

**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:** - (2015)

**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:** 15.02.2026

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

# Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz

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

Ergebnisse 2015  
Résultats 2015



9

### Industrien und Spitäler

9

### Industries et hôpitaux

<b>9.1 Emissionen der Betriebe</b>	<b>159</b>
Zusammenfassung	159
Überwachte Betriebe	159
Resultate	160
<b>9.2 Emissionen der Spitäler</b>	<b>162</b>
Zusammenfassung	162
Ausgangslage	162
Therapeutische Anwendung von Radionukliden	162
Abgabe radioaktiver Stoffe ans Abwasser	163
<b>9.3 Surveillance de la radioactivité au voisinage des industries, stations d'épuration et usines d'incinération des déchets</b>	<b>166</b>
Résumé	166
Introduction	166
Voisinage des entreprises utilisatrices de Tritium <sup>3</sup> H	166
Station d'épuration et eaux de lavages des fumées des usines d'incinération	168
Conclusion	170





## 9.1

### Emissionen der Betriebe

**F. 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 2 Betriebe)

Radioaktive Stoffe werden benötigt für die Produktion von:

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

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

**Tabelle 1:**

Einkauf radioaktiver Stoffe 2005 - 2015.

	Isotope	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	Einheit
Produktionsbetriebe	$^3\text{H}$	5.74	4.07	7.53	15.11	10.03	6.31	7.58	7.62	11.51	3.85	5.24	PBq
	$^{14}\text{C}$	0	0.74	0.58	0.19	1.33	0.34	0.35	0	0.38	0.13	0.23	TBq
	$^{147}\text{Pm}$	0	0	13.03	5.76	0.07	1.55	15.26	19.66	13.16	13.19	40.00	TBq
Leuchtfarbenbetriebe	$^3\text{H}$	0	0	0	0	0	0	0	0.09	5.28	10.93	12.98	TBq
Forschungsbetriebe	$^3\text{H}$	7.6	0.2	11.4	18.8	11.4	15.5	22.8	8.7	28.4	23.6	15.2	TBq
	$^{14}\text{C}$	53.9	158.9	76.0	192.6	200.6	132.5	207.3	171.9	207.6	295.4	397.9	GBq
	$^{32}\text{P}$	0.9	0.9	1.4	1.0	1.4	1.6	2.1	7.9	7.3	9.1	11.3	GBq
	$^{35}\text{S}$	2.4	2.4	3.7	2.0	0.8	3.8	3.5	5.9	7.9	10.3	63.2	GBq
	$^{45}\text{Ca}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	GBq
	$^{51}\text{Cr}$	0.1	0	0	0	0	3.2	3.8	3.5	4.1	5.1	6.7	GBq
	$^{125}\text{I}$	0.1	0.1	14.1	12.1	15.7	16.3	17.5	1.2	1.1	1.7	3.2	GBq
Analytische Laboratorien	$^{125}\text{I}$	0.2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	0.7	0.7	GBq
	$^{57}\text{Co}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.08	MBq
	$^{14}\text{C}$	0	0	0	0	0	0	0	96.8	116.2	133.6	525.4	MBq



**Leuchtfarbenbetriebe**

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

**Forschungsbetriebe** (Total 52 Betriebe)

Es sind dies Unternehmungen der chemischen Industrie, die unter anderem Stoffwechseluntersuchungen mit radioaktiv markierten Stoffen durchführen.

**Medizinisch analytische Laboratorien**

(Total 13 Betriebe)

Für Hormonbestimmungen werden sogenannte Radioimmunoassay Kits (Ria-Kits) mit  $^{125}\text{I}$  verwendet.

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

**Resultate**

Im Berichtsjahr 2015 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. In diesem Jahr wurden bei beiden Betrieben keine messbaren Tritiumgas-Aktivitäten an die Abluft abgegeben. Dies weil einerseits weniger Synthesen durchgeführt wurden (Novartis Pharma AG) oder andererseits ein Tritiumgas-Rückhaltesystem eingebaut wurde (Hoffmann-La Roche AG). Tabelle 3 gibt die Aktivitätsmengen an, die gemäss Art. 83 der Strahlenschutzverordnung in einem bewilligten Ofen verbrannt wurden.

Die Tritium-Abgaben der beiden 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.

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.

**Tabelle 2a:**

Abgabe radioaktiver Stoffe an die Abluft während des Jahres 2015 (GBq).

	Abgaben an die Abluft (GBq)		Abgabelimiten (GBq)	
	$^3\text{H}$	$^{14}\text{C}$	$^3\text{H}$	$^{14}\text{C}$
Hoffmann-La Roche AG	60.9 (org.) 0 (Gas)	2.4	120 (org.) 2'000 (Gas)	80
Novartis Pharma AG	2.7 (org.) 0 (Gas)	2.8	500 (org.) 4'000 (Gas)	60

**Tabelle 2b:**

Abgabe radioaktiver Stoffe an das Abwasser während des Jahres 2015 (GBq).

