

Radioprotection et surveillance de la radioactivité en Suisse – Résultats 2022

Éditorial

Chère lectrice, cher lecteur,

Une fois de plus, l'année 2022 aura été inhabituelle à bien des égards. Alors qu'un brin d'optimisme regagnait l'Europe après deux ans de pandémie, la guerre en Ukraine débutait le 24 février. Mes pensées vont à toutes les personnes qui sont prises dans ce conflit dévastateur et qui vivent quotidiennement dans la peur et la détresse. En Suisse, cette guerre a ravivé les craintes de la population face à la menace d'un accident dans une centrale nucléaire ukrainienne ou encore au recours à l'arme atomique par la Russie. Elle nous a renvoyés, en tant qu'autorités, à des scénarios que l'on croyait révolus et pour lesquels il est essentiel de se préparer, la pandémie nous ayant appris que l'inimaginable pouvait devenir réalité. Ainsi, l'OFSP a envisagé différentes mesures pour protéger la population suisse en cas d'événement nucléaire en Ukraine, en collaboration avec d'autres offices. Comme après l'accident de Tchernobyl en 1986, ces mesures consisteraient avant tout à éviter l'ingestion de denrées alimentaires contaminées. Pour en savoir plus, je vous invite à lire notre interview des membres du groupe de travail « urgence radiologique » de l'OFSP.

Inquiets face à la menace nucléaire, de nombreuses personnes dans toute la Suisse souhaitaient absolument obtenir des comprimés d'iode. Rappelons que ces comprimés sont disponibles pour l'ensemble de la population, qu'ils sont avant tout prévus en cas d'accident dans une centrale nucléaire en Suisse et que leur utilisation est très peu probable en cas d'événement en Ukraine. Quant au financement de l'approvisionnement de la population en comprimés d'iode, il est prévu de le préciser dans le cadre du projet actuel de révision de la Loi sur la radioprotection. L'ouverture de la consultation publique est prévue pour mars 2023.

En cas de passage d'un nuage radioactif en Suisse, il est nécessaire de pouvoir déterminer rapidement sa composition. Ainsi, en 2022, le Conseil fédéral a décidé de moderniser le système de mesure de la radioactivité dans l'air situé à la station du Jungfraujoch. Opérationnel d'ici 2024, il sera rattaché au réseau de surveillance en continu exploité par l'OFSP. Notons qu'aucun niveau anormal de radioactivité n'a été relevé dans l'environnement en 2022.

Outre les activités de préparation aux situations d'urgence, nous avons pu mener à bien de nombreuses actions en 2022. Nous avons poursuivi notre programme de surveillance avec des audits sur site visant à amé-

liorer la radioprotection des patients et du personnel médical, notamment dans les blocs opératoires et en médecine nucléaire. Nous avons coordonné plus de trente audits cliniques réalisés par une centaine d'auditeurs externes. Les installations de recherche du PSI et du CERN ont également fait l'objet de plusieurs visites. Par ailleurs, nous avons poursuivi la mise en œuvre de nos trois plans d'action concernant le radon dans les espaces intérieurs, les héritages au radium de l'industrie horlogère, ainsi que le renforcement de la sûreté et de la sécurité des sources radioactives (Radiss). En outre, le développement de notre portail informatique « Radiation Portal Switzerland (RPS) » avance à grand pas et permettra dès 2023 une gestion globale des autorisations en radioprotection par l'ensemble des acteurs.

Dans le domaine du rayonnement non ionisant et du son, la mise en application de la nouvelle législation s'est poursuivie en 2022, notamment en matière de compétence des personnes réalisant des traitements à des fins esthétiques, désormais répertoriées dans un portail informatique. Par ailleurs, l'OFSP a effectué des contrôles sur site lors de manifestations avec spectacle laser.

Enfin, la Suisse, avec en première ligne l'OFSP, a accueilli en 2022 à Genève la 3^{ème} Conférence de l'Agence internationale de l'énergie atomique sur le thème de la radioprotection professionnelle. Plus de 100'000 personnes sont exposées au rayonnement ionisant dans l'exercice de leur profession en Suisse, deux tiers d'entre elles étant actives dans le domaine médical.

Bon nombre de sujets sont abordés dans ce rapport et je vous invite à les parcourir plus en détail.

Bonne lecture !

