

Radioprotection et surveillance de la radioactivité en Suisse **Résultats 2016**

Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität in der Schweiz **Ergebnisse 2016**



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Département fédéral de l'intérieur DFI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Office fédéral de la santé publique OFSP

Chères lectrices, chers lecteurs

A la différence des autres domaines de la santé qui relèvent en grande partie de la compétence des cantons, la radioprotection est principalement du ressort de la Confédération et de l'OFSP en particulier. La présence de l'OFSP sur le terrain est ainsi indispensable, que ce soit pour contrôler le respect de la réglementation et des bonnes pratiques de radioprotection dans un hôpital ou pour assurer la surveillance de la radioactivité dans l'environnement. A l'avenir, nous entendons maintenir cet engagement sur le terrain, tout en agissant prioritairement dans les domaines où le potentiel de risque est élevé.

Une radioprotection efficace nécessite l'engagement de toutes les parties prenantes. Les 141 prises de position reçues au début 2016 dans le cadre de l'audition sur la révision des ordonnances sur la radioprotection témoignent du vif intérêt en la matière. Je profite de cet éditorial pour remercier tous les participants. Suite à l'audition, nous avons organisé des discussions avec de nombreux partenaires sur les thèmes les plus critiques, ce qui a permis de lever les incompréhensions et de retravailler le projet. L'entrée en vigueur des ordonnances révisées est prévue au 1er janvier 2018.

L'implication des parties prenantes est aussi un élément clé pour le succès des projets de radioprotection définis dans le cadre de la stratégie « Santé2020 ». En effet, l'introduction des audits cliniques visant à réduire le nombre d'examens radiologiques injustifiés requiert une étroite collaboration avec les sociétés professionnelles médicales impliquées. Quant aux mises en œuvre du plan d'action radon 2012–2020 et du plan d'action radium 2015–2019, elles demandent un soutien des autorités fédérales, cantonales et communales, de même que celui des propriétaires et des locataires.

Les débats parlementaires concernant le projet de loi sur la protection contre les dangers liés au rayonnement non ionisant et au son ont démarré en 2016 et se poursuivront en 2017. L'adoption de cette loi est incontournable pour l'OFSP si l'on entend faire en sorte que les pointeurs laser dangereux et les solariums non conformes ainsi que les traitements esthétiques utilisant des lampes flash et des lasers ne représentent plus de danger pour la santé publique.

Dans notre interview, M. Raphaël Stroude, spécialiste de l'OFSP, nous décrit le fonctionnement et les enjeux relatifs à l'élimination des déchets radioactifs provenant de la médecine, de l'industrie et de la recherche, qui est sous la responsabilité de la Confédération.

Finalement, l'année 2016 aura aussi été marquée par les tristes anniversaires de Tchernobyl (30 ans) et de Fukushima (5 ans) qui nous rappellent qu'un grave accident dans une centrale nucléaire ne peut pas être exclu. Dans ce contexte, l'OFSP participe aux mesures préparatoires visant à faire face aux situations d'urgence radiologique.

Sébastien Baechler



Photo: Brigitte Batt & Klemens Huber

Contenu

45	Editorial
47	Interview : Elimination des déchets radioactifs : un défi à long terme
51	Radioprotection dans la médecine et dans la recherche
59	Événements radiologiques
62	Laser à rayons X SwissFEL : une innovation aussi pour la radioprotection
64	Plan d'action radium 2015–2019
66	Plan d'action radon 2012–2020
70	Surveillance de l'environnement
72	Valeurs limites des niveaux sonores : un défi pour les organisateurs
74	Intervention en cas d'urgence radiologique
76	Protection sanitaire contre le rayonnement non ionisant et le son
78	Exposition de la population aux rayonnements ionisants en 2016
80	Collaboration internationale
81	Documentation complémentaire
82	Radioprotection : tâches et organisation
83	Organigramme / Catalogue des tâches
84	Impressum / Colophon

Elimination des déchets radioactifs : un défi à long terme

« Les centrales nucléaires s'occupent de leurs propres déchets radioactifs, la Confédération veille à tout le reste. » – c'est ainsi que Raphaël Stroude, spécialiste des déchets radioactifs de la division Radioprotection, résume en une formule simple la question de l'élimination des déchets radioactifs. Au final, tous les déchets sont rassemblés dans un dépôt en profondeur, pourrait-on compléter. Dans l'interview qu'il nous a accordée, Raphaël Stroude donne un large aperçu de cette problématique complexe et montre à quel point l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) est impliqué dans les tâches relatives à la collecte, au stockage et au financement des déchets radioactifs.

Où les déchets radioactifs sont-ils produits en Suisse ?

Raphaël Stroude : Les principaux déchets sont produits dans les centrales nucléaires – aussi bien en cours d'exploitation que lors du démantèlement. L'Institut Paul Scherrer (PSI) et le CERN sont d'autres grands producteurs, car ils travaillent avec des accélérateurs de particules dans lesquels se forment secondairement des matériaux activés. Par ailleurs, de nombreuses petites entreprises produisent des déchets en quantités relativement faibles. Les établissements médicaux utilisent fréquemment des radionucléides à vie courte, qui, perdant rapidement leur activité, peuvent être éliminés comme déchets conventionnels. Dans l'industrie, il existe quelques grands producteurs de déchets, mais également de nombreux petits. Dans la recherche, ce sont, outre les grands centres de recherche déjà évoqués, le plus souvent des petits producteurs travaillant avec des solutions radioactives en laboratoire.

Quel est le mandat de l'OFSP en matière de déchets radioactifs ?

RS : Notre mandat légal comprend la surveillance des entreprises utilisant des rayonnements ionisants dans la médecine, l'industrie (à l'exception des centrales nucléaires) et la recherche, ainsi que des déchets radioactifs qu'elles produisent. En ce qui concerne ces derniers, l'OFSP est le seul point de contact et de conseil en Suisse, les cantons n'ayant aucun

mandat à cet égard. Nous menons ou vérifions des expertises et apportons notre soutien – souvent sur place – dans la recherche de solutions en cas de problèmes en matière d'élimination. C'est par exemple le cas lorsque des entreprises ou des personnes privées sont en possession d'héritages radiologiques dont le responsable initial ne peut plus être identifié. En outre, nous organisons – en collaboration avec le PSI – la campagne de ramassage annuelle des déchets issus de la médecine, de l'industrie et de la recherche, soit les déchets MIR, et nous les surveillons jusqu'à leur remise au Dépôt intermédiaire fédéral (BZL). Les déchets MIR collectés durant ces campagnes constituent environ 5 % de ce type de déchets, les autres 95 % provenant des grands centres de recherche. A l'avenir, les déchets du CERN attribués à la Suisse selon l'accord tripartite seront également livrés comme déchets MIR conventionnels par le biais de la campagne annuelle. L'OFSP surveille aussi les déchets du PSI Ouest où se trouvent les accélérateurs.

Tous les déchets provenant des centrales nucléaires, qui constituent la part principale des déchets radioactifs, relèvent de la surveillance de l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN). Dans l'attente de leur élimination dans un dépôt en profondeur (cf. graphique sur les flux de déchets en Suisse, fig. 1), ils sont stockés dans le Dépôt intermédiaire (Zwilag) de Würenlingen ainsi que dans les centrales nucléaires.

Quelle est la part des déchets issus de la médecine, de l'industrie et de la recherche (MIR) par rapport au volume total des déchets radioactifs ?

RS : On divise les déchets radioactifs en déchets hautement radioactifs (environ 1500 m³) et en déchets faiblement à moyennement radioactifs (environ 40'000 m³). Les premiers se forment presque exclusivement dans les centrales nucléaires. Les déchets MIR, relevant de la Confédération, sont faiblement à moyennement radioactifs. Ils constituent environ un tiers du volume total, l'autre partie provenant des centrales nucléaires.

Quelles sont les caractéristiques des déchets MIR ?

RS : Dans les centres de recherche, ce sont essentiellement des nucléides de cobalt qui se forment par activation (transformation d'isotopes stables en isotopes radioactifs par irradiation) dans les métaux, respectivement des nucléides d'euporium dans le béton. Dans les déchets collectés annuellement, on trouve le spectre complet des nucléides en faibles quantités et activités (césium, américium, radium, cobalt et uranium). De simples mesures de radioprotection suffisent généralement pour manipuler ces déchets. Dans le cas du tritium produit par quelques entreprises, un nucléide certes peu toxique, mais très mobile, des traitements spéciaux sont nécessaires car les activités sont relativement élevées. Des équipements spéciaux comme les cellules chaudes

sont toutefois rarement nécessaires. Personnellement, je ne porte habituellement que des gants et une blouse de laboratoire lors du traitement et du tri des déchets.

Comment l'OFSP organise-t-il la campagne annuelle de ramassage des déchets radioactifs issus de la médecine, de l'industrie et de la recherche (MIR) ?

RS : L'OFSP est responsable de l'administration de la campagne de ramassage, le PSI en gère le côté technique. Environ 20 à 30 entreprises s'annoncent chaque année. Certaines d'entre elles sont peu au courant des questions liées à l'élimination, si bien que nous les conseillons en collaboration avec le PSI. Ce dernier contrôle sur place l'inventaire annoncé, l'emballage et le respect des prescriptions de transport. Des entreprises de transport spécialisées acheminent ensuite les déchets au Centre fédéral de ramassage situé au PSI où ils sont préparés pour le conditionnement. Durant cette étape, les déchets sont généralement confinés dans des fûts et encastrés dans une matrice en bétons spéciaux. Certains déchets sont d'abord brûlés dans un four à plasma spécial avant d'être conditionnés, d'autres sont pressés, séparés, ou même décontaminés, le but principal de ce travail étant la réduction des volumes et la stabilisation. Les déchets conditionnés sont ensuite stockés au Dépôt intermédiaire fédéral (BZL). Le Dépôt intermédiaire (Zwilag) de Würenlingen conditionne en principe les déchets issus des centrales nucléaires de la même manière. Tous les déchets restent dans ces deux dépôts intermédiaires (BZL et Zwilag) jusqu'au stockage final dans un dépôt en couches géologiques profondes.

À moyen terme, les déchets radioactifs de toute provenance devront être stockés ensemble dans un dépôt en profondeur, approprié du point de vue géologique. Quelles sont les tâches de l'OFSP en la matière ?

RS : La direction du plan sectoriel, c'est-à-dire de la recherche d'un site pouvant accueillir le dépôt en profondeur pour tous les déchets radioactifs, relève de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN). La Confédération étant responsable de l'élimination des déchets issus de la médecine, de l'industrie et de la recherche, divers services fédéraux, y compris l'OFSP, sont impliqués dans les travaux de recherche d'un site définitif.

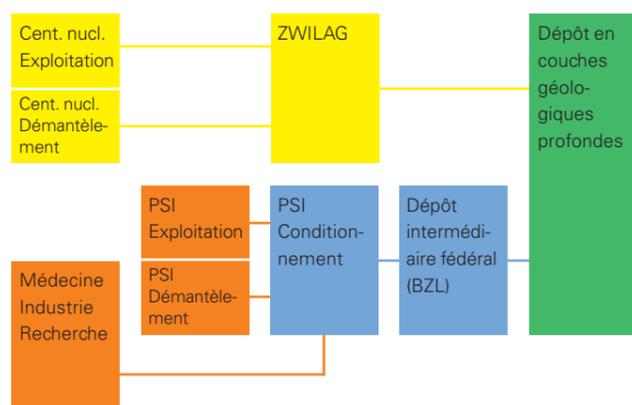


Fig. 1 : Aperçu des flux de déchets en Suisse

L'OFSP coopère avec divers organismes et participe également au financement. La Confédération est en outre sociétaire de la Nagra, la Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs, tout comme les exploitants des centrales nucléaires.

Les questions liées à l'élimination des déchets radioactifs sont également discutées dans le cadre du groupe de travail de la Confédération pour la gestion des déchets nucléaires (AGNEB, *Arbeitsgruppe des Bundes für die nukleare Entsorgung*) dans lequel l'OFSP est représenté. Les autres offices ou services fédéraux concernés sont l'OFEN, l'IFSN, le PSI, Swisstopo et l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). L'AGNEB travaille à son propre programme de recherche, établit des rapports et constitue la plate-forme d'information et d'échange de la Confédération pour les problèmes liés au plan sectoriel ou aux activités de surveillance y relatives.

Quel est le coût de l'élimination des déchets pour la Confédération ?

RS : Selon les estimations actuelles, les coûts d'élimination de l'ensemble des déchets relevant de la Confédération se montent à environ 1,4 milliard de francs répartis sur la période de 2011 à 2100. Une partie de ces coûts est financée par les émoluments payés par les producteurs de déchets (déchets de la campagne annuelle). Une autre partie n'apparaîtra qu'à partir de 2060 lorsque le dépôt en couches géologiques profondes sera en exploitation. On estime actuellement qu'il reste 857 millions de francs à financer pour la période de 2015 à 2060. Ce montant est supporté à parts égales par la Confédération et le domaine des EPF, dont le PSI fait partie. Les estimations sont actualisées périodiquement, la dernière ayant été présentée au Conseil fédéral en 2015.

Les centrales nucléaires financent l'élimination de leurs déchets par deux fonds (fonds de désaffectation et fonds de gestion des déchets) qui ont une existence légale.



Raphaël Stroude est diplômé en sciences naturelles de l'environnement de l'École polytechnique fédérale de Zurich. Engagé à l'OFSP en 2011, il partage son temps entre la surveillance en médecine et en recherche, la sécurité et le transport des sources radioactives ainsi que la gestion des déchets radioactifs ou naturellement radioactifs.

En 2014, les découvertes d'héritages au radium issus de l'industrie horlogère ont préoccupé l'opinion publique. L'OFSP a pris en main la question au moyen d'un plan d'action : tous les immeubles concernés sont mesurés et au besoin assainis. Cela va-t-il entraîner une augmentation de la quantité de déchets à gérer ?

RS : Le radium a été utilisé avant tout dans l'industrie horlogère avant 1963. Les déchets contenant du radium collectés dans le cadre du plan d'action sont généralement faiblement contaminés. Il est souvent possible de les éliminer autrement que par le biais du Centre fédéral de ramassage, par exemple dans une décharge ou par incinération. Au final, le volume de déchets radioactifs à éliminer est estimé à quelques centaines de litres au maximum sur toute la durée du plan d'action radium, ce qui est relativement peu et ne joue guère de rôle dans le cadre du futur dépôt en couches profondes.

Existe-t-il un risque que l'on découvre encore un grand nombre d'héritages radiologiques ?

RS : Actuellement on ne connaît pas d'autres grands volumes d'anciens déchets radioactifs. Les héritages radiologiques constituent cependant un défi pour nous, responsables de l'OFSP, même lorsque les quantités sont faibles : nous devons en effet isoler les déchets sur place, les caractériser et les amener dans un état sécurisé. Nous devons ensuite chercher des possibilités d'élimination, conseiller les entreprises d'assainissement et informer le public.

La législation suisse fixe les principes d'élimination des déchets en Suisse. Existe-t-il également des efforts au niveau international pour trouver des solutions communes ?

RS : L'élimination des déchets suisses en Suisse est réglée légalement et la question est prioritaire pour les autorités. À l'échelon international, il existe un grand nombre de programmes permettant des échanges d'expériences sur les solutions nationales. On peut par exemple citer la *Joint Convention* de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) sur les déchets radioactifs, au sein de laquelle l'IFSN représente la Suisse avec le soutien de l'OFSP. Chaque pays y présente ses solutions d'élimination et les soumet à l'évaluation des autres pays. De manière générale, on peut dire que les pays ayant un programme nucléaire cherchent plutôt des solutions nationales, leurs quantités de déchets étant importantes. Les pays sans programme nucléaire ont plus de difficultés à mettre sur pied des programmes d'élimination coûteux. C'est pourquoi de tels pays réfléchissent également à des solutions internationales. Malgré le fait que l'existence et la nature de tels dépôts communs fassent l'objet de discussions dans les milieux spécialisés et, de plus en plus, dans les organismes internationaux, une solution globale de ce type est encore bien lointaine.

La science et la recherche fournissent-elles de nouvelles connaissances susceptibles de conduire à des solutions alternatives d'élimination des déchets ?

RS : Il existe en principe trois alternatives principales pour l'élimination :

1. Éviter la formation de déchets par l'utilisation de technologies alternatives : la Suède a par exemple déjà interdit l'introduction de nouvelles installations d'irradiation du sang utilisant des sources radioactives, les rayons X permettant d'atteindre le même résultat.

2. Recyclage : les sources radioactives sont souvent remplacées, car la désintégration radioactive les rend à force trop faibles pour atteindre l'objectif initial. En général, la radioactivité résiduelle reste toutefois utilisable encore longtemps. L'OFSP exige donc systématiquement que la question du recyclage ou de la réutilisation soit posée à l'occasion de la campagne annuelle.