	Abgaben an das Abwasser (GBq)		Abgabelimiten (Gbq)	
	$^3\text{H}$	$^{14}\text{C}$	$^3\text{H}$	$^{14}\text{C}$
Hoffmann-La Roche AG	6.6	0.2	80	40
Novartis Pharma AG	4.5	0.9	300	30

**Tabelle 3:**

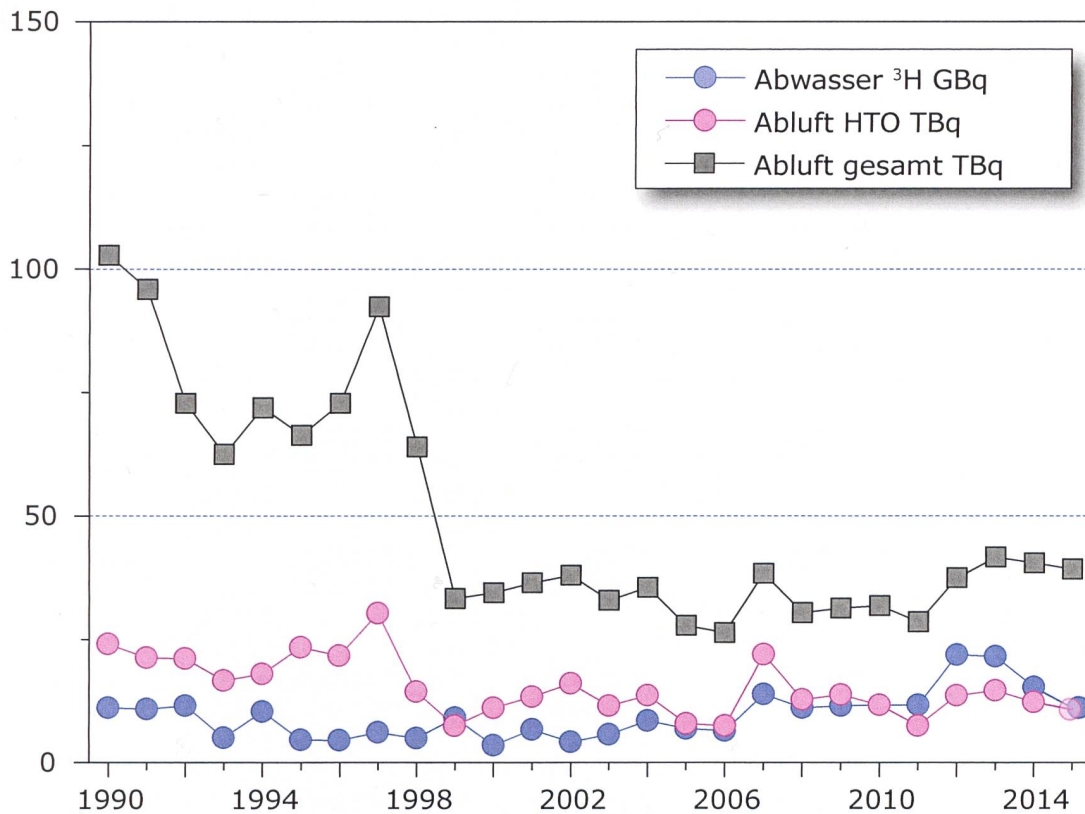
Verbrennung in bewilligtem Ofen (Valorec Services AG, Basel) während des Jahres 2015 (GBq).

	$^3\text{H}$ (GBq)	$^{14}\text{C}$ (GBq)	$^{35}\text{S}$ (GBq)
Verbrennungen in Ofen	523.8	134.7	0
Bewilligungs-limite	4'000	450	8.0

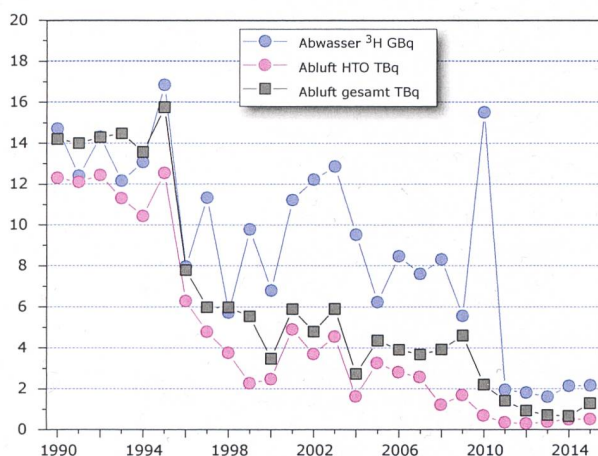
**Tabelle 4:**

Jahresabgabelimiten der Produktionsbetriebe.

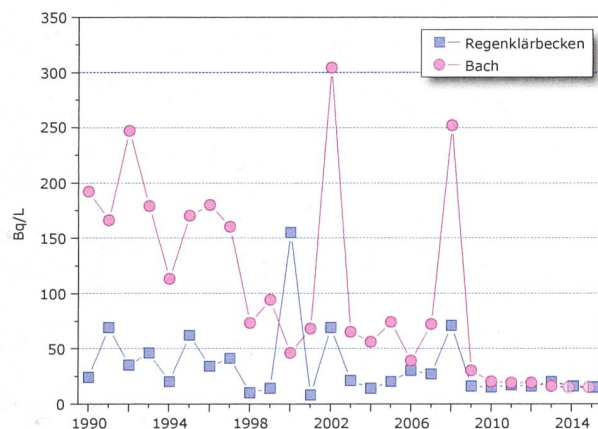
	Abwasser	Abluft	
	$^3\text{H}$	$^3\text{H}$ (HT)	$^3\text{H}$ (HTO)
MB-Microtec AG, Niederwangen / BE	40 GBq	370 TBq	37 TBq
RC-Tritec AG, Teufen / AR	20 GBq	15 TBq	20 TBq


