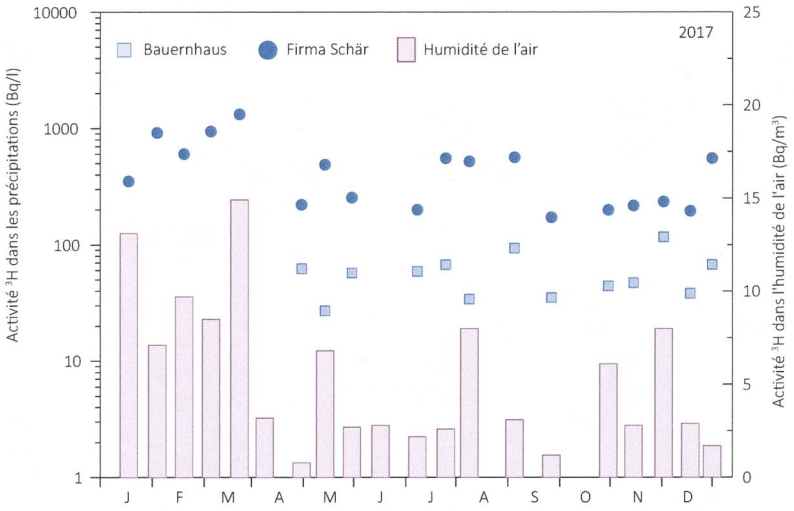


Figure 1 :
Activité du tritium dans les précipitations (Bq/l) et dans l'humidité de l'air (Bq/m^3 d'air) enregistrées en 2017 à Niederwangen/BE.

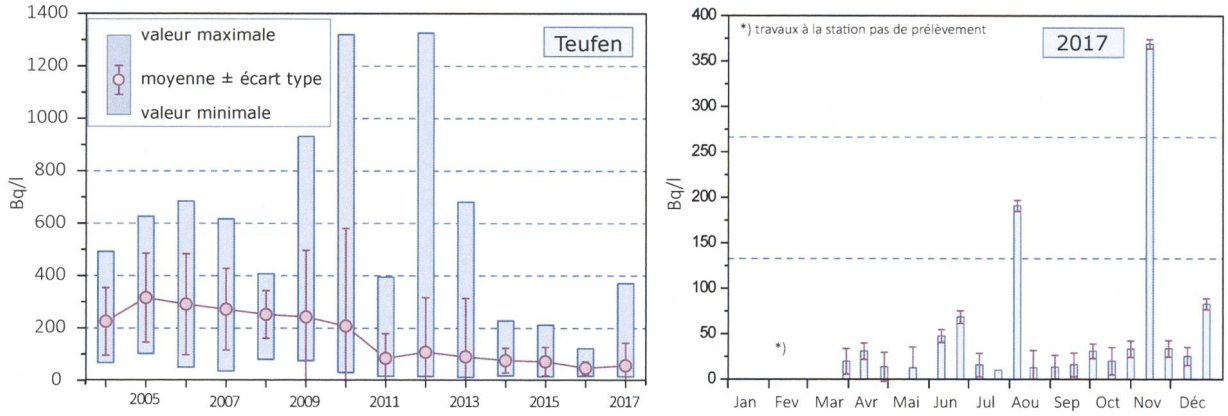


Figure 2 :
Concentration du tritium mesurée dans les précipitations de Teufen / AR entre 2004 et 2017.