Sébastien Baechler



Colophon

Conception, rédaction et textes non signés : OFSP
Photos sans légende / Photos non signées : OFSP

Graphiques et mise en page :
Heyday, Berne
Copyright: OFSP, mai 2023

Indication de la source en cas de reproduction :
«Radioprotection OFSP; rapport annuel 2022 »

Informations supplémentaires et diffusion :
Office fédéral de la santé publique (OFSP)
Unité de direction Protection de la santé

Division Radioprotection
CH-3003 Berne
Téléphone : +41 (0)58 462 96 14
str@bag.admin.ch
www.ofsp.admin.ch, www.str-rad.ch

Recevez gratuitement notre Newsletter
«Protection de la santé»

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

ISBN : 978-3-033-07889-5

Contenu

Éditorial	2
Colophon	4
Contenu	5
Guerre en Ukraine et menace nucléaire : sommes-nous prêts ?	6
Radioprotection dans la médecine et la recherche	11
Plan d'action concernant la sûreté et la sécurité radiologique « Radiss » 2020–2025	21
Événements radiologiques	24
Conférence AIEA à Genève : radioprotection professionnelle	33
Plan d'action radium 2015–2023	39
Plan d'action sur le radon 2021–2030	42
Surveillance de la radioactivité dans l'environnement	45
Intervention en situation d'urgence radiologique	50
Protection sanitaire contre le rayonnement non ionisant et le son	54
Exposition de la population suisse aux rayonnements ionisants	57
Collaboration internationale	64
Bases légales	67
Division radioprotection — Tâches et organisation	69

Guerre en Ukraine et menace nucléaire : sommes-nous prêts ?

Le 24 février 2022, la Russie lançait son offensive en Ukraine, faisant resurgir le spectre d'une catastrophe nucléaire majeure en Europe, à l'image de l'accident de Tchernobyl en 1986, ou encore de l'utilisation d'armes atomiques. Face à ces menaces, l'OFSP a haussé son niveau de vigilance et engagé des travaux préparatoires spécifiques, en collaboration avec l'ensemble des autorités responsables en Suisse. Dans cette interview, les membres du groupe de travail «urgences radiologiques» de la division Radioprotection reviennent sur les actions engagées en 2022.

D'où provient la menace radiologique en Ukraine ?

Depuis le début de la guerre, les menaces nucléaires avec de possibles rejets de radioactivité dans l'environnement sont sources de préoccupation. Parmi les scénarios envisagés figurent un grave accident dans une centrale nucléaire en Ukraine ou encore l'utilisation d'armes atomiques dans la zone de conflit. Outre le site de Tchernobyl, l'Ukraine possède quinze réacteurs nucléaires sur quatre sites qui représentent un risque accru en situation de guerre. Les attaques répétées sur la plus grande centrale nucléaire d'Europe à Zaporijia, qui exploite six réacteurs, ont fait monter d'un cran à plusieurs reprises les craintes d'un accident nucléaire.

Le scénario de l'explosion d'une bombe atomique russe en Europe (Ukraine) est-il considéré ?

Même si une telle attaque est très improbable, nous ne pouvons plus exclure cette menace aujourd'hui et il est nécessaire que les autorités

s'y préparent. La modélisation des retombées radioactives en cas d'explosion d'une bombe atomique est relativement complexe et dépend d'un grand nombre de paramètres, notamment le type de bombe, l'altitude de l'explosion et le mouvement des différentes masses d'air. Face à cette menace que nous espérions disparue, il a fallu repartir dans les archives et identifier les experts dans un domaine qui ne figurait pas parmi les priorités de notre division.

Que signifierait un événement nucléaire en Ukraine pour la Suisse ?

Suivant le type et l'ampleur de l'événement et les conditions météorologiques, notamment la force et la direction du vent, la Suisse pourrait être impactée par le passage d'un nuage radioactif dans les jours qui suivent le rejet de radioactivité en Ukraine. Après avoir parcouru une telle distance, le nuage radioactif se serait déjà largement dispersé et ne présenterait plus de risque immédiat pour la santé. Toutefois, en cas de précipitations importantes lors de la traversée du nuage sur le territoire suisse, la radioactivité pourrait se déposer au sol,

entraînant ainsi une contamination durable du territoire, comme ce fut le cas au Tessin suite à l'accident de Tchernobyl en 1986. Aucun effet immédiat, comme des brûlures ou des syndromes aigus d'irradiation, ne serait attendu et l'objectif consisterait surtout à protéger la population des effets à long terme des radiations, principalement l'induction de cancer, en évitant p.ex. une ingestion chronique de denrées alimentaires contaminées.

Comment l'OFSP est-il organisé pour faire face aux urgences radiologiques ?