3. Transmutation (= transformation) : autrefois, les alchimistes rêvaient de transformer le fer en or, aujourd'hui les scientifiques voudraient produire des matériaux stables à partir de matériaux radioactifs. Les experts savent qu'une telle transformation est théoriquement possible au moyen de techniques complexes, mais qu'une mise en pratique est encore bien lointaine en l'état actuel de la technique.

En matière d'élimination des déchets radioactifs, on est confronté à des périodes extrêmement longues. Comment garantes-vous à l'OFSP la transmission du savoir-faire aux générations futures ?

RS : Établir une documentation exhaustive peut sembler fastidieux, mais il s'agit d'une question primordiale – comme on le sait, seuls les écrits convenablement classés restent. Je le remarque moi-même lorsque je relis des rapports n'ayant ne serait-ce que 20 ans. Nous pouvons transmettre notre savoir-faire par l'intermédiaire de rapports de groupes de travail, de certains procès-verbaux et de la documentation liée aux déchets livrés. Les documents déterminants sont conservés aux Archives fédérales. D'autres questions relatives à la préservation des connaissances à travers les millénaires sont traitées dans le projet *Preservation of Records, Knowledge and Memory Across Generations* de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE). Comment doit-on – si tant est que – signaler les lieux où se trouvent les dépôts en profondeur ? Est-ce qu'il y a un risque que les générations futures utilisent ces connaissances de manière négative – par exemple pour fabriquer des armes ? Ou encore une question très pratique : le symbole de la radioactivité sera-t-il encore compréhensible dans 10'000 ans ?

La période consécutive à la fermeture du dépôt en profondeur est aussi un thème traité par le groupe de travail AGNEB. La médecine, l'industrie et la recherche produiront sans doute encore des déchets au-delà de l'an 2100, alors que les centrales nucléaires suisses existantes auront toutes été désaffectées et que le dépôt en profondeur aura été scellé conformément à la planification actuelle. Le groupe de travail développe des scénarios sur la production de déchets dans le futur et examine les possibilités d'élimination.

Radioprotection dans la médecine et dans la recherche

L'énorme progrès technologique en imagerie médicale apporte certes de nombreux avantages, mais il conduit aussi à une augmentation de l'exposition moyenne de la population. L'OFSP veut contrer cette évolution : les programmes prioritaires de surveillance ont pour objectif d'optimiser l'utilisation des rayonnements ionisants, en collaboration avec les établissements médicaux. Les « audits cliniques » doivent en outre contribuer à ce qu'à l'avenir, l'accent soit davantage mis sur la justification des examens et des traitements. Ce projet a fort bien avancé en 2016 ; il fait partie de la stratégie globale « Santé2020 » adoptée par le Conseil fédéral.

Radioprotection dans la médecine

Projet des audits cliniques en radiologie, radio-oncologie et médecine nucléaire

Les audits cliniques (peer reviews, expertises entre collègues) ont pour objectif de minimiser le nombre d'exams et de traitements injustifiés utilisant le rayonnement ionisant tout en optimisant les processus et les ressources. Lors de la phase pilote du projet, mené par l'OFSP et par plusieurs sociétés professionnelles, neuf établissements de radiologie et de radio-oncologie se sont portés volontaires pour être audités. Ces audits pilotes avaient pour but de simuler différents processus, d'estimer les ressources nécessaires et de déterminer la forme adéquate pour les audits. En radiologie, l'accent a été mis sur les procédures concernant les examens tomodensitométriques, tandis qu'en radio-oncologie, il s'agissait d'auditer l'ensemble du parcours du patient.

Selon les enquêtes menées après coup, les personnes auditées ont affirmé tirer un bénéfice des audits, la majorité d'entre elles les jugeant très utiles, tant pour la protection des patients que pour l'organisation des processus dans l'établissement. Ce bilan positif est lié à différents facteurs : plusieurs participants ont cité les contenus fondés sur des données probantes, les compétences professionnelles et sociales des auditrices et des auditeurs et la bonne

organisation des prodécures. Les auditrices et les auditeurs étaient aussi convaincus de l'utilité des audits, car ils ont pu profiter des échanges d'un point de vue technique.

Des cours supplémentaires pour former des auditrices et des auditeurs ont par ailleurs été organisés en Suisse romande et alémanique en 2016. Ainsi, plus d'une trentaine de personnes ont été formées jusqu'ici en tant qu'auditrice ou auditeur externe pour les futurs audits.

L'OFSP a également poursuivi le développement du concept de mise en œuvre en collaboration avec des représentants de sociétés professionnelles. À cet égard, la création d'un comité de pilotage interprofessionnel a été décidée. Ce comité déterminera, entre autres, la future stratégie de mise en œuvre et agira comme organisme de recours.

D'autres audits pilotes sont prévus en 2017 ; leur nombre augmentera en Suisse romande et ils couvriront désormais aussi le domaine de la médecine nucléaire.

L'ordonnance sur la radioprotection (ORaP) révisée, dont l'entrée en vigueur est planifiée en 2018, constituera à l'avenir la base légale pour la réalisation des audits cliniques en Suisse. Une période de transition de deux ans (2018–2020) est prévue afin d'assurer que les établisse-

ments se préparent aux audits définitifs de manière optimale conformément à l'ORaP. Cela inclut aussi la création d'un manuel de qualité. Après la période de transition, des audits cliniques basés sur le manuel de qualité pourront être engagés de manière obligatoire.

Vous trouverez de plus amples informations sur ce projet sous : www.clinicalaudits.ch.



Fig. 2 : Audits des salles d'opération : la protection du personnel exposé aux radiations est centrale

Audits des salles d'opération : état intermédiaire

Actuellement, la section Radiothérapie et diagnostic médical surveille prioritairement la radioprotection dans les domaines opératoires de près de 250 hôpitaux, cliniques et institutions qui utilisent plus de 820 installations radiologiques, principalement mobiles, et disposent d'une autorisation de l'OFSP. Jusqu'à fin 2016, l'OFSP a réalisé 51 audits dans 19 cantons et inspecté 180 installations. Les audits ont avant tout concerné la radioprotection du personnel exposé au rayonnement dans l'exercice de sa profession, ceci dans les domaines opératoires de la chirurgie orthopédique et traumatologique. Dans la partie pratique de l'audit, le personnel simule une intervention chirurgicale sur un fantôme d'eau servant de « patient ». Un système de dosimétrie en direct montre quelle est l'exposition au rayonnement des divers groupes professionnels et quelles sont les possibilités d'optimisation. Dans le domaine administratif et organisationnel, l'OFSP évalue les dossiers techniques, les documents relatifs à la dosimétrie, les organigrammes des responsabilités ainsi que les directives internes relatives aux

processus en matière de radioprotection. Parmi les participants aux audits, on trouve des experts pour la radioprotection technique, des chirurgiens, du personnel des soins infirmiers du domaine opératoire, du personnel de l'assistance technique dudit domaine, du personnel responsable du positionnement des patients et de l'anesthésie, ainsi que des techniciens en radiologie médicale (TRM), des physiciens médicaux, des techniciens médicaux, des dirigeants et des gestionnaires de la qualité. Les audits visent à favoriser les échanges interdisciplinaires entre les différents groupes professionnels et contribuer à renforcer l'assise des activités en matière de radioprotection.

Actualisation des niveaux de référence diagnostiques (NRD) pour les applications radiologiques

Etant donné l'évolution rapide de la technique en radiologie, l'OFSP actualise régulièrement les niveaux de référence diagnostiques (NRD). Ces derniers constituent une aide importante pour les établissements dans l'optimisation des utilisations médicales du rayonnement. Les NDR couvrent le domaine des doses élevées de diverses spécialités médicales (radiologie diagnostique, angiologie, cardiologie, gastroentérologie et urologie). En 2016, les NDR en radiologie interventionnelle ont par exemple été révisés sur la base d'un recensement des doses, effectué dans plusieurs hôpitaux sélectionnés. Les enfants présentent une sensibilité accrue au rayonnement. C'est pourquoi deux projets ont été lancés afin de définir des NDR spécialement appliqués à la radiologie pédiatrique. Jusqu'à présent, les données relatives aux doses utilisées dans les examens correspondants étaient en effet rares. Le recensement des doses a été effectué dans des centres de radiologie pédiatrique sélectionnés en Suisse et concernait les examens les plus couramment effectués en radiographie et en tomodensitométrie (CT) neuroradiologique. L'OFSP publiera ces NRD sur internet au terme de l'analyse des données.

App pour les niveaux de référence diagnostiques (NRD) dans la médecine nucléaire

Les niveaux de référence diagnostiques (NRD) de la médecine nucléaire diagnostique publiés sur internet dans la notice « Niveaux de référence diagnostiques fixés pour les examens de médecine nucléaire » sont à présent également disponibles via une App iOS ou Android. L'App a pour titre DRW-Nukmed ; elle est disponible gratuitement en version iOS ou Android dans les boutiques respectives.

En automne 2016, l'OFSP a recensé les doses de rayonnement dans 16 grands centres de médecine nucléaire, en collaboration avec l'Institut de radiophysique (IRA), l'hôpital cantonal d'Aarau et les associations professionnelles concernées, afin que des niveaux de référence actualisés puissent également être disponibles pour les examens TEP/CT et SPECT/CT. Ces données seront analysées d'ici fin 2017. Dès que les nouveaux NRD auront été déterminés, ils seront intégrés à la notice L-08-01 et à l'App DRW-Nukmed.



Fig 3 : L'App « DRW-Nukmed » est disponible gratuitement en version iOS ou Android dans les boutiques respectives



Code QR Android



Code QR iOS

Directives de l'OFSP pour les nouvelles technologies telles que la tomographie volumique numérisée

En complément des ordonnances départementales, l'OFSP élabore des directives spécifiques relatives à des utilisations particulières et aux nouveaux développements techniques. Ces directives, destinées aux utilisateurs et aux entreprises spécialisées, fixent les paramètres de la démarche liée à l'assurance qualité (périodicité, étendue et responsabilités). La collaboration constructive avec les spécialistes est fondamentale dans l'élaboration de ces documents sur la base des normes et des recommandations nationales et internationales.

L'une de ces notices concerne la tomographie volumique numérisée (TVN, Cone Beam CT) pour l'imagerie de la tête et du cou. Le nombre de systèmes d'imagerie 3D à faisceau conique a fortement augmenté dans les médecines dentomaxillo-faciale et otorhinolaryngologique (état fin 2015 : environ 400 systèmes). En 2016, l'OFSP a récolté les données de base en collaboration avec l'Institut de radiophysique (IRA) de Lausanne, en y associant également les établissements concernés, afin de les sensibiliser à l'importance de la qualité de l'image.

Les audits des installations de mammographie ont montré un bon niveau de qualité

Dans le cadre de sa fonction de surveillance, l'OFSP a contrôlé l'application des nouvelles normes relatives au contrôle-qualité en mammographie dans tous les services autorisés entre 2011 et 2015. Une première analyse des résultats a été présentée aux différents fournisseurs d'installations qui ont joué un rôle majeur dans l'application des nouvelles normes de qualité. Cette communication s'est déroulée dans le cadre de séminaires organisés une première fois en novembre 2015 en Suisse alémanique et une deuxième fois en février 2016 pour les fournisseurs romands et tessinois. Les résultats détaillés des près de 240 rapports d'audit seront consignés dans un rapport final qui devrait être publié dans les trois langues officielles d'ici au printemps 2017. D'un point de vue technique, on constate une augmentation progressive du nombre d'installations entièrement digitalisées. Toutefois, près de 10 % des appareils disponibles sur le marché sont encore reliés à des systèmes de reproduction d'image du type CR. Par contre, plus aucun service

n'exploite de système de développement avec cassette-film, ce qui confirme les premiers résultats constatés fin 2014. Grâce à l'effort particulier fourni par le personnel technique des fournisseurs d'installations et au professionnalisme du personnel exploitant, le niveau de qualité des installations de mammographie a considérablement augmenté ces dernières années.

Nombreuses améliorations dans l'utilisation des produits radiopharmaceutiques

La campagne d'audits relative à la préparation et au contrôle de qualité des produits radiopharmaceutiques en kits marqués au technétium 99m, qui s'est achevée en 2015, a mis en évidence la nécessité d'améliorer les informations aux professionnels. En effet, certaines différences non négligeables ont été constatées pour des produits très similaires et les exigences posées aux utilisateurs n'étaient pas adaptées à la pratique. L'OFSP a donc initié l'identification des éléments à adapter et l'actualisation des informations destinées aux professionnels, en collaboration avec Swissmedic et les titulaires des autorisations. Ces adaptations devraient être terminées début 2017 pour les trois produits les plus importants en quantité. Dans un cas, l'OFSP a mandaté l'Institut de radiophysique (IRA) pour élaborer et valider une meilleure méthode de contrôle de la qualité, ce qui devrait également trouver un écho au niveau international.

En 2016, l'utilisation et l'élimination du radium 223 ont fait l'objet d'audits, ce nucléide thérapeutique étant de plus en plus utilisé dans la thérapie des métastases osseuses. Grâce à une meilleure méthode d'analyse, le fabricant peut désormais garantir une teneur nettement inférieure en actinium 227, principale impureté à longue période radioactive du radium 223. Il a ainsi été possible de simplifier les exigences d'élimination auxquelles sont soumis les hôpitaux et de décharger le personnel de certains travaux. À cet égard, une nouvelle directive a également été élaborée. Par ailleurs, l'OFSP a évalué la démarche relative à l'hospitalisation et aux critères de sortie des patients ayant été traités avec des radionucléides rarement utilisés comme l'yttrium 90, le lutécium 177 et autres. L'OFSP a prévu de publier une recommandation relative à la radioprotection sur la base des résultats de cette enquête.

Depuis début 2016, il est possible de mettre rapidement à disposition des patients des produits radiopharmaceutiques prometteurs, et ce même en dehors des études cliniques. A cet effet, les fabricants peuvent demander à Swissmedic une autorisation de mise sur le marché limitée dans le temps. L'examen technique de la demande est effectué par la Commission des produits radiopharmaceutiques et l'OFSP. Ce dernier a vivement soutenu cette démarche afin d'améliorer l'approvisionnement en produits radiopharmaceutiques innovants dans le cadre légal. Une autorisation de mise sur le marché limitée dans le temps peut être octroyée lorsque la qualité et la sécurité ont déjà été démontrées et que des avantages substantiels par rapport aux autres possibilités de traitements se profilent dans l'examen clinique. Il s'agit d'une solution pertinente permettant de traiter de manière optimale des patients atteints de maladies mettant en cause leur pronostic vital dans l'attente de l'octroi d'une autorisation ordinaire. Cette solution est particulièrement judicieuse, étant donné que les produits radiopharmaceutiques sont souvent des produits de niche mis sur un marché restreint par des petits fabricants, et pour lesquels les études cliniques globales prennent du temps.

Nouveau centre de thérapie à l'iode pour le traitement des pathologies thyroïdiennes relié à une station agrandie de décroissance des eaux usées

Le Triemli, l'hôpital de la ville de Zurich, a ouvert au printemps 2016 une station thérapeutique moderne à l'iode radioactif pour le traitement des pathologies thyroïdiennes comprenant quatre chambres doubles. Dans le même temps, une nouvelle installation quatre fois plus importante (60'000 litres) a été mise en service pour la décroissance de l'iode 131 contaminant les eaux usées provenant des chambres de thérapie (WC, douches, lavabos). À l'avenir, il sera donc possible de laisser décroître les eaux usées plus longtemps et réduire ainsi considérablement les rejets dans l'environnement, tout en restant nettement en dessous de la valeur limite d'immission en vigueur pour l'iode 131. Lors de la réception, l'OFSP a examiné les blindages requis au niveau de la construction et constaté que les valeurs limites étaient précisément respectées.

Formation en radioprotection : offre de cours élargie

Les personnes utilisant le rayonnement ionisant ou assumant des tâches de radioprotection à l'égard d'autres personnes doivent apporter la preuve qu'elles disposent des qualifications requises. L'OFSP est l'autorité compétente pour la formation en matière de radioprotection dans les domaines de la médecine, de l'industrie et de la recherche. Durant l'année sous rapport, l'OFSP a examiné 150 demandes de reconnaissance pour des formations individuelles en radioprotection et 10 demandes pour de nouveaux cours ou des cours mis à jour. La plupart des demandes de reconnaissance individuelle ont été déposées par des médecins ayant suivi leur formation en Allemagne.

