

Radioprotection  
et surveillance  
de la radioactivité  
en Suisse  
**Résultats 2015**

Strahlenschutz und  
Überwachung  
der Radioaktivität in  
der Schweiz  
**Ergebnisse 2015**



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

L'exposition des patients aux rayonnements ionisants continue d'augmenter en Suisse, tel est le résultat de l'enquête publiée en 2015. La dose effective moyenne par habitant due aux examens radiologiques est passée de 1.2 mSv à 1.4 mSv par an entre 2008 et 2013, principalement en raison de l'utilisation des scanners à rayons X. Bien que cette augmentation concoure à améliorer la qualité des diagnostics et des soins, elle doit être maîtrisée. L'OFSP entend ainsi mieux protéger les patients contre les expositions inutiles en introduisant des audits cliniques avec pour but de réduire le nombre d'examens radiologiques injustifiés. Ce projet est mené en collaboration avec différentes sociétés professionnelles médicales.

Jusqu'en 2015, il n'existe aucun dispositif automatique de mesure de la radioactivité dans les eaux de rivière en Suisse. Désormais, le réseau « URAnet aqua », exploité par l'OFSP, mesure en continu le niveau de radioactivité de l'Aar et du Rhin et permet de détecter toute augmentation anormale de la radioactivité dans l'eau, notamment en aval des centrales nucléaires suisses. Les résultats de ces mesures, de même que tous les résultats des mesures de la radioactivité dans l'environnement, peuvent être consultés sur la nouvelle plateforme [www.radenviro.ch](http://www.radenviro.ch).

L'exécution du plan d'action radium 2015–2019 approuvé en mai 2015 par le Conseil fédéral s'avère une tâche d'envergure sur la base des travaux effectués à ce jour. Quelques 90 bâtiments regroupant plus de 560 appartements ont déjà fait l'objet d'un diagnostic jusqu'à fin 2015.

De nombreuses autres activités ont occupé notre division en 2015. Dans ce rapport, nous vous présentons les événements marquants de l'année. Dans l'interview, nous avons donné la parole à Messieurs Philipp Trueb et Nicolas Stritt, tous deux responsables de section, qui nous décrivent les principaux enjeux de la surveillance dans les domaines de la médecine et de la recherche.

En octobre 2015, les textes révisés des ordonnances sur la radioprotection ont été soumis pour prise de position à l'ensemble des milieux concernés. Il s'agit d'une étape importante pour tous les acteurs de la radioprotection en Suisse, car une fois approuvée par le Conseil fédéral, la nouvelle ordonnance sur la radioprotection fixera le cadre réglementaire pour les 20 prochaines années. Cette révision doit permettre de maintenir un niveau élevé de radioprotection en Suisse qui soit reconnue sur le plan international.

Fin 2015, le Conseil fédéral a approuvé le projet de loi sur la protection contre les dangers liés au rayonnement non ionisant et au son et l'a transmis au Parlement. Cette loi permettra notamment d'interdire les pointeurs laser de forte puissance et de renforcer la sécurité dans les solariums. Reste à voir si la volonté politique ira dans ce sens.

Sébastien Baechler



Photo: Brigitte Batt & Clemens Huber

# Contenu

43	Editorial
45	Interview : Les grands défis de la surveillance
49	Radioprotection dans la médecine et dans la recherche
58	Intervention en cas d'urgence radiologique
59	Événements radiologiques
62	Reportage : Exploiter correctement les solariums pour faire la peau aux mélanomes
64	Surveillance de l'environnement
66	Rapport : Système d'alerte réactif en cas de contamination de l'eau potable
68	Plan d'action radium 2015–2019
70	Plan d'action radon 2012–2020
72	Protection sanitaire contre le rayonnement non ionisant et le son
74	Exposition de la population aux rayonnements ionisants en 2015
76	Collaboration internationale
77	Publications, informations complémentaires
78	Radioprotection : tâches et organisation
79	Organigramme
80	Impressum

## Les grands défis de la surveillance

Tous les produits, applications et installations impliquant l'utilisation de rayonnement ionisant, que ce soit en médecine ou dans la recherche, sont placés sous la surveillance de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP). Deux sections de la division Radioprotection se partagent cette surveillance qui fait face aujourd'hui à de grands défis du fait de l'évolution rapide des technologies médicales et de l'augmentation du volume des prestations en médecine. Dans cette interview, les deux chefs de section, Nicolas Stritt et Philipp Trueb, nous expliquent comment l'OFSP gère cette situation.

*Quelles sont les tâches principales de vos sections ?*

**Nicolas Stritt (NS) :** La section « Installations de recherche et médecine nucléaire » surveille la radioprotection dans les installations d'envergure du CERN et de l'Institut Paul Scherrer (PSI), dans les départements de médecine nucléaire des hôpitaux ainsi que dans les écoles et les universités. L'accent est mis sur l'utilisation de grands accélérateurs, de sources de rayonnements non scellées, de substances radioactives qui peuvent se répandre et provoquer des contaminations, ainsi que sur les déchets radioactifs.

**Philipp Trueb (PhT) :** La section « Radiothérapie et diagnostic médical » est spécialisée dans les technologies médicales n'utilisant pas de matériaux radioactifs, mais générant elles-mêmes des rayonnements ionisants, comme les installations radiologiques, par exemple.

**NS :** Il existe des systèmes hybrides comme les PET/CT et les SPECT/CT dans lesquels des substances radioactives sont injectées aux patients et des installations radiologiques sont utilisées simultanément. Dans de tels cas, nos deux sections fixent les priorités et nous effectuons les inspections conjointement.

*Le nombre de vos tâches n'a cessé de croître ces dernières années. Vos collaborateurs peuvent-ils encore visiter les entreprises sur l'ensemble du territoire ou doivent-ils admettre l'idée qu'il subsiste des lacunes ?*

**PhT :** Il est faux de penser que la surveillance ne s'opère que par le biais des inspections. Nous procédons également par voie administrative.

Nous vérifions par exemple que les entreprises prennent les mesures prescrites pour garantir la qualité. A cet effet, il n'est pas nécessaire d'effectuer une visite sur place.

**NS :** Par la surveillance administrative, nous pouvons atteindre toutes les entreprises. Les déclarations annuelles des entreprises nous permettent par exemple de connaître les quantités de radioactivité utilisées. Il est clair que nous devons fixer des priorités et que nous ne pouvons pas nous rendre chaque année dans toutes les entreprises.

**PhT :** Nos deux sections suivent en cela une approche graduée, c'est-à-dire que nous sommes physiquement présents surtout là où les risques sont élevés. En cas de risques mineurs, au contraire, la surveillance est simplifiée, mais on ne peut pas dire qu'il existe des domaines non surveillés.

*Quelles sont vos priorités actuelles ?*

**NS :** Nous mettons clairement l'accent sur les risques élevés. Cette année, nous nous sommes concentrés sur les entreprises fabriquant des produits radiopharmaceutiques à l'aide de cyclotrons. Nous avons aussi examiné les contrôles de qualité des produits radiopharmaceutiques pour la médecine nucléaire, domaine qui connaît un développement très rapide.

**PhT :** Durant cette année et l'année précédente, nous avons audité toutes les installations de mammographie de Suisse. Avec ces priorités, nous essayons d'obtenir un aperçu d'un domai-

ne donné, afin d'en tirer des conclusions que nous communiquons ensuite à toutes les entreprises.

*Comment les autres pays font-ils face à ces défis ? Existe-t-il des spécificités helvétiques ?*

**PhT:** De nombreux aspects de la radioprotection sont semblables à l'étranger et en Suisse, mais ils ne sont pas réglementés de la même manière. Dans certains pays, la surveillance est plus réduite qu'en Suisse, alors que dans d'autres, elle est bien plus importante. Le système d'autorisations s'appliquant aux entreprises dites « à rayons X » est certainement spécifique à la Suisse ; celles-ci sont en effet soumises à autorisation pour le commerce, l'installation et la maintenance d'installations radiologiques, alors que cela n'est pas le cas à l'étranger. Ce surcroît de travail nous est toutefois bénéfique, car les entreprises concernées couvrent une part importante de la radioprotec-



Fig. 1 : Dr. phil. nat. Nicolas Stritt

tion par leurs activités de maintenance et la réalisation des contrôles d'état exigés. Par cette mise en œuvre adéquate de l'approche graduée, nous pouvons nous concentrer sur les risques élevés.

**NS:** Contrairement à ce qui se passe à l'étranger, nous exerçons également un rôle consultatif. Cette présence sur le terrain nous permet d'acquérir une vue d'ensemble et de mettre des « bonnes pratiques » à disposition de toutes les entreprises.

*Le quotidien des inspecteurs de la radioprotection a-t-il changé ces dernières années ?*

**NS:** Auparavant, nous effectuions beaucoup plus d'inspections techniques des appareils. Aujourd'hui, de telles pratiques ne sont plus au centre de nos préoccupations. Nous nous intéressons surtout aux processus liés aux appareils et aux installations, notamment la manière dont le personnel les utilise, ainsi que les réglages effectués pour les examens.

**PhT:** La technologie moderne a induit de nombreux changements ; ainsi les installations récentes disposent d'une surveillance interne à l'appareil. À l'heure actuelle, nous vérifions si les processus internes aux entreprises sont bien organisés et comment la qualité est garantie. Toute installation peut être utilisée correctement à condition de savoir comment. De nos jours, le déroulement d'un examen médical, l'utilisation des appareils nécessaires à cet effet et la formation du personnel sont nettement plus complexes. C'est la raison pour laquelle les auditeurs travaillant à l'OFSP sont aujourd'hui principalement des universitaires en mesure d'appréhender de telles situations.

---

Après ses études de physique, **Nicolas Stritt** a effectué un doctorat en physique expérimentale à l'Université de Fribourg en collaboration avec l'institut Laue Langevin à Grenoble en France. Il est en possession d'un diplôme de physicien médical de l'EPFZ. Engagé à l'OFSP en 2000, il dirige depuis 2004 la section « Installations de recherche et médecine nucléaire ».

**Philippe R. Trueb** a étudié la physique à l'Université de Bâle où il a également passé son doctorat en physique nucléaire expérimentale. En outre, il a suivi une formation postgraduée en physique médicale à l'EPFZ. En 1999, il entre à l'OFSP comme collaborateur scientifique. Il y dirige la section « Radiothérapie et diagnostic médical » depuis 2007.

*La recherche liée à la radioprotection ne cesse de fournir de nouveaux résultats et les technologies médicales évoluent également très rapidement. Ces nouveautés sont-elles prises en compte dans cette surveillance ?*

**PhT:** Il nous est impossible de mettre sur pied une gestion des connaissances couvrant toutes les nouveautés. Nous sommes donc inévitablement en retard sur l'évolution. Nous suivons toutefois les tendances, notamment en mandatant des partenaires et des hôpitaux universitaires pour analyser les nouveaux développements. Les connaissances ainsi acquises conduisent à de nouvelles directives de l'OFSP sur la mise en service ou l'exploitation de nouveaux appareils.

*Ce retard n'entrave-t-il pas l'innovation en matière de diagnostic ou de médecine nucléaire ?*

**PhT:** On peut le voir ainsi. Néanmoins, grâce à notre travail, les nouvelles technologies sont conçues à faible rayonnement dès le départ, ce qui a pour effet de diminuer la dose aux patients. Cela est à mettre au crédit de la prise de conscience accrue des fabricants et des utilisateurs, à laquelle nous contribuons également. Ils ont intérêt à ce que leurs nouveaux appareils irradient le moins possible.

**NS:** Il en est de même en médecine nucléaire. De nos jours, on utilise des détecteurs nettement plus sensibles, permettant d'obtenir une qualité d'image donnée en utilisant moins de radioactivité. De toute manière, suivre l'innovation constitue un défi constant pour nos collaborateurs, qui ne cessent de se former aux derniers développements.

**PhT:** Ces économies de doses de rayonnement sont toutefois « gommées » par l'augmentation du volume des prestations en médecine, au point que la dose collective reçue par la population a même tendance à croître. Cela s'explique par l'augmentation des indications médicales pour des examens et thérapies radiologiques. Pour les patients, les doses individuelles par examen ont toutefois baissé ces dernières années.

*Que fait-on précisément pour éviter l'accroissement des doses utilisées dans les diagnostics ?*

**NS:** Nous devons faire la distinction entre l'optimisation des doses de rayonnement et la justification médicale. Cette dernière ne concer-

ne pas nécessairement notre activité de surveillance, car la question est purement médicale. Nous encourageons cependant la discussion au sujet de la justification ; avec le projet des « audits cliniques », nous voulons créer un forum de spécialistes dans lequel ces questions peuvent être discutées. C'est ainsi que nous souhaitons maîtriser l'augmentation des prestations médicales afin d'éviter de procéder toujours davantage à des examens radiologiques.

*Quelles sont les principales avancées en matière de radioprotection à mettre au crédit du travail des autorités de surveillance ? Et que pourrait-on améliorer ?*

**PhT:** Nos programmes d'audits prioritaires rencontrent un franc succès. Ils vont dans le sens de nos objectifs et grâce à eux, nous savons comment fonctionnent certains domaines choisis de la radiologie. Nous pouvons transmettre ces connaissances à d'autres personnes ou institutions intéressées. L'introduction du concept de niveaux de référence diagnostiques a par ailleurs énormément fait avancer la prise de conscience des utilisateurs sur la question des doses.



Fig. 2 : Dr. Philipp R. Trueb

**NS:** La dose de rayonnement reçue par les patients et le personnel a pu être réduite grâce à nos audits et à la diffusion d'informations sur les bonnes pratiques en matière de radioprotection. L'échange d'expériences entre les entreprises à des fins de protection des patients et du personnel pourrait certes être amélioré, mais nous allons déjà dans ce sens en mettant nos rapports finaux d'audits à disposition de toutes les

entreprises. Nous présentons également ces résultats dans le cadre de séances de coordination et de congrès.

*Au-delà des tâches de surveillance, les collaborateurs de l'OFSP assument également des tâches de conseil auprès des détenteurs d'autorisation. Cela a certainement ses avantages, mais qu'en est-il des inconvénients ?*

**NS:** Il est important que nous soyons intégrés lors des phases de conseil et de construction afin de pouvoir orienter les nouveaux projets dans la bonne direction. Il s'agit là de rôles bien distincts de l'autorité : au départ, nous apportons des conseils et de nombreuses recommandations, puis nous délivrons une autorisation précisant toutes les exigences à la fin des travaux.

**PhT:** De fait, notre ouverture à l'égard des entreprises est marquée par la réciprocité. Nous connaissons donc aussi les problèmes et pouvons les résoudre ensemble.

*Les ordonnances relatives à la loi sur la radioprotection sont actuellement en révision. Quelles seront les principales modifications en ce qui concerne la surveillance ?*

**NS:** Nous accorderons à l'avenir plus d'importance à la sécurité des sources radioactives. Mais, dans l'ensemble, la surveillance sera peu touchée par la révision de l'ordonnance sur la radioprotection, car nous orientons déjà nos actions en fonction des risques avec les programmes d'audits prioritaires.