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 fin août, atteignant 664 Bq/l dans le distillat d'un échantillon de rhubarbe et 465 Bq/l dans celui d'un échantillon de pomme. Dans les distillats des 10 autres échantillons de fruits et légumes récoltés (pommes, rhubarbe et laitues), les concentrations se sont échelonnées entre 38 et 169 Bq/l. Dans les distillats des échantillons de lait, les concentrations en tritium étaient plus faibles, situées entre 15 et 32 Bq/l (3 échantillons). En 2016 déjà, une valeur plus élevée (env. 200 Bq/l) avait été enregistrées dans un échantillon de salade. De telles valeurs n'avaient plus été mesurées depuis 2007, et l'introduction par la SUVA de valeurs guides pour les rejets mensuels de tritium vers l'atmosphère par l'entreprise. Suite à ces résultats, la SUVA a pris contact avec l'entreprise, qui a informé que des quantités plus importantes de tritium (mais inférieures aux limites légales) avait été rejetées vers l'atmosphère fin juin et fin juillet 2017 en raison de problèmes techniques qui ont pu être rapidement résolus. Consciente de cette problématique, l'entreprise a toutefois pris des mesures afin de réduire les rejets, en rénovant son système de ventilation. Les résultats des premiers tests réalisés fin 2017 ont montré que le nouveau système devrait permettre d'atteindre cet objectif.

Notons finalement que bien que ces valeurs soient significativement plus élevées que la normale, elles sont toutes restées inférieures à la valeur de tolérance pour le tritium dans les denrées alimentaires, fixée à 1'000 Bq/kg dans l'OSEC[1] . Ces denrées ne représentent donc pas de risque pour la santé du consommateur

Tableau 2 :
Tritium (^{3}H) et ^{131}I dans les eaux de rejet des usines d'incinération et des stations d'épuration (STEP) en 2017.

Ville	Laboratoire	Isotope	Nombre	Valeur min/max (Bq/l)	Médiane (Bq/l)	Moyenne (Bq/l)
STEP Bâle	KL-BS	^{131}I	52	< 0.07 - 0.7	0.2	-
		^{3}H	52	< 2.0 - 7.7	< 2.0	-
Incinération Bâle		^{131}I	50	< 0.05 - 1.3	0.2	-
		^{3}H	51	26 - 66'000	131	2'630
STEP Berne	Labor Spiez	^{131}I	50	< 0.1 - 0.2	< 0.1	-
	URA/OFSP	^{3}H	12	< 5 - 27.7	11.3	12.1
STEP Bienne	URA/OFSP	^{3}H	51	< 10 - 12.8	< 10	-
STEP La Chaux-de-Fonds	URA/OFSP	^{3}H	46	< 10 - 137	-	-
STEP Lausanne	IRA	^{131}I	50	< 0.7	-	-
		^{3}H	12	2.3 - 5.3	3.3	3.3
STEP Zürich	EAWAG	^{131}I	52	< 0.1 - 0.9	< 0.3	-
	URA/OFSP	^{3}H	13	< 5.0	-	-

[1] *A noter que l'OSEC a été abrogée le 1.5.2017 avec l'entrée en vigueur du nouveau droit alimentaire Suisse. Les valeurs de tolérance n'existent plus depuis cette date.*

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. Si la valeur maximale enregistrée en 2017, à savoir 369 Bq/l (soit 3% de la limite d'immission pour le tritium dans les eaux accessibles au public), est plus élevée que les valeurs maximales enregistrées au cours des 2 années précédentes, les autres valeurs mesurées en 2017 sont généralement restées très basses; la valeur médiane des concentrations de tritium mesurées dans les précipitations collectées à Teufen est d'ailleurs encore en diminution par rapport aux années précédentes. Ceci s'explique par la diminution constante des émissions de tritium dans l'atmosphère comme le montre la figure 1b du chapitre 9.1.

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 2017.

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. Des pics de concentration journalière de ^{3}H dépassant les 100'000 Bq/l durant un à deux jours avaient été régulièrement observés par le passé, notamment 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. Si aujourd'hui les concentrations journalières ne sont plus mesurées, de telles augmentations se reflètent au niveau des concentrations moyennes hebdomadaires. Ainsi en 2017, deux augmentations significatives de la concentration hebdomadaire moyenne du tritium dans les eaux de lavage des fumées ont été enregistrées. La première à la mi-janvier avec une moyenne hebdomadaire de 43'000 Bq/l et la seconde fin février avec 66'000 Bq/l. Lors de l'épisode de janvier, les échantillons journaliers ont été remesurés individuellement, et les résultats ont montré que l'activité journalière maximale était de 210'000 Bq/l du 17.01 au 18.01.17.