Les écoles de radioprotection et OdASanté ont élaboré un programme-cadre en collaboration avec l'OFSP pour l'examen professionnel supérieur intitulé « Expert domaine opératoire ». Le certificat de radioprotection intitulé « Qualification technique pour une préparation adéquate et conforme à la radioprotection des installations assistées par radioscopie dans le domaine opératoire », reconnu par l'OFSP, a en outre pu être intégré au système de formation.

Depuis début 2016, les assistantes et les assistants médicaux peuvent suivre la formation continue « Cours complémentaire pour la prise de clichés en radiologie élargie » également au

Tessin. Par ailleurs, les spécialistes qui réalisent des examens radiologiques conventionnels peuvent suivre dès à présent un cours de type A en italien pour l'obtention du titre d'expert.

L'OFSP a publié un poster informatif sur la radioprotection en matière de radioscopie du gros et du petit bétail en collaboration avec la Société des vétérinaires suisses et les facultés Vetsuisse des universités de Berne et de Zurich. Les mesures de radioprotection présentées permettent de renseigner les vétérinaires ainsi que leurs assistantes et leurs assistants sur la manière optimale de se protéger contre les rayons X. Le poster a été distribué à tous les cabinets vétérinaires exploitant des installations à rayons X, ainsi qu'à tous les centres de formation des assistantes et des assistants vétérinaires.

Recherche au CERN et à l'Institut Paul Scherrer

CERN : Etude sur les déchets radioactifs et transports intersites

Dans le cadre de l'accord tripartite fixant les modalités de collaboration entre l'OFSP, l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) en France et le CERN, deux réunions tripartites, une visite conjointe de l'OFSP et de l'ASN, et cinq réunions techniques ont eu lieu en 2016. Deux des points importants traités durant ces discussions sont présentés ci-dessous.



Fig. 4 : Localisation des différents sites du CERN le long du complexe d'accélérateurs entre lesquels les transports auront lieu (source CERN)

L'Accord tripartite prévoit que le CERN élabore et communique aux états hôtes une « étude déchets » présentant l'inventaire, la classification et la gestion des déchets radioactifs produits dans les installations du CERN. En effet, l'article 7 de l'Accord tripartite stipule que « les déchets radioactifs provenant des installations du CERN sont éliminés par les états hôtes selon les filières mises en place en conformité avec leur législation nationale ».

Une première version de cette étude a été homologuée par la France et la Suisse en 2015. De nombreux échanges et réunions techniques ont eu lieu en 2016 afin de clarifier les aspects pratiques liés à la gestion des déchets radioactifs, le choix des filières d'élimination, la libération inconditionnelle ainsi que les modalités d'élimination finale vers les centres de stockage des états hôtes. Ces nombreuses analyses et discussions visent à assurer concrètement une répartition équitable entre les états hôtes et une élimination selon les filières existantes tenant compte des aspects économiques.



Fig. 5 : Exemple de conteneur de transport pour le matériel en vrac (source CERN)

Chaque année, le CERN réalise en moyenne 1300 transports de matériel radioactif sur route publique entre ses différents sites. Il a donc élaboré des procédures répondant aux contraintes spécifiques des transports intersites, afin de respecter les prescriptions de l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR), tout en optimisant les ressources disponibles. Suite à plusieurs réunions techniques, l'ASN et l'OFSP ont validé les procédures concernant la grande majorité des transports intersites du CERN. Une

étude concernant les quelques cas annuels de transport sous arrangement spécial est actuellement menée par le CERN et sera prochainement soumise pour avis aux représentants de l'ASN et de l'OFSP.

Institut Paul Scherrer : innovations marquantes concernant les installations de recherche ainsi que la protection du personnel et de l'environnement

L'Institut Paul Scherrer (PSI) à Villigen (AG) exploite de grands accélérateurs dont l'autorisation et la surveillance relèvent de l'OFSP. Le PSI est le seul centre de Suisse qui propose des thérapies protoniques pour le traitement des tumeurs situées en profondeur. Il complète actuellement les installations existantes OPTIS, Gantry 1 et Gantry 2 par l'installation d'irradiation par flux de protons Gantry 3, mise en service fin 2015, puis testée de manière intensive. À condition que les tests de réception soient positifs, les premiers patients seront probablement traités au milieu de l'année 2017.

Le cyclotron à protons a été mis en arrêt entre décembre 2015 et avril 2016 pour réaliser les travaux annuels de révision. Le PSI a rédigé au préalable un plan détaillé de radioprotection, car ses collaborateurs et ceux des entreprises externes réalisent durant cette période des travaux impliquant les doses les plus élevées. L'OFSP a approuvé ce plan et inspecté l'installation et les travaux effectués durant la révision. La dose collective pour les 133 personnes impliquées s'est élevée à 26,3 personnes-mSv, soit 27 % inférieure à la valeur estimée préalablement. La dose collective accumulée était relativement faible par rapport aux années précédentes. La dose individuelle la plus élevée était de 2.0 mSv. Parmi plus de 13,7 tonnes de déchets produites lors de la révision, environ 11,8 ont pu être libérées et éliminées en tant que déchets inactifs conformément aux dispositions légales.

À la demande de l'OFSP, le PSI révisait actuellement le concept de conditionnement et d'élimination de ses propres déchets radioactifs. À cet égard, l'OFSP a mené des discussions techniques avec le PSI et l'autorité de surveillance IFSN (Inspection fédérale de la sécurité nucléaire) sur la recherche de solutions pratiques pour la radioprotection et pour la minimisation des quantités de déchets radioactifs. Le 25 juin 2016, les systèmes de sécurité de la source de neutrons de spallation (SINQ) ont

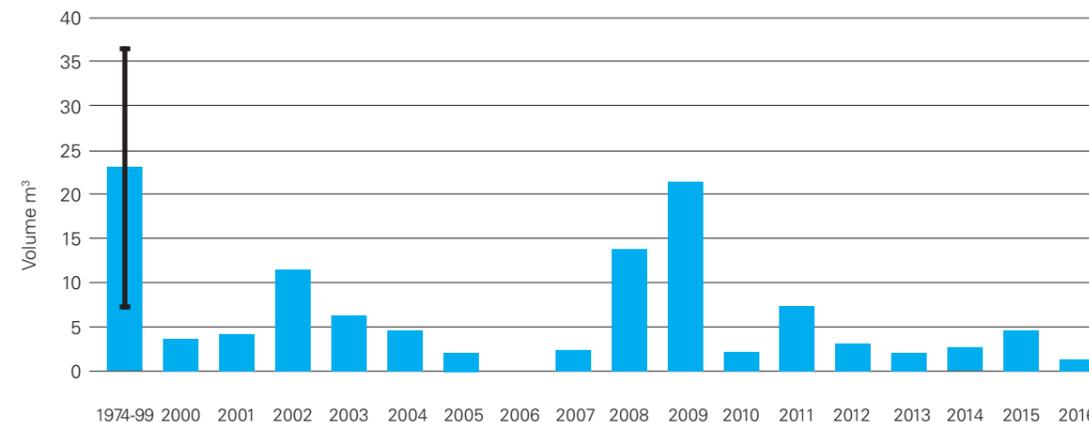


Fig. 6 : Volume annuel de déchets radioactifs collecté lors des campagnes de ramassage de la Confédération. Moyenne annuelle des volumes de fûts délivrés entre 1974 et 1999 et leur fluctuation. Depuis 2000, le graphique indique des volumes de déchets bruts

empêché la libération du faisceau, en raison d'une chute de débit dans la réfrigération de la cible, celle-ci ayant été endommagée pour des raisons encore non élucidées. L'installation est restée hors service jusqu'à début novembre. Les systèmes de sécurité ont rempli leur fonction, étant donné qu'à aucun moment l'activité n'a pu se répandre de manière incontrôlée. Le PSI a souhaité remettre l'installation en exploitation aussi rapidement que possible. Au lieu d'attendre la fin des travaux annuels de révision, il a donc déjà remplacé la cible endommagée à la fin du mois d'octobre. La dose collective relative au remplacement de la cible a été multipliée par trois par rapport à des travaux similaires menés ces dernières années, à cause du débit de doses élevé à l'intérieur de l'installation. Malgré le fait qu'il s'agisse de travaux de routine, l'OFSP a tout de même réalisé des inspections du fait de la dose collective élevée. La reprise de l'installation s'effectue avec des paramètres d'exploitation restreints afin d'éviter un nouveau dommage. Cf. reportage sur l'installation SwissFEL, page 62.

Déchets radioactifs

La Confédération est chargée d'éliminer les déchets radioactifs provenant de la médecine, de l'industrie et de la recherche (MIR) à l'exception des déchets des exploitants des centrales nucléaires. L'OFSP organise chaque année une campagne de ramassage de ces déchets, qui sont ensuite traités et entreposés dans le Dépôt intermédiaire fédéral (BZL) à Würenlingen dans le canton d'Argovie. A l'ave-

nir, la totalité des déchets radioactifs devra être stockée définitivement dans un dépôt en couches géologiques profondes. La sélection des sites de dépôt potentiels est actuellement en cours. Le dépôt pour les déchets de faible et moyenne activité, dont la majeure partie des déchets de la Confédération fait partie, devrait être mis en service en 2050.

Campagne de ramassage des déchets radioactifs

Au cours de la campagne de ramassage menée en 2016, 20 entreprises ont livré des déchets radioactifs avec une activité totale de 2.75×10^{11} becquerels et un volume total brut de 1.3 m³. L'activité de H-3 livrée lors de cette action de ramassage est très faible par rapport aux années précédentes. En effet, deux producteurs de déchets issus de l'industrie n'ont pas pu, à cause de divers retards, livrer leurs déchets à temps pour être pris en compte. Ces producteurs vont cependant selon toute vraisemblance effectuer 2 livraisons en 2017. Par ailleurs, certains déchets contenant du tritium et du carbone 14 ont pu être incinérés avec l'autorisation de l'OFSP dans le respect des dispositions de l'article 83 de l'ordonnance sur la radioprotection (ORaP). Lorsque cela est possible, les déchets radioactifs sont entreposés pour décroissance en entreprise ou décontaminés, afin de les libérer ensuite.

La réutilisation ou le recyclage de sources radioactives scellées de haute activité s'avère être une alternative judicieuse à leur élimination comme déchets radioactifs. Cela concerne notamment les sources d'américium 241, de kryp-



Fig. 7 : Passage à travers un portique de mesure vers l'entrepôt à hauts rayonnages de l'aéroport de Zurich

ton 85, de césium 137 ou encore de cobalt 60. L'élimination ou le recyclage de sources radioactives avec des activités importantes est cependant très coûteuse et atteint rapidement des montants de plusieurs dizaines de milliers de francs. Depuis de nombreuses années, l'OFSP encourage les détenteurs de telles sources à créer des réserves financières pour leur élimination. Cependant, il arrive encore trop souvent que le détenteur soit surpris par ces montants et que l'élimination de la source ait un grand impact financier pour l'entreprise. La révision de l'ORaP en cours va rendre obligatoire la mise en place de provisions financières suffisantes pour l'élimination des sources avant leur achat.

La figure 6 indique l'évolution des volumes de déchets collectés par la Confédération et livrés au Dépôt intermédiaire fédéral (BZL) durant les quarante dernières années.

Importation et exportation illégales ou involontaires de substances radioactives et recherche de sources radioactives orphelines

Depuis 2015, le portique de mesure mobile de l'OFSP est utilisé pour des mesures de routine effectuées prioritairement dans le transport de marchandises par camions afin de détecter d'éventuelles sources radioactives orphelines. L'OFSP surveille ainsi la circulation des marchandises par échantillonnage. Les mesures servent aussi à se préparer à faire face à des situations extraordinaires dans lesquelles la Suisse serait confrontée à de grandes quantités de sources

radioactives orphelines ou de matériaux contaminés. De telles situations ont eu lieu dans le passé, par exemple après l'accident nucléaire de Fukushima ou après de fréquentes découvertes de produits en acier contaminés en 2009.

Durant l'année sous revue, l'OFSP a étendu la recherche de sources radioactives orphelines à d'autres domaines significatifs. Il a contrôlé durant 43 heures environ 1800 bagages importés en collaboration avec la douane de l'aéroport de Zurich sans y trouver de sources radioactives illégales. Par ailleurs, l'OFSP a contrôlé 650 livraisons de déchets durant 40 heures dans l'usine d'incinération des ordures ménagères (UIOM) de Bâle. Durant ces contrôles, une alarme a été déclenchée à cinq reprises par des substances radioactives naturelles (teneur accrue en potassium 40 dans des scories). Une alarme a également été déclenchée par des déchets ménagers légèrement contaminés à l'iode 131. Ce radionucléide, utilisé dans la thérapie de maladies de la glande thyroïde, peut encore être éliminé en faibles quantités par les personnes ayant quitté l'hôpital, leurs produits d'hygiène contaminés pouvant ainsi se retrouver dans les déchets ménagers. L'UIOM a brûlé le déchet contaminé avec l'assentiment de l'OFSP après détermination de l'activité de la contamination et après s'être assuré qu'il ne s'agissait pas d'une remise illégale.



Fig. 8 : Portique de mesure à l'entrée de la zone de déchargement des déchets de l'usine d'incinération des ordures ménagères de Bâle

Ces prochaines années, l'OPSP va étendre la surveillance des sources radioactives orphelines à d'autres domaines significatifs et se préparer ainsi à faire face de manière appropriée à des situations radiologiques extraordinaires.

Événements radiologiques

L'OFSP a pour mission de protéger des rayonnements ionisants la population, notamment les patients et les personnes professionnellement exposées aux radiations, ainsi que l'environnement. Malgré les mesures de prévention et de protection mises en œuvre, l'OFSP est parfois confronté à des événements radiologiques soumis à déclaration, ou encore à la découverte d'héritages radiologiques. Il est tenu d'étudier ces cas et de les évaluer, ainsi que d'en informer le public de manière appropriée.

Tout événement radiologique déclaré est analysé de manière approfondie par l'OFSP. Les experts compétents évaluent les conséquences possibles, examinent les mesures correctrices proposées et décident si une inspection sur place s'impose. En outre, l'OFSP est tenu d'informer sur la situation de manière appropriée, parfois en collaboration avec les entreprises ou les autorités concernées.

Tout événement déclaré figure sous la forme de statistique dans le rapport annuel de la division Radioprotection (cf. le chapitre suivant).

Statistiques des événements déclarés en 2016

Durant l'année 2016, l'OFSP a enregistré 24 déclarations d'événements aux causes diverses. La figure 9 donne un aperçu des domaines concernés.

Huit événements concernent les domaines « environnement, entreprises et population » et huit autres les domaines « héritages radiologiques, sources orphelines ou pertes de source ». On entend par héritage radiologique une situation héritée du passé qui ne répond plus aux exigences actuelles de la législation en radioprotection, par exemple les découvertes de radium faites à Bienne (voir l'article sur le radium en page 64). Certains de ces événements sont brièvement décrits dans le chapitre ci-après. Trois événements supplémentaires concernant des personnes professionnellement exposées aux radiations ont été annoncés, un dépassement de la limite de dose ayant été constaté (voir chapitre « Exposition de la population aux rayonnements ionisants » en page 78). Il n'y a pas eu d'événements déclarés en 2016 dans le domaine des transports.

Aucun de ces 19 événements n'a été classé en INES 1 ou plus. Il est toutefois prévu d'annoncer 5 cas, principalement des découvertes de sources, à la base de données ITDB (*Incident & Trafficking Database*) de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

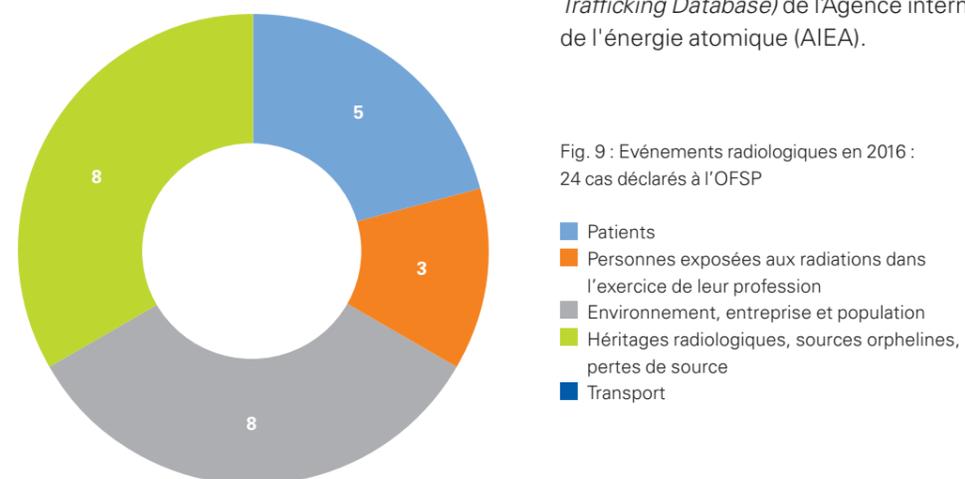


Fig. 9 : Événements radiologiques en 2016 : 24 cas déclarés à l'OFSP

Dans le domaine de la médecine, cinq événements relatifs à des patients ont été déclarés à l'OFSP. Dans un cas, un produit radiopharmaceutique erroné a été administré à trois patients de médecine nucléaire. En radiothérapie, une irradiation inappropriée due à un mauvais positionnement du patient a eu lieu à quatre reprises. Parmi ces cas, quatre sont à classer au niveau 1 de l'échelle provisoire INES *Medical Rating Scale*.