**PhT:** Il y aura certaines adaptations de la surveillance. Elles seront plutôt d'ordre technique et concerneront de nouvelles exigences permettant de combler les lacunes actuelles. Désormais, toute la chaîne allant de la production du faisceau à l'imagerie sera soumise à autorisation.

*Existe-t-il des domaines de la surveillance qui pourront à l'avenir être davantage couverts par des autodiagnostic des appareils émettant des rayonnements ou par des diagnostics à distance ?*

**PhT:** Aujourd'hui déjà, nous ne nous contenterons pas de lire des paramètres techniques sur les appareils, mais mettons l'accent sur les processus. Cette approche ne peut être concrétisée que par des échanges entre personnes, et donc des visites en entreprise. En conséquence, les audits sur site prendront plus

d'importance à l'avenir. Il n'est pas possible d'appréhender la culture de radioprotection d'une entreprise par la simple lecture d'un classeur relatif à la gestion de qualité.

**NS:** Il existe souvent des différences entre ce qui figure dans les documents et la réalité. Nous devons être sur place pour pouvoir constater comment les gens travaillent et comment la culture en matière de radioprotection est vécue.

*On dénombre dans l'ensemble peu d'accidents dus au rayonnement ionisant. Se pourrait-il que la radioprotection soit trop fortement régulée ? Pourrait-on transférer une partie de la responsabilité aux entreprises afin de dégager des ressources pour résoudre les problèmes majeurs ?*

**NS:** L'impression qu'il y a peu d'accidents n'est pas tout à fait correcte. De nombreux incidents ne sont pas déclarés, il existe une zone d'ombre à ce sujet. Nous le savons parce que notre culture de la transparence et de l'ouverture à l'égard des entreprises commence lentement à porter ses fruits. Ainsi, nous en apprenons davantage à propos des incidents et des événements. Il ne fait aucun doute que la surveillance entraîne une réduction du nombre de ces cas.

**PhT:** Il serait faux d'exiger des réductions dans un système de surveillance qui fonctionne et qui permet de prévenir les accidents ! Malgré cela, nous souhaitons déléguer davantage de compétences aux experts de la radioprotection des entreprises. Du fait de la complexité des applications, toujours plus de personnes compétentes sont nécessaires sur place. A l'interne, ces personnes prennent les mesures déterminantes pour la réduction des doses de rayonnement. Par rapport aux pays étrangers, nous confions une lourde responsabilité à ces personnes.

*Finalement, quelles seront les priorités ces prochaines années ?*

**PhT:** Notre section traitera en priorité la surveillance des blocs opératoires, domaine jusqu'ici peu couvert, malgré l'utilisation de nombreux appareils de radiographie mobile lors d'interventions chirurgicales ainsi que la présence de nombreux patients et d'un important dispositif en personnel.

**NS:** Quant à notre section, elle mettra l'accent sur des thérapies par radionucléides des cancers du foie et de la prostate, ainsi que sur la gestion des déchets radioactifs produits par la médecine, l'industrie et la recherche.

## Radioprotection dans la médecine et dans la recherche

Les patients ainsi que le personnel travaillant dans la médecine et dans la recherche doivent être protégés au mieux contre les dommages dus aux rayonnements ionisants ; c'est la mission principale de la radioprotection. Le gigantesque 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 entreprises. 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, dont la phase pilote a démarré en 2015, fait partie de la stratégie globale « Santé 2020 » adoptée par le Conseil fédéral.

### Radioprotection dans la médecine

#### Les examens CT conduisent à une augmentation de l'exposition aux rayonnements

Tous les dix ans, l'OFSP lance une enquête globale sur l'exposition de la population aux rayonnements provenant d'applications médicales, en collaboration avec l'Institut de radiophysique (IRA) à Lausanne. Il compare la pratique suisse avec celle d'autres pays et prend des mesures si nécessaire. La dernière grande enquête a été

réalisée en 2008. Entre deux enquêtes globales, les données sont actualisées sur la base d'enquêtes à plus petite échelle. La dernière d'entre elles date de 2013 ; les données analysées ont été publiées dans un rapport en 2015.

L'enquête intermédiaire de 2013 confirme une tendance : l'exposition moyenne aux rayonnements ionisants par habitant résultant d'applications médicales est en constante augmentation en Suisse. En effet, cette exposition moyenne est passée de 1 à 1,4 milliSievert (mSv) par an entre 1998 et 2013, soit une augmentation d'environ 40 % en 15 ans (lors de la grande enquête de 2008, elle était encore de 1,2 mSv).

Cette nette augmentation est due à l'utilisation toujours plus fréquente de la tomodensitométrie (CT). Selon l'enquête intermédiaire de 2013, les doses délivrées lors d'examens CT s'élève à 1 mSv par an et par habitant, contre à 0,8 mSv en 2008 et seulement 0,28 mSv en 1998.

L'exposition due aux autres applications médicales a par contre tendance à baisser (figure 3).

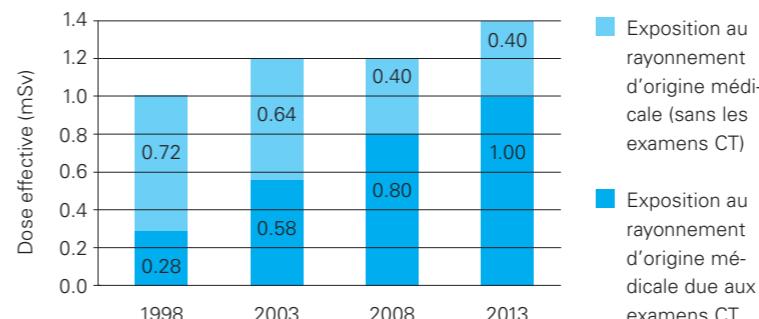


Fig. 3 : L'exposition au rayonnement d'origine médicale augmente du fait des examens CT ; en ce qui concerne les autres applications, la tendance est à la baisse.  
Source : IRA, 2015

En moyenne, chaque habitant a bénéficié de plus d'un examen radiologique par an; selon l'enquête intermédiaire, le nombre annuel d'examens effectués a été estimé à environ

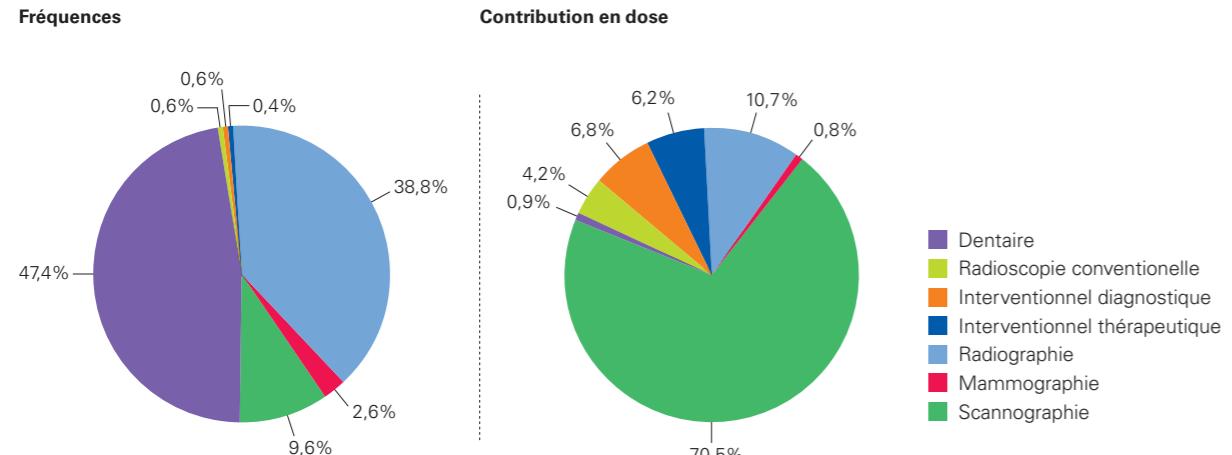


Fig. 4: Répartition de la fréquence et contribution aux doses de rayonnement des différents examens radiologiques, IRA 2015

10 millions. Les 312 tomodensitomètres (CT) de Suisse (état au 25 janvier 2016) constituent de loin la plus grande source d'exposition au rayonnement (70,5 %), et ce, malgré le fait que ces examens représentent à peine 10 % du nombre d'examens total. En revanche, les radiographies dentaires et médicales constituent encore les procédés les plus fréquemment utilisés (plus de 85 %), mais ne contribuent qu'au 10 % de la dose effective (figure 4).

En comparaison internationale, la Suisse se situe dans la moyenne. Selon le rapport de 2008 du Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR), l'exposition médicale au rayonnement s'élève en moyenne à 1,9 mSv par an dans tous les pays disposant du système Health-Care Level I, la tomodensitométrie y contribuant à raison de 0,9 mSv par an.

**Phase pilote du projet des « audits cliniques »**  
Un grand nombre d'examens et de traitements utilisant des rayonnements ionisants ne sont pas considérés comme justifiés. L'introduction « d'audits cliniques » en radiologie, en radio-oncologie et en médecine nucléaire doit permettre de minimiser le nombre d'examens et de traitements utilisant des rayonnements ionisants qui sont injustifiés. Les structures, les processus et les résultats sont systématiquement évalués sous la forme d'expertises réalisées par des paires (peer reviews) et adaptés si nécessaire.

Durant la phase pilote actuellement en cours, des médecins, des physiciens médicaux et des techniciens en radiologie médicale (TRM) ont élaboré les contenus d'audits ainsi que les exigences concernant les manuels de gestion de qualité.

Dans le domaine de la radiologie, l'accent est mis sur les processus de travail lors des examens CT. En médecine nucléaire, ce sont les examens oncologiques PET-CT qui sont prioritaires. En ce qui concerne la radio-oncologie, il est prévu d'auditer l'ensemble du parcours des patients pour plusieurs applications. Des experts d'associations professionnelles européennes ont évalué les contenus d'audits afin que leur qualité corresponde aux standards internationaux. Dans les trois domaines susmentionnés, des spécialistes ont été formés en tant qu'auditeurs externes et des centres volontaires ont été recrutés. Le premier audit pilote a eu lieu en octobre 2015 à l'Hôpital de Baden. D'autres centres de Suisse alémanique et de Suisse romande suivront jusqu'au printemps 2016. Après la phase pilote, il est prévu de réexaminer et d'adapter les contenus d'audits, ainsi que d'interroger les entreprises, d'analyser les rapports d'audits et d'estimer les investissements financier et temporel. D'autres auditeurs externes seront en outre formés en 2016 et le programme d'audits progressivement étendu.

## Niveaux de référence diagnostiques en médecine

Le concept de niveaux de référence diagnostiques (NRD) s'est imposé comme un outil efficace et internationalement reconnu pour l'optimisation des rayonnements utilisés en médecine. Les NRD sont déterminés empiriquement sur la base d'une distribution de valeurs de doses simples à déterminer. En Suisse, l'OFSP recense régulièrement les doses résultant d'expositions médicales et en déduit des NRD nationaux. Jusqu'à présent, des NRD ont été définis pour les domaines de la radiographie, la radiologie interventionnelle, la cardiologie et la tomodensitométrie.

Dans le cadre d'un projet prioritaire, ces NRD ont été élargis à des applications à fortes doses en dehors de la radiologie classique, telles qu'utilisées en cardiologie et en urologie. Pour ce faire, l'OFSP a mené une vaste enquête, en collaboration avec l'Institut de radiophysique (IRA) de Lausanne, sur les doses liées aux examens les plus fréquents dans les départements de cardiologie et d'urologie des cinq hôpitaux universitaires, ainsi que de quelques grands hôpitaux cantonaux et privés. Comme pour les NRD de cardiologie déjà publiés en 2008, l'enquête a pris en compte les techniques d'examen récemment développées, les NRD devant refléter aussi précisément que possible la pratique actuelle.

L'OFSP a mis sur pied un autre projet prioritaire concernant les examens radiologiques en pédiatrie. L'optimisation de l'utilisation des rayonnements en pédiatrie est en effet particulièrement importante, étant donné que les enfants présentent une plus grande sensibilité au rayonnement que les adultes. Le recensement des doses, effectué en étroite collaboration avec l'Hôpital de l'Ile de Berne et l'IRA, s'est limité aux examens les plus fréquemment utilisés en radiographie pédiatrique et en tomodensitométrie neuroradiologique.

Les NRD relatifs à ces examens seront déterminés entre le printemps et l'été 2016, puis publiés sous la forme de notices sur le site internet de l'OFSP.

## Contrôle des installations de mammographie

Durant l'année 2015, l'OFSP a poursuivi son programme de surveillance en mammographie. Dans ce cadre, il a audité plus de 220 services utilisant de telles installations. La quasi-totalité du parc a ainsi été contrôlée. On dénombre actuellement 239 autorisations d'exploitation réparties dans toute la Suisse. En outre, l'OFSP a délivré 65 nouvelles autorisations cette année, s'agissant dans la plupart des cas de remplacement d'anciens appareils par des machines de dernière génération. La grande majorité du parc est entièrement digitalisé (système à digitalisation directe DR); il subsiste toutefois 10 % d'appareils reliés à des systèmes de reproduction d'image du type CR.

Les critères de contrôle ont porté sur la validité de l'autorisation d'exploitation, la conformité des blindages locaux, l'utilisation des moyens de protection ainsi que l'enregistrement des doses appliquées. Des sondages ont aussi été effectués en rapport avec la gestion du programme de contrôle de qualité.

Globalement, les résultats sont plutôt bons et ont montré un niveau de qualité élevé. Cependant, il subsiste dans 35 % des cas des lacunes dans la réalisation des plans de radioprotection, qui ne correspondent pas toujours à la réalité. Par ailleurs, 65 % des utilisateurs mettent en œuvre les recommandations de la directive de l'OFSP concernant l'utilisation de moyens de protection pour les patientes. Quant aux doses appliquées aux patientes, elles sont enregistrées dans leur dossier médical dans près de 60 % des cas.

En ce qui concerne l'application d'un programme de contrôle de qualité dans les services, les révisions assorties d'un contrôle d'état, à réaliser chaque année par les installateurs, sont conformes à 75 %. Parmi les lacunes constatées, on relève notamment un manque de documentation des révisions exigées par les constructeurs, ainsi que des retards dans l'annonce de révision à l'OFSP. Les contrôles de stabilité hebdomadaires à réaliser par une personne du service spécialement formée sont conformes à 83 %. Les lacunes concernent principalement les utilisateurs, qui ont montré certaines incertitudes dans la compréhension et le maniement

des différents moyens de contrôle. Au niveau des doses appliquées aux patientes, la grande majorité des installations fonctionnent en dessous des recommandations édictées dans le guide européen relatif à l'assurance de qualité dans le domaine de la mammographie (EPQC 4). Certains systèmes CR montrent toutefois des valeurs plus élevées que les systèmes DR, tout en restant acceptables. Concernant la qualité d'image, 99 % des installations remplissent les exigences demandées.