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 10 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.

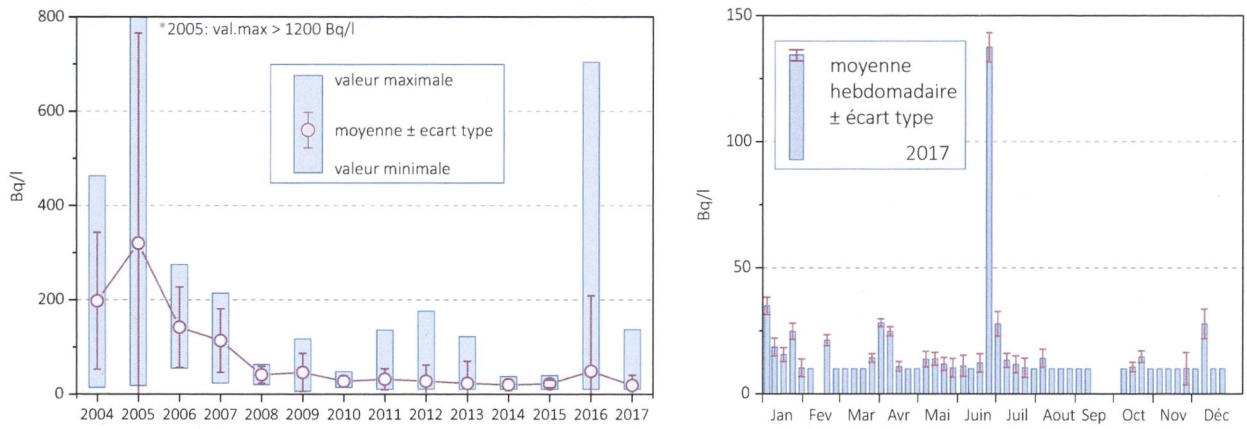
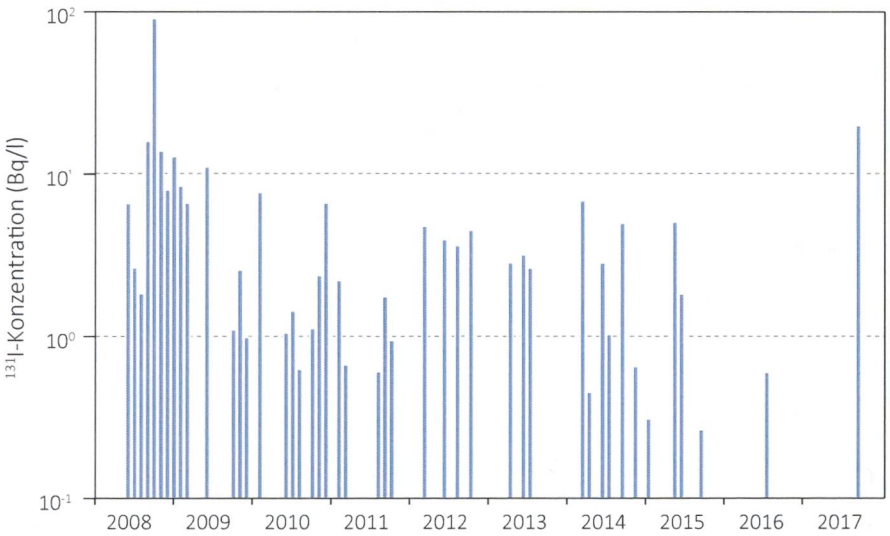


Figure 3 :
Concentrations du tritium mesurées dans les eaux de la station d'épuration de La Chaux-de- Fonds entre 2004 et 2017.

Les concentrations de tritium observées à la STEP de la région de La Chaux-de-Fonds sont à nouveau restées faibles en 2017, après l'augmentation enregistrée en 2016. 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 2017 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 15 échantillons (valeurs comprises entre 0.2 Bq/l et 0.9 Bq/l).