Les ressources ordinaires de la division Radioprotection pour la préparation aux situations d'urgence se limitent à deux collaborateurs. C'est pourquoi nous disposons aussi d'un groupe de travail permanent consacré aux urgences radiologiques, constitué d'experts en radioprotection spécialisés dans la gestion de crise, la surveillance de l'environnement ainsi que les contrôles de marchandise. Des représentants de la division Droit et de la section Médias et communication de l'OFSP complètent l'équipe. Les travaux préparatoires de ce groupe de travail et leur intensité sont dictés par l'évolution des menaces radiologiques et nucléaires. Dans une situation d'urgence avérée, l'OFSP mettrait rapidement en place une cellule de crise avec une organisation dédiée, comme ce fut le cas suite aux catastrophes et Tchernobyl et de Fukushima. Cette cellule de crise est activée tous les deux ans dans le cadre des exercices nationaux d'urgence, notamment via l'État-major fédéral de la protection de la population (EMFP), dans lequel les directeurs des offices concernés sont représentés. Un tel exercice a d'ailleurs eu lieu en 2022 (voir en page 50).

Quel a été votre premier défi suite à l'annonce de l'offensive russe en Ukraine ?

Nous avons immédiatement haussé notre niveau de vigilance. Le groupe de travail « urgences radiologiques » se réunit en effet à un rythme soutenu depuis février 2022. La communication a représenté un grand défi au début. Nous avons constaté une forte insécurité au sein de la population et avons reçu de nombreuses sollicitations, avec comme question récurrente la mise à disposition et la prise de comprimés d'iode. En réponse à ces inquiétudes, nous

avons très rapidement publié des informations spécifiques à l'Ukraine sur notre site internet, en spécifiant notamment que la prise de comprimés d'iode en Suisse était fortement improbable dans le contexte d'un événement radiologique en Ukraine, compte tenu de la distance géographique qui sépare nos deux pays (voir sous [Guerre en Ukraine : Situation radiologique en Suisse et en Ukraine \(admin.ch\)](#)).

A quoi servent les comprimés d'iode et quand doit-on les utiliser ?

Les comprimés d'iode servent à saturer la glande thyroïde avec de l'iode stable pour empêcher que de l'iode radioactif incorporé suite à un accident nucléaire ne vienne s'y fixer. Il faut donc prendre ces comprimés quelques heures avant l'exposition au moment où les autorités l'ordonnent et non préventivement plusieurs jours avant, car les mécanismes de protection ne seraient plus efficaces. Les comprimés d'iode protègent la glande thyroïde uniquement des effets néfastes de l'iode radioactif. Ils n'ont aucun effet de protection contre le rayonnement direct des éléments radioactifs libérés dans l'environnement, ni contre les effets néfastes des autres radionucléides que nous pourrions inhaler ou avaler avec la nourriture après un accident nucléaire. La prise des comprimés d'iode est donc toujours ordonnée en complément d'une autre mesure de protection plus globale, comme la mise à l'abri ou l'évacuation. Ces comprimés sont distribués préventivement à toutes les personnes résidant dans un rayon de 50 kilomètres autour d'une centrale nucléaire suisse (voir aussi en page 53).

Pour en revenir à l'Ukraine, comment la Confédération assure-t-elle le suivi de la situation ?

La Centrale nationale d'alarme (CENAL) surveille constamment la situation radiologique en Ukraine et reçoit des informations régulières de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) ainsi que d'autres partenaires internationaux. Par ailleurs, l'État-major fédéral Protection de la population (EMFP) a mis en place un Élément de planification Ukraine, qui s'est réuni plus d'une douzaine de fois en 2022, assurant ainsi un suivi régulier de la situation pour l'ensemble des autorités fédérales et cantonales

responsables. Des actions préparatoires ont par ailleurs été lancées afin d'améliorer la réponse suisse en cas d'événement radiologique, en particulier en Ukraine.

L'OFSP a-t-il planifié des mesures de protection pour la Suisse en raison de la situation en Ukraine ?

Selon l'Ordonnance sur la radioprotection (ORaP), l'OFSP est responsable de la préparation des mesures de protection de la santé de la population suisse contre les effets de rejets de radioactivité. Dans le cadre de ce mandat légal et sous l'égide de l'EMFP, nous avons élaboré un projet d'ordonnance d'urgence qui définit des mesures de protection spécifiques à l'Ukraine dans les domaines de la santé et de l'agriculture, en complément des dispositions légales en vigueur. Ces travaux, menés en collaboration avec l'Office fédéral de la protection de la population (OFPP), l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires, l'Office fédéral de l'agriculture ainsi que la CENAL, permettraient de gagner un temps précieux en cas de situation d'urgence avérée. En plus de ce projet d'ordonnance, nous préparons également le renforcement des contrôles de la radioactivité aux frontières dans le cadre de notre mandat légal (voir Plan d'action Radiss en page 21).

Que règle le projet d'ordonnance d'urgence « Ukraine » ?