#### Déficit de formation pour la radiographie à fortes doses dans les cabinets médicaux

Durant l'année 2014, l'OFSP a effectué des inspections par échantillonnage dans une centaine de cabinets médicaux et a constaté que plus de 80 % des assistant(e)s ayant effectué des examens radiologiques à fortes doses ne sont pas suffisamment formé(e)s. Avec le certificat fédéral de capacité, les assistant(e)s ne peuvent en effet radiographier que le thorax et les extrémités. L'OFSP a écrit à ce sujet à l'ensemble des cabinets médicaux et les a informés sur les possibilités de formation continue en matière d'examen à fortes doses (abdomen, bassin, hanche, colonne vertébrale et crâne). Les assistant(e)s ne peuvent effectuer de tels examens qu'après avoir suivi le cours de perfectionnement intitulé « Qualifications techniques pour la prise de clichés en radiologie conventionnelle élargie ». Le contenu de cette formation n'avait pas non plus été intégré par le passé dans la formation de base (CFC). La formation continue est offerte par la Suva en Suisse alémanique et par l'Association romande des assistantes médicales (ARAM) en Suisse romande. Le programme du cours comprend 40 leçons théoriques et un certain nombre d'examens à doses intensives que les participants doivent réaliser sous la supervision d'une personne qualifiée.

Une formation correspondante (qualifications techniques et expertise en matière de radiographie intensive) est également exigée des médecins effectuant les examens. Dans ce cas, le problème est cependant moins grave, étant donné que plus de 80 % d'entre eux disposent de la formation nécessaire. Le certificat « Qualification pour les examens radiologiques à fortes doses (CMPR) » est prévu pour les médecins conformément à l'ordonnance sur la radioprotection et en accord avec la Fédération des médecins suisses (FMH). La formation correspon-

dante comprend une partie pratique et une partie théorique, ainsi qu'un cours de radioprotection de quatre jours (deux jours de théorie et deux jours de pratique). De plus amples informations au sujet de ce certificat d'aptitude figurent sur les sites [www.fmh.ch](http://www.fmh.ch) et [www.radioprotection.ch](http://www.radioprotection.ch) (type A graphie).

#### Audits des cinq cyclotrons de la radiopharmacie

Durant l'année 2015, des audits ont été effectués dans les cinq centres disposant d'un cyclotron pour la production de nucléides utilisés en médecine nucléaire. Les cyclotrons accélèrent des particules chargées comme les protons, utilisées ensuite pour bombarder des cibles constituées d'eau. Dans ces dernières apparaissent des radionucléides servant de marqueurs, notamment dans le diagnostic en cancérologie. Diverses exigences posées par la radioprotection doivent être respectées lors de l'exploitation de telles installations. Le cyclotron doit être installé derrière des murs épais, car son fonctionnement génère d'intenses rayonnements neutronique et gamma. Le rayonnement neutronique provoque la formation, dans l'air, de nucléides à courte vie, qui font l'objet d'un rejet contrôlé dans l'environnement par la ventilation. Dans ce qu'on appelle le laboratoire chaud, lieu de traitement des substances radioactives générées, les collaborateurs doivent être protégés contre le rayonnement par l'utilisation, entre autres, de blindages en plomb. Les rejets dans l'environnement, principalement dans l'air, ne doivent pas dépasser les valeurs limites d'immission légales.

Grâce à ses mesures lors des audits, l'OFSP a constaté que le rayonnement neutronique et gamma était nettement inférieur aux valeurs directrices en dehors de l'espace de confinement. Les entreprises ont effectué leurs travaux de maintenance sur les sondes de mesure installées pour la surveillance du débit de dose et des rejets dans l'environnement conformément aux directives. Les rejets dans l'environnement respectaient les valeurs maximales autorisées par l'OFSP. Quant aux installations techniques en matière de sécurité, elles répondaient aux prescriptions des autorités dans toutes les entreprises.

Les cas observés et annoncés de rejets non prévus de radioactivité dans l'environnement ou de contaminations de collaborateurs étaient en règle générale dus à des erreurs humaines. Dans deux cas, l'OFSP a exigé que la formation interne soit améliorée.

Dans quatre des cinq centres, l'OFSP a dû exiger la prise de mesures au sujet de l'élimination en continu des déchets. En effet, des déchets radioactifs à longue vie, se formant en particulier sur des composants du cyclotron (p. ex. des films cibles), on fait l'objet d'un stockage intermédiaire pendant trop longtemps dans l'espace de confinement, en contradiction avec les prescriptions. En vertu de l'ordonnance sur la radioprotection, les déchets radioactifs doivent être éliminés au plus tard trois ans après leur formation, ce qui n'a pas été fait, si bien que les déchets radioactifs se sont accumulés.

#### Audit « Préparation et contrôle de qualité des produits radiopharmaceutiques »

Depuis 2014, l'OFSP mène une campagne d'audit sur la préparation et le contrôle de qualité des produits radiopharmaceutiques en kit marqués au technétium-99m (99mTc). A ce jour, 47 des 50 centres de médecine nucléaire préparant ces produits en Suisse ont été audités. Cette campagne a permis d'obtenir une vision globale de la préparation des produits radiopharmaceutiques utilisés dans le cadre de l'imagerie traditionnelle en médecine nucléaire, le 99mTc étant le radioisotope le plus utilisé.

Les audits ont montré que la préparation et le contrôle de qualité des produits radiopharmaceutiques sont globalement effectués de manière conforme et consciente. Les infrastructures répondent aux exigences légales, en termes de radioprotection et de conditions de préparation aseptiques. Ces dernières ont été introduites dans la version du 1er janvier 2008 de l'ordonnance sur la radioprotection (ORaP) avec un délai de mise en œuvre de quatre ans.

La fonctionnalité technique des postes de sécurité microbiologique (PSB) dans lesquels sont constitués les kits au 99mTc étant une condition du respect de l'asepsie, la réalisation du contrôle d'état annuel des PSB décrit dans la directive L-10-06 « Exigences relatives à la préparation de produits radiopharmaceutiques » a été vérifiée lors des audits. Dans la plupart des cas, ce con-



Fig. 5: Préparation d'un produit radiopharmaceutique dans un poste de sécurité microbiologique (PSB) de type 2

trôle d'état a été effectué, garantissant ainsi des conditions de préparation optimales. En revanche, certaines lacunes ont été constatées dans la maîtrise des méthodes de travail en conditions aseptiques, qui vont de pair avec le contrôle d'état, afin de garantir des produits radiopharmaceutiques finaux de haute qualité. Pour pallier au manque de formation sur ce thème, l'OFSP organise depuis 2014 des cours théoriques et pratiques répondant aux besoins des centres de médecine nucléaire, en collaboration avec la Société suisse de radiopharmacie et chimie radiopharmaceutique (SSRCR), ainsi que l'Institut de radiophysique. En raison de l'importante demande, tous les techniciens préparant les kits au 99mTc n'ont pas pu assister à ces cours avant la réalisation des audits. Afin de permettre à l'ensemble des personnes concernées de recevoir une formation adéquate, les cours se poursuivront ces prochaines années.

Un autre axe d'amélioration révélé par la campagne d'audits concerne la réalisation de contrôles de qualité permettant de vérifier la conformité du produit radiopharmaceutique final en fonction des caractéristiques décrites par le fabricant dans la notice d'information professionnelle. En effet, la fiabilité de certaines méthodes de contrôle décrites dans cette notice étant controversée et le matériel exigé difficile à acquérir, des méthodes alternatives communément acceptées ont été utilisées. Un groupe de travail incluant des représentants des fabricants con-

cernés et des membres de la SSRCC sera constitué, afin de s'assurer que des méthodes de contrôle de qualité fiables soient appliquées tout en respectant les exigences du fabricant faisant foi légalement.

Grâce aux audits, les points susceptibles d'être améliorés ont été identifiés et pourront être corrigés afin d'assurer un haut niveau de qualité dans les soins apportés par la médecine nucléaire en Suisse.

## Recherche au CERN et à l'Institut Paul Scherrer

### CERN : visite conjointe sur le thème du LINAC 4 et homologation de l'étude déchets radioactifs

Le CERN, la France et la Suisse ont mis en place une collaboration au moyen de l'accord tripartite du 16 septembre 2011, afin d'assurer la qualité des pratiques de radioprotection et de sûreté appliquées aux installations du CERN où sont utilisés des rayonnements ionisants. Des réunions tripartites sont régulièrement organisées entre le CERN et les autorités compétentes en matière de radioprotection des pays hôtes, soit l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en France et l'OFSP en Suisse. Durant ces réunions, le CERN expose les évolutions stratégiques et réglementaires présentant des enjeux de radioprotection, par exemple la planification de nouvelles installations produisant des rayonnements ionisants,

les changements relatifs aux règles de radioprotection et de sûreté, ou encore des résultats de mesures de contrôle. Des visites conjointes permettent par ailleurs d'examiner la mise en œuvre des mesures de radioprotection et de sûreté relatives à une installation ou à un thème précis. Quant aux réunions techniques, elles permettent le développement et la mise en place de solutions pragmatiques pour résoudre des problèmes liés aux spécificités techniques des installations du CERN, en prenant en considération la législation et la réglementation de chaque pays hôte.

En 2015, la collaboration avec le CERN a été marquée par deux points forts : l'homologation de l'étude déchets et la visite conjointe sur le thème du LINAC 4.

L'accord tripartite spécifie que les déchets radioactifs du CERN doivent être éliminés par la France et la Suisse selon les filières existantes, tout en respectant leur législation nationale. Le CERN a élaboré à cette fin une « étude déchets » qui précise les filières d'élimination prévues pour chaque type de déchet produit par les installations du site. Cette étude vise à assurer une répartition équitable des déchets entre les pays hôtes en fonction de la quantité, de l'activité et de la toxicité des déchets ; elle définit par ailleurs les filières les plus avantageuses du point de vue technique et économique. Le choix des filières d'élimination est approuvé par la France et la Suisse après examen en réunion tripartite. En 2015, la première version de « l'étude déchets » du CERN a fait l'objet d'une homologation conjointe par l'ASN et l'OFSP. Cette étude présente l'inventaire et la classification des déchets radioactifs du CERN, ainsi qu'une estimation des déchets radioactifs futurs. Sur la base de ces données, la Confédération peut ensuite planifier le conditionnement, l'entreposage et le stockage définitif des déchets (voir chapitre « Déchets radioactifs »).

Le complexe d'accélérateurs du CERN est composé d'un enchaînement d'accélérateurs de particules permettant d'atteindre progressivement de hautes énergies. Actuellement, les protons sont initialement accélérés jusqu'à 50 MeV dans le LINAC 2 (accélérateur linéaire 2). Après l'arrêt technique prévu en 2017–2018, le LINAC 4 devrait porter les ions à l'énergie de 160 MeV avant leur entrée dans le Synchrotron



Fig. 6 : Vue du tunnel du LINAC 4 avec le module final à tubes de glissement (DTL), source : CERN

injecteur du PS (Synchrotron à protons) ; il constituera ainsi la nouvelle source de faisceaux de protons du LHC (Grand collisionneur de protons). La préparation des dossiers de sécurité du LINAC 4 a fait l'objet de nombreuses discussions et échanges entre le CERN, l'ASN et l'OFSP. Ces dossiers comprennent les spécifications techniques des infrastructures liées à la radioprotection et à la sécurité, les règles organisationnelles assurant une exploitation sûre de l'installation, ainsi que l'analyse des risques majeurs et leur prévention. A l'occasion de la visite conjointe du tunnel du LINAC 4, lors de sa première phase de démarrage, et du bâtiment abritant les infrastructures associées, l'ASN et l'OFSP ont pu observer l'adéquation des mesures de radioprotection opérationnelle et de la démarche d'audit interne.

### Institut Paul Scherrer : grands projets de construction

L'Institut Paul Scherrer (PSI) à Villigen (AG) fait partie des plus vastes centres de recherche de Suisse. Il exploite de grands accélérateurs, tels que le cyclotron, installation circulaire permettant d'accélérer des protons, avec les lignes de faisceaux et les expériences correspondantes. Parmi ces dernières, on peut par exemple citer la source de neutrons par spallation (SINQ), l'accélérateur médical de protons (COMET) et la source synchrotronique de lumière suisse (SLS). Les accélérateurs et les laboratoires de recherche relèvent de la compétence de l'OFSP en ce qui concerne la surveillance et les autorisations. Quant aux installations nucléaires, elles relèvent de l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN). Dans le cadre de son activité de surveillance, l'OFSP s'assure que les limites concernant les rayonnements ionisants sont respectées en vue de garantir la sécurité de la population, du personnel du PSI et de l'environnement. En outre, l'OFSP accompagne les grands projets du PSI.

Entre août et octobre 2015, le PSI a terminé la construction de l'installation d'irradiation par flux de protons Gantry 3. Le PSI est le seul centre de Suisse qui propose des thérapies aux protons et dans ce contexte, il dote sa gamme d'installations (OPTIS, Gantry 1 et Gantry 2) d'une nouvelle station d'irradiation. Les premiers patients pourront probablement être traités en 2016, à condition que les tests de réception soient conformes. Par ailleurs, l'OFSP a étendu

l'autorisation existante pour l'accélérateur de protons COMET pour ce qui est de sa mise en service technique. S'agissant de l'application sur l'être humain, le PSI devra toutefois déposer une demande d'autorisation séparée pour Gantry 3. Les travaux concernant le laser à rayons X à électrons libres « SwissFEL » ont bien avancé en 2015. Cette installation de 700 mètres de longueur permettra aux chercheurs du PSI d'acquérir de nouvelles connaissances sur la structure interne de la matière, en produisant des impulsions extrêmement courtes de rayons X ayant les qualités propres au laser. Des installations analogues fonctionnent déjà aux Etats-Unis (LCLS) et au Japon (SACLA), d'autres sont actuellement en construction en Allemagne (European XFEL) et en Corée du Sud (PAL-XFEL). L'OFSP a accompagné ce projet d'envergure dès le début, si bien que la procédure d'autorisation s'en trouve facilitée. Les premiers tests seront effectués début 2016 ; il est prévu de démarrer son exploitation en automne 2017.

Le cyclotron à protons a été arrêté entre décembre 2014 et mai 2015 pour réaliser les travaux annuels de révision dans des secteurs qui ne sont en principe pas accessibles. Les travaux effectués durant cette période impliquent les doses les plus élevées pour les collaborateurs du PSI et des entreprises externes, c'est pourquoi le PSI a établi au préalable un plan détaillé de radioprotection qui permet d'optimiser les tâches. L'OFSP a approuvé ce plan et inspecté l'installation à plusieurs reprises durant la révision. La dose collective pour les 143 personnes impliquées s'est élevée à 41,42 personnes-mSv, soit 15 % inférieure à la valeur attendue. Durant la révision, 13,4 tonnes de déchets ont été produites, dont 10,7 ont pu être libérées et éliminées comme déchets inactifs conformément aux dispositions légales.