La figure 4 montre les concentrations de ^{131}I mesurées entre 2008 et 2017 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 2017, tout comme l'année précédente, seul un échantillon a présenté une concentration en ^{131}I supérieure à la limite de détection de 0.2 - 0.3 Bq/l.



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 2017 (prélèvement et analyse effectués par l'EAWAG).

Conclusions

Les résultats des mesures effectuées en 2017 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. 11% 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 664 Bq/l dans le distillat d'un échantillon de rhubarbe), aucun dépassement de la valeur de tolérance fixée à 1'000 Bq/l pour le tritium n'a pu être mis en évidence. Toutes les valeurs mesurées sont ainsi restées inférieures aux limites légales. Quant aux doses supplémentaires dues à la consommation régulière de tels produits, elles resteraient inférieures à 10 µSv.

L'origine du tritium ayant à nouveau conduit en 2017 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

M. Palacios, Ch. Murith
Risques radiologiques, Division Radioprotection, 3003 Berne

Résumé

Le plan d'action radium 2015 - 2019 a pour objectif de régler le problème des héritages liés à l'application de peinture luminescente au radium-226 (^{226}Ra) dans l'industrie horlogère jusque dans les années 1960.Le rapport concernant la recherche historique sera disponible au premier trimestre 2018. Jusqu'ici, près de 400 bâtiments ont déjà fait l'objet d'un diagnostic du radium. Parmi ceux-ci, 80 bâtiments doivent être assainis, les travaux étant terminés ou en cours dans plus de 50 bâtiments.

Recherche historique

Dans le cadre du plan d'action, l'OFSP a mandaté l'Université de Berne pour la recherche historique des bâtiments potentiellement contaminés au ^{226}Ra en Suisse. Les résultats de cette étude seront publiés au 1er trimestre 2018. L'Université de Berne a déjà informé l'OFSP que le nombre de bâtiments potentiellement contaminés dépassait les 500 bâtiments estimés lors du lancement du plan d'action. Les objets en question se situent principalement dans les cantons de Neuchâtel, de Berne et de Soleure; les cantons de Bâle-Campagne, Bâle-Ville, Fribourg, Genève, Jura, Lucerne, St-Gall, Schaffhouse, Tessin, Valais, Vaud et Zurich sont aussi concernés.

Diagnostics de bien-fonds potentiellement contaminés

Près de 400 biens-fonds (bâtiments et jardins) ont été examinés jusqu'ici, principalement dans les cantons de Neuchâtel, Berne et Soleure, mais aussi dans d'autres cantons tels que Bâle-Campagne, Genève, Jura, Tessin, Vaud et Zurich.La démarche de diagnostic consiste à mesurer le débit de dose sur une grille 1 mètre sur 1 mètre sur toute la surface du bâtiment ou de l'espace extérieur concerné, à une hauteur de 10 cm et de 1 mètre.

En présence de traces de ^{226}Ra dans des locaux intérieurs, l'OFSP évalue la dose efficace reçue par les personnes qui séjournent dans le bâtiment sur la base des résultats de mesure et de scénarios d'exposition. Ces scénarios ont pour objectif d'exclure, pour tout occupant actuel ou futur, une exposition supérieure à la limite de dose de 1 milliSievert par an (mSv/an) tolérée pour la population suisse. Si le résultat de cette estimation montre que la dose est supérieure à 1 mSv/an, l'OFSP désigne le bienfonds comme nécessitant un assainissement et en informe le propriétaire, les personnes concernées, ainsi que le canton et la commune.Pour les jardins, un assainissement est requis en cas de dépassement du seuil de 1'000 becquerels par kilogramme (Bq/kg) pour la concentration en ^{226}Ra dans la terre.