**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

**Reto Linder**  
Sektion  
Forschungsanlagen und  
Nuklearmedizin  
Bundesamt für  
Gesundheit  
3003 Bern

### Zusammenfassung

*Nach Anzahl behandelter Patienten stellt die Jod-131 ( $^{131}\text{I}$ ) Schilddrüsenthherapie weiterhin die am häufigsten durchgeführte nuklearmedizinische Therapie dar. Der Aktivitätsumsatz an Luthetium-177 ( $^{177}\text{Lu}$ ) zur Behandlung von neuroendokrinen Tumoren liegt seit dem Berichtsjahr jedoch erstmals über dem von  $^{131}\text{I}$ . Die Schilddrüsenthherapie wird in 28 Spitälern ambulant und stationär durchgeführt, die Therapie mit  $^{177}\text{Lu}$  (stationär) nur in drei Universitätsspitalern. Weiter wird auch noch Yttrium-90 ( $^{90}\text{Y}$ ) häufig therapeutisch eingesetzt, einerseits für ambulante Behandlungen (Radiosynoviorthese, SIR-Therapie, Zevalin), andererseits auch für stationäre Therapien (neuroendokrine Tumore). Der Umsatz weiterer Betastrahler (Rhenium-186, Erbium-169 und Samarium-135) ist stark rückläufig. Die Verwendung des Alphastrahlers Radium-223 zur Behandlung von Patienten mit Prostatakarzinom nimmt den Erwartungen entsprechend weiter zu. Die Abgabe von Radionukliden ans Abwasser aus stationären Behandlungen hat gegenüber dem Vorjahr aufgrund einer störfallmässigen Abgabe leicht zugenommen. Die Abgabe der zu diagnostischen Zwecken verwendeter Radionuklide wie Technetium-99m oder Fluor-18 ans Abwasser unterliegt keiner Kontrolle, da die Immissionsgrenzwerte für diese kurzlebigen Radionuklide voraussichtlich 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 anlässlich einer jährlich durchgeführten Erhebung zu melden.

### Therapeutische Anwendung von Radionukliden

$^{131}\text{I}$ , das zur Schilddrüsenthherapie 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 Therapie-zimmern isoliert und dürfen erst entlassen werden, wenn eine Dosisleistung von 5  $\mu\text{Sv/h}$  in einem Ab-

stand von 1m 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  $^{90}\text{Y}$  oder  $^{177}\text{Lu}$  werden den Patienten bei rheumatischen Erkrankungen zur Entzündungshemmung und Schmerzlinderung in Gelenke appliziert oder bei Patienten mit einer Tumorerkrankung zur Schmerzlinderung und Therapie verwendet. Die Applikation erfolgt ambulant oder stationär je nach medizinischer Indikation und applizierter Aktivität. Die Verwendung des Alphastrahlers  $^{223}\text{Radium}$ , welcher seit 2013 zur Behandlung der Knochenmetastasen von Patienten mit Prostatakarzinom eingesetzt wird, nimmt weiter zu und hat sich gegenüber dem Vorjahr verdoppelt.



## Abgabe radioaktiver Stoffe ans Abwasser

Die für einen Betrieb vom BAG 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 bewilligte Abgabelimite für  $^{131}\text{I}$  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  $^{131}\text{I}$  über die Abwasserkontrollanlage an die Umwelt abgegeben ( $^{90}\text{Y}$  oder  $^{177}\text{Lu}$ ), wird dieser Anteil in  $^{131}\text{I}$  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 2015 in GBq.

Ort	Spital	$^{131}\text{I}$ amb.	$^{131}\text{I}$ stat.	$^{186}\text{Re}$	$^{169}\text{Er}$	$^{90}\text{Y}$	$^{153}\text{Sm}$	$^{177}\text{Lu}$	$^{223}\text{Ra}$
Aarau	Kantonsspital	0.40		0.23	0.02	2.19			0.26
Baden	Kantonsspital		179.64				1.00		
Basel	Claraspital	2.31							0.02
Basel	Universitätsspital	0.12	226.29	0.56	0.037	796.91		2550.78	0.14
Bellinzona	Ospedale Regionale	0.40	105.43				4.00		0.20
Bern	Inselspital		515.53			9.66	2.20	125.80	0.44
Bern	Tierspital		2.22						
Biel	Klinik Linde	2.80							
Bruderholz	Kantonsspital					0.56			
Chur	Kantonsspital	1.17	73.40		0.02	0.37			0.09
Freiburg	Hopital Cantonal	1.40	117.60	0.19		0.19			0.18
Genf	Hopital Cantonal	1.03	161.38			44.27			0.04
Genolier	Clinique de Genolier	0.14							0.07
La Chaux-de-Fonds	Hôpital	2.50		0.18		0.36			0.01
Lausanne	Clinique la Source	1.35							
Lausanne	CHUV		146.10	0.30		103.86			0.25
Liestal	Kantonsspital	0.38				0.20			0.11
Lugano	Ospedale Civico	1.40		0.15	0.04	2.59			
Luzern	Kantonsspital	5.60		0.11		31.48			0.68
Luzern	St. Anna					31.10			
Münsterlingen	Kantonsspital		32.86		0.26				0.10
Meyrin	Hôpital de la Tour	0.19				0.19			
Sion	Affidea CIV					0.67			
Sion	Hopital Cantonal		44.40						
Solothurn	Bürgerspital		33.31			0.185			
St.Gallen	Kantonsspital		180.21	0.16	0.26	17.03			0.31
Winterthur	Kantonsspital	7.29	150.80	0.07	0.11	90.07			0.20
Zürich	USZ		305.13	0.33	0.15	72.40		277.79	0.23
Zürich	Triemli	1.52	219.28			0.24			0.05
Zürich	Waid	5.95							0.02
Zollikerberg	Schilddrüsenpraxis	0.77							
<b>Schweiz gesamt</b>		<b>36.72</b>	<b>2493.57</b>	<b>2.28</b>	<b>0.89</b>	<b>1204.49</b>	<b>7.20</b>	<b>2954.37</b>	<b>3.40</b>