Le PSI révise actuellement le concept de conditionnement et d'élimination de ses déchets issus des accélérateurs de particules, principalement afin de minimiser les quantités de déchets radioactifs.

## Déchets radioactifs

La Confédération est chargée d'éliminer les déchets radioactifs provenant de la médecine, de l'industrie et de la recherche, 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. A l'avenir, la totalité des déchets devra être stockée définitivement dans un dépôt en couches géologiques profondes. La sélection des sites pour les dépôts est actuellement en cours. La mise en service du dépôt pour les déchets de faible et moyenne activité, dont la majeure partie des déchets de la Confédération fait partie, est prévue en 2050.

### Campagne de ramassage des déchets radioactifs

Au cours de la campagne de ramassage de 2015, 26 entreprises ont livré des déchets radioactifs présentant une activité totale de  $2.2 \times 10^{15}$  becquerels (en majeure partie du tritium H-3) et un volume total de 4,7 m<sup>3</sup> (volume brut). 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). 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 krypton-85, de césum-137 ou encore de cobalt-60. Lorsque cela est possible et judicieux, la décontamination et l'entreposage de déchets pour décroissance en entreprises permettent ensuite de les libérer. La figure 7 indique l'évolution des volumes de déchets collectés par la Confédération durant les quarante dernières années.

### Financement de l'élimination

Les déchets radioactifs livrés au dépôt intermédiaire fédéral (BZL) passent sous la responsabilité de la Confédération qui assurera, à terme, leur élimination. Selon les estimations actuelles, les coûts d'élimination de l'ensemble des déchets dont la Confédération a la responsabilité s'élèvent à près de 1,4 milliard de francs sur la période 2011–2100. Une partie de ces coûts est financée par des émoluments perçus auprès des producteurs de déchets. L'autre partie ne sera due qu'à partir de 2060, une fois le dépôt géologique en exploitation. Les estimations font état d'un montant restant à financer de 857 millions de francs pour la période 2015–2060. Ce montant est réparti à parts égales entre la Confédération et le domaine des EPF dont fait partie le PSI.

Les estimations effectuées en l'an 2000 tablaien sur des coûts d'élimination oscillant entre 300 et 360 millions de francs pour la période 2000–2040. A l'époque, le projet Wellenberg prévoyait une réalisation relativement rapide d'un dépôt pour les déchets de faible et moyenne activité ; il fut toutefois refusé en 2002. La hausse constatée est liée en grande partie à l'augmentation des coûts du dépôt géologique ainsi qu'au processus d'élimination des déchets. En effet, la longue procédure de sélection des sites ainsi que les exigences élevées en matière de sécurité ont un impact sur les coûts estimés. En avril 2015, le Conseil fédéral a pris connaissance de ces nouveaux chiffres. Il a chargé les départements concernés de lui fournir une nouvelle estimation d'ici à fin 2018.

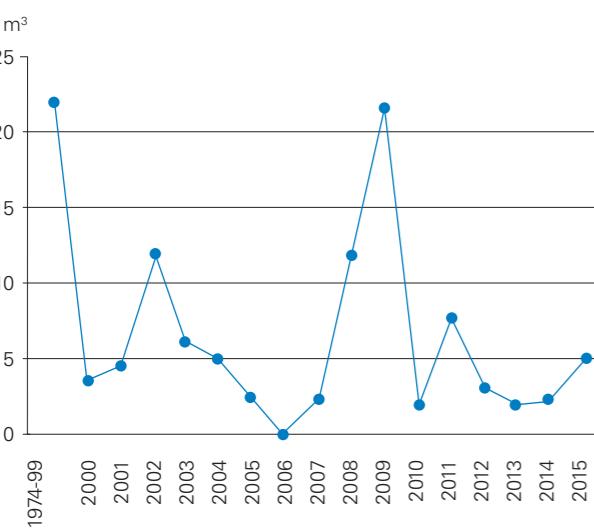


Fig. 7 : Volume annuel collecté lors des campagnes de ramassage de la Confédération. Moyenne annuelle des volumes de fûts délivrés pour la période 1974–1999. Volume des déchets bruts depuis 2000.



Fig. 8 : Contrôle des poids lourds à la douane de Thayngen

## Importation et exportation illégales ou involontaires de substances radioactives

### Premiers contrôles de routine avec un portique de mesure mobile

Des découvertes d'acier inoxydable contaminé ainsi que l'importation de containers contaminés après l'accident de réacteur de Fukushima ont montré que le trafic de marchandises devait être surveillé pour détecter d'éventuelles importations ou exportations illégales ou involontaires de substances radioactives. En 2012, l'OFSP a acquis un portique de mesure mobile qu'il a ensuite testé et optimisé jusqu'en 2014. Les véhicules le traversent à une vitesse maximale de 15 km/h. Si le seuil d'alarme de radioactivité est dépassé, le véhicule est arrêté pour permettre la localisation de la source de rayonnement à l'aide d'un instrument de mesure du débit de dose très sensible et l'identification du radionucléide par spectrométrie.

	Erstfeld	Thayngen	Bâle
Nombre de véhicules contrôlés (passage d'un portique de mesure)	5100	1800	185
Nombre d'alarmes	31	69	4

Fig. 9 : Nombre de mesures effectuées et d'alarmes déclenchées (2015)

Pour la première fois en 2015, des contrôles de routine ont été menés pendant une semaine à Erstfeld (centre de compétence pour le trafic lourd), ainsi qu'aux douanes de Bâle (Freiburgerstrasse) et de Thayngen, impliquant le contrôle

# Intervention en cas d'urgence radiologique

Des mesures préparatoires d'envergure ainsi qu'un engagement national et international sont nécessaires afin de pouvoir faire face aux crises dans le domaine de la radioprotection.

## Mesures à l'échelon national

Le groupe de travail interdépartemental IDA NOMEX a été créé en 2011 après la catastrophe de Fukushima. Sa tâche a consisté à réexaminer les mesures de protection d'urgence prévues en cas d'événements extrêmes survenant en Suisse. En 2012, le Conseil fédéral a pris connaissance du rapport rédigé par le groupe de travail et mandaté plusieurs services fédéraux pour l'élaboration de 56 mesures organisationnelles et législatives. Depuis, de nombreuses mesures ont déjà été mises en œuvre. L'OFSP, concerné à divers titres, transpose actuellement une partie des mesures dans le cadre de la révision de l'ordonnance sur la radioprotection. En outre, il a collaboré en 2015 à la révision du concept de protection d'urgence en cas d'accident dans une centrale nucléaire. En date du 1<sup>er</sup> juillet 2015, le Conseil fédéral a pris connaissance de ce concept, fondé sur le nouveau scénario de référence (A4) [1]. Le concept est basé sur un accident très grave de la catégorie 7 sur l'échelle INES et offre la possibilité de préparer de manière appropriée la protection d'urgence dans toute la Suisse. La prochaine étape consiste à élaborer les adaptations nécessaires des bases légales.

En 2015, l'OFSP a également participé à l'exercice général d'urgence (GNU) mettant en scène un accident à la centrale nucléaire de Gösgen. Même si le déroulement du scénario n'a pas exigé un engagement conséquent pour la Division radioprotection, il a donné l'occasion de tester le fonctionnement d'une équipe de crise restreinte dans le nouveau bâtiment de l'OFSP. Les nouvelles infrastructures offrent des fonctionnalités modernes adaptées à la gestion de crise. Il conviendra de les mettre à l'épreuve lors d'un exercice de plus grande envergure et d'implication plus soutenue des équipes concernées par une situation d'urgence radiologique.

## Engagement international

Sur le plan international, l'année 2015 a été riche d'engagements pour la Division radioprotection, qui a activement pris part aux travaux de l'Association européenne des responsables des autorités compétentes en radioprotection (HERCA). Elle a aussi été fortement impliquée dans la plateforme européenne NERIS (European Platform on preparedness for nuclear and radiological emergency response and recovery) et le réseau REMPAN (Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network) de l'Organisation mondiale de la santé. La Division radioprotection a par ailleurs contribué au projet européen PREPARE (Platform for European Preparedness Against (Re-)emerging Epidemics). Elle suit également les réflexions menées dans le cadre du Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle (CODIRPA) en France. Le retour de l'investissement consenti montre qu'il reste du pain sur la planche si l'on entend être prêt à maîtriser les conséquences d'un accident nucléaire sévère dans notre pays, notamment en termes de préparation de la protection de la population et de l'implication des parties prenantes qui se trouveraient à moyen et long terme en territoires affectés.

[1] Suite aux mandats d'IDA NOMEX, l'IFSN a élaboré divers scénarios d'événements (scénarios A1 à A6). Ces scénarios ont été justifiés par des probabilités de survenance et montrent également les effets radiologiques correspondants en Suisse.

# Événements radiologiques

L'OFSP a pour mission de protéger des rayonnements ionisants la population, notamment les patients, 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. Le concept de communication adopté en 2015 au sujet des événements radiologiques comporte une marche à suivre claire afin d'assurer une information transparente et coordonnée du public.

## Nouveau concept de communication en matière d'événements radiologiques

Tout événement de radioprotection annoncé fait l'objet d'une analyse minutieuse de la part de l'OFSP. Les experts concernés évaluent les conséquences radiologiques ainsi que les actions correctives proposées, et décident de la réalisation d'une inspection sur site. En outre, l'OFSP est tenu d'informer le public de manière appropriée, en partie en collaboration avec les entreprises ou les autorités concernées.

Le « Concept de communication en cas d'événements radiologiques », adopté en 2015, a permis d'établir des directives claires en matière d'information du public. Le fort engouement médiatique suscité par les découvertes de radium en juin 2014 avait mis en évidence des lacunes dans la politique d'information appliquée jusqu'alors. Désormais, ce n'est plus seulement le risque objectivement constaté (p. ex. sur la base de l'échelle INES) qui détermine la manière d'informer au sujet des événements, mais également « l'intérêt public ». A l'avenir, le risque perçu sera évalué selon trois niveaux (faible, moyen ou élevé) en fonction de trois critères : la nature de l'événement, le nombre de personnes concernées et la fréquence de l'occurrence de l'événement. La manière de communiquer (active, passive, par l'OFSP ou par l'auteur) ainsi que les destinataires de la communication (public, autorités) sont définis en fonction des niveaux de risques objectif et perçu.

L'expérience montre que des thèmes comme les déchets radioactifs ou les pollutions radioactives dans l'environnement effraient la population, même si le risque sanitaire peut être parfois très faible d'un point de vue objectif. D'autres facteurs comme la pression médiatique ou la sensibilité politique peuvent également exercer une influence sur la stratégie de communication. Chaque événement annoncé figurera désormais dans le rapport annuel de la division Radioprotection sous la forme de statistique (cf. chapitre suivant).

## Statistiques des événements déclarés en 2015

Durant l'année 2015, l'OFSP a enregistré 34 déclarations d'événements aux causes diverses. La figure 10 donne un aperçu des domaines concernés. Parmi les dix événements concernant les domaines « Environnement, entreprises et population », on compte par exemple le « Rejet accidentel d'iode radioactif par les eaux usées d'un hôpital » ou l'« Elimination illégale de détecteurs de fumée à chambre d'ionisation » (voir brefs comptes rendus au chapitre suivant). De plus, dix autres événements figurent dans les domaines « Héritages radiologiques, sources orphelines ou pertes de source ».

On entend par héritage radiologique une situation héritée du passé qui ne répond pas aux exigences actuelles de la législation en radioprotection, par exemple les découvertes de radium

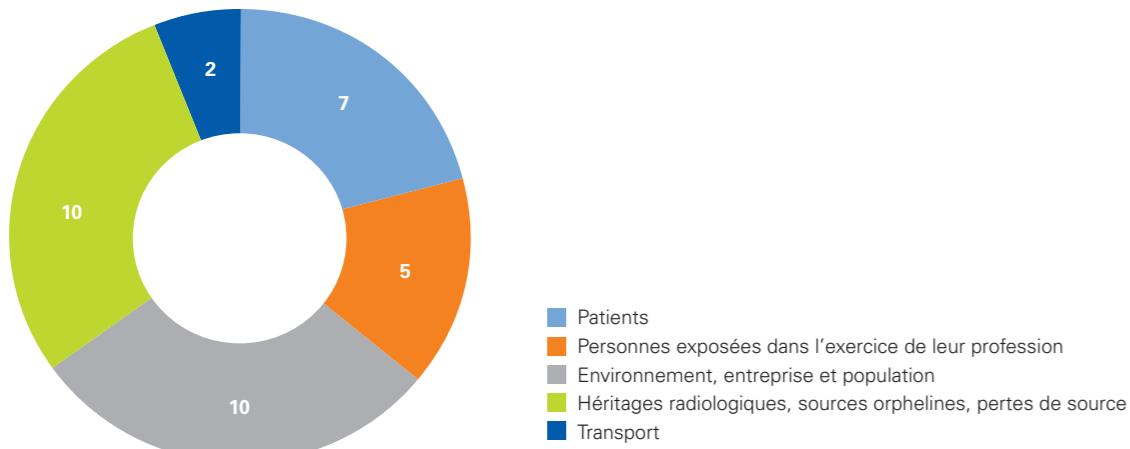


Fig.10 : Domaines concernés des 34 événements radiologiques annoncés en 2015

faites à Bienne (voir compte-rendu à ce sujet dans le rapport annuel 2014 ainsi que dans le présent rapport en page 68). Du personnel était concerné dans cinq des événements annoncés. Heureusement, aucun dépassement de la valeur limite de dose pour les personnes professionnellement exposées aux radiations n'est à déplorer (voir à ce sujet l'exemple « Contamination de personnes » au chapitre suivant). Aucun des événements précités n'a été classé en INES 1 ou plus. Par contre, huit de ces événements, concernant principalement des découvertes de sources, ont été annoncés à la base de données ITDB (Incident & Trafficking Database) de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

Sept événements concernant des patients se sont produits en radio-oncologie ou en radiothérapie ; des préjudices directs ne sont toutefois pas attendus. Parmi ces événements, deux sont à classer au niveau 2 de l'échelle provisoire INES Medical Rating Scale, et deux autres au niveau 1. Deux de ces événements concernant le « Sectionnement d'un implant d'iode » et les « Fuites dans la chambre moniteur de dose d'un accélérateur de particules » sont décrits dans le chapitre suivant.