Parmi les biens-fonds contrôlés, 80 nécessitent un assainissement lié au ^{226}Ra. Dans la majorité des cas, la dose calculée dans les locaux intérieurs se trouve entre 1 et 10 mSv/an. Dans cinq bâtiments, la dose se situe toutefois entre 10 et 17 mSv/an. Les valeurs maximales de radium mesurées dans des échantillons de terre prélevés dans les jardins à assainir s'élèvent en moyenne à 16'500 Bq/kg. Dans un cas, elles avoisinent ponctuellement les 210'000 Bq/kg.

Par ailleurs, l'OFSP a déjà identifié cinq anciens sites industriels figurant au cadastre des sites pollués qui nécessitent un assainissement lié au ^{226}Ra. Une approche commune doit être développée entre l'OFSP et l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), afin de gérer ces situations de pollutions croisées.

Programme d'assainissements

Sur les 80 bâtiments nécessitant un assainissement, plus de 50 bâtiments ont déjà été assainis ou sont actuellement en cours d'assainissement. 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 afin d'atteindre en tout point un débit de dose 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 envisageable. Citons toutefois les mesures les plus fréquentes appliquées: retrait de matériaux contaminés (tapis, radiateur), de revêtements et d'anciennes isolations (plancher, parquet, scories), ponçage de revêtements (peinture, appui de fenêtre) ou encore enlèvement de la terre (jardins, pelouses). Ces travaux doivent permettre de garantir l'habitabilité de l'objet tout en maintenant l'engagement financier de la Confédération et le dérangement pour les locataires à un niveau acceptable.

Les déchets d'assainissement faiblement contaminés au ^{226}Ra sont entreposés en lieu sûr dans l'attente de leur élimination conformément aux dispositions légales. Quatre sites de stockage temporaires ont déjà été aménagés à cette fin dans les cantons de Berne, Genève, Neuchâtel et Soleure. L'OFSP s'assure, par le biais

Tableau 1 :
État d'avancement du plan d'action radium au 31 décembre 2017

	Etats des diagnostics	Résultats des diagnostics				Etat des assainissements	
		Bâtiments sans nécessité d'assainissement		Bâtiments à assainir		Assainissements terminés (ou en cours)	
	Nombre bâtimens	Nombre bâtiments	Communes concernées	Nombre bâtiments	Communes concernées	Nombre bâtiments	Communes concernées
Canton BE	128	91	Bienne	37	Bienne	23	Bienne
	37	29	Bern, Cortébert, Hasle b., Burgdorf, La Neuveville, Lengnau bei Biel, Loveresse, Lyss, Moutier, Nidau, Orpund, Pieterlen, Reconvilier, Sonvilier, Tramelan	8	Kräiligen, idau, Moutier, Orpund, Tavannes	8	
Canton NE	125	106	La Chaux-de-Fonds	19	La Chaux-de-Fonds	16	La Chaux-de-Fonds
	35	32	Colombier, Corcelles, Fleurier, Le Locle, Neuchâtel, Peseux	3	Fleurier, Neuchâtel		
Canton SO	49	39	Aedermannsdorf, Bettlach, Biberist, Grenchen, Holderbank, Langendorf, Olten, Solothurn, Trimbach, Welschenrohr, Zuchwil	10	Bellach, Bettlach, Biberist, Grenchen, Welschenrohr	6	Bettlach, Biberist, Grenchen
Autres cantons	25	22	Arogno (TI), Carouge (GE), Courgenay (JU), Delémont (JU), Genève, Küsnacht (ZH), Lausanne (VD), Le Noirmont (JU), Le Sentier (VD), Les Breuleux (JU), Les Pommerats (JU), Locarno (TI), Porrentruy (JU), Ziefen (BL)	3	Genève, Waldenburg (BL)	1	Genève
Total	**399**	**319**		**80**		**53**	