Brefs comptes rendus d'événements présentant un intérêt particulier

Découvertes de sources radioactives orphelines

En plus des nombreuses découvertes d'héritages radiologiques faites lors de la livraison de matériaux dans des usines d'incinération des ordures ménagères, des décharges et des entreprises de recyclage de la ferraille (p. ex. des peintures luminescentes au radium 226), trois sources radioactives ont été interceptées durant l'année sous rapport lors de mesures effectuées à l'entrée des entreprises, ces sources provenant très probablement d'une application ayant été autorisée. Dans ces cas, on peut supposer qu'il s'agit d'éliminations illégales punissables.

Fin février 2016, une source radioactive de strontium 90 a par exemple été interceptée dans une entreprise de recyclage de ferraille grâce à la mesure de routine effectuée à l'entrée de l'entreprise. De telles sources sont utilisées dans l'industrie pour la mesure des épaisseurs de papier ou de carton. Comme la source avait été conditionnée dans un récipient en plomb, on peut exclure une mise en danger de la santé des personnes ayant été en contact avec elle. Il faut toutefois admettre que la source a été éliminée de manière illégale.

Dans un autre cas, une source radioactive de cobalt 60 a été découverte début octobre 2016 suite à la mesure de routine effectuée à l'entrée d'une entreprise de recyclage de ferraille. Les sources de ce type sont couramment utilisées dans l'industrie pour des mesures de niveau. La source orpheline date selon toute probabilité de l'année 1979 et a déjà subi une forte décroissance du fait de la période radioactive du cobalt 60 (5 ans). C'est la raison pour laquelle tout risque pour la santé des personnes ayant séjourné à proximité de la source radioactive peut être exclu.

Afin de pouvoir déterminer les pollueurs et, le cas échéant, demander à ces derniers de rendre des comptes, l'affaire a été transmise aux autorités compétentes chargées des enquêtes et des poursuites.

Exposition accidentelle d'un technicien de radiothérapie

A la fin du mois d'août, un technicien du service de maintenance d'un hôpital a été exposé accidentellement alors qu'il travaillait à l'intérieur d'un bunker de radiothérapie. L'incident a eu lieu alors qu'un autre technicien procédait à la maintenance préventive de l'accélérateur linéaire (linac). Ce dernier, désireux de tester les fonctions du linac, a fermé la porte du bunker avant d'activer l'irradiation de manière transitoire. La personne travaillant dans le bunker s'est aperçue que le signal lumineux indiquant le fonctionnement du linac s'était brièvement activé, mais n'a toutefois pas pu presser l'arrêt d'urgence, l'irradiation ayant rapidement cessé. Fort heureusement, la dose reçue par le technicien s'est révélée extrêmement faible, permettant ainsi d'écarter tout risque pour sa santé. Cet incident a toutefois permis de rappeler au personnel concerné qu'il incombe au collaborateur déclenchant l'irradiation de vérifier que personne ne se trouve dans la salle au moment de l'irradiation.



Fig. 10 : Découverte d'une source radioactive de cobalt 60 dans de la ferraille

Exportation non autorisée de métal contaminé vers l'Allemagne

En décembre 2015, une entreprise suisse active dans la gestion des déchets et le recyclage de matériaux précieux, a exporté vers l'Allemagne trois fûts de 200 litres contenant des résidus de l'industrie horlogère. Lors du contrôle des fûts à l'entrée de la fonderie de Hambourg, on a constaté qu'ils étaient radioactifs. Des analyses complémentaires ont montré qu'ils étaient contaminés au radium 226. Les trois fûts ont dû être ramenés en Suisse par un transporteur homologué. Il est à présent nécessaire d'effectuer un tri pour séparer les pièces contenant du radium des autres déchets et de livrer les déchets radioactifs au Centre fédéral de ramassage de Würenlingen.

L'OFSP et la SUVA recommandent à toutes les entreprises actives dans la gestion des déchets et le recyclage d'effectuer des mesures et de tester leurs lots de matériel quant à la radioactivité. Cela vaut en particulier lorsque les matériaux proviennent de l'industrie horlogère.

Laser à rayons X SwissFEL : une innovation aussi pour la radioprotection

L'Institut Paul Scherrer a initié la mise en service du laser à rayons X SwissFEL en automne de l'année sous rapport. Sa lumière de rayons X fortement pulsée permettra d'examiner des réactions chimiques en fonction du temps et ainsi de mieux comprendre les processus biologiques par exemple. L'OFSP a accompagné le projet de près dès le début, afin que le laser ne mette pas en danger les chercheurs, le personnel et la population.

La radioprotection peut être simple en apparence : Albert Fuchs, chef de la radioprotection à l'Institut Paul Scherrer (PSI), le montre en effet à l'entrée du tunnel en béton dans lequel l'installation complexe du laser à rayons X est placée. A sa demande, nous retirons des serrures les clés du système de sécurité des personnes pour les enfour dans nos poches, empêchant ainsi que l'accélérateur soit mis en marche tant que nous sommes dans la zone dangereuse. L'installation ne peut être enclenchée que lorsque nous avons quitté le tunnel et que toutes les clés sont à nouveau dans les serrures. L'épaisseur de la porte que nous avons franchie nous fait prendre conscience que le rayonnement dans le tunnel peut être très intense.



Fig. 11 : Système à clés assurant la sécurité des personnes à l'une des entrées du tunnel

Selon Eike Hohmann (PSI) : « Il s'agit en premier lieu de se protéger contre les neutrons qui se forment en cas de pertes de rayonnement. À cet égard, le béton ordinaire est parfait, l'eau résiduelle qu'il contient constituant un très bon blindage contre les neutrons. » Pour Lorenzo Mercolli, responsable de l'installation à l'OFSP, ces neutrons constituent un aspect crucial en matière de radioprotection, alors qu'ils ne sont qu'un produit secondaire de l'exploitation du laser à rayons X : « Les neutrons se forment lorsqu'une partie du faisceau électronique tombe sur des composants solides de l'installation et qu'elle y entre en interaction avec les noyaux des atomes. Mais ils ne sont pas impliqués dans la production de la lumière de type rayons X dont les chercheurs ont besoin pour leurs expériences. »

Cette tâche de production est réservée aux électrons, que les rayons laser éjectent d'une plaque métallique au début dans ce qu'on appelle le « canon à électrons » et disposent en paquets de particules. Ceux-ci sont ensuite accélérés dans un accélérateur linéaire parfaitement droit d'une longueur de presque 600 mètres, à l'aide d'un rayonnement micro-ondes, jusqu'à une vitesse presque égale à celle de la lumière. Ils traversent ensuite des onduleurs en subissant l'action exercée par leurs puissants champs magnétiques, ce qui les oblige à adopter une trajectoire ondulatoire plutôt que linéaire. Les électrons génèrent le rayonnement X de type laser souhaité, à l'aide des mouvements latéraux ultras rapides. En aval des onduleurs, un aimant sépare les électrons de la lumière de type rayons X, qui est dirigée vers les laboratoires. Les électrons, dont on n'a plus

besoin à présent, disparaissent dans le sous-sol de l'installation et sont stoppés dans un *beam dump* (système de déchargement de faisceau) en cuivre blindé par des tonnes de béton.

La radioprotection dans le tunnel ne repose pas uniquement sur le fonctionnement normal de l'installation, mais également sur les incidents susceptibles de s'y produire. Albert Fuchs explique cela dans le secteur des onduleurs : « Le pire des scénarios se produirait si pour des raisons quelconques nous perdions la totalité du faisceau d'électrons. Ce dernier quitterait donc la trajectoire prévue, atteindrait des composants de l'installation et libérerait des neutrons. Ce scénario serait particulièrement critique ici, au niveau des onduleurs, où les électrons atteignent leur énergie maximale et où les aimants permanents des onduleurs sont sensibles aux dommages dus au faisceau électronique et se dégradent. » Pour Lorenzo Mercolli (OFSP), d'autres aspects du tunnel sont également intéressants : « La tâche se complique spécialement lorsque les puits de l'installation, les puits d'aération ou encore les passages pour personnes situés au-dessus de l'accélérateur linéaire affaiblissent le manteau de béton. » À cet égard, la radioprotection du SwissFEL a lancé une innovation : pour surveiller les domaines extérieurs et les locaux adjacents durant l'exploitation de l'installation, le rayonnement n'est en effet pas mesuré à l'extérieur du tunnel, mais à l'intérieur de celui-ci, au moyen de détecteurs. Ceux-ci déclenchent une alarme dès que le rayonnement dans le tunnel est suffisamment élevé pour que les valeurs limites soient dépassées à l'extérieur. Les valeurs de rayonnement correspondantes (ou seuils d'alarme) dans le tunnel doivent donc être déterminées séparément au moyen de mesures de test. Toutefois ceci n'est pas réalisé individuellement pour tout endroit délicat. Lorenzo Mercolli explique : « Les endroits pouvant poser problème peuvent être répartis en plusieurs groupes sur la base de leurs propriétés liées à la construction. Pour déterminer le seuil d'alarme, il suffit donc au PSI de mesurer à l'endroit le plus exposé d'un groupe, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du tunnel, garantissant ainsi le respect de la valeur limite en dehors du tunnel. Ce processus est répété pour chaque groupe. Grâce à ces tests, nous savons que le blindage des autres parties de l'installation répond également aux exigences de la radioprotection. »

Ces exigences sont ancrées dans la législation sur la radioprotection dont l'OFSP assure l'exécution. Les grandes installations de recherche comme le PSI constituent un défi particulier, car elles sont uniques et exigent des rapports de sécurité, des calculs et des mesures sous une forme individualisée. C'est pourquoi l'OFSP a accompagné dès le début la construction du SwissFEL.



Fig. 12 : Blindage utilisé dans le tunnel contre les rayonnements ionisants

Pour Lorenzo Mercolli il était important de connaître l'installation dès l'origine et de pouvoir examiner l'effet de blindage du tunnel sous l'angle des autorités de surveillance. Il montre des graphiques relatifs au blindage du tunnel, que l'OFSP et le PSI ont calculés indépendamment l'un de l'autre à l'aide de simulations numériques. Les courbes résultantes ne sont certes pas très éloignées l'une de l'autre, mais ce sont précisément ces différences qui intéressaient Eike Hohmann : « En comparant les résultats, de nombreuses discussions de qualité ont été menées au sujet des bases de calcul à utiliser. »

Grâce à l'excellente collaboration entre le PSI et la division Radioprotection de l'OFSP, l'installation a pu être mise en service sans constituer de menace pour l'environnement, la population et les chercheurs. Pour la première fois, les scientifiques pourront suivre le déroulement des réactions chimiques dans le temps grâce au laser à rayons X. Ils pourront ensuite probablement mieux comprendre, par exemple, comment fonctionne réellement la photosynthèse des plantes, qui est à la base de la vie sur terre.

Plan d'action radium 2015–2019

Le plan d'action radium 2015-2019 a pour objectif de maîtriser la situation des héritages radiologiques laissés par l'utilisation de radium jusque dans les années 1960 pour la luminescence des cadrans et des aiguilles de montres, principalement dans l'Arc jurassien. Lors de sa séance du 21 décembre 2016, le Conseil fédéral a pris note d'un rapport intermédiaire concernant l'état d'avancement des mesures du plan d'action, également décrit dans ce chapitre.

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.

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

Tableau 13 : Etat d'avancement du plan d'action au 31.12.2016.

*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), Krälligen (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)

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 1000 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 générale 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 1000 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

1000 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'Office fédéral de l'environnement ainsi que les communes et cantons concernés par ces sites.

Une priorisation parmi plus de 8000 sites en activité avant 1970 a été décidée. 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 radium est très faible. Ainsi, 44 décharges candidates à un assainissement conventionnel selon l'ordonnance sur l'assainissement des sites pollués ont été retenues pour examiner le bien-fondé d'y mettre en place une surveillance du radium. Les investigations correspondantes débuteront en 2017.

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 13.

Plan d'action Radon 2012–2020

Le radon constitue la deuxième cause de cancer du poumon après le tabagisme. En Suisse, environ 10 % des cas de cancer du poumon peuvent être attribués à ce gaz radioactif issu du terrain, qui peut s'infiltrer dans les bâtiments. Le Plan d'action radon 2012–2020 vise à intégrer les nouvelles recommandations internationales dans la stratégie de protection suisse, afin de réduire le nombre de cancers du poumon dus au radon dans les bâtiments. Le présent chapitre fait le point sur l'état d'avancement des sept mesures du plan d'action à mi-parcours en présentant pour chacune d'elles les démarches effectuées à ce jour et celles qui sont planifiées pour la seconde étape.

1. Révision des dispositions légales

En raison de la nouvelle estimation du risque lié au radon, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) recommande depuis 2009 de ne pas dépasser le niveau de référence de 300 Bq/m³ dans les locaux intérieurs, niveau également repris par l'Agence internationale pour l'énergie atomique (AIEA) et la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). Dans le cadre de la révision actuelle de l'ordonnance sur la radioprotection (ORaP), il est donc prévu de substituer la valeur limite de 1000 Bq/m³ par un niveau de référence de 300 Bq/m³ dans les locaux où des personnes séjournent régulièrement durant plusieurs heures par jour. Pour l'exposition professionnelle, il est prévu de remplacer la valeur limite de 3000 Bq/m³ par une valeur de seuil de 1000 Bq/m³.

La procédure d'audition, qui s'est déroulée entre octobre 2015 et février 2016, a donné lieu à de nombreuses prises de position sur le thème du radon, en particulier de la part des cantons qui désirent réduire leur engagement dans la mise en place des contrôles. Les divergences mises en évidence ont fait l'objet de discussions avec les principales parties prenantes, en particulier des représentants des cantons, de la Suva, de la Fédération suisse des propriétaires fonciers et du Département fédéral de la défense, de la

protection de la population et des sports, suite à quoi des solutions adaptées ont pu être trouvées. Les dispositions d'assainissement dans la sphère privée ont notamment été allégées. En effet, les cantons « pourront » ordonner un assainissement selon l'urgence du cas particulier, mais n'y seront pas obligés.

Révision des ordonnances relatives à la radioprotection : pour une meilleure protection de la population et de l'environnement

Les ordonnances relatives à la radioprotection doivent être adaptées aux nouvelles directives internationales. L'objectif est de maintenir un niveau de protection élevé de la population et de l'environnement et d'édicter des dispositions fondées sur les risques, lesquelles recouvrent toutes les situations d'exposition aux rayonnements ionisants d'origine naturelle ou artificielle. Le Département fédéral de l'intérieur (DFI) a ouvert la procédure d'audition concernant la révision des ordonnances relatives à la radioprotection le 14 octobre 2015. Cette procédure s'est achevée le 15 février 2016. La mise en vigueur est prévue pour le 1er janvier 2018. Pour de plus amples informations :

www.legislationradioprotection.ch

La deuxième consultation des offices s'est ouverte fin 2016. Suite à cette procédure, l'OFSP a prévu d'élaborer un document d'aide à l'exécution du chapitre radon de l'ORaP en collaboration avec les principales parties prenantes en 2017. Des critères permettant d'évaluer l'urgence d'un assainissement y seront notamment définis.

2. Amélioration des connaissances de l'exposition au radon

Avec l'introduction du nouveau niveau de référence, le radon devient un problème de santé publique dans toute la Suisse et ne se limite plus à quelques régions à risque. Ainsi, les campagnes de mesure sont à élargir notamment dans les écoles et les jardins d'enfant, ainsi que dans les locaux publics où le séjour des personnes est prolongé (hôpitaux, centres d'hébergement). A ce jour, environ 200'000 mesures ont été réalisées dans près de 150'000 bâtiments. Par rapport à l'état 2012, la couverture des mesures dans les grandes villes (Zürich, Genève, Bâle, Berne) a passé de 0,5 % à 3 %, celle dans les écoles et les jardins d'enfants de 3,5 % à 13 %, celle dans les locaux administratifs de 1 % à 2,5 % et celle dans les nouvelles constructions de 3,5 % à 20 % en 2016. Cet effort de mesures doit se poursuivre dans les prochaines années. Avec l'ORaP révisée, il est prévu de rendre la mesure du radon systématique dans les écoles et les jardins d'enfants.