### Brefs comptes rendus de cinq événements graves :

#### **Rejet accidentel d'iode radioactif dans les eaux usées d'un hôpital**

La thérapie à l'iode radioactif (iode-131) est soumise à la législation sur la radioprotection qui stipule que, d'une part, les patients hospitalisés

doivent séjourner dans des chambres spécialement aménagées et, d'autre part, les eaux usées provenant de ces chambres ne doivent pas être rejetées directement dans les canalisations. Ainsi, ces eaux usées sont collectées dans des cuves et conservées jusqu'à ce que l'activité de l'iode-131 atteigne un niveau inférieur à la limite de rejet autorisée pour l'hôpital. En juillet 2015, suite à une erreur de manipulation, un technicien d'un hôpital a relâché prématièrement ces eaux usées dans la canalisation avec une activité nettement supérieure à la valeur hebdomadaire autorisée. Les mesures hebdomadaires des eaux de la station d'épuration concernée, effectuées suite à ce rejet, ont mis en évidence une concentration d'iode-131 de 0,5 becquerels par litre (Bq/l), bien inférieure à la valeur limite d'immission dans les eaux accessibles au public fixée à 10 Bq/l. Les conséquences radiologiques pour la population et l'environnement ont donc été négligeables. Une analyse de cet incident a été réalisée afin de prendre les mesures nécessaires pour éviter d'autres cas similaires.

#### **Elimination illégale de détecteurs de fumée à chambre d'ionisation**

En août 2015, l'OFSP a été informé du fait que plus de 200 détecteurs de fumée à chambre d'ionisation avaient été éliminés avec des gravats. Ces détecteurs fonctionnent en ionisant l'air à l'aide d'une source radioactive. Les détecteurs de fumée à ionisation démontés sont considérés comme des déchets radioactifs et ne doivent donc pas être éliminés avec les ordures ménagères ou les déchets électroniques. Les recherches effectuées par la suite n'ont pas

permis de déterminer précisément ce qu'il était advenu de ces détecteurs. Leur élimination non conforme a été communiquée au Ministère public de la Confédération en vue de poursuites pénales.

Au vu de tels événements, l'OFSP et la Suva ont fixé un calendrier pour le remplacement et l'élimination de tous les détecteurs de fumée à chambre d'ionisation encore en fonction, en collaboration avec l'Association suisse des constructeurs de systèmes de sécurité (SES) et l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI). Tous les propriétaires de détecteurs d'incendie concernés seront prochainement contactés par leur fournisseur et informés de la procédure à suivre. Après le 31 décembre 2018 au plus tard, les détecteurs de fumée à chambre d'ionisation devront obligatoirement être remplacés par des détecteurs d'incendie fonctionnant sans source radioactive. Il existe aujourd'hui des détecteurs d'incendie optiques dont les résultats sont tout aussi bons, voire meilleurs dans la plupart des applications, et ceci sans recourir à une substance radioactive.

#### **Contamination de personnes**

En avril 2015, douze personnes ont été contaminées avec du fluor-18 (F-18) dans un laboratoire au cours d'une formation interne. Un récipient de plomb dont la surface extérieure était contaminée est en cause, ainsi que le non-respect des règles de conduite (*good practice*). Du F-18 a été répandu dans la zone contrôlée ; plusieurs poignées de porte ont en outre été souillées. Toutes les personnes ont été décontaminées en l'espace de quelques heures et le laboratoire a pu être libéré le lendemain. Une estimation de la dose aux extrémités chez la personne la plus atteinte a indiqué que la dose était très faible par rapport à la valeur limite de 500 milliSievert (mSv) par an pour la peau et les mains, s'appliquant aux personnes exposées dans l'exercice de leur profession. Après discussion avec l'OFSP, le laboratoire a pris des mesures internes et effectué des cours de formation pour les collaborateurs du laboratoire afin d'empêcher que de tels cas ne se reproduisent.

#### **Sectionnement d'un implant d'iode**

Un implant a été coupé par erreur en son milieu, au lieu d'être coupé à l'endroit indiqué entre les deux implants successifs sur le fil, lors d'une

application thérapeutique d'introduction d'implants d'iode-125 dans la prostate. L'un des fragments a pu être retrouvé et stocké en toute sécurité dans un récipient blindé. L'autre fragment est resté dans le patient. Par mesure de précaution, la glande thyroïde du patient a été bloquée à l'aide d'un médicament. Une étude plus approfondie du cas a montré que le patient ne doit pas s'attendre à une atteinte directe de son intégrité physique.

Pour éviter ce type d'erreur à l'avenir, une telle coupure ne sera plus réalisée qu'avec l'accord d'un observateur. L'application conséquente du principe du double contrôle doit permettre de réduire, voire d'éliminer cette source d'erreur.



Fig. 11 : Implant avec l'endroit à couper indiqué en noir et l'endroit effectivement coupé en rouge

#### **Fuites dans la chambre moniteur de dose d'un accélérateur linéaire à électrons**

Une fuite a été découverte trop tardivement dans la chambre moniteur de dose d'un accélérateur linéaire à électrons, ce qui a engendré une lente augmentation inaperçue de la dose délivrée durant plusieurs semaines. L'évaluation ultérieure des données a montré que la dose reçue par quinze patients était trop élevée dans le volume cible, dans les tissus environnants ainsi que dans des structures à risque (3 à 8 %). Toutefois, presque toutes les valeurs limites relatives aux structures à risque ont pu être respectées. La valeur limite relative aux reins a été dépassée de 1,3 % chez un seul patient.

L'équipe chargée du traitement a conclu, suite à des estimations approfondies, qu'il ne fallait pas s'attendre à des effets négatifs sur le patient malgré le dépassement de la valeur limite. Chez les autres patients non plus, aucun effet secondaire induit par ce dépassement de dose n'est à craindre.

A la suite de cet événement, le protocole relatif à l'assurance de qualité quotidienne a été réexaminé et les procédures internes améliorées. Désormais, le physicien médical responsable doit être averti explicitement de tout écart de mesure significatif.

# Exploiter correctement les solariums pour faire la peau aux mélanomes

Le mélanome (cancer de la peau) concerne chaque année plus de 2000 personnes en Suisse. Il s'agit donc du pays le plus touché par cette maladie en Europe. Environ un tiers des personnes ont moins de 50 ans au moment du diagnostic. Différentes études montrent que dans près de 80 % des cas, la maladie découle d'une surexposition aux rayons ultraviolets (UV). Ces rayons, produits principalement par le soleil, sont aussi émis artificiellement dans les solariums. Or, selon plusieurs études, la clientèle des solariums encourt un risque de cancer de la peau notablement plus élevé que le reste de la population. Par ailleurs, leur santé peut également être mise à mal par des appareils ne fonctionnant pas correctement et émettant un rayonnement trop intense. Pour améliorer la protection de la santé dans ce domaine, le Conseil fédéral a décidé de réglementer la gestion des solariums publics.



Fig. 12 : Professeur Dr. Ralph Braun, médecin chef à la Clinique de dermatologie de l'Hôpital universitaire de Zurich

## Le solarium augmente le risque de cancer de la peau

Près de 8 % des personnes vivant en Suisse utilisent activement les solariums. Des études scientifiques le prouvent : les personnes qui pratiquent le solarium sont quasiment deux fois plus nombreuses à développer un cancer de la peau que celles qui ne s'exposent pas au soleil artificiel. Selon le Professeur Dr. Ralph Braun, médecin chef à la Clinique de dermatologie de l'Hôpital universitaire de Zurich, le lien entre le

rayonnement UV (entre autres l'utilisation des cabines de bronzage) et le développement d'un mélanome ne fait aucun doute, malgré un temps de latence pouvant atteindre des décennies entre la formation initiale du cancer et sa déclaration, rendant ce lien difficilement démontrable d'un point de vue scientifique.

Le rayonnement absorbé en solarium se différencie très fortement du rayonnement solaire. L'intensité des rayons UV-B du solarium est comparable à celle du soleil. Par contre, celle des UV-A (longueurs d'onde supérieures à 320 nm) peut être jusqu'à quinze fois plus élevée. Cette part excessive des UV-A rend le solarium plus dangereux que le soleil pour le développement du cancer. Elle entraîne en outre un vieillissement prématûr de la peau qui devient rugueuse et creuse des rides et des sillons profonds.

## Les jeunes pris en sandwich

De l'avis du Professeur Braun, s'exposer dès le plus jeune âge à de forts rayonnements UV augmente considérablement le risque de développer un mélanome. Les personnes à peau claire sont également plus sujettes à cette maladie. Un sondage mené en 2010 par l'institut GfS montre que les personnes de moins de 36 ans sont non seulement surreprésentées dans la clientèle des solariums, mais aussi qu'elles s'y rendent plus souvent que leurs aînés. Près de 70 % des clients âgés de 16 à 25 ans, par exemple, s'y rendent au moins une fois par mois. Il ressort également du sondage que les personnes présentant un type de peau à risque accru font des séances certes plus courtes, mais tout aussi fréquentes que les autres clients.

En outre, il est préoccupant de constater qu'un grand nombre de personnes (près de 40 % de la clientèle des solariums âgée de 16 à 25 ans notamment) pensent que des séances régulières au solarium renforcent la résistance de la peau. Or, selon le Professeur Braun, la peau ne peut se protéger que partiellement des rayons, les lésions étant donc inévitables.

## Vers une utilisation contrôlée des cabines de bronzage

Actuellement, la mise sur le marché des appareils de bronzage utilisés en solarium est réglée dans la loi sur la sécurité des produits. Il n'existe pas de base légale pour contrôler le respect des directives de sécurité contraignantes du fabricant liées à leur exploitation. Le Conseil fédéral a décidé de combler cette lacune au travers du projet de loi sur la protection contre les dangers liés au rayonnement non ionisant et au son (LRNIS). Il est prévu d'instaurer des campagnes de contrôle par échantillonnage, en charge des cantons, afin de s'assurer que les exploitants de solariums informent suffisamment leur clientèle sur les dangers encourus et respectent les instructions de sécurité du fabricant. L'exploitant sera donc contraint de refuser l'accès au solarium aux personnes de moins de 18 ans, considérées comme une population sensible. Cette mesure permettra de mieux protéger les jeunes et de responsabiliser davantage les exploitants de ces installations. Le projet de loi a été transmis au Parlement en décembre 2015 ; son entrée en vigueur est programmée au plus tôt en 2018.



Fig. 13 : L'accès au solarium est déjà interdit au moins de 18 ans dans le canton de Vaud

Plusieurs cantons ont déjà fixé des dispositions concernant l'exploitation de solariums dans leur législation. Le canton de Bâle-Campagne s'est doté d'une base légale pour pouvoir contrôler les solariums. Le Jura est le premier canton suisse à avoir interdit l'accès des solariums aux personnes mineures par le biais d'une disposition introduite dans sa loi sanitaire en 2013. Les personnes qui mettent à disposition du public des appareils de bronzage doivent par ailleurs s'annoncer au Service de la santé publique jurassien. Le canton de Neuchâtel a aussi instauré une obligation d'annonce pour les solariums.

Quant au canton de Vaud, il a profité de la révision de sa loi sur l'exercice des activités économiques, entrée en vigueur en 2014, pour interdire l'accès au solarium aux personnes mineures et pour permettre des contrôles assortis de sanctions (figure 13).

# Surveillance de l'environnement

Les concentrations radioactives mesurées dans l'environnement sont restées inférieures aux limites légales durant l'année 2015. Les quelques dépassements des valeurs limites (sangliers) et des valeurs de tolérance constatés dans les denrées alimentaires (indigènes ou importées) sont tous liés à d'anciennes contaminations. Les traces de radioactivité artificielle décelée au voisinage des centrales nucléaires, des centres de recherche et des industries témoignent du fonctionnement normal de ces installations ainsi que de l'efficacité des programmes de surveillance mis en œuvre.

## Nouveau réseau automatique de mesure URAnet

En mai 2013, le Conseil fédéral a décidé que le réseau automatique de l'OFSP permettant la détection dans l'air d'immissions radioactives dans les aérosols (RADAIR) devait être rénové et étendu à la surveillance en continu des eaux de rivière. La partie du réseau dédiée à la surveillance des eaux de rivière (URAnet aqua) est opérationnelle depuis novembre 2015 (voir reportage en page 66 de ce rapport). Le remplacement des moniteurs d'aérosols (URAnet aero) est, quant à lui, prévu entre 2016 et 2017.

## Principaux résultats de la surveillance en 2015

Les résultats des mesures effectuées en 2015 dans les différents compartiments environnementaux montrent que la radioactivité naturelle est largement prépondérante en Suisse, avec des variations régionales, principalement liées aux caractéristiques géologiques. La radioactivité d'origine artificielle, comme conséquence des retombées des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident de Tchernobyl, est, elle aussi, répartie de façon inhomogène sur le territoire : dans les Alpes et le sud des Alpes, les valeurs relevées pour le césium-137 et le strontium-90 sont toujours légèrement supérieures à celles du Plateau.

Bien que les concentrations en césium-137 diminuent régulièrement depuis 1986, quelques dépassements des valeurs de tolérance sont toujours régulièrement constatés dans certaines denrées alimentaires, comme les champignons sauvages (indigènes ou importées), 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, ont à nouveau été enregistrés en 2015 dans la viande de sangliers en provenance du Tessin. Depuis 2013, le vétérinaire cantonal a mis en place un contrôle systématique de la radioactivité de tous les sangliers chassés sur le territoire tessinois. L'activité maximale enregistrée dans la viande d'un sanglier confisqué en 2015 s'est élevée à 9900 Bq/kg, soit la plus élevée jamais enregistrée depuis le début des contrôles.

Dans le cadre de la surveillance des centrales nucléaires et des centres de recherche (PSI, CERN), les mesures effectuées en 2015 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 (augmentation maximale, par rapport à la station de référence, de l'ordre de 100 pour mille aux environs de la centrale de Leibstadt) ou d'isotopes de courtes périodes (sodium-24, iodé-131) produits dans les accélérateurs des centres de recherche. Des traces de rejets liquides ont sporadiquement été détectées dans les eaux et 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 10 Bq/l) ont été mesurées dans l'Aar entre mai et juin suite à la révision de la centrale nucléaire de Gösgen. Dans le Rhin, à Weil am Rhein, les concentrations mensuelles de tritium sont restées inférieures à 3 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 mise en œuvre au voisinage des entreprises utilisatrices de tritium a révélé un marquage significatif de l'environnement (précipitations, denrées alimentaires), à proximité immédiate de ces entreprises. Les concentrations enregistrées sont toutefois restées inférieures aux limites légales (concentration maximale de 730 Bq/l dans les précipitations à Niederwangen, soit 6 % de la valeur limite d'immissions pour le tritium dans les eaux accessibles au public).