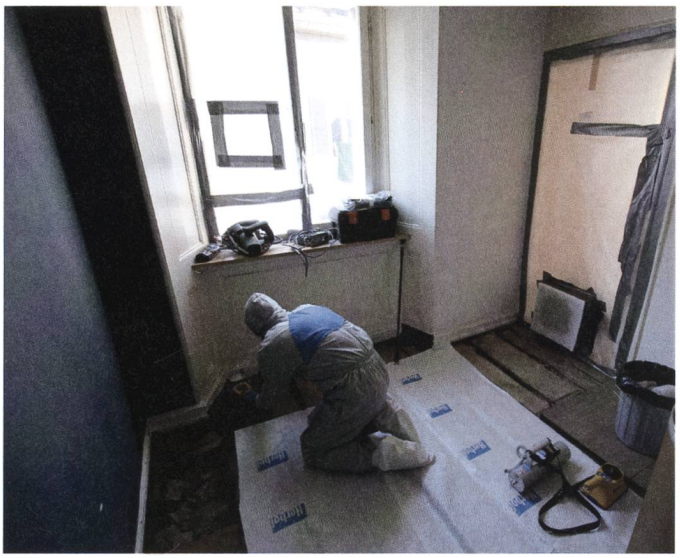


Figure 1:
Assainissement d'un plancher contaminé au ^{226}Ra à La Chaux-de-Fonds.

de mesures de radioprotection, que le personnel séjournant sur ces sites ainsi que la population des alentours ne soient pas exposés à des doses de rayonnement dépassant les seuils admis. Les matériaux inertes dont l'activité spécifique est inférieure à 1'000 fois la limite d'exemption (LE) peuvent être déposés en décharge conformément à l'article 82 de l'ordonnance sur la radioprotection (ORaP) de 1994. À partir du 1er janvier 2018, la LE sera remplacée par une limite de libération (LL) quatre fois plus basse pour le ^{226}Ra. Selon l'article 83 ORaP, l'activité hebdomadaire admise pour l'incinération de déchets combustibles avec l'assentiment de l'autorité de surveillance ne doit pas dépasser l'équivalent de 1'000 fois la limite d'autorisation (LA). Les déchets qui dépassent ces valeurs sont éliminés au Dépôt intermédiaire fédéral (BZL) à Würenlingen.

Modalités d'information sur le plan d'action

Un comité 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, dont la version au 31 décembre 2017 est présentée dans le tableau 1. Par ailleurs, l'OFSP a publié deux communiqués de presse régionaux fin 2017 afin d'informer la population des cantons de Genève et de Bâle-Campagne sur l'état des diagnostics et des assainissements.

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 ^{226}Ra, 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 oeuvre en étroite collaboration avec l'OFEV ainsi que les communes et cantons concernés par ces sites. Une priorisation parmi plus de 8'000 sites en activité avant 1970 a été définie. Relevons que tant qu'une ancienne décharge reste fermée et que les déchets potentiellement contaminés sont inaccessibles, le risque sanitaire lié à la présence de ^{226}Ra est très faible. Ainsi, 44 décharges candidates à un assainissement conventionnel selon l'ordonnance sur l'assainissement des sites pollués (OSites) ont été retenues pour examiner le bien-fondé d'y mettre en place une surveillance du ^{226}Ra.

Les contrôles se sont poursuivis en 2017, notamment dans le canton de Neuchâtel. L'OFSP a en effet prélevé plusieurs échantillons d'eau de forages (lixiviats) dans le cadre d'investigations au sens de l'OSites visant à évaluer la nécessité d'assainissement de deux anciennes décharges figurant au cadastre des sites pollués, à savoir la décharge des Bulles et la décharge de la Sombaille. Les eaux de huit sources du Doubs ont également été analysées. Les résultats des mesures du ^{226}Ra effectuées par l'OFSP ont montré que toutes les valeurs étaient inférieures à la limite de détection de 5 mBq/l dans les eaux de source. Même si les valeurs dans les lixiviats des décharges sont plus élevées, elles ne permettent pas d'infirmer ou de confirmer la présence de déchets contaminés au ^{226}Ra dans ces décharges, des analyses supplémentaires étant nécessaires. Par ailleurs, l'OFSP a également effectué des mesures du ^{226}Ra dans des échantillons d'eau des exutoires karstiques du canton de Neuchâtel dans le cadre du projet ChloroKarst mené par l'OFEV.