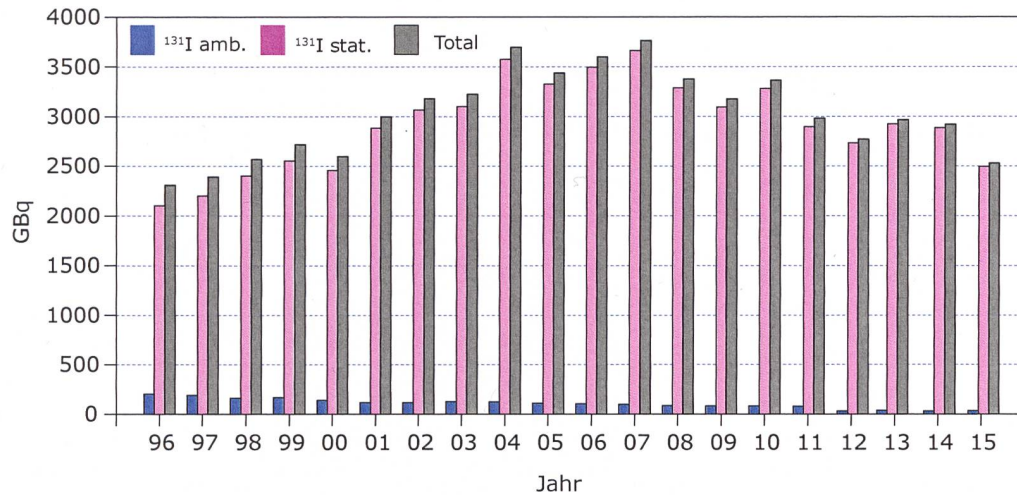


**Tabelle 2:**Abgabe von  $^{131}\text{I}$  aus Abwasserkontrollanlagen ans Abwasser 2015 in MBq.

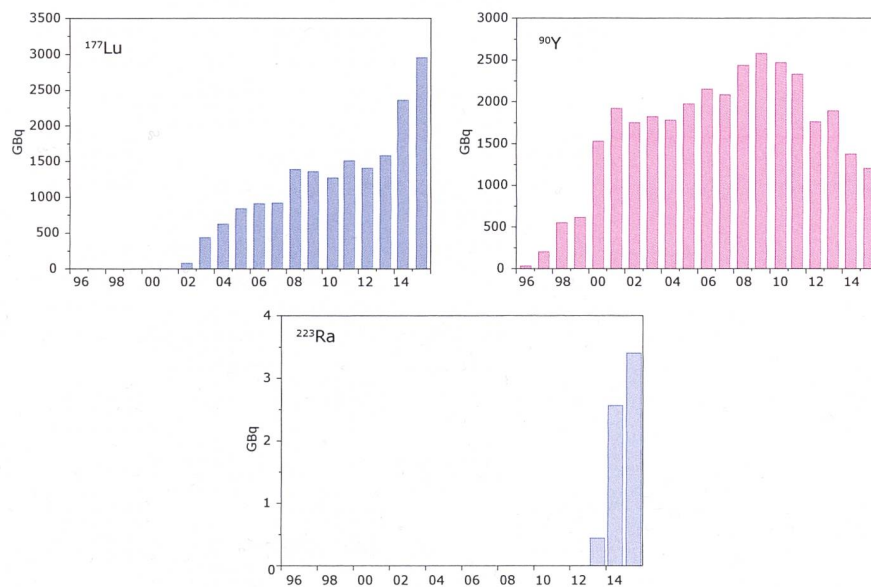
Ort	Baden	Basel	Bellinzona	Bern	Chur	Fribourg	Genf	Lausanne
Spital	KS	Uni-spital <sup>1)</sup>	Osp. Region.	Insel	KS	HC	HUG	CHUV
Jan.	22	375	0	10	0	26	68	2
Feb.	36	434	0	17	0	0	11	2
März	41	569	1	27	0	0	58	0
April	77	405	2	6	0	0	6	7
Mai	10	413	6	14	1	8	16	7
Juni	26	495	8	4	13	0	0	9
Juli	25	442	2	11	0	8	0	1876
Aug.	36	442	5	45	0	0	4	2
Sept.	32	451	0	10	1	0	0	2
Okt.	65	407	5	4	0	10	0	3
Nov.	29	413	5	48	1	6	7	2
Dez.	19	279	0	31	5	0	36	2
<b>Total 2015</b>	<b>418</b>	<b>5125</b>	<b>34</b>	<b>227</b>	<b>21</b>	<b>58</b>	<b>206</b>	<b>1914</b>
<b>Total 2014</b>	<b>510</b>	<b>5904</b>	<b>22</b>	<b>265</b>	<b>23</b>	<b>67</b>	<b>582</b>	<b>152</b>