Il est essentiel de collecter des mesures fiables et en nombre suffisant, afin qu'elles puissent être exploitées sous une forme cartographique. La carte actuelle du radon, basée sur une classification communale, doit être adaptée à la nouvelle stratégie étant donné l'abandon prévu du concept des zones à risque. L'OFSP a mandaté l'Institut de radiophysique (IRA) à Lausanne pour développer une nouvelle méthode de cartographie du radon. Cette carte, basée sur la méthode des 100 plus proches voisins, indique une probabilité de dépassement de la future valeur de référence de 300 Bq/m³ sur la base des mesures effectuées à ce jour (figure 15). Un indice de confiance a été développé en fonction de la distance moyenne par rapport aux 100 plus proches voisins. L'utilisateur pourra connaître la probabilité, ainsi que l'indice de confiance en cliquant sur un point de la carte. Ce nouvel outil remplacera la carte actuelle dès 2018.



Fig. 14 : Exemple de conduite d'évacuation du radon

3. Promotion d'une politique de protection contre le radon dans la construction

La réduction des valeurs légales dans les locaux intérieurs va de pair avec un accroissement des exigences relatives aux mesures préventives contre le radon à mettre en œuvre dès la conception du bâtiment. Les mesures dans les bâtiments neufs ont été intensifiées, passant d'un taux de 3,5 à 20 % entre 2012 et 2016. La problématique du radon est prise en compte dans la version révisée de la norme SIA 180 « Protection thermique, protection contre l'humidité et climat intérieur dans les bâtiments » publiée en 2014. La protection contre le radon fait donc désormais partie de l'état de la technique en matière de construction. Une information du maître d'ouvrage dans le cadre de la procédure d'autorisation de construire, exigence prévue dans le cadre de la révision de l'ORaP, sera établie en collaboration avec les cantons. Une mise à jour des recommandations sur les méthodes de construction sera par ailleurs publiée en parallèle.

4. Elaboration d'une stratégie efficace pour les assainissements

La réduction des valeurs légales pour le radon implique de renforcer également la stratégie concernant les assainissements. En effet, le passage de 1000 Bq/m³ à 300 Bq/m³ va se traduire par une hausse d'un facteur 5 du nombre d'assainissements à consentir. Des critères ont été fixés pour les rapports d'expertise des consultants en radon et un recueil centralisé des dossiers d'assainissements réalisés à ce jour a été mis en place, permettant leur analyse. La mise à jour du manuel sur les assainissements a été lancée en collaboration avec la Haute école spécialisée de Bâle ; elle sera finalisée en 2017.

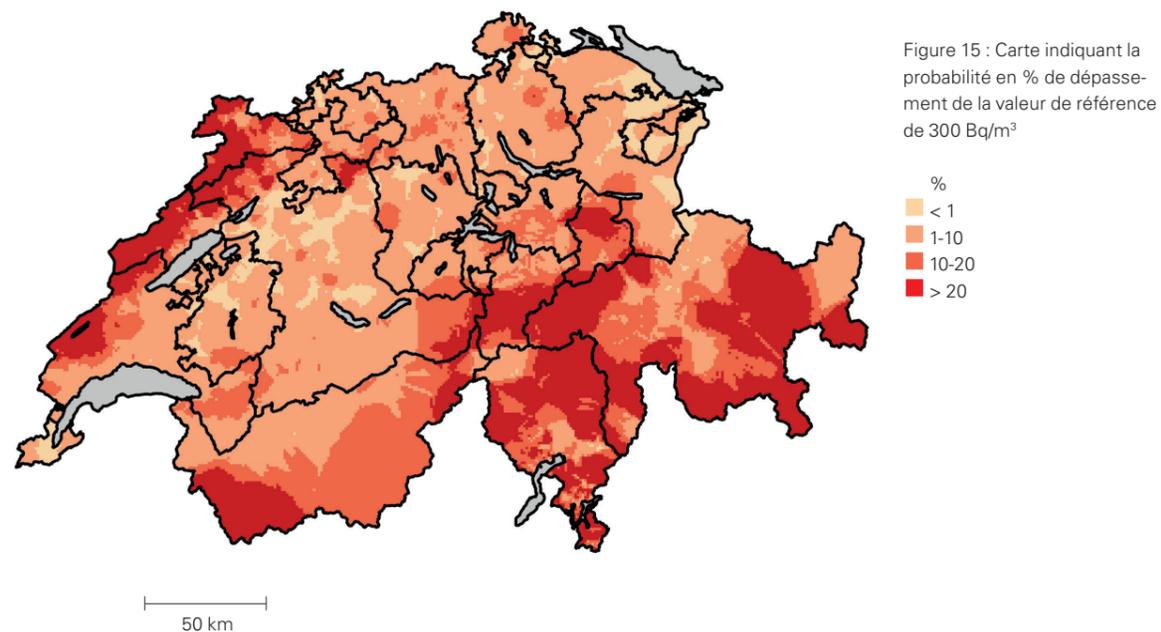
En outre, le couplage du programme national radon avec celui de l'assainissement énergétique (2010–2020) qui concerne 10'000 à 30'000 maisons par an est primordial si l'on veut éviter que cet assainissement n'entraîne une augmentation drastique de la concentration en radon dans les habitations, ce qui pourrait se produire si des précautions particulières n'étaient pas prises. La problématique du radon a été introduite dans l'information sur le «Programme Bâtiments». Des études visant à mettre en évidence l'effet des assainissements énergétiques sur la concentration de radon ont été lancées par les Hautes écoles spécialisées de Fribourg, de Lucerne et du Tessin. Il est prévu d'analyser et de compiler les résultats de ces études. Par ailleurs, l'OFSP a mené une campagne de mesure dans des bâtiments certifiés «MinergieECO», qui a montré que la valeur de seuil de 100 Bq/m³ est respectée dans la plupart des cas.

5. Intégration du radon dans la formation des spécialistes de la construction

L'intégration du radon dans la formation des spécialistes de la construction fait partie des actions prioritaires à entreprendre si l'on entend garantir durablement une bonne mise en pratique des mesures de protection contre le radon et des techniques d'assainissement. Trois cen-

tres de compétence régionaux ont été créés dans des Hautes écoles spécialisées (Tessin, Bâle, Fribourg) ; leur mission principale concerne la coordination de la formation des professionnels de la construction. Plus de 200 consultants en radon, dont la liste est publiée sous www.ch-radon.ch, ont été formés dans le cadre de formations continues organisées par les trois centres de compétence régionaux, ainsi que par l'Université de Suisse italienne et l'EPFL.

L'OFSP a organisé deux journées d'information en 2015 afin d'ancrer durablement la problématique du radon dans les cycles de formation professionnelle et supérieure des métiers de la construction. Ces démarches s'opèrent en collaboration avec le Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI). Des représentants de 18 associations professionnelles concernées par 68 formations, ainsi que des enseignants en génie civil et en architecture issus de deux Hautes écoles et de onze Hautes écoles spécialisées ont participé à ces rencontres. Le groupe de travail formé depuis avec des responsables de formation s'est réuni à deux reprises en 2016. Le concept de formation a ensuite été présenté aux cantons fin 2016. Le thème du radon a déjà été intégré dans plusieurs formations. La documentation de l'OFSP



est bien appréciée de tous côtés. Les responsables de la formation souhaiteraient pouvoir disposer d'outils pédagogiques complémentaires, par exemple une maison virtuelle en 3D analogue à celle de la Suva en rapport avec l'amiante ou une app relative au radon.

L'élaboration de ces instruments doit être activée en 2017 en collaboration avec les hautes écoles spécialisées intéressées. En outre, une nouvelle rencontre avec tous les responsables de la formation, les organisations du monde du travail (OdA), les universités et les hautes écoles spécialisées est prévue en 2017.

6. Amélioration de la sensibilisation du public

Une enquête menée en Suisse en 2008 a démontré que le problème de la sensibilisation du public au radon n'était pas résolu, notamment dans les régions classifiées à risque léger et moyen. Or, la nouvelle estimation du risque radon implique que la problématique passe d'une préoccupation locale à un fait reconnu sur l'ensemble du territoire. La page radon sur le site internet de l'OFSP (www.ch-radon.ch) a été étendue et constamment mise à jour. Elle donne toutes les informations utiles concernant le risque associé au radon, ainsi que les possibilités de mesurer et d'assainir un bâtiment.

L'OFSP gère en outre un service technique et d'information sur le radon permettant de donner une première information aux personnes intéressées. Deux projets transfrontaliers ont été lancés afin d'améliorer la communication au niveau régional, l'un dans les Alpes (DACH1) et l'autre dans l'Arc jurassien (JURAD-BAT). Pour la poursuite de la démarche, on envisage une communication active lors de l'entrée en vigueur de l'ORaP révisée, notamment à l'attention des principaux acteurs de l'immobilier (notaires, acheteurs, locataires...).

7. Développement d'outils et de méthodes de mesure

L'abaissement des valeurs légales implique de développer de nouveaux outils, de renforcer les compétences en matière de mesure du radon et d'améliorer les connaissances sur les facteurs qui influencent l'exposition au radon.

Les données relatives aux mesures du radon dans les bâtiments sont enregistrées dans la base de données centrale du radon. Cette base

de données, en production depuis 2006, a été désactivée en décembre 2016, car elle n'était plus adaptée à l'environnement technique actuel. Les données enregistrées jusqu'ici par les cantons et les services de mesures agréés seront migrées au début de l'année 2017 sur un nouveau système, développé en collaboration avec l'Office fédéral de l'informatique (OFIT). De nouveaux protocoles de mesures standardisés sont actuellement développés dans le cadre d'un groupe de travail mené par l'Institut fédéral de métrologie (METAS). En 2016, les versions finalisées des protocoles de mesures pour les locaux d'habitation ainsi que pour les écoles et les jardins d'enfants ont été mises à disposition des cantons et des services de mesures, dans le but d'être testés. Le groupe de travail mené par METAS développera un protocole de mesure pour les places de travail dans le courant de l'année 2017. A partir de l'entrée en vigueur de l'ORaP révisée, les services de mesure seront reconnus pour une compétence de mesure et devront s'en tenir aux protocoles correspondants, qui seront intégrés à leur décision d'agrément. Dans la même optique d'améliorer la qualité des mesures de radon, l'OFSP organise chaque deux ans des mesures d'intercomparaison en collaboration avec l'Institut Paul Scherrer.

Le développement d'une méthode rapide d'estimation du risque radon dans une habitation, permettant de s'affranchir d'une mesure de longue durée, a été confié par mandat à l'entreprise ECONS, spécialisée dans l'ingénierie environnementale. Au Tessin, les mesures d'essai ont été achevées en 2015. En 2016, quatre autres mesures de courte durée ont été réalisées en Suisse alémanique (dans le Jura et au nord-ouest du Plateau). D'autres tests individuels seront probablement effectués sur ledit Plateau. En Suisse romande, la majeure partie des mesures sera effectuée en 2017. Ainsi le projet d'élaboration d'un protocole pour les mesures de courte durée devrait pouvoir être terminé l'année prochaine.

L'analyse des paramètres d'exposition, tels que le facteur d'équilibre du radon avec ses produits de filiation et la caractérisation des aérosols, n'a pas encore été entreprise pour le moment.

Surveillance de l'environnement

Les principaux résultats de la surveillance de l'environnement menée par l'OFSP en 2016 sont présentés dans ce chapitre. A part pour quelques sangliers confisqués au Tessin, aucun dépassement des limites légales n'a été constaté. Dans le cadre du projet URAnet, le réseau automatique de surveillance de l'air est actuellement rénové après avoir été étendu à la surveillance de l'eau en 2015. En 2016, l'OFSP a mis en service huit nouvelles stations de mesures dans l'air. Par ailleurs, l'OFSP a démarré son programme de surveillance dans les anciennes décharges potentiellement contaminées au radium 226 issu de l'industrie horlogère, comme cela est prévu dans le plan d'action radium.

Nouveau réseau automatique de mesure URAnet

Le Conseil fédéral a décidé en mai 2013 que l'ancien réseau automatique de surveillance de l'air (RADAIR) exploité par l'OFSP devait être rénové et étendu à la surveillance en continu des eaux de rivière. Le volet aquatique du réseau (URAnet aqua), qui comporte cinq sondes de mesure installées dans l'Aar et le Rhin, est opérationnel depuis 2015. Le remplacement des anciens moniteurs RADAIR par les nouvelles sondes de mesure du réseau URAnet dédiées à la surveillance de l'air (URAnet aero) a quant à lui démarré en 2016, avec la mise en service de huit nouvelles stations (Liebefeld, Bözberg, Neuenhof, Fribourg, Bâle, CERN, PSI et Bellinzona). L'amélioration de la surveillance est substantielle puisque les nouveaux moniteurs permettent l'identification des radionucléides (émetteurs gamma) présents dans les aérosols et leur quantification individuelle, alors que les moniteurs RADAIR mesuraient uniquement les activités α et β totales. Les limites de détection mesurées pour le césium 137 se situent entre 1 et 2,5 mBq/m³ pour une mesure de 12 heures. Les sept sondes restantes qui composeront le réseau URAnet aero seront livrées en 2017. Le nouveau réseau devrait ainsi être pleinement opérationnel au début 2018.

Principaux résultats de la surveillance 2016

Les résultats des mesures effectuées en 2016 dans les différents compartiments environnementaux montrent que la radioactivité naturelle est largement prépondérante en Suisse, avec des variations régionales, principalement liées

aux caractéristiques géologiques. Les concentrations en césium 137 liées aux retombées des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident de Tchernobyl diminuent régulièrement depuis 1986, des valeurs plus élevées sont toujours régulièrement mesurées dans certaines denrées alimentaires, comme les champignons sauvages (indigènes ou importés), le miel ou les myrtilles. Des dépassements de la valeur limite pour les denrées alimentaires, fixée à 1250 Bq/kg dans l'ordonnance sur les substances étrangères et les composants (OSEC), ont à nouveau été enregistrés en 2016 dans de la viande de sangliers en provenance du Tessin. Hormis cet exemple, aucun autre dépassement des valeurs de tolérance ou des valeurs limites n'a été constaté dans les denrées alimentaires prélevées en Suisse en 2016.

Dans le cadre de la surveillance des centrales nucléaires et des centres de recherche (PSI, CERN), les mesures effectuées en 2016 ont mis en évidence des traces de rejets atmosphériques. Il s'agissait notamment de valeurs accrues de carbone 14 dans les feuillages au voisinage des centrales nucléaires ou d'isotopes de courtes périodes (sodium 24, iode 131) produits dans les accélérateurs des centres de recherche. Des traces de rejets liquides ont sporadiquement été détectées dans les sédiments de rivières, notamment des isotopes de cobalt en aval de la centrale nucléaire de Mühleberg. Des valeurs de tritium légèrement accrues (activité maximale de 11 Bq/l) ont été mesurées dans l'Aar lors de la révision de la centrale nucléaire de Gösgen. Dans le Rhin, à Weil am Rhein,

les concentrations mensuelles de tritium n'ont pas dépassé 3-4 Bq/l. Les rejets à l'origine de la présence de ces radionucléides artificiels dans l'environnement sont toutefois restés nettement inférieurs aux valeurs autorisées.

La surveillance au voisinage des entreprises utilisatrices de tritium a révélé un marquage significatif de l'environnement (précipitations, denrées alimentaires), à proximité immédiate de ces entreprises, en particulier à Niederwangen. En effet, les concentrations enregistrées dans des précipitations prélevées au mois d'août au voisinage de l'entreprise mb Microtec ont atteint 1990 Bq/l ce qui représente environ 17 % de la limite d'immission pour le tritium dans les eaux accessibles au public. Cette élévation, due à un rejet de tritium plus important vers l'atmosphère par l'entreprise, concorde avec les mesures réalisées dans des denrées alimentaires prélevées par le canton de Berne au voisinage de l'entreprise à la fin du même mois, atteignant 212 Bq/l dans une salade. La valeur de tolérance pour le tritium dans les denrées alimentaires, fixée à 1000 Bq/kg dans l'OSEC, n'a toutefois pas été dépassée. Ces denrées ne représentent donc pas de risque pour la santé du consommateur.

Mesures réalisées dans le cadre du plan d'action radium

Conformément au Plan d'action radium 2015-2019, une surveillance de la radioactivité dans

les décharges pouvant potentiellement contenir des déchets contaminés au radium 226 doit être mise en œuvre afin de garantir la protection des travailleurs et de l'environnement face à une éventuelle dispersion de la contamination. L'OFSP a décidé de surveiller en priorité les anciennes décharges nécessitant un assainissement en raison de la présence de polluants autres que le radium 226. 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.