Le projet d'ordonnance dresse un catalogue de mesures sanitaires et agricoles, ainsi que les responsabilités pour leur mise en œuvre. Il s'agit p.ex. de restrictions d'accès à des lieux publics, comme des places de jeux pour enfants, ou encore des travaux de décontamination. Dans le domaine de l'agriculture, des restrictions de pâture pour les animaux de rente permettrait en outre d'éviter une contamination du lait ou de la viande. Le projet d'ordonnance prévoit aussi des contrôles massifs de radioactivité dans l'environnement et les denrées alimentaires. Il est donc important que la Confédération et les cantons soient prêts pour le faire avec les moyens de mesure à disposition.

Qu'en est-il au niveau des préparatifs visant à informer la population ?

Nous avons élaboré, sous la conduite de l'OFPP, un concept de communication couvrant les premières 48 heures suivant un événement. Il vise à ce que les responsables de la communication des services impliqués préparent des messages communs en appliquant une procédure uniforme. De plus, il définit clairement qui communique quoi, quand et de quelle manière, notamment en tenant compte du rôle de la Chancellerie fédérale, qui coordonne la communication politique.

En septembre 2022, un Etat-major fédéral de conduite stratégique de la Confédération (ECSC) en cas d'événement nucléaire lié à la guerre en Ukraine a été constitué sur décision du Conseil fédéral. Pouvez-vous nous en dire plus ?

Le Conseil fédéral a chargé le Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports de constituer l'ECSC, permettant une coordination rapide et efficace de la réponse à un événement nucléaire. Sous l'égide de l'ECSC, l'OFSP pilote le groupe de travail consacré aux denrées alimentaires et à l'agriculture, qui doit en particulier réfléchir à la mise en œuvre concrète des mesures de protection définies dans le projet d'ordonnance d'urgence « Ukraine », en intégrant également les cantons dans la discussion. En cas d'événement, il est prévu de mettre en place une Taskforce scientifique, compétente à la fois pour les aspects radiologiques et non-radiologiques, p.ex. les questions socio-économiques. Enfin, les deux commissions extraparlimentaires pour la protection ABC et la radioprotection seront intégrées au sein de l'organisation de l'ECSC.

Pour faire face à ces nouvelles menaces, est-il nécessaire de revoir le dispositif de surveillance de la radioactivité dans l'environnement ?

L'OFSP exploite un dispositif performant de mesure de la radioactivité dans l'environnement. Grâce à une démarche de modernisation continue, sa capacité de détection est à même de répondre aux nouvelles menaces. Il est important de pouvoir suivre en tout temps l'état radiologique de l'environnement dans notre

pays. En 2022, le Conseil fédéral a accordé un financement supplémentaire pour les années 2023 et 2024, afin de rénover la station de mesure du Jungfrauoch. D'autres mesures d'amélioration du réseau de surveillance de l'air se poursuivent, notamment pour assurer son fonctionnement en cas de pénurie d'électricité. Dans ce cadre, nous avons fait l'acquisition de batteries en 2022, dans le but de garantir le fonctionnement du réseau même en cas de panne prolongée d'électricité.

Et finalement, sommes-nous prêts ?

L'ensemble des actions engagées en Suisse depuis l'offensive russe en Ukraine doivent permettre de se préparer au mieux à un possible événement radiologique. Nous espérons toutefois ne jamais avoir à mettre en route une telle organisation.



Le groupe « urgences radiologiques » de l'OFSP est constitué d'experts en radioprotection, spécialisés dans la gestion de crise, la surveillance de l'environnement ainsi que les contrôles de marchandise. Des représentants de la division Droit et de la section Médias et communication complètent l'équipe.

De gauche à droite : Sybille Estier, Sébastien Baechler, Daniel Storch, Nina Mosimann et Patricia Grimm. Personnes absentes: Daniel Dauwalder, Markus Schlatter et Nicolas Stritt.

Radioprotection dans la médecine et la recherche

La sécurité des patients et la qualité des soins sont des aspects centraux de la santé publique ; ceci est aussi le cas en radioprotection. En complément de ses activités de surveillance, la division Radioprotection de l'OFSP a lancé deux actions visant à améliorer la sécurité des patients en matière de radioprotection. La première action concerne la mise en place d'un groupe de travail national consacré à cette thématique. Des délégués des sociétés et des associations professionnelles y participent. La seconde action porte sur la gestion appropriée des événements radiologiques médicaux. Ces derniers peuvent en effet menacer la sécurité des patients, p.ex. lors d'inversion de patients, d'examen ou de traitements ou encore lorsque des applications justifiées sont réalisées à des doses trop élevées.

Sécurité des patients en matière de radioprotection

Le rayonnement ionisant utilisé en imagerie et en thérapie peut entraîner des risques pour la santé et compromettre la sécurité des patients. Pour éviter cela, l'OFSP octroie des autorisations pour l'utilisation de rayonnements ionisants dans les établissements médicaux. Il surveille en outre leurs applications, notamment en réalisant des audits techniques sur