1) inkl. Abgabe von  $^{90}\text{Y}$  und  $^{177}\text{Lu}$  in  $^{131}\text{I}$  Aequivalente umgerechnet

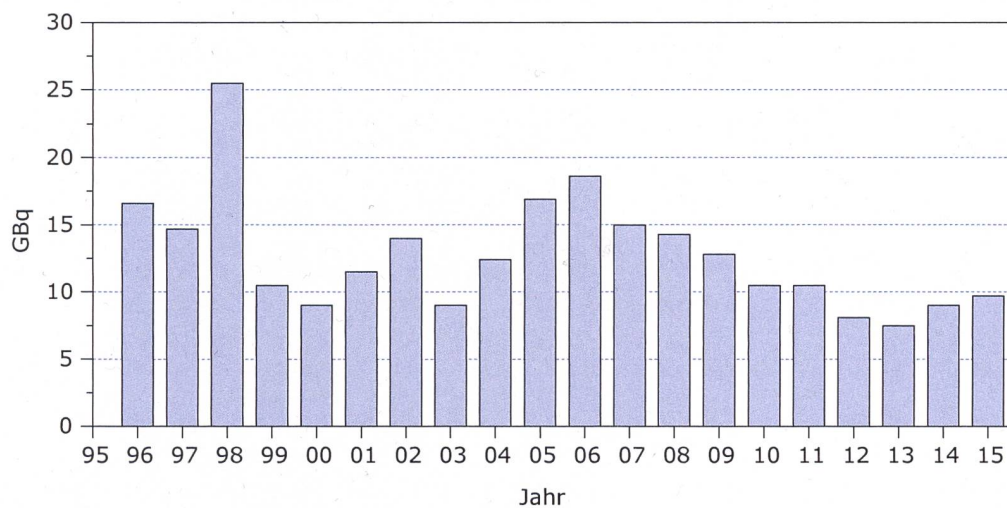
Ort	Münsterlingen	Sion	Solothurn	St.Gallen	Winterthur	Zürich	Zürich	Total
Spital	KS	HC	Bürgerspital	KS	KS	USZ	Triemli	GBq/Jahr
Jan.	1	4	0	0	0	41	91	
Feb.	1	3	0	0	25	43	0	
März	0	5	0	8	8	0	73	
April	0	3	10	7	30	63	39	
Mai	0	0	0	5	10	0	188	
Juni	0	5	0	1	0	0	183	
Juli	0	13	0	0	0	50	142	
Aug.	0	4	0	0	1	0	106	
Sept.	1	0	0	0	0	0	178	
Okt.	0	0	1	0	2	0	89	
Nov.	0	1	0	0	5	0	181	
Dez.	0	6	0	1	0	0	72	
<b>Total 2015</b>	<b>3</b>	<b>44</b>	<b>11</b>	<b>22</b>	<b>81</b>	<b>197</b>	<b>1342</b>	<b>9.7</b>
<b>Total 2014</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>152</b>	<b>199</b>	<b>418</b>	<b>1610</b>	<b>9.0</b>



**Figur 1:**  
Applikation von <sup>131</sup>I zu therapeutischen Zwecken 1996-2015 in GBq.



**Figur 2:**  
Umsatz weiterer Therapie-Nuklide in GBq.



**Figur 3:**  
Abgabe von <sup>131</sup>I ans Abwasser 1996-2015 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**  
**T. Marti**  
**M. Müller**  
**P. Steinmann**  
Section Radioactivité  
de l'environnement  
URA / OFSP  
3003 Berne

**J.-L. Loizeau**  
**Ph. Arpagaus**  
Institut F.-A. Forel  
Université de Genève  
10 route de Suisse  
1290 Versoix

### Résumé

*Les résultats de la surveillance effectuée en 2015 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. Les concentrations enregistrées sont toutefois restées bien inférieures aux limites légales (elles ont atteint au maximum 6% de la valeur limite d'immissions pour le tritium dans les eaux accessibles au public) et n'ont donc pas représenté de danger pour la santé de la population. 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 en 2014, des concentrations plus élevées de tritium ont été enregistrées à quelques reprises (valeur maximale de 400'000 Bq/l en février) dans les échantillons journaliers d'eau de lavage des fumées de l'usine d'incinération de Bâle-Ville. Si l'origine de ces augmentations n'a pu être éclaircie, la combustion de montres ou d'objets contenant du tritium, jetés aux ordures ménagères, constitue l'hypothèse la plus plausible. Ces valeurs élevées de tritium dans les eaux de lavage des fumées n'ont toutefois pas donné lieu à des contaminations mesurables des 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.

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 <sup>3</sup>H

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 2015 sont résumés dans le tableau 1.