Suite au marquage au radium 226 d'origine artificielle localement mis en évidence en 2015 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 et à des analyses du radium 226 dans des légumes prélevés sur place. Les résultats ont indiqué un risque très faible lié à la présence éventuelle de radium 226 en profondeur pour la santé des usagers des jardins familiaux.

Les résultats complets de la surveillance de l'environnement sont publiés chaque année dans le rapport « Radioactivité de l'environnement et doses de rayonnements en Suisse », ainsi que sur la plateforme internet « Radenviro » de l'OFSP (www.radenviro.ch).

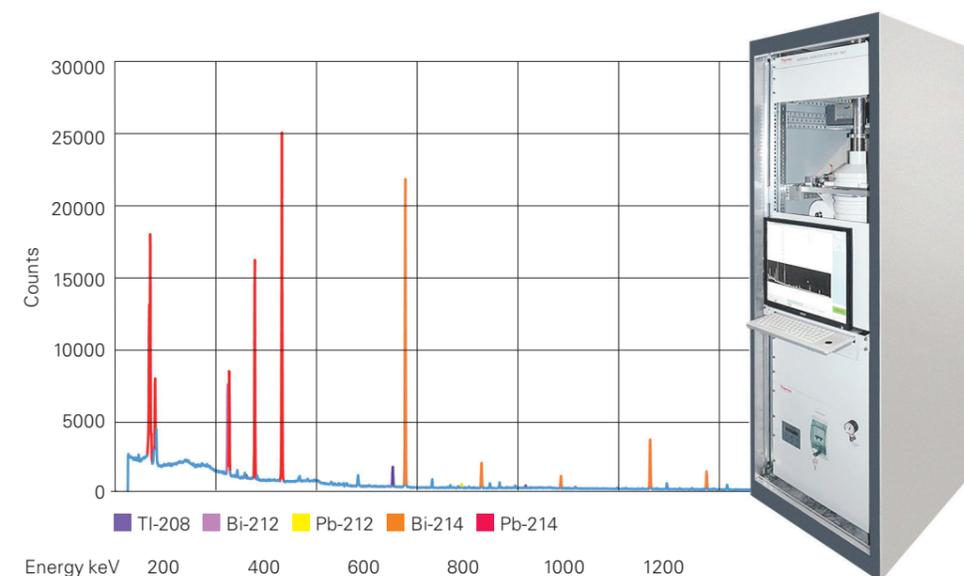


Figure 16 : Moniteur URAnet aero permettant de déterminer par spectrométrie gamma les concentrations des radionucléides liés aux aérosols et exemple de spectre mesuré.

Valeurs limites des niveaux sonores : un défi pour les organisateurs

Même si la musique nous procure du plaisir, nos oreilles sont souvent mises à trop forte contribution pendant les concerts. C'est pourquoi des valeurs limites de niveau sonore sont fixées dans l'ordonnance son et laser pour protéger l'ouïe. Ces valeurs limites constituent un défi pour les organisateurs vu leur mode de calcul. C'est ce qu'ont pu constater deux collaborateurs de la division Radioprotection lors d'une inspection nocturne effectuée en compagnie de la police cantonale bernoise.

Malgré la longue soirée qui nous attend, la liste est relativement courte : nous ne pourrions en effet contrôler que trois manifestations. Rolf Schlup, responsable du domaine spécialisé de l'acoustique, du bruit et de la technique laser de la police cantonale bernoise, le regrette : « Nous devons effectuer des mesures durant une heure pleine à chaque concert ou à chaque manifestation conformément à l'ordonnance son et laser. Mais souvent, nous constatons rapidement que l'organisateur n'est pas en mesure de respecter la valeur limite et qu'une procédure devra être

ouverte. Si l'exigence de la durée de la mesure n'existait pas, nous pourrions facilement étendre nos contrôles à d'autres manifestations durant une nuit. » Pendant ce temps, son collègue Patrick Schmid calibre l'appareil de mesure afin de pouvoir présenter, si nécessaire, des mesures légalement irréfutables : « Les faits sont importants en cas de procédures pénales. »

L'appareil de mesure est mis dans un petit sac que Patrick Schmid porte ensuite discrètement à l'épaule. Seul le micro de la grandeur d'un bouton fixé au niveau de son épaule permettrait de l'identifier comme agent d'exécution. On se met en route vers neuf heures. Les deux policiers se réjouissent, ils aiment les concerts. Ils recherchent avec les organisateurs, les « Giele », comme ils les appellent en dialecte bernois, le meilleur son ou plutôt « la qualité sonore avant le niveau sonore ». Ils ne se voient donc pas comme des empêcheurs de tourner en rond, mais comme des promoteurs qui veillent au respect de la loi.

Rolf Schlup et Patrick Schmid sont de vieux brisards dans leur métier. Ils font partie de l'équipe chargée de l'exécution de l'ordonnance son et laser dans le canton de Berne. L'OSLa, comme on l'appelle en abrégé dans la branche, fixe une limite acoustique maximale de 93, 96 ou 100 dB pour les manifestations. Ces décibels sont une mesure de l'énergie sonore pouvant altérer l'ouïe si elle est trop élevée. Une ouïe saine supporte 93 dB durant 10 heures par semaine, 96 dB durant 5 heures ou 100 dB durant 2 heures. Pour les manifestations dont le niveau so-

nore peut aller jusqu'à 93 dB, aucune exigence n'est donc posée aux organisateurs. Au-delà de cette limite, ils doivent informer le public sur les dangers des niveaux sonores élevés, distribuer des protections auditives et annoncer le dépassement de la valeur de 93 dB au canton. Lorsque les niveaux sonores sont très élevés sur une longue durée, ils doivent en outre mettre à disposition une zone de détente « calme ». Et bien entendu, ils doivent respecter les valeurs limites, tout en appréhendant le concept de la mesure logarithmique. En effet, un passage de 93 à 96 dB ne signifie pas « un peu » plus fort, mais un doublement de l'énergie sonore. À 100 dB, elle est même cinq fois plus élevée.

Patrick Schmid a parqué la voiture banalisée de la Kapo à une certaine distance d'un pub qui organise, sans annonce préalable au canton, des concerts d'un niveau sonore supérieur à 93 dB. Des plaintes ont toutefois été déposées au canton par les voisins qui ont été dérangés durant des nuits entières. Nous entrons dans le pub où un groupe de heavy metal joue de façon si assourdissante que nous nous munissons rapidement de nos protections auditives.

Nous nous mélangeons au public et remarquons rapidement que nous ne passons pas inaperçus. Le patron de l'établissement met toutefois un bon quart d'heure avant de se rendre compte de notre présence. Ses tentatives pour faire jouer l'ensemble plus doucement n'ont donné aucun résultat. Selon Rolf Schlup : « Lorsqu'un groupe joue déjà trop fort, il est généralement trop tard pour que l'organisateur puisse régler la question lorsque la police arrive. » C'est également difficile pour la police : « Lors d'un concert, on en reste généralement à la consigne de jouer plus doucement. Nous intervenons rarement lors de concerts live, la sécurité sur place étant plus importante que la protection de l'ouïe. » Le tenancier met tout en œuvre pour éviter une dénonciation, mais même la pause prolongée qu'il impose ne sert à rien. Après une heure de mesure, l'appareil de Patrick Schmid affiche en effet une valeur de 97,3 dB, bien au-dessus des 93 dB autorisés pour les manifestations non annoncées.

Le fait que les tentatives du tenancier n'aient plus rien apporté réside dans la notion énergétique sous-jacente à la valeur limite. Deux grandeurs y jouent en effet un rôle : la puissance sonore et le temps durant lequel les oreilles sont exposées. Par multiplication de l'une par l'autre, on obtient l'énergie sonore limitée par heure. Lorsque la puissance sonore est très élevée, la valeur limite est déjà largement dépassée après peu de temps. En ce qui concerne notre concert, cela a été le cas au bout d'un quart d'heure. En fait, les deux policiers auraient déjà pu entrer en discussion avec le tenancier à ce moment-là pour l'informer de la procédure qu'ils allaient ouvrir à son encontre. Pour des raisons légales, ils devaient cependant continuer de mesurer durant 45 minutes supplémentaires afin d'être, le cas échéant, inattaquables devant un tribunal. Cela représente un double défi pour le tenancier, confronté pour la première fois à une valeur limite dépendante du temps et basée sur une échelle logarithmique.

Les collaborateurs de l'OFSP ignorent ce que les deux policiers et le tenancier se sont dit ensuite. Outre l'amende, ils ont sans doute évoqué les améliorations acoustiques à apporter au local. En tout cas, ils se sont dit au revoir courtoisement, le tenancier tenant même la porte aux deux policiers.

L'ordonnance son et laser devrait à l'avenir être intégrée à la future loi fédérale sur la protection contre les dangers liés au rayonnement non ionisant et au son (LRNIS), notamment afin d'en améliorer l'exécution (cf. p. 76 du présent rapport). Les autorités d'exécution devraient en effet pouvoir arrêter les mesures au moment où les calculs montrent clairement que les valeurs limites sont dépassées.



Fig. 17 : Rolf Schlup équipé d'un micro fixé à l'épaule

Intervention en cas d'urgence radiologique

La Commission internationale de protection radiologique a établi des principes applicables aux situations d'urgence, mais leur mise en pratique n'est pas encore très aboutie. Des enseignements peuvent être tirés des expériences passées : il est par exemple important d'élaborer des concepts de radioprotection simples et solides et d'en discuter avec toutes les parties prenantes dès la phase de préparation. Le mot d'ordre : aller à l'essentiel et intégrer le facteur de l'incertitude dans les décisions.

Situations d'exposition d'urgence : une nouvelle valeur de référence pour la population

Dans le cadre de la révision de l'ordonnance sur la radioprotection (ORaP), un concept de gestion des situations d'exposition d'urgence conforme aux nouvelles prescriptions internationales sera mis en place dès 2018. Après Fukushima, le Conseil fédéral avait déjà décidé d'harmoniser les dispositions pour les cas d'urgence dans le cadre d'un groupe de travail interdépartemental chargé d'examiner les mesures de

protection applicables en cas d'urgence suite à des événements extrêmes (IDA NOMEX).

Selon l'article 34, al. 2, let. b de l'ORaP en vigueur jusqu'ici, la valeur limite d'exposition de 1 mSv par an pour la population peut être dépassée dans des circonstances extraordinaires. De plus, le Conseil fédéral définit les doses acceptables en vertu de l'article 20 de la loi sur la radioprotection (LRaP). Pour l'heure, aucune valeur d'exposition acceptable n'a toutefois été définie conformément à la LRaP. Les seules valeurs disponibles figurent dans le concept des mesures à prendre en fonction des doses (CMD, annexe 1 de l'ordonnance sur les interventions ABCN, RS 520.17). Selon ce concept, l'application des mesures de protection immédiates relève de la compétence de la Centrale nationale d'alarme. Il s'agit des mesures suivantes :

- évacuation, lorsque des valeurs de 100 mSv sont attendues dans les deux jours ;
- séjour dans les habitations, lorsque des valeurs de 10 mSv sont attendues dans les deux jours ;
- séjour dans les habitations, pour les enfants et les femmes enceintes, lorsque des valeurs de 1 mSv sont attendues dans les deux jours ;
- prise des comprimés d'iode, lorsque des valeurs de 50 mSv sont attendues dans les deux jours.

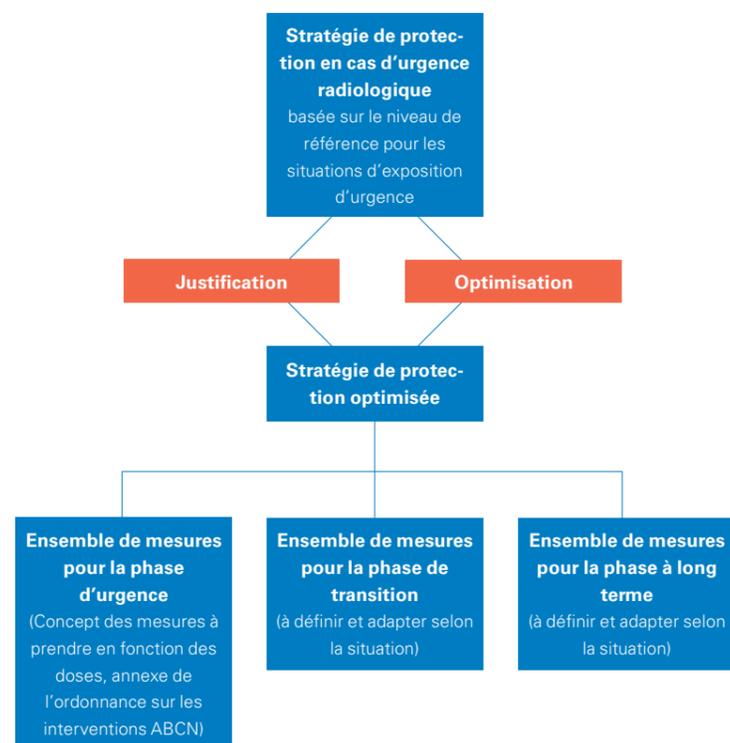


Figure 18: Concept de la nouvelle stratégie de protection en cas d'urgence radiologique

La nouvelle valeur de référence prévue pour les situations d'urgence permettra d'améliorer la protection de la population. Elle est fixée à 100 mSv au maximum durant la première année. Si les circonstances le permettent et qu'il est possible d'appliquer une valeur plus basse en prenant des mesures raisonnables, l'État-major fédéral ABCN peut formuler une demande auprès du Conseil fédéral pour abaisser le niveau de référence et pour déployer une stratégie de protection adaptée. Une stratégie optimale prend en compte un certain nombre de facteurs comme la protection de la santé, la faisabilité, les coûts ou l'acceptation. Le dépassement des valeurs de référence n'est pas admissible et requiert impérativement la prise de mesures. En dessous de la valeur de référence, le principe d'optimisation s'applique.

L'ORaP révisée fixera ainsi les conditions-cadres afin de protéger la santé en cas d'urgence et règle les responsabilités pour la préparation des mesures à prendre en pareil cas. Les dispositions relatives aux mesures immédiates en cas d'urgence sont définies dans l'ordonnance sur les interventions ABCN et dans l'ordonnance sur la protection d'urgence. Ces deux textes font actuellement l'objet d'une révision.

Lorsque la situation radiologique le permet, l'État-major fédéral peut mettre un terme à son intervention et déposer auprès du Conseil fédéral une demande visant à passer d'une situation d'exposition d'urgence à une situation d'exposition existante. Cette procédure peut également être ordonnée par étapes. L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et l'Union européenne élaborent actuellement des documents de base sur cette problématique. Le passage à une situation d'exposition existante et à des valeurs de référence plus basses constitue une décision politique qui ne peut être prise que par le Conseil fédéral.

L'élaboration d'un concept pour gérer la phase suivant un accident avec exposition à des rayonnements constitue un défi majeur pour la division Radioprotection, si l'on entend protéger la population et impliquer tous les acteurs présents à moyen et à long terme dans une région touchée par un accident majeur.

Engagement international

En 2016, l'OFSP a œuvré à l'harmonisation internationale de sa stratégie de gestion des situations d'exposition d'urgence, notamment avec la France et l'Allemagne. La réflexion sur le choix de la valeur de référence pour l'exposition de la population dans l'année consécutive à un accident a montré qu'une valeur de 100 mSv est raisonnable en cas de survenue d'un accident nucléaire sévère en Suisse. Sur le plan européen, outre sa participation aux travaux de l'Association européenne des responsables des autorités compétentes en radioprotection (HERCA), l'OFSP a finalisé le panel franco-suisse du projet PREPARE concernant l'approche de la gestion des denrées alimentaires, en impliquant les consommateurs, les producteurs et les distributeurs. Il a également pris part à l'élaboration de l'agenda stratégique de recherche en tant que membre de la plateforme européenne NERIS (*European Platform on preparedness for nuclear and radiological emergency response and recovery*). Dans le cadre de son rôle de centre collaborateur de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), l'OFSP a participé aux travaux concernant le guide sur le blocage de la thyroïde par l'iodure de potassium dont la révision est en cours.

L'effort en 2017 portera sur la prise en charge des personnes irradiées. En effet, l'OFSP organisera la 15^{ème} rencontre du réseau REMPAN (*Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network*) à Genève en collaboration avec l'OMS.

Protection sanitaire contre le rayonnement non ionisant et le son

Le Conseil fédéral a mandaté le Département fédéral de l'intérieur (DFI) pour élaborer un projet de loi sur la protection contre le rayonnement non ionisant (RNI) et le son. Les débats parlementaires au Conseil des États et au Conseil national ont eu lieu en 2016. La future loi doit régler entre autres l'utilisation du RNI dans les solariums ou les applications cosmétiques ainsi que la manipulation de pointeurs laser, afin de protéger la population contre d'éventuelles atteintes à la santé.