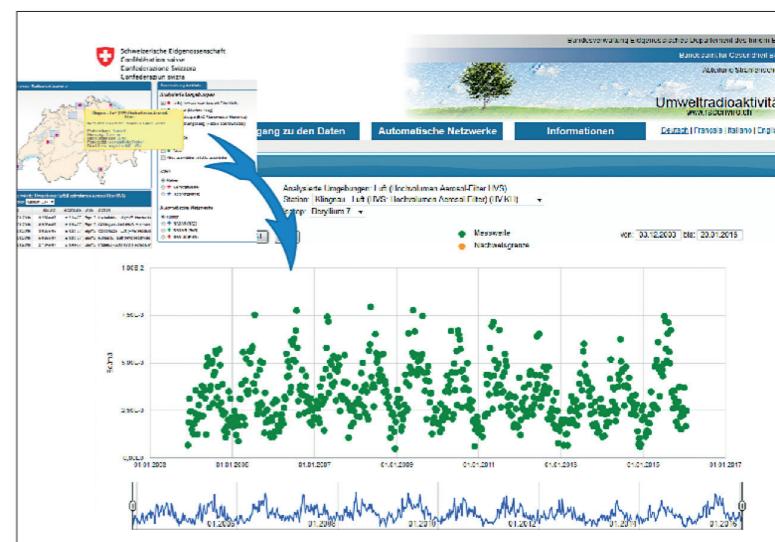


Fig.14 : Plateforme de consultation en ligne des mesures de la radioactivité dans des échantillons de l'environnement – [www.radenviro.ch](http://www.radenviro.ch)

Depuis novembre 2015, les résultats de la surveillance de l'environnement peuvent être consultés en ligne sur la nouvelle plateforme internet « Radenviro » de l'OFSP ([www.radenviro.ch](http://www.radenviro.ch)). Les résultats complets et commentés sont par ailleurs publiés chaque année dans le rapport « Radioactivité de l'environnement et doses de rayonnements en Suisse », disponible sur le site internet de l'OFSP.

Conformément aux prescriptions du 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 remobilisation des déchets et une dispersion de la contamination. Des analyses ont déjà été réalisées dans les eaux d'infiltration d'anciennes décharges, notamment à Bienna et à Teufen, dans le cadre d'études préliminaires en vue de l'assainissement de ces sites. Si ces sites doivent être assainis, c'est toutefois en premier lieu en raison de la présence d'autres polluants que le radium, tels que PCB, métaux lourds ou autres polluants chimiques.

# Système d'alerte réactif en cas de contamination de l'eau potable

La surveillance de la radioactivité dans l'environnement en Suisse s'est encore améliorée en 2015. Désormais, l'OFSP exploite un réseau de mesure automatique contrôlant la radioactivité dans l'Aar et le Rhin : cinq sondes surveillent en continu la radioactivité en aval des centrales nucléaires suisses et livrent des résultats toutes les dix minutes. En cas d'augmentation du niveau de la radioactivité, les autorités sont en mesure de réagir rapidement et, notamment, d'interrompre l'alimentation en eau potable. La population a elle aussi accès aux résultats de mesure via la plate-forme [www.radenviro.ch](http://www.radenviro.ch). Jusqu'à présent, aucune valeur élevée de radioactivité artificielle n'a été enregistrée.

Le nouveau réseau de mesure « URAnet aqua » comprend cinq sondes, qui ont été installées dans l'Aar et le Rhin, en aval des centrales nucléaires, à Radelfingen, Hagneck, Aarau, Laufenburg ainsi qu'à Bâle. L'élément déclencheur de cette surveillance supplémentaire des eaux de

surface a été la catastrophe de Fukushima en 2011, qui a causé des rejets de grandes quantités de radioactivité dans la mer par le biais des eaux d'extinction et de refroidissement. Dans la foulée, des parlementaires suisses ont lancé bon nombre de motions se focalisant sur les dangers encourus par l'eau potable en cas d'incident dans une centrale nucléaire. En mai 2013, le Conseil fédéral a décidé de renouveler le réseau de surveillance automatique de la radioactivité dans l'environnement, géré par l'OFSP, et de l'étendre par la même occasion aux eaux des rivières. Des sondes de mesure modernes étant apparues sur le marché, ce projet a pu être réalisé avec une technique fiable, précise et relativement peu coûteuse.

## Les fournisseurs suisses en eau potable co-initiateurs du projet

La ville de Biel couvre 70 % de ses besoins en eau potable par le lac de Biel ; quant à la ville de Bâle, elle tire toute son eau potable du Rhin. Les fournisseurs suisses en eau potable ont donc été co-initiateurs du nouveau réseau de mesure dans certaines rivières contribuant à leur approvisionnement. Ils souhaitent être alertés immédiatement en cas de contamination de l'eau, même si elle n'est que légère. Il leur est ainsi possible de déclencher les pompes à titre préventif et d'empêcher une contamination de leurs installations.



Fig. 15 : Sites des détecteurs à iodure de sodium; stations IFAEPE avec prélèvement continu pour les mesures de traces (Hagnéck, Klingnau et Pratteln); station de surveillance du Rhin Weil am Rhein (mesures du laboratoire cantonal BS); points de soutirage d'eau potable dans le lac de Biel et dans le Rhin (Pratteln et Bâle)

## Comblement d'une lacune de la surveillance

L'installation des nouvelles sondes a permis de combler une lacune dans la surveillance des eaux de surface. Les stations de l'Eawag de Hagnéck, Klingnau et Pratteln (figure 15), qui effectuent des mesures de traces, constituent une part importante du dispositif de surveillance appliqué jusqu'ici. Depuis les années 90, elles collectent des eaux de rivière en continu. Toutefois, les échantillons ne sont évalués que mensuellement ; ils ne permettent donc pas de réagir rapidement à une augmentation de la radioactivité.

Le nouveau réseau de mesure « URAnet aqua », installé entre 2013 et 2015, fournit en temps réel des concentrations de radioactivité mesurées dans l'Aar et le Rhin entre 5 et 27 km en aval des centrales nucléaires de Mühleberg, Gösgen, Beznau et Leibstadt (figure 15). L'OFSP considère ces distances comme appropriées pour une mesure indépendante des exploitants de centrale et qui soit représentative du tronçon de rivière considéré. A ces distances, les eaux sont en effet largement mélangées. En cas d'augmentation de la radioactivité, on dispose de suffisamment de temps pour alerter les fournisseurs en eau potable qui traitent des eaux de rivière situées encore plus en aval. La présence d'un endroit approprié à la fixation des sondes a aussi été déterminante dans le choix des sites, qui ont d'ailleurs pu être rapidement trouvés grâce au soutien des entreprises sollicitées (centrales hydroélectriques, fournisseurs en eau potable) et de l'OFEV.

Les sondes sont équipées d'un détecteur à iodure de sodium (figure 16). Les cristaux d'iodure de sodium enregistrent le rayonnement gamma des nucléides naturels et artificiels dans un rayon d'environ un mètre. Les sondes consignent le spectre énergétique toutes les dix minutes et en font la moyenne toutes les heures afin d'obtenir une limite de détection plus basse.

## Système d'alerte en cas d'augmentation de la radioactivité

En cas d'augmentation de la radioactivité, une alerte est immédiatement déclenchée via le réseau de mesure de MétéoSuisse grâce aux brefs intervalles de mesure. L'OFSP est informé en cas de dépassement du seuil inférieur de déclaration, qui correspond à la valeur de tolérance pour l'eau potable. Lorsque la valeur limite pour l'eau potable est dépassée (seuil supérieur de déclaration), la centrale nationale d'alarme (CENAL) est alertée afin qu'elle puisse ordonner les mesures de protection nécessaires.

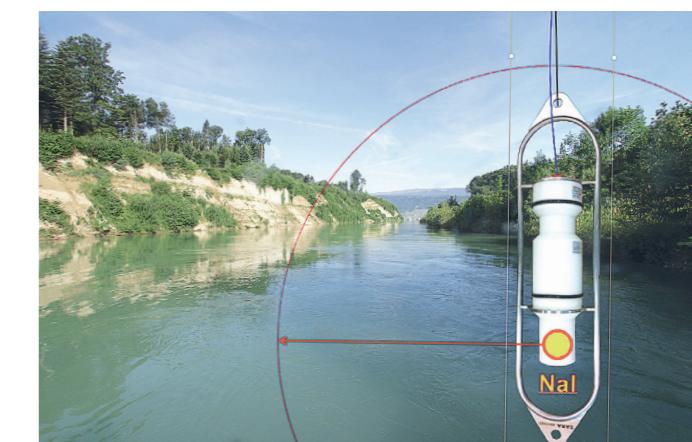


Fig. 16 : Les cristaux d'iodure de sodium des sondes enregistrent le rayonnement gamma des nucléides naturels et artificiels dans un rayon d'environ un mètre

## Aucun radionucléide artificiel détecté jusqu'à présent

Les mesures effectuées jusqu'ici ont montré une augmentation des nucléides naturels de bismuth-214 et plomb-214 ainsi que de potassium-40 en cas de crues, lorsque de nombreux produits de désintégration du radon parviennent dans les rivières. Aucun autre pic n'a pu être constaté jusqu'à présent, ce qui signifie que les différents radionucléides se situaient en-dessous du seuil de détection. Les valeurs moyennes journalières des mesures peuvent être consultées sur la nouvelle plateforme internet de l'OFSP « Radenviro » ([www.radenviro.ch](http://www.radenviro.ch)).

Cette plateforme consigne les résultats d'analyse de tous les échantillons d'air, de sol, d'herbe, de lait et d'eau prélevés dans l'environnement en Suisse.

# Plan d'action radium 2015–2019

En mai 2015, le Conseil fédéral a approuvé le Plan d'action radium 2015–2019 afin de régler le problème des héritages radiologiques liés à l'application de peinture luminescente au radium dans l'industrie horlogère jusque dans les années 1960. Les quatre axes principaux de ce plan sont la recherche historique des bâtiments potentiellement contaminés, les mesures de diagnostic du radium dans ces bâtiments, la réalisation d'un assainissement en cas de dépassement de la limite de 1 milliSievert (mSv) par an et la surveillance des décharges pouvant contenir des déchets de radium. Les actions prioritaires ont été réalisées par une « Task force radium » jusqu'à fin 2015.

## Diagnostics du radium

Entre septembre 2014 et décembre 2015, 90 bâtiments regroupant 564 appartements ou objets commerciaux ont fait l'objet d'un diagnostic du radium, grâce à la collaboration des propriétaires et des locataires concernés, ainsi qu'avec le soutien des autorités communales et cantonales et de la Suva. Il s'agit avant tout de bâtiments dont l'adresse avait été publiée dans les médias en juin 2014. Par ailleurs, 15 bâtiments supplémentaires ont été contrôlés sur demande d'occupants inquiets. La figure 17 donne un aperçu des résultats de ces mesures, principalement menées dans l'Arc jurassien.

Les experts de l'OFSP appliquent un protocole de mesures standardisé qui prévoit le quadrillage systématique de tous les locaux intérieurs et de la parcelle. Si le débit de dose ambiant dépasse la valeur de 100 nanoSievert par heure au-dessus du bruit de fond local, le maillage des points de mesures doit être rasserré ; des échantillons de terre ou des frottis sont par ailleurs prélevés en vue d'être analysés en laboratoire. L'OFSP évalue la dose annuelle pouvant être reçue par les occupants de locaux intérieurs sur la base des résultats de mesure et de scénarios d'exposition. En cas de dépassement de la limite de dose de 1 mSv par an tolérée

	Total		Bienne		La Chaux-de-Fonds		Autres communes	
	bâtiments	détail	bâtiments	détail	bâtiments	détail	bâtiments	détail
Diagnostics effectués	90	564 unités*	37	230 unités*	26	243 unités*	27	91 unités*
Cas sans nécessité d'assainissement	66	544 unités*	29	223 unités*	18	236 unités*	19	85 unités*
Cas nécessitant un assainissement	24	20 unités* 12 jardins	8	7 unités* 4 jardins	8	7 unités* 3 jardins	8	6 unités* 5 jardins
Assainissements terminés	8	7 unités* 5 jardins	6	5 unités* 4 jardins	1	1 unité*	1	1 unité* 1 jardin

Fig. 17 : Résultats des mesures de radium effectuées entre septembre 2014 et décembre 2015

\*appartements ou objets commerciaux

pour la population suisse, les locaux concernés doivent faire l'objet d'un assainissement. Pour les jardins, un assainissement est requis en cas de dépassement de la valeur seuil de 1000 becquerels par kilogramme (Bq/kg) pour la concentration en radium dans la terre. Sur la base des diagnostics réalisés jusqu'ici, un assainissement s'avère nécessaire dans 24 bâtiments (soit 20 appartements ou objets commerciaux et 12 jardins).

Les mesures se poursuivront durant les prochaines années dans le cadre du plan d'action radium. On estime à plus de 500 le nombre total de bâtiments en Suisse abritant jadis des ateliers de posage de peinture luminescente au radium. L'Institut d'histoire de l'Université de Berne a été mandaté pour dresser l'inventaire complet de ces bâtiments dans le cadre d'une recherche historique.

## Assainissements liés au radium

Depuis 2014, 7 appartements et 5 jardins contaminés au radium situés dans 8 propriétés ont été assainis. Ces bâtiments sont principalement localisés dans la commune de Bienne, mais aussi à La Chaux-de-Fonds et à Tavannes. L'objectif des assainissements est de réduire la contamination au radium de manière à garantir que l'exposition résiduelle dans les locaux intérieurs soit inférieure à 1 mSv par an, sans toutefois nécessiter des mesures disproportionnées et des coûts non supportables. Les travaux d'assainissement sont réalisés par des entreprises spécialisées connaissant le risque lié au radium et qui sont tenues de respecter les exigences de l'ordonnance sur la radioprotection. Lors du suivi des travaux, l'OFSP prescrit les règles à suivre au cas par cas en collaboration avec la Suva. Les entreprises d'assainissement sont spécialisées dans la décontamination de structures de bâtiments et disposent des qualifications techniques requises, ainsi que du personnel spécialisé en radioprotection.

Dans les locaux intérieurs, la contamination se situe généralement au niveau des sols, par exemple sur d'anciens parquets. Dans certains cas, la construction sous-jacente ainsi que les gravats utilisés pour le remplissage sont aussi contaminés (figure 18). Au terme des travaux de décontamination, l'OFSP effectue des mesures de contrôle. Ensuite, la structure du bâtiment est remise en état, afin d'atteindre le standard avant travaux.



Fig. 18 : Vieux plancher en bois et gravats intermédiaires (noir)



Fig. 19 : Assainissement d'un jardin contaminé au radium

## Elimination conforme des déchets d'assainissement

Les déchets d'assainissement font l'objet d'un tri en vue de leur élimination. Les déchets non contaminés peuvent être éliminés par les filières conventionnelles. Quant aux déchets faiblement contaminés au radium, ils sont entreposés en lieu sûr dans l'attente de leur élimination (mise en décharge ou incinération) conformément aux articles 82 et 83 de l'ordonnance sur la radioprotection (ORaP). Deux sites de stockage temporaires ont été aménagés à cette fin dans les communes de Bienne et de La Chaux-de-Fonds. L'OFSP s'assure, par le biais de mesures de radioprotection, que le personnel séjournant sur les sites de stockage temporaires ainsi que la population des alentours ne sont pas exposés à des doses de rayonnement dépassant les seuils admis. Les déchets les plus contaminés sont conservés à l'OFSP dans des fûts hermétiques qu'il est prévu d'acheminer vers le dépôt intermédiaire fédéral (BZL) lors de la prochaine campagne de ramassage prévue au printemps 2016.