**Tableau 1 :**

*Tritium dans les précipitations au voisinage des entreprises utilisatrices de  $^3\text{H}$  en 2015.*

Lieu	Valeur min/max (Bq/l)	Mediane/moyenne (Bq/l)
Teufen/AR 65 m E Firma RCT	12 - 209	47 / 70
<b>Niederwangen/BE</b>		
Bauernhaus 300 m SE de l'entreprise	20 - 93	50 / 53
Garage 200 m SW de l'entreprise	28 - 93	39 / 50
Gemeinde Köniz 180 m NNW de l'entreprise	33 - 185	88 / 89
Firma Schär 320 m NE de l'entreprise	91 - 730	362 / 372

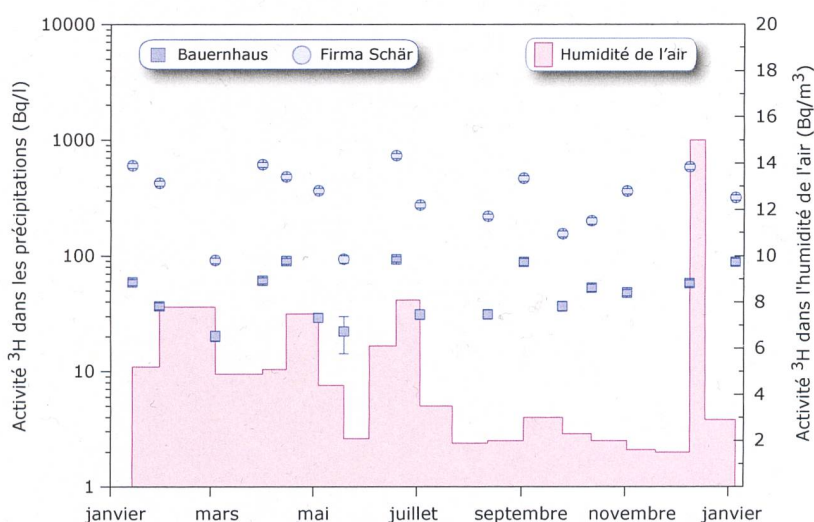
Les concentrations de tritium enregistrées en 2015 dans les précipitations des stations de collecte «Bauernhaus» (située à 300 m au sud est de l'entreprise) et «Firma Schär» (située à 320 m au nord est de l'entreprise) à Niederwangen sont représentées sur la figure 1. Les valeurs mesurées en 2015 se situent clairement dans la fourchette inférieure des valeurs habituellement enregistrées par le passé. Avec une concentration de 730 Bq/l, c'est toutefois dans la station située au nord-est de l'entreprise (station «Firma Schär») qu'a été enregistrée la plus forte teneur en tritium dans un échantillon de pré-

cipitations au cours de l'année 2015. Cette valeur représente environ 6% de la valeur limite d'immissions fixée dans l'ordonnance sur la radioprotection (ORaP) pour les eaux accessibles au public.

A Niederwangen, l'activité du  $^3\text{H}$  dans l'humidité de l'air est également mesurée deux fois par mois (Fig. 1). Les valeurs obtenues en 2015 se sont échelonnées entre 1.0 et 15.0 Bq/m<sup>3</sup> avec une valeur moyenne de 4.4 Bq/m<sup>3</sup>.

Des échantillons de denrées alimentaires, dernier maillon de la chaîne de contamination susceptible de transférer la radioactivité jusqu'à l'homme, sont également prélevés par le laboratoire cantonal de Berne dans la région de Niederwangen et analysés par l'OFSP. Les résultats montrent que la valeur de tolérance pour le tritium dans les denrées alimentaires, à savoir 1'000 Bq/l n'a été dépassé dans aucun des échantillons de lait ou de fruits et légumes examiné. Les concentrations de tritium dans les distillats des produits récoltés se sont en effet échelonnées entre 9 et 6 Bq/l pour le lait (4 échantillons) et entre 8 et 45 Bq/l pour les 11 échantillons de fruits et légumes (pommes, poires, choux, salades, rhubarbe, côtes de bettes). Ces valeurs sont légèrement plus faibles que celles enregistrées au cours des années précédentes.

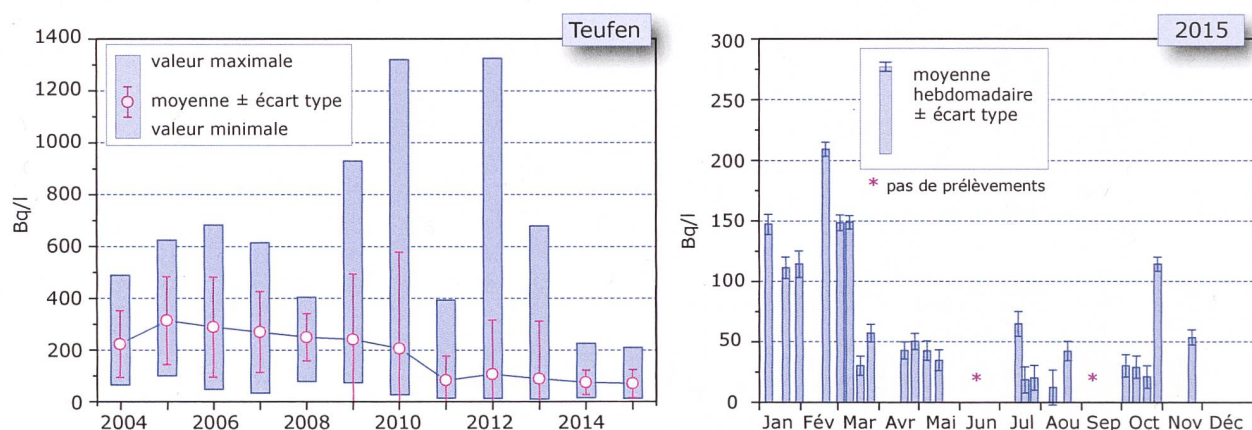
La figure 2 montre le suivi des concentrations de  $^3\text{H}$  enregistrées dans les précipitations collectées à 65m à l'est de la cheminée de la firme RC Tritec à Teufen et mesurées par l'OFSP au cours des 10 dernières années. Avec une concentration maximale de 209 Bq/l (soit moins de 2% de la valeur limite d'immission) et moyenne de 70 Bq/l, les valeurs 2015 confirment la baisse observée en 2014 et sont les plus faibles observées depuis le début de la surveillance.