En Suisse, la protection de la santé contre le rayonnement non ionisant (RNI) n'est pas réglementée de manière globale, contrairement à l'utilisation du rayonnement ionisant, régie par la législation suisse sur la radioprotection. Le rayonnement non ionisant et le son sont réglementés dans un grand nombre de dispositions fédérales. La nouvelle loi sur la protection contre les risques liés au rayonnement non ionisant et au son (LRNIS) doit donc compléter les réglementations en vigueur.

Les piliers de la nouvelle loi

A l'avenir, on doit pouvoir interdire non seulement l'importation ou la remise, mais également la possession de produits particulièrement dangereux. Sont notamment visés les pointeurs laser de forte puissance. La loi prévoit des mesures plus restreintes pour des produits pouvant certes déranger fortement les personnes, mais sans pour autant mettre leur santé en danger, ou alors que faiblement, lorsqu'ils sont utilisés dans les règles de l'art.

Cela concerne des produits comme les lampes flash pour l'épilation ou les appareils ultrasons pour des traitements cosmétiques. Le Conseil fédéral insiste en premier lieu sur une utilisation correcte de ces produits. Les traitements avec des produits entraînant de fortes expositions ne doivent être effectués que par des personnes pouvant attester de qualifications suffisantes.

En outre, le Conseil fédéral s'intéresse aux solariums : à l'avenir on contrôlera en effet si les responsables de solariums informent suffisam-

ment les utilisateurs sur les dangers correspondants et s'ils respectent les consignes de sécurité du fabricant. Dans l'ordonnance d'exécution, le Conseil fédéral entend concrétiser les exigences posées aux exploitants de solariums et ainsi renforcer la protection des jeunes.

Débats au Parlement

En 2016, des débats parlementaires sur la LRNIS ont eu lieu au Conseil des États et au Conseil national. Le Conseil des États a approuvé le projet à l'unanimité sans discussion ni modification. La Commission du Conseil des États souhaite toutefois suivre la formulation des exigences fixées, c'est pourquoi elle a demandé à être consultée s'agissant du droit d'exécution.

La LRNIS a été discutée au niveau de la Commission de la sécurité sociale et de la santé publique du Conseil national le 4 novembre 2016. Elle a été approuvée par 14 voix contre 10 et 1 abstention. La commission était unanime sur le fait que le Conseil fédéral doive présenter un rapport au parlement sur l'efficacité et la nécessité de la loi au plus tard huit ans après sa mise en vigueur. Le 8 décembre 2016, le projet de loi a fait l'objet d'intenses discussions au sein du Conseil national et a été approuvé de justesse par 97 voix contre 93. L'accord était unanime sur les dispositions concernant les pointeurs laser. Par contre, les avis divergeaient concernant les autres mesures, les opposants considérant que les dispositions allaient trop loin et souhaitant mettre davantage l'accent sur la responsabilité individuelle.

Le Conseil des États discutera encore une fois des divergences en 2017. Lorsque les deux Chambres fédérales auront approuvé les dispositions finales, le droit d'exécution pourra être élaboré et soumis à une procédure de consultation.

Révision des informations spécialisées de l'OFSP sur les champs électromagnétiques

On entend par champs électromagnétiques (CEM) le domaine de fréquences le plus bas du spectre électromagnétique (0 à 300 GHz). Les CEM sont omniprésents dans notre environnement. Ils proviennent de sources naturelles et aussi, toujours plus fréquemment, de sources artificielles. Ils sont en effet indispensables lors de la transmission de signaux radio et apparaissent comme sous-produits dans l'alimentation des appareils électriques.

Depuis de nombreuses années, l'OFSP met à disposition sur son site internet des notices sur les thèmes suivants : ménage, médecine/bien-être, télécommunication, trafic, jouets et chauffages. Dans le domaine des télécommunications en particulier, la technologie s'est développée très rapidement ces dernières années, c'est pourquoi toutes les notices ont été actualisées.

Protection contre le champ électromagnétique des smartphones

97 % de la population suisse de plus de 16 ans utilisent un téléphone portable ou un smartphone et – contrairement à ce qui se faisait antérieurement – nettement plus pour accéder à des applications internet mobiles que pour téléphoner.

La voix et les données sont transmises par des ondes électromagnétiques de haute fréquence qui vont et viennent entre un téléphone portable et une station de base, cette dernière assurant la liaison avec le réseau de télécommunication correspondant. À cet égard, diverses technologies comme la téléphonie mobile classique,

Bluetooth ou WLAN sont utilisées. Le rayonnement électromagnétique de haute fréquence qu'elles émettent expose les utilisateurs à des rayonnements lorsqu'ils tiennent l'appareil directement à l'oreille ou dans la main. Les courants électriques des composants électroniques et de la batterie du téléphone portable génèrent des champs électromagnétiques de basse fréquence exposant également la tête ou la main.

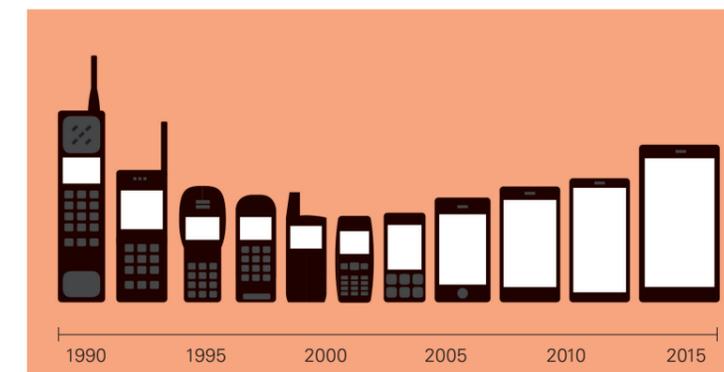


Fig. 19 : Evolution du téléphone portable vers le smartphone

Le rayonnement survient en particulier lorsque le téléphone portable émet des signaux, l'exposition au rayonnement restant faible lorsque l'appareil est inactif. Le rayonnement diminue rapidement si l'on s'éloigne de l'appareil. L'intensité des champs électromagnétiques est fonction de la technologie mise en œuvre. Avec un appareil UMTS (3G), l'exposition de la tête est nettement plus faible qu'avec un appareil GSM (2G). L'utilisation de dispositifs mains libres la réduit également sensiblement. Des incertitudes subsistent quant aux effets sur la santé d'une exposition prolongée au rayonnement à haute fréquence émis par les téléphones portables ; une exposition de courte durée ne présente quant à elle aucun risque. De telles incertitudes concernent également les effets sur la santé d'une exposition prolongée au rayonnement à basse fréquence généré par les composants électroniques et la batterie des appareils, une exposition de courte durée ne présentant pas de risque.

Exposition de la population aux rayonnements ionisants en 2016

La plus grande partie de l'exposition de la population aux rayonnements est due au radon dans les habitations et sur les lieux de travail, ainsi qu'aux examens médicaux. L'exposition à ces sources varie largement d'un individu à l'autre. Concernant les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession, un dépassement de limite de dose a été observé en 2016.

Doses de rayonnement reçues par la population

L'exposition de la population est déterminée à partir des doses de rayonnement provenant de sources naturelles et artificielles. Elle provient principalement du radon dans les habitations, du diagnostic médical et de la radioactivité naturelle (figure 20). La valeur limite de dose due à des expositions artificielles (applications médicales exceptées) est fixée à 1 mSv par an pour la population. L'exposition aux rayonnements dans le cadre professionnel est réglementée par des dispositions spécifiques, en particulier pour les jeunes et les femmes enceintes.

Doses de rayonnement dues au radon

Le radon 222 et ses descendants radioactifs, présents dans les locaux d'habitation et de tra-

vail, constituent la majeure partie de la dose de rayonnement reçue par la population. Ces radionucléides pénètrent dans le corps par l'air respiré. La CIPR estime que le risque de cancer du poumon dû au radon est environ deux fois plus élevé que lors de son évaluation précédente (CIPR 115, 2010). En conséquence, la dose moyenne de radon à laquelle la population suisse est exposée doit être corrigée vers le haut. Elle s'élève maintenant à 3,2 au lieu de 1,6 mSv par an, valeur qui avait été calculée sur la base des anciens facteurs de dose figurant dans la publication 65 de la CIPR. Toutefois, la dose de rayonnement due au radon n'est pas la même partout. La valeur moyenne est calculée à partir de la concentration moyenne de radon, à savoir 75 becquerels par mètre cube (Bq/m³).

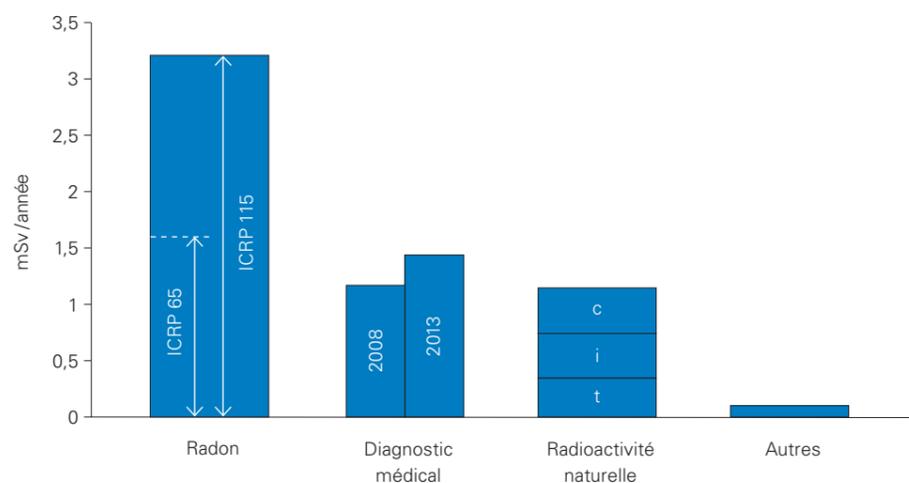


Fig. 20 : Doses moyennes de rayonnement reçues par la population suisse [en mSv/an par personne]. La dose inhérente au radon est, selon la nouvelle évaluation de la CIPR (115, 2010), sensiblement revue à la hausse par rapport à l'estimation de la CIPR 65. La dose induite par le radiodiagnostic médical a légèrement augmenté depuis l'enquête de 2008 (enquête intermédiaire de 2013). La dose provenant de la radioactivité naturelle résulte du rayonnement terrestre (t), de l'incorporation (i) et du rayonnement cosmique (c). La rubrique « autres » englobe les centrales nucléaires, les instituts de recherche ainsi que les radio-isotopes artificiels présents dans l'environnement.

Doses de rayonnement dues au diagnostic médical

La dose moyenne reçue par la population par le biais d'applications médicales (diagnostic radiologique) est de 1,2 mSv par an et par personne selon l'évaluation de l'enquête de 2008 et de 1,4 mSv par an et par personne selon l'évaluation de l'enquête intermédiaire de 2013. Plus des deux tiers de la dose collective annuelle en radiodiagnostic sont dus aux examens de tomodensitométrie. Comme dans le cas du radon, l'exposition par le diagnostic médical est très inégalement répartie entre les personnes. Environ deux tiers de la population ne reçoit pratiquement aucune dose associée au radiodiagnostic, alors que la dose excède 10 mSv pour un faible pourcentage de la population.

Rayonnement terrestre et cosmique

Le rayonnement terrestre, c'est-à-dire le rayonnement provenant du sol et des roches, induit une dose moyenne de 0,35 mSv par an et dépend de la composition du sol. La dose associée au rayonnement cosmique s'élève en moyenne à 0,4 mSv par an. Ce rayonnement augmente avec l'altitude, car la couche d'air qui l'atténue diminue. Il est environ 100 fois plus élevé à 10'000 mètres d'altitude qu'à 500 mètres. Ainsi, un vol transatlantique (aller-retour) représente une dose d'environ 0,06 mSv. Pour le personnel navigant, la dose peut atteindre quelques mSv par an.

Aliments et tabac

Des radionucléides naturels sont également assimilés dans le corps humain via l'alimentation et produisent une dose moyenne d'environ 0,35 mSv par an, la part la plus importante provenant du potassium 40 fixé dans les tissus musculaires (environ 0,2 mSv par an). En plus du potassium 40, les aliments contiennent des radionucléides issus des séries naturelles de l'uranium et du thorium. On y trouve aussi des radionucléides artificiels, principalement du césium 137 et du strontium 90 provenant des retombées des essais nucléaires des années 1960 ainsi que de l'accident de Tchernobyl, survenu en avril 1986. Les mesures au corps entier régulièrement réalisées sur des collégiens ont montré que les doses liées à l'incorporation de césium 137 étaient inférieures à un millième de mSv par an. Chez les fumeurs, l'inhalation de radionucléides naturels qui sont contenus dans le tabac conduit à une dose supplémentaire. D'après les études récentes, fumer un paquet

de cigarettes (20) par jour occasionne une dose efficace moyenne s'élevant à 0.2 - 0.3 mSv par an.

Autres sources de rayonnement (artificielles)

Aux doses de rayonnement mentionnées précédemment vient s'ajouter une faible contribution, 0,1 mSv par an, qui comprend l'irradiation due aux centrales nucléaires, aux industries, à la recherche et à la médecine, aux biens de consommation et aux objets usuels ainsi qu'aux radio-isotopes artificiels présents dans l'environnement. Notons que les doses occasionnées par les retombées de l'accident de Tchernobyl et par les essais nucléaires atmosphériques des années 1960, ne représentent plus aujourd'hui que quelques centièmes de mSv par an. Les doses provenant de la dispersion des substances radioactives après l'accident du réacteur nucléaire de Fukushima sont négligeables en Suisse. Les doses reçues par les personnes habitant à proximité immédiate des centrales nucléaires suisses, du PSI ou du CERN, et qui sont attribuables aux substances radioactives émises par ces installations dans l'air et dans les eaux usées, atteignent au maximum un centième de mSv par an.

Exposition aux rayonnements dans le cadre professionnel

En Suisse, environ 95'000 personnes ont été exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession en 2016. Ce nombre est en constante augmentation (+30 % depuis 2004) ; environ 75 % de ces personnes travaillent dans le domaine médical. Dans les secteurs de la médecine et de la recherche, l'OFSP effectue une analyse en cas de dépassement de 2 mSv pour la dose mensuelle au corps entier ainsi que pour les doses aux extrémités dépassant 10 mSv. C'est dans les domaines de la médecine nucléaire et de la radiologie interventionnelle que les doses élevées ont été les plus nombreuses. Un dépassement de la limite de dose annuelle a été constaté en 2016, une dose au corps entier de 24 mSv ayant été mesurée chez un médecin de médecine nucléaire. Malgré des études approfondies menées par l'OFSP et par l'hôpital en question, il n'a pas été possible d'en déterminer la cause.

Une statistique détaillée figure dans le rapport annuel « Dosimétrie des personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession en Suisse », qui sera publié sur www.bag.admin.ch/dosimetrie-rapports en été 2017.

Collaboration internationale

La radioprotection suisse doit correspondre aux standards internationaux et être harmonisée, surtout dans les domaines fortement concernés par des échanges avec les pays voisins. Une étroite collaboration avec les organismes internationaux est donc très importante.

Nos principaux partenaires et affiliations sont les suivants :

Organisation mondiale de la santé (OMS)

Depuis 2014, la Division radioprotection est centre collaborateur de l'OMS pour la protection contre les rayonnements et pour la santé publique. A ce titre, elle est impliquée dans la protection sanitaire en cas de situation d'exposition d'urgence, de situation d'exposition existante (notamment concernant le radon), de situation d'exposition planifiée dans le domaine médical et en cas d'exposition aux rayonnements non ionisants. Dans ce cadre, l'OFSP est également appelé à faire partie du pool d'experts techniques externes pour le suivi et l'évaluation du Règlement sanitaire international (RSI).

Comité scientifique des Nations Unies (UNSCEAR)

L'UNSCEAR est une commission des Nations Unies, mise sur pied en 1955. Elle a pour mission d'évaluer les doses délivrées et les effets des radiations ionisantes au niveau mondial visant à fournir une base scientifique pour la radioprotection. Elle présente des rapports périodiques à l'Assemblée générale de l'ONU. En 2016, le chef de la division Radioprotection a participé aux travaux du Comité au sein de la délégation allemande.

Commission internationale de protection radiologique (CIPR)

La CIPR a le mandat de développer, de maintenir et d'élaborer un système international de protection radiologique. Elle émet des recommandations sur tous les aspects de cette protection. Dans ce cadre, l'OFSP a déjà œuvré en 2015 à la publication 126 de la CIPR sur la protection radiologique contre l'exposition au radon. Par ailleurs, le professeur François Bochud, président de la Commission fédérale de radioprotection (CPR), est membre du comité 4 qui exerce une fonction consultative sur l'application des recommandations de la CIPR. En 2017, l'OFSP participera au 4ème Symposium sur le système de protection radiologique qui se tiendra à Paris du 9 au 11 octobre.

Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA)

L'AIEA, agence de l'ONU, est en charge d'établir les normes de sécurité de base sur la protection contre les radiations. Elle s'appuie à cet effet sur les recommandations et les orientations de la CIPR. Ces normes servent de base à l'établissement des législations de radioprotection transnationales (par exemple l'Union européenne) ou nationales. Dans ce contexte, l'OFSP suit en particulier les activités du Comité des normes de sûreté radiologique (RASSC). Par ailleurs, l'expertise de l'OFSP a été notamment sollicitée en 2016 lors de missions IAEA en Lituanie et en Iran concernant la problématique du radon.

Agence pour l'énergie nucléaire (AEN)

L'AEN est une agence de l'organisation de coopération et de développement économique (OECD) qui soutient les états membres pour les questions techniques et juridiques en rapport avec le développement et l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. L'OFSP participe ponctuellement aux travaux du comité s'occupant des questions de radioprotection et de santé publique.

Association internationale de radioprotection (IRPA)

Le rôle premier de l'IRPA est de permettre une meilleure communication entre les acteurs de la radioprotection, et de promouvoir par cela une culture de radioprotection, la mise en œuvre de bonnes pratiques ainsi que le maintien de la compétence professionnelle. L'OFSP participe à ces travaux par le biais des groupes de travail du *Fachverband für Strahlenschutz*. Un workshop organisé au CERN en 2016 a concerné les thèmes de l'expert en radioprotection, de la gestion du radon et des NORM, ainsi que des seuils de libération. En 2017, un workshop se tiendra au Mont Terri sur la question de la gestion des déchets.

Groupe d'experts de « l'article 31 du traité Euratom »

Depuis novembre 2014, l'OFSP participe en qualité d'observateur aux réunions et aux discussions du groupe d'experts de « l'article 31 du traité Euratom ». Ce groupe est chargé d'examiner les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers des radiations ionisantes élaborées par la Commission Européenne.

Association des autorités européennes de radioprotection (HERCA)

Les états européens sont pratiquement tous représentés dans HERCA, avec comme objectif d'harmoniser la radioprotection en Europe, par exemple par des prises de position communes sur des thèmes de radioprotection. HERCA est, pour les autorités de radioprotection européennes, la plate-forme la plus importante pour échanger des expériences et pour améliorer la pratique en matière de radioprotection dans les pays membres. Dans ce contexte, l'OFSP a notamment organisé et accueilli en 2016 un workshop pour le groupe de travail Medical and Veterinary Applications.

Le programme européen de recherche en radioprotection (CONCERT)

L'OFSP représente les intérêts de la Suisse au sein des réseaux européens et internationaux de recherche en radioprotection afin de permettre l'accès des chercheurs suisses à ces programmes. Le programme CONCERT fonctionne dans le cadre de l'Horizon 2020 en tant que

structure-cadre pour les initiatives de recherche lancées conjointement par les plateformes de recherche en radioprotection MELODI, ALLIANCE, NERIS et EURADOS. CONCERT est une action de cofinancement qui vise à attirer et à mutualiser les efforts nationaux de recherche avec les projets européens afin de mieux utiliser les ressources publiques et de s'attaquer plus efficacement aux défis européens communs en matière de radioprotection. En 2016, la Division radioprotection a été désignée comme propriétaire et gérante du programme CONCERT pour en assumer la coordination sur le plan national.

Réseau européen ALARA

L'objectif de ce réseau est de maintenir l'exposition de la population à un niveau aussi faible que raisonnablement possible (« As Low As Reasonably Achievable ») par des stratégies d'optimisation (www.eu-alara.net). La division Radioprotection a organisé la 16ème manifestation « European ALARA Network Workshop », portant sur le thème « ALARA in industrial radiography – How can it be improved » du 14 au 16 mars 2016 à Berne.

Collaboration bilatérale avec l'Allemagne et la France

La collaboration de la Division avec le ministère fédéral de l'Environnement, de la protection de la Nature, de la construction et de sûreté nucléaire (BMUB) et l'Office de protection contre les radiations (BfS) a été très soutenue en 2016 notamment concernant l'implémentation de la nouvelle Directive européenne. L'échange a aussi été intensifié entre les commissions de radioprotection allemande (SSK) et suisse (CPR). Une des concrétisations a été l'organisation d'une séance commune sur la radioprotection en médecine qui a eu lieu à l'OFSP le 5 décembre 2016. Dès 2017, la participation de l'OFSP sera étendue au groupe de travail de la SSK concernant les coefficients de dose radon.

L'OFSP et l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) se rencontrent régulièrement afin de coordonner la surveillance de la radioactivité aux alentours du CERN. La collaboration avec l'ASN ainsi que l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) s'est notamment poursuivie dans le cadre des groupes de travail traitant de la radioprotection dans le domaine médical, environnemental et de l'urgence. L'OFSP a participé à la journée radon organisée par la Société française de radioprotection le 12 septembre 2016. Cette collaboration est appelée à s'intensifier dans le cadre du projet transfrontalier INTERREG V « JURADBAT » qui s'échelonne entre 2016 et 2019.

En outre, l'OFSP participe, avec les autres autorités suisses de radioprotection, l'IFSN et la Suva, aux échanges d'expériences concernant l'exploitation, la sécurité, la surveillance et les effets sur l'environnement des installations nucléaires. Ces échanges ont lieu régulièrement dans le cadre de la *Deutsch-Schweizerischen Kommission für die Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen* ou de la Commission mixte franco-suisse de sûreté nucléaire et de radioprotection.

Documentation complémentaire

Bases légales

En Suisse, la législation sur la radioprotection vise à protéger l'être humain et l'environnement contre les rayonnements ionisants. Elle s'applique à toute activité ou installation ainsi que tout événement ou situation pouvant présenter un danger lié à des rayonnements ionisants. Elle règle la manipulation de substances radioactives ainsi que d'appareils, d'installations et d'objets contenant des substances radioactives ou pouvant émettre des rayonnements ionisants. Elle concerne en outre les événements susceptibles de provoquer une augmentation de la radioactivité dans l'environnement.

Le présent rapport annuel répond à l'obligation d'informer exigée par la législation suisse sur la radioprotection sur les thèmes suivants : dosimétrie individuelle (art. 55 ORaP), radioactivité de l'environnement (art. 106 ORaP) et problématique du radon (art. 118 ORaP).

Révision des ordonnances relatives à la radioprotection

Les ordonnances sur la radioprotection sont en cours de révision. Le DFI a ouvert la procédure d'audition le 14 octobre 2015 ; elle a pris fin le 15 février 2016. L'entrée en vigueur est prévue pour le 1er janvier 2018. De plus amples informations à ce sujet figurent sous le lien suivant : www.legislationradioprotection.ch.

Documents d'information

Pour de plus amples informations sur la division Radioprotection, il est possible de consulter le site internet de l'OFSP, mis à jour et modernisé, à l'adresse : www.bag.admin.ch, Thème : Santé humaine ; rayonnement, radioactivité & son.

Rayonnement ionisant : Directives et notices de l'OFSP, ainsi que formulaires et brochures sur les installations radiologiques, les substances radioactives, les déchets radioactifs, les personnes exposées au rayonnement dans le cadre professionnel et le radon.

Rayonnement non ionisant et son : Brochures et fiches d'informations sur la protection solaire, les solariums, le laser, les champs électromagnétiques et le son dans le domaine des loisirs.

Perfectionnement : DVD sur la radioprotection en médecine nucléaire, autour de la TDM, dans les cabinets dentaires, lors des examens radiologiques interventionnels et lors de l'utilisation d'installations à rayons X en salle d'opération.

Newsletter Protection des consommateurs

Recevez gratuitement notre newsletter « Protection des consommateurs » contenant les informations les plus récentes issues des divisions Radioprotection et Produits chimiques : www.bag.admin.ch.

Radioprotection : tâches et organisation

Les rayonnements sont omniprésents. Utiles en médecine, dans l'industrie et la recherche, ils présentent aussi certains risques pour l'être humain et l'environnement. Que ce soit dans le monde du travail, dans la nature ou dans la sphère privée, une forte exposition à des radiations, à des déchets radioactifs ou au radon n'est pas sans danger. La division Radioprotection s'emploie donc à protéger la population des effets nocifs des rayonnements.

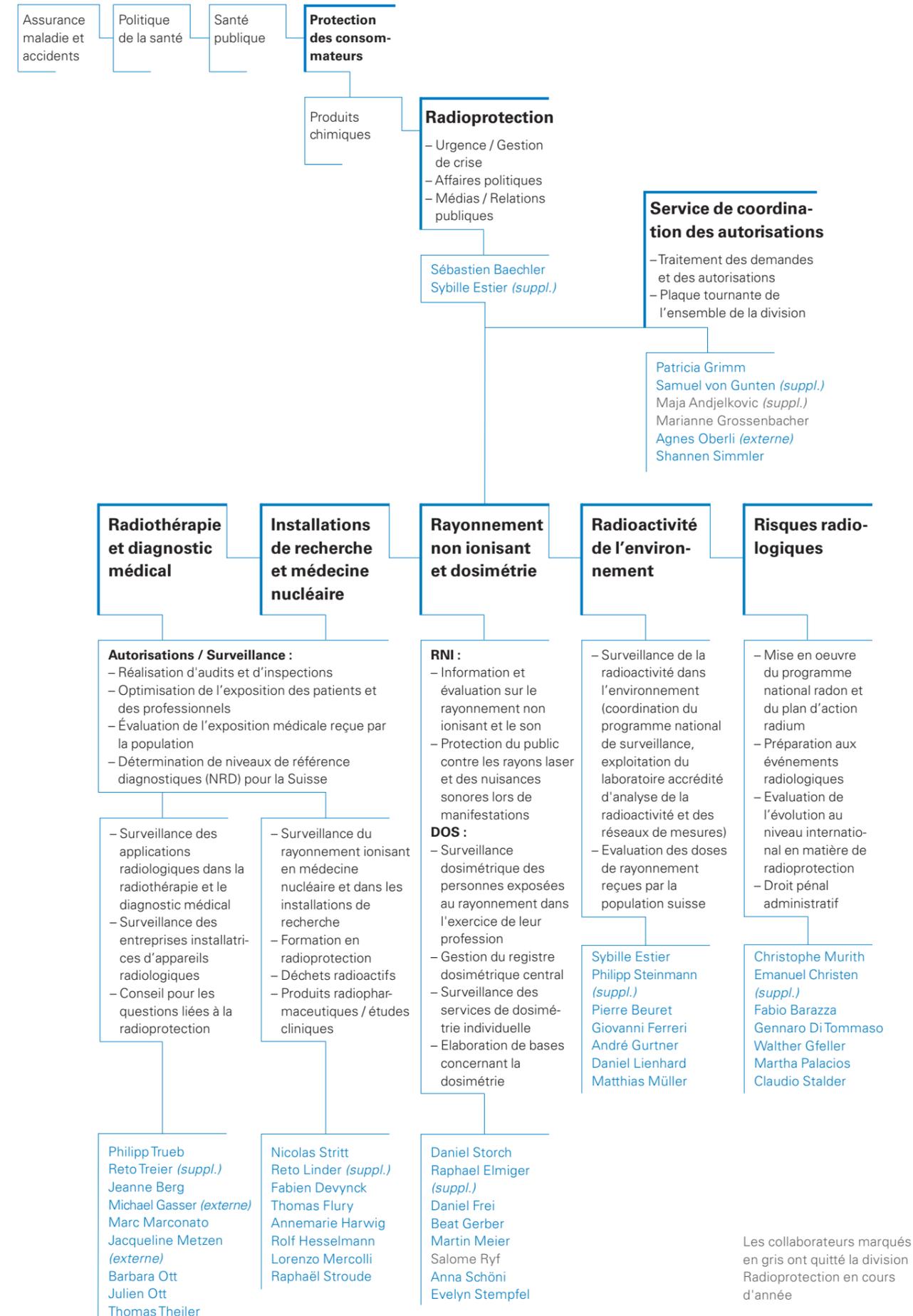
Plus de 40 collaborateurs, issus de nombreux domaines professionnels, tels que la physique, la géologie et l'ingénierie, s'engagent pour que les doses de rayonnements auxquelles la population suisse est exposée soient maintenues à un niveau aussi bas que possible. La première priorité est donnée aux mesures visant à empêcher les accidents et à réduire les doses élevées subies par la population, les patients ainsi que les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession.

Pour atteindre ces objectifs, nous disposons de moyens diversifiés. En ce qui concerne les rayonnements ionisants, la loi sur la radioprotection et ses diverses ordonnances d'application sont primordiales. Les dispositions légales visent à protéger l'être humain et l'environnement dans toutes les situations dans lesquelles des rayonnements ionisants ou une augmentation de la radioactivité présenteraient un danger. Notre division s'emploie à surveiller les quelques 22'000 autorisations concernant l'utilisation de rayonnements ionisants en médecine, dans l'industrie et dans la recherche. Pour ce qui est des rayonnements non ionisants (RNI) et du son, nous mettons l'accent sur l'information de la population. Une base légale est en préparation dans ce domaine.

La radioprotection ne fonctionne pas sans une collaboration avec différents services et partenaires en Suisse et à l'étranger. Cela nous permet de réévaluer en continu les risques induits par les rayonnements sur la santé en fonction des derniers développements de la science et de la technique.

Nos tâches sont les suivantes (cf. organigramme page suivante) :

- Octroi d'autorisations et surveillance en radiothérapie, en médecine nucléaire et en radiodiagnostic médical ; la protection des patients ainsi que celle du personnel médical est au cœur de notre action
- Octroi d'autorisations et surveillance des installations complexes de recherche telles que le CERN et le PSI
- Elaboration et adaptation des bases légales, actuellement révision de l'ordonnance sur la radioprotection et de la législation dans le domaine du RNI et du son
- Surveillance du personnel professionnellement exposé aux radiations ionisantes (environ 95'000 personnes)
- Octroi d'autorisations pour des études cliniques utilisant des produits radiopharmaceutiques
- Homologation et expertise de sources radioactives
- Surveillance de la radioactivité dans l'environnement
- Exploitation d'un laboratoire accrédité de mesure de la radioactivité et gestion de réseaux de mesure
- Evaluation des doses de rayonnements ionisants reçues par la population suisse
- Mise en œuvre des plans d'action pour le radon et le radium
- Reconnaissance des formations en radioprotection, des services de dosimétrie et des services de mesure du radon
- Information concernant le RNI pour éviter les expositions optiques, électromagnétiques ou acoustiques potentiellement dangereuses pour la santé humaine
- Entretien d'un dispositif de gestion de crise pour pouvoir intervenir sans retard en cas d'incidents radiologiques et de catastrophes.



Les collaborateurs marqués en gris ont quitté la division Radioprotection en cours d'année

Impressum

Konzeption, Redaktion und alle nicht
gezeichneten Texte: BAG
Alle nicht gezeichneten Fotos: BAG
Grafiken & Layout:
Christoph Grimm, Bern / Bruno Margreth, Zürich
Copyright: BAG, Mai 2017
Abdruck mit Quellenangabe erwünscht:
«Strahlenschutz BAG; Jahresbericht 2016»

Weitere Informationen und Bezugsquellen:
Bundesamt für Gesundheit BAG,
Direktionsbereich Verbraucherschutz
Abteilung Strahlenschutz
CH-3003 Bern
Tel. +41 (0)58 462 96 14
str@bag.admin.ch
www.bag.admin.ch, www.str-rad.ch

BBL, Verkauf Bundespublikationen, CH-3003 Bern
www.bundespublikationen.admin.ch
BBL-Bestellnummer: 311.326.d

ISBN: 978-3-906202-00-6

Impressum

Conception, rédaction et textes
non signés : OFSP
Photos sans légende/Photos
non signées : OFSP
Graphiques et mise en page :
Christoph Grimm, Berne / Bruno Margreth, Zurich
Copyright : OFSP, mai 2017
Indication de la source en cas de reproduction :
« Radioprotection OFSP ; rapport annuel 2016 »

Informations supplémentaires et diffusion :
Office fédéral de la santé publique (OFSP)
Unité de direction Protection des consommateurs
Division Radioprotection
CH-3003 Berne
Téléphone : +41 (0)58 462 96 14
str@bag.admin.ch
www.bag.admin.ch, www.str-rad.ch

OFCL, Vente des publications fédérales,
CH-3003 Berne
www.publicationsfederales.admin.ch
Numéro de commande OFCL : 311.326.f

ISBN : 978-3-906202-00-6