# Plan d'action radon 2012–2020

Le Plan d'action national radon 2012–2020, approuvé par le Conseil fédéral en mai 2011, vise principalement à adapter la stratégie de protection contre le radon en Suisse selon les nouvelles connaissances scientifiques et les normes internationales. En 2015, l'OFSP a mis l'accent sur la révision de l'ordonnance sur la radioprotection (ORaP), ainsi que sur la prise en compte du radon dans la formation des professionnels et dans les prescriptions de construction.

## Révision des ordonnances relatives à la radioprotection

La procédure d'audition de la révision des ordonnances relatives à la radioprotection a été ouverte en octobre 2015. Les dispositions concernant le radon figurent dans l'ORaP, mais aussi dans les ordonnances du DFI sur la dosimétrie, la formation en radioprotection et les émoluments. Le projet de texte prévoit l'adoption d'un niveau de référence de 300 Bq/m<sup>3</sup> pour la concentration en radon (en moyenne annuelle) dans les bâtiments. Les autorités délivrant les permis de construire pour des bâtiments neufs et rénovés devront informer systématiquement les maîtres d'ouvrage sur le thème du radon. Une mesure du radon, à la charge du propriétaire, est envisagée dans les nouvelles constructions. Concernant la mise en œuvre de mesures correctives, il est prévu d'appliquer une approche graduelle, les bâtiments neufs, les écoles et les jardins d'enfants devant être assainis prioritairement.

## Journées de l'OFSP pour tous les niveaux de formation du secteur de la construction

L'OFSP a organisé deux journées pour la branche de la construction afin de mettre en œuvre la mesure VI « Formation des professionnels » du Plan d'action radon 2012–2020. La rencontre du 13 mars 2015 était destinée aux responsables des organisations du monde du travail (OrTra). L'OFSP a pu compter sur la participation de représentants de 18 associations professionnelles de la construction, couvrant 68 titres de formation professionnelle de base et supérieure. La journée du 6 novembre 2015 était quant à elle destinée aux enseignants des écoles d'ingénierie et d'architecture. Des représentants de 2 hautes écoles et 10 hautes écoles spécialisées étaient présents, constituant un total de 45

filières de formation. A l'occasion de ces deux rencontres, l'OFSP a informé les participants sur l'état actuel des connaissances en matière de radon. Les erreurs susceptibles de se produire dans les phases de planification et de réalisation d'un projet ainsi que lors de l'exploitation de bâtiments ont été présentées en se basant sur 27 cas concrets. Des exemples de réussite issus de la pratique ont par ailleurs permis de montrer comment la problématique du radon peut être intégrée de manière conséquente dans la formation.

## Mesures du radon

Le groupe radon de l'Institut fédéral de métrologie (METAS) a élaboré des protocoles de mesure pour différents types de bâtiments. Les travaux relatifs aux protocoles pour les locaux d'habitation et de séjour ainsi que pour les écoles et les jardins d'enfants ont pu être achevés. Les principales modifications par rapport à la pratique actuelle dans de tels locaux consistent en l'abandon de la correction saisonnière et à la fixation contraignante d'une durée de mesure de trois mois durant la période de chauffage. Dès l'entrée en vigueur de l'ORaP révisée, il est prévu que ces protocoles de mesure fassent partie intégrante de la décision d'agrément délivrée aux services de mesure du radon.

Les mesures de test réalisées au Tessin dans le cadre du projet d'élaboration d'un protocole pour les mesures de courte durée sont arrivées à leur terme. En première analyse, la stratégie choisie semble prometteuse. En sélectionnant correctement le dispositif de mesure, il est possible en quelques jours d'estimer la situation au niveau du radon dans un bâtiment donné. Une mesure de courte durée ne peut certes pas remplacer une mesure agréée pour la détermi-

nation de la valeur moyenne annuelle, mais elle permet d'estimer de manière fondée le radon potentiellement présent. Le projet doit être finalisé d'ici à fin 2016.

## Mesures de construction liées à la protection contre le radon

Un groupe de travail a été mis sur pied afin de réviser les recommandations de l'OFSP concernant la protection contre le radon dans les bâtiments neufs. Ce projet a pour but d'adapter ces recommandations aux nouvelles dispositions de protection contre le radon de la norme SIA 180 de 2014 et de confronter les méthodes de prévention pour les nouvelles constructions à l'avis de professionnels de la construction. Ce groupe intègre des représentants de la SIA, un physicien du bâtiment, un architecte, un consultant en radon, ainsi que la Haute Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg. Il est prévu de publier les recommandations révisées en 2016.

Un nouveau « guide technique sur le radon » traitant des exemples pratiques d'assainissement est en train d'être élaboré par le *Faktor Verlag*, en remplacement du guide technique actuel qui doit de toute manière être adapté en raison de la révision de l'ORaP. Ce nouveau manuel paraîtra début 2017.

## International – Atelier sur le radon au poste de travail

L'implémentation de la nouvelle directive EURATOM s'avère critique pour le radon au poste de travail; c'est pourquoi l'OFSP a organisé un atelier sur ce thème au Bureau international du travail du 12 au 14 octobre 2015 à Genève, en collaboration avec les autorités de radioprotection française et norvégienne (ASN et NRPA) et sur mandat de l'Association des responsables des autorités compétentes en radioprotection en Europe (HERCA). L'objectif était de dégager une compréhension commune des articles de la directive européenne et d'émettre des recommandations. L'approche dosimétrique de la CIPR pour le calcul de l'exposition des travailleurs au radon fait toutefois encore défaut.

## Analyse prédictive et cartographie des concentrations de radon dans les locaux intérieurs en Suisse

L'Institut de radiophysique (IRA) à Lausanne a réalisé, en collaboration avec l'OFSP, un projet relatif à l'analyse et à la modélisation de la concentration en radon dans les locaux intérieurs



Fig. 20 : Des représentants d'OrTra formulent des demandes et des souhaits à l'intention de l'OFSP, 13 mars 2015

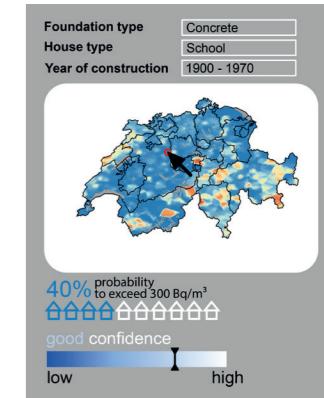


Fig. 21 : Exemple de communication sur la probabilité de dépassement d'une CRI donnée, en fonction de caractéristiques de construction données

(CRI) en Suisse dans le cadre d'une thèse de doctorat. Dans la première phase, la CRI a été analysée en référence aux variables suivantes : type de détecteur, catégorie de bâtiment, fondation, année de construction, température extérieure moyenne durant la mesure, altitude et lithologie [1]. Toutes ces variables ont présenté une relation significative avec la CRI. Par ailleurs, une méthode de groupement automatique des classes géologiques a été développée en fonction de leurs caractéristiques liées à la CRI [2].

La deuxième partie du projet était consacrée à la modélisation de la CRI. Une méthode a été développée pour cartographier, avec un intervalle de confiance donné, la probabilité de dépassement de la valeur de référence de 300 Bq/m<sup>3</sup> [3]. La figure 21 montre un scénario possible pour la publication de ces résultats. L'utilisateur peut introduire les caractéristiques et les coordonnées de sa maison et obtenir ainsi la probabilité de se situer au-dessus d'une certaine concentration de radon.

[1] Kropat G. & al., Major influencing factors of indoor radon concentrations in Switzerland, *Journal of Environmental Radioactivity*, Vol. 129, 2014, pages 7–22

[2] Kropat G. & al., Improved predictive mapping of indoor radon concentrations using ensemble regression trees based on automatic clustering of geological units. *Journal of Environmental Radioactivity*, Vol. 147, 2015, pages 51–62

[3] Kropat G. & al., Predictive analysis and mapping of indoor radon concentrations in a complex environment using kernel estimation: An application to Switzerland, *The Science of the Total Environment*, Vol. 505, 2015, pages 137–148

# Protection sanitaire contre le rayonnement non ionisant et le son

Les pointeurs laser, les lasers cosmétiques et les solariums sont des sources de rayonnement non ionisant (RNI). Ces appareils peuvent mettre la santé en danger s'ils ne sont pas utilisés correctement. Les attaques au pointeur laser aveuglant constituent un grand risque pour de nombreux groupes professionnels. Des mesures effectuées dans des cockpits d'hélicoptère ont montré que même le rayonnement de pointeurs peu puissants conduisait à des expositions pouvant, au vu des connaissances actuelles, entraîner des aveuglements. En Suisse, l'utilisation de tels appareils n'était jusqu'à présent pas réglementée ; la nouvelle loi fédérale doit remédier à cette situation.

## Nouvelle loi fédérale sur la protection contre les dangers liés au rayonnement non ionisant et au son (LRNIS)

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. Celles-ci concernent principalement la sécurité des produits, l'environnement et la sécurité au travail. Au cours des dernières années, il est apparu que des réglementations complémentaires aux lois existantes étaient nécessaires si l'on voulait minimiser les risques sanitaires liés à l'utilisation des produits RNI. Une nouvelle loi sur la protection contre les risques liés au rayonnement non ionisant et au son (LRNIS) doit donc compléter les réglementations en vigueur. Elle n'affecte ni les lois existantes ni la mise en circulation de produits, dont les réglementations actuelles, adaptées à l'UE, doivent rester inchangées. La nouvelle loi prévoit une intervention impérative uniquement dans des cas d'exception pour des produits présentant un risque sanitaire important. En outre, elle doit constituer les bases pour l'observation des technologies futures et, le cas échéant, la prise de mesures nécessaires.

La LRNIS prévoit les mesures suivantes :

- Respect des directives sur la sécurité et des instructions du fabricant : dans le cas des applications cosmétiques potentiellement dangereuses ou des solariums, des contrôles par échantillonnage doivent être possibles
- Qualifications techniques : le Conseil fédéral peut exiger un certificat de compétences pour l'utilisation à des fins professionnelles ou commerciales d'un produit potentiellement dangereux
- Interdictions : si aucune autre mesure ne permet de protéger suffisamment la santé humaine, le Conseil fédéral peut interdire l'importation, le transit, la remise et la détention de produits potentiellement très dangereux. Pour l'heure, seuls les pointeurs laser de forte puissance sont concernés par une éventuelle interdiction
- Mesures en cas d'exposition à risque : dans les situations d'expositions présentant un risque pour la santé (par exemple lors de manifestations utilisant des lasers ou des sources sonores élevées), le Conseil fédéral peut définir des mesures limitant les valeurs d'exposition ou protégeant la santé humaine d'une autre manière
- Information : dans le cadre du champ d'application de la nouvelle loi, la Confédération peut informer de manière adéquate et ciblée sur le RNI et collecter les données scientifiques nécessaires à cet effet.

## Pilotes d'hélicoptère aveuglés par un pointeur laser

Les attaques au pointeur laser aveuglant constituent un grand risque pour de nombreux groupes professionnels. Les équipages d'hélicoptère devant opérer dans des cockpits en verre sont fortement concernés. La nouvelle LRNIS devra donc permettre d'empêcher de tels éblouissements. A cet effet, l'OFSP a mandaté l'Institut fédéral de métrologie (METAS) pour mesurer l'intensité de l'irradiation dans le cockpit d'un Eurocopter EC 635 de l'armée suisse. Ce dernier a été irradié avec des pointeurs laser de diverses couleurs et à différentes distances proches de la pratique. Cette expérience avait pour but de coupler les intensités d'irradiation appliquées avec les données d'études américaines existantes, visant à examiner le niveau d'éblouissement de personnes par des rayons laser en fonction de l'intensité d'irradiation.

Les mesures ont montré que le rayonnement des pointeurs laser de la classe 3R, aujourd'hui autorisés en Suisse, provoque des expositions pouvant entraîner des troubles significatifs de la vue à des distances inférieures à 100 mètres et induire des éblouissements significatifs à des distances inférieures à 500 mètres. La figure 22 indique que la diffraction du rayon laser sur la vitre du cockpit exerce une grande influence sur la diffusion des rayons dans le cockpit et sur l'intensité de l'irradiation dans les yeux des pilotes.

## Nouvelles informations concernant les lampes et autres dispositifs d'éclairage à LED

Les lampes et autres dispositifs d'éclairage à LED sont particulièrement économiques. Ils constituent ainsi une alternative intéressante aux lampes à économie d'énergie et aux lampes halogènes pour l'éclairage intérieur comme extérieur.



Fig. 22 : Expositions au laser vert dans le cockpit d'un hélicoptère

Les LED font appel à une technologie qui ne permet pas de produire directement de la lumière blanche : pour que l'œil interprète leur lumière comme telle, les lampes à LED émettent simultanément des composantes lumineuses jaunes et bleues. Or, la lumière bleue peut endommager la rétine en cas d'exposition trop longue ou d'intensité trop élevée. Il importe donc que ces lampes n'induisent pas de dépassement de la valeur limite d'exposition à la lumière bleue, valeur qui sera atteinte plus ou moins rapidement selon l'intensité du rayonnement bleu émis. La luminance énergétique autorisée est de 100 watt par mètre carré par stéradian ( $W\ m^{-2}\ sr^{-1}$ ) pour des durées d'exposition supérieures à 10'000 secondes.

En condition d'utilisation normale, les lampes à LED destinées au grand public ne présentent pas de risque pour la santé, y compris pour les populations sensibles, telles que les enfants ainsi que les personnes au cristallin très clair, sans cristallin ou pourvues d'un cristallin artificiel.

L'OFSP a publié une nouvelle fiche d'information pouvant aider la population à utiliser correctement les lampes à LED.

# Exposition de la population aux rayonnements ionisants en 2015

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. Durant l'année 2015, aucun dépassement de limites de dose n'a été observé chez les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession.

## Doses de rayonnement reçues par la population

L'exposition de la population provient principalement du radon dans les locaux intérieurs, du diagnostic médical et de la radioactivité naturelle (figure 23). La valeur limite de dose due à des expositions artificielles (applications médicales exceptées) est fixée à 1 milliSievert (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.