**Figure 1 :**

*Activité du tritium dans les précipitations (Bq/l) et dans l'humidité de l'air (Bq/m<sup>3</sup> d'air) enregistrées en 2015 à Niederwangen/BE.*



**Figure 2:**

Concentration du tritium mesurée dans les précipitations de Teufen / AR entre 2004 et 2015.

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.

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

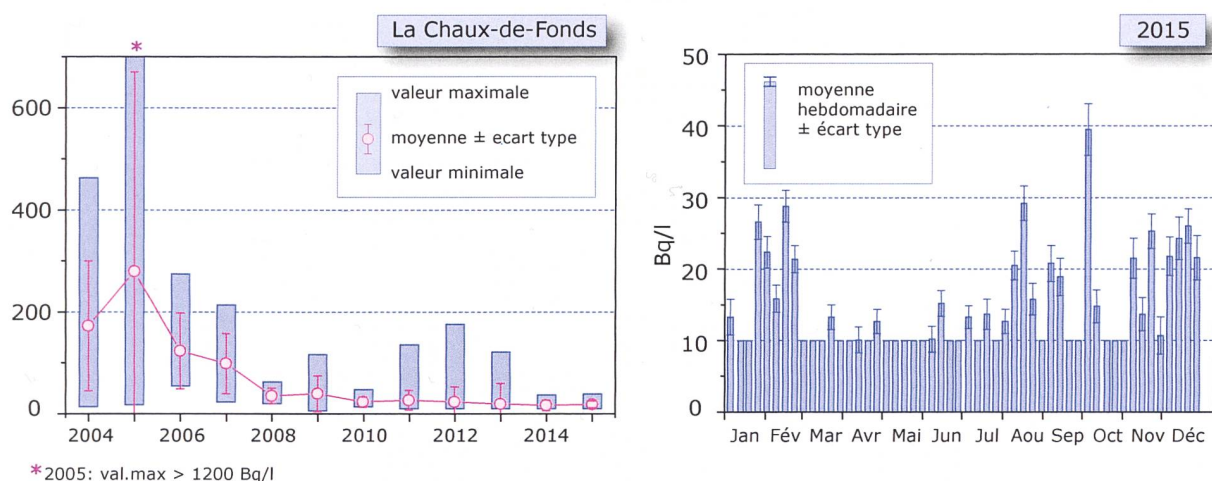
Plusieurs laboratoires analysent les eaux des stations d'épuration des agglomérations de Zürich, Bâle, Berne, Lausanne et La Chaux-de-Fonds ainsi que les eaux de lavage des fumées des usines d'incinération de Bâle-Ville et de Bienne afin de déterminer les concentrations de  $^3\text{H}$  et d' $^{131}\text{I}$  rejetées dans l'environnement.

Les résultats de ces mesures sont résumés dans le tableau 2 pour l'année 2015.

En 2015, deux pics de concentration de  $^3\text{H}$  dépassant les 100'000 Bq/l (valeurs maximales respectives de 400'000 Bq/l et 100'000 Bq/l) ont été observés dans les échantillons journaliers des eaux de lavage des fumées de l'usine d'incinération de Bâle. Quatre autres pics de concentration, certes plus faibles, mais dépassant tout de même les 10'000 Bq/l, (valeurs maximales de 16'000 Bq/l, 25'000 Bq/l, 28'000 Bq/l et 54'000 Bq/l) ont également été détectés. Ces pics de concentration ont eu lieu sur de courtes périodes (1 à 3 jours consécutifs). Ce phénomène a déjà été observé en 2003-2005 ainsi qu'en 2014. Malgré les recherches menées la SUVA en collaboration avec l'OFSP et le laboratoire cantonal de Bâle-Ville, son origine n'a malheureusement toujours pas été 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

**Tableau 2:**Tritium ( $^3\text{H}$ ) et  $^{131}\text{I}$  dans les eaux de rejet des usines d'incinération et des stations d'épuration (STEP) en 2015.

Ville	Laboratoire	Isotope	Nombre	Valeur min/max (Bq/l)	Médiane (Bq/l)	Moyenne (Bq/l)
STEP Bâle	KL-BS	<sup>131</sup> I	58	< 0.05 - 0.96	0.18	-
		<sup>3</sup> H	58	6 - 43	31	30
Incinération Bâle		<sup>131</sup> I	51	< 0.1 – 1.1	0.27	-
		<sup>3</sup> H	351	< 1 - 400'000	143	3400
STEP Berne	Labor Spiez	<sup>131</sup> I	51	< 0.09 - 0.20	-	-
	URA/OFSP	<sup>3</sup> H	12	< 5 - 8.4	6.8	-
STEP Bienne	URA/OFSP	<sup>3</sup> H	52	< 10 - 18.3	14.9	-
STEP La Chaux-de-Fonds	URA/OFSP	<sup>3</sup> H	52	< 10 - 39.5	18.9	-
STEP Lausanne	IRA	<sup>131</sup> I	46	< 0.5 - 0.6	-	-
		<sup>3</sup> H	11	2.0 - 4.9	-	-
STEP Zürich	EAWAG	<sup>131</sup> I	51	< 0.2 - 2.3	-	-
	URA/OFSP	<sup>3</sup> H	13	< 5.0 - 6.5	-	-

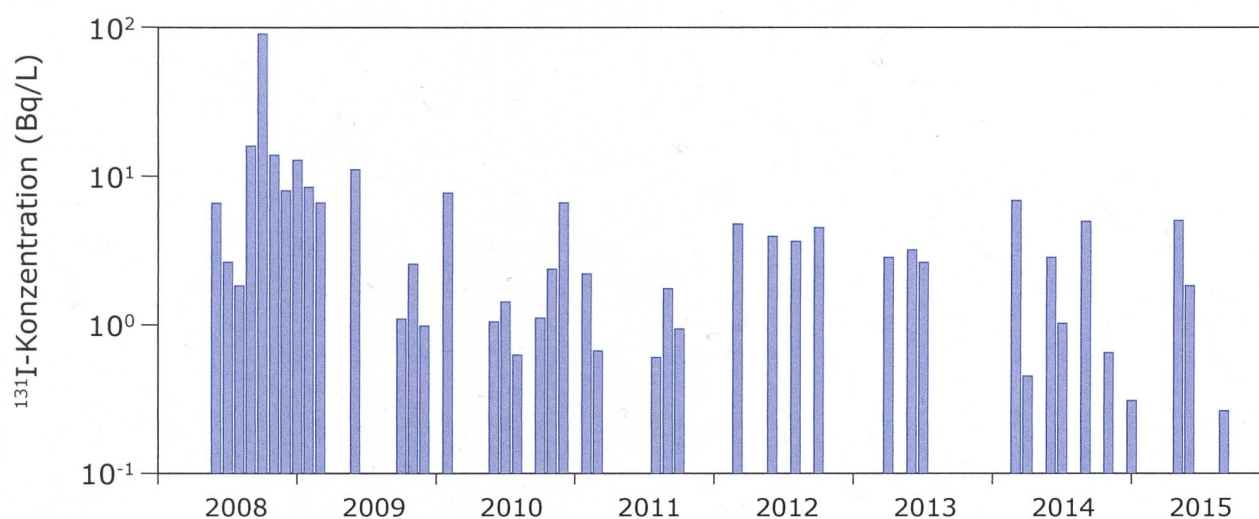


**Figure 3:** Concentrations du tritium mesurées dans les eaux de la station d'épuration de La Chaux-de-Fonds entre 2004 et 2015.

dans les eaux de la station d'épuration, avant d'être rejetées dans le Rhin. Le tableau 2 montre que les concentrations de  $^3\text{H}$  dans les échantillons hebdomadaires d'eau de la STEP de Bâle n'ont pas dépassé les 43 Bq/l. Les pics de concentration observés dans l'eau de lavage des fumées de la station d'incinération n'ont ainsi pas contribué à une augmentation significative de la teneur en  $^3\text{H}$  des eaux du Rhin. En effet, en février, où le pic de concentration en  $^3\text{H}$  le plus élevé a été observé, les concentrations mensuelles en  $^3\text{H}$  mesurées dans le Rhin près de Weil/D, en aval de Bâle, sont restées inférieures à 2 Bq/l.

Les concentrations de tritium observées à la STEP de la région de La Chaux-de-Fonds sont restées faibles en 2015 et comparables à celles enregistrées dans d'autres installations du même type. La

figure 3 montre qu'après la nette diminution observée jusqu'en 2008, en corrélation avec la très forte baisse de l'utilisation du  $^3\text{H}$  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 faibles. A la STEP de Bienne, les concentrations de tritium sont généralement restées inférieures à la limite de détection de 10 Bq/l à l'exception de 2 valeurs très légèrement supérieures enregistrées mi août et fin septembre. A la STEP de Werdhölzli 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  $^{131}\text{I}$  décelés dans 2 échantillons (valeurs de 0.3 Bq/l et 2.3 Bq/l).



**Figure 4:** Concentrations de  $^{131}\text{I}$  (Bq/l) enregistrées dans les eaux de lavage des fumées de l'usine d'incinération de Hagenholz de 2008 à 2015 (prélèvement et analyse effectués par l'EAWAG).



La figure 4 montre les concentrations de  $^{131}\text{I}$  mesurées entre 2008 et 2015 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 2015, 4 échantillons ont présenté des concentrations supérieures à la limite de détection de 0.2-0.3 Bq/l (valeurs comprises entre 0.2 et 5.2 Bq/l). Ces résultats sont conformes à ceux enregistrés au cours de la période 2008-2014

## Conclusions

Les résultats des mesures effectuées en 2015 à proximité des entreprises utilisatrices de tritium ont montré un marquage significatif de l'environnement par ce radionucléide dans leur voisinage immédiat. Dans les précipitations, les concentrations en  $^3\text{H}$  ont atteint au maximum env. 6% de la valeur limite d'immissions définie dans l'ORaP pour le tritium dans les eaux accessibles au public et dans les denrées alimentaires, elles n'ont pas dépassé 4.5% de la valeur de tolérance. Toutes les valeurs enregistrées sont donc restées bien inférieures aux limites légales et n'ont donc pas représenté de danger pour la santé de la population.

L'origine du tritium ayant conduit à des augmentations significatives de la concentration de ce radionucléide dans les eaux de lavage des fumées de l'usine d'incinération de Bâle-Ville en 2015 (notamment en février) 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.