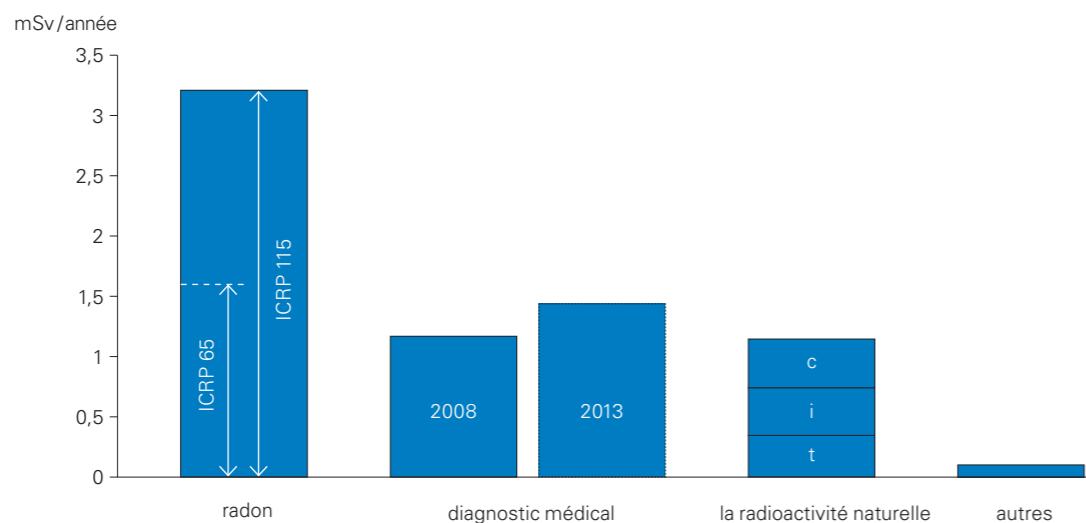


Fig. 23 : Doses moyennes de rayonnement reçues par la population suisse [en mSv/an/ personne]. La dose inhérente au radon est, selon la nouvelle évaluation de la CIPR (115, 2010), sensiblement revue à la hausse par rapport à l'estimation de la CIPR 65. La dose induite par le radiodiagnostic médical se base sur l'enquête de 2008 et sur l'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

que 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/m<sup>3</sup>).

## 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.

## Radionucléides dans les aliments

Des radionucléides naturels sont également assimilés dans le corps humain par l'intermédiaire de l'alimentation et occasionnent une dose moyenne d'environ 0,35 mSv par an, la contribution 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 désintégration 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 atmosphériques effectués dans les 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 occasionnées par l'incorporation de césium-137 étaient inférieures à un millième de mSv par an.

## Autres sources de rayonnement (artificielles)

Aux doses de rayonnement mentionnées précédemment vient s'ajouter une faible contribution, inférieure ou égale à 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 radioisotopes 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. La dose associée à la dispersion de substances radioactives après l'accident de Fukushima est négligeable en Suisse.

Les doses reçues par les personnes habitant à proximité immédiate des centrales nucléaires suisses, du PSI ou du CERN ainsi que des hôpitaux, 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 94'000 personnes ont été exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession durant l'année sous revue. Le nombre de personnes professionnellement exposées au rayonnement ionisant est donc 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, ou de 10 mSv pour la dose mensuelle aux extrémités. C'est dans les domaines de la médecine nucléaire ainsi qu'en radiologie et en cardiologie interventionnelles que les doses élevées ont été les plus nombreuses.

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 le site internet de l'OFSP en été 2016.

# Collaboration internationale

La radioprotection en Suisse doit correspondre aux standards internationaux. Une collaboration étroite avec les organismes internationaux est donc extrêmement importante. Nos principaux partenaires et affiliations sont les suivants :

## La Division radioprotection en tant que « Collaboration center » de l'Organisation mondiale de la santé (OMS)

L'OMS a confirmé en 2014 la désignation de la Division radioprotection comme centre collaborateur pour la protection contre les rayonnements et pour la santé publique. Les termes de référence du mandat 2014-2017 sont les suivants :

- préparation et gestion sanitaire en cas de situation d'exposition d'urgence
- développement de stratégies visant à renforcer le plan d'action radon
- évaluation du risque et mesures de protection associées aux rayonnements non ionisants
- engagement en matière de radioprotection dans le domaine médical.

Tous ces travaux visent également à renforcer l'action de l'OFSP dans le cadre du règlement sanitaire international signé par la Suisse en 2005.

L'OFSP représente la Suisse depuis de nombreuses années dans les projets suivants de l'OMS :

**WHO-Globale Initiative :**  
amélioration de la radioprotection en médecine.  
[www.who.int/ionizing\\_radiation/about/med\\_exposure/en/index1.html](http://www.who.int/ionizing_radiation/about/med_exposure/en/index1.html)

**WHO-Radon-Project :**  
réduction du cancer du poumon lié au radon.  
[www.who.int/ionizing\\_radiation/env/radon/en](http://www.who.int/ionizing_radiation/env/radon/en)

**WHO-Intersun :**  
réduction des effets nocifs des rayons UV.  
[www.who.int/peh-uv](http://www.who.int/peh-uv)

**WHO-EMF-Project :**  
évaluation des risques sanitaires liés aux champs électromagnétiques. [www.who.int/peh-emf/fr](http://www.who.int/peh-emf/fr)

## 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.

## Commission internationale de protection radiologique (CIPR)

Ses recommandations sont reprises dans le droit national de la plupart des états, notamment en Suisse. Le professeur François Bochud, président de la Commission fédérale de radioprotection (CPR), représente la Suisse dans le comité 4 qui exerce une fonction consultative sur l'application des recommandations de la CIPR.

## 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. L'OFSP a en outre participé au groupe de travail HERCA sur le radon, dont le premier workshop a eu lieu en 2014 à Paris. Il a organisé le deuxième workshop qui s'est tenu à Genève à l'automne 2015 en coopération avec l'ASN (France) et le NRPA (Norvège). En septembre 2016, l'OFSP organisera un workshop pour le groupe de travail *Medical and Veterinary Applications*.

## Réseau européen ALARA

L'objectif de ce réseau est de maintenir les doses reçues par la population à un niveau aussi faible que raisonnablement possible (« As Low As Reasonably Achievable ») par des stratégies d'optimisation ([www.eu-alara.net](http://www.eu-alara.net)). Durant l'année sous revue, la division Radioprotection a préparé la 16ème manifestation « European ALARA Network Workshop », portant sur le thème « ALARA in industrial radiography - How can it be improved », qui se tiendra à Berne du 14 au 16 mars 2016.

## Collaboration bilatérale avec l'Allemagne et la France

L'OFSP est représenté dans la « Deutsch-Schweizerischen Kommission für die Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen » et dans la Commission mixte franco-suisse de sûreté nucléaire et de radioprotection afin de garantir un échange d'expérience régulier portant sur l'exploitation, la sécurité, la surveillance et les effets environnementaux des centrales nucléaires ainsi que sur d'autres aspects de la radioprotection. L'OFSP et l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) se rencontrent régulièrement afin de coordonner la surveillance de la radioactivité aux alentours du CERN. L'OFSP participe également au comité de suivi des leucémies, piloté par l'ASN.

## Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA)

En 2015, l'OFSP et le laboratoire de Spiez ont co-organisé un atelier en spectrométrie gamma in situ sous l'égide de l'AIEA en tant que membre du réseau ALMERA (*Analytical Laboratories for the Measurement of Environmental Radioactivity*).

Par ailleurs, l'OFSP a participé, en soutien à l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN), à la 5ème réunion de revue de l'AIEA concernant l'implémentation de la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs.

L'OFSP a également contribué, sous l'égide de l'AIEA, à l'élaboration d'un guide concernant la gestion des sources radioactives retirées du service, afin de préciser les exigences du Code de conduite sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives. Ce Code de conduite est un guide international, reconnu et encouragé par de nombreux pays, visant à promouvoir la sûreté et la sécurité de l'utilisation de sources radioactives.

L'OFSP a en outre participé à l'élaboration de la publication de l'AIEA « *Protection of the Public against Exposure Indoors due to Radon and other Natural Sources of Radiation* » parue en 2015. Il a également fait partie d'une équipe d'experts mandatés par l'AIEA pour conduire une mission IRRS (Integrated regulatory review service IRRS mission).

## NERIS: The European Platform on Preparedness for Nuclear and Radiological Emergency Response and Recovery

L'OFSP s'est fortement impliqué dans les travaux de la plateforme NERIS ([www.eu-neris.net](http://www.eu-neris.net)) notamment dans le cadre du projet PREPARE. Cette implication s'est concrétisée par la réalisation d'un panel franco-suisse sur la problématique de la gestion à long terme de denrées alimentaires contaminées suite à un accident nucléaire.

## Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE)

Elle 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 aux travaux du comité s'occupant des questions de radioprotection et de santé publique.

# Publications, informations complémentaires

## 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 en matière de dosimétrie individuelle selon l'article 55 de l'ordonnance sur la radioprotection (ORaP), de radioactivité de l'environnement selon l'article 106 de l'ORaP et de problématique du radon selon l'article 118 de l'ORaP.

## Documents d'information

Pour de plus amples informations sur la division Radioprotection, il est possible de consulter son site internet à l'adresse : [www.ofsp.admin.ch](http://www.ofsp.admin.ch), thème : rayonnement, radioprotection et 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 et enseignement

- DVD sur la radioprotection en médecine nucléaire, dans les cabinets dentaires, lors des examens radiologiques interventionnels et lors de l'utilisation d'installations à rayons X en salle d'opération.
- Matériel didactique sur la protection solaire et la protection de l'ouïe contre les niveaux sonores trop élevés.

## Newsletter Protection des consommateurs

Recevez gratuitement notre newsletter « Protection des consommateurs » contenant les informations les plus récentes issues des divisions Produits chimiques et Radioprotection : [www.ofsp.admin.ch](http://www.ofsp.admin.ch), thème : rayonnement, radioprotection et son (inscription dans le menu de droite).

# 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 vie 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.

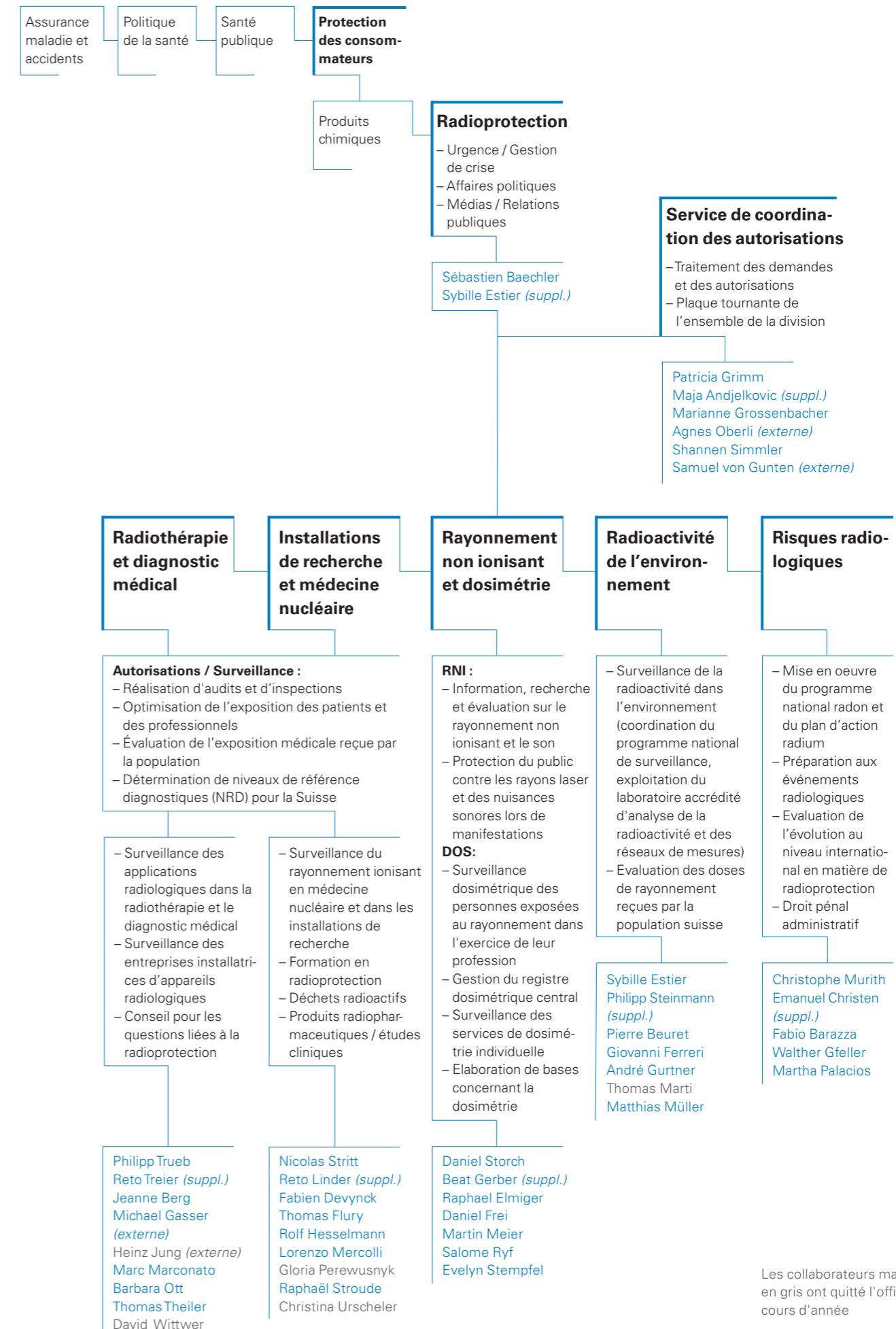
Plus de 40 collaborateurs, issus de nombreux domaines professionnels, tels que la physique, la géologie et l'ingénierie, s'engagent pour que les doses de rayonnements auxquelles est exposée la population suisse soient justifiées et maintenues à un niveau aussi bas que possible. La première priorité est 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.

En vue d'atteindre ces objectifs de façon complète et durable, 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 d'utiliser les 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 par notre site internet et par le conseil direct. Une base légale est en préparation dans ce domaine.

La radioprotection ne fonctionne pas sans appui externe. Ainsi, nous mettons en application la législation en radioprotection en collaboration avec différents partenaires en Suisse et à l'étranger. Dans le domaine des RNI, nous participons à des programmes nationaux et internationaux de recherche et de prévention. Toutes ces collaborations nous permettent de réévaluer en continu les risques induits par les rayonnements sur la santé.

Notre catalogue comprend les tâches suivantes :

- 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 en fonction des avancées de la science et de la technique, notamment à ce jour en vue de la révision de l'ordonnance sur la radioprotection et de l'établissement de la législation dans le domaine du RNI et du son
- Surveillance du personnel professionnellement exposé aux radiations ionisantes (environ 94'000 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, ainsi que recommandations de prévention et de précaution, 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
- Assistance des entreprises et des personnes concernées lors d'une défaillance ou d'un accident
- Elimination des déchets radioactifs provenant de la médecine, de l'industrie et de la recherche
- Communication et information via internet, les médias, les rapports et les brochures.



**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 2015

Abdruck mit Quellenangabe erwünscht:

«Strahlenschutz BAG; Jahresbericht 2015»

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](mailto:str@bag.admin.ch)

[www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch), [www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

BBL, Verkauf Bundespublikationen, CH-3003 Bern

[www.bundespublikationen.admin.ch](http://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 2015

Indication de la source en cas de reproduction :

«Radioprotection OFSP ; rapport annuel 2015»

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](mailto:str@bag.admin.ch)

[www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch), [www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

OFCL, Vente des publications fédérales,

CH-3003 Berne

[www.publicationsfederales.admin.ch](http://www.publicationsfederales.admin.ch)

Numéro de commande OFCL : 311.326.f

ISBN : 978-3-906202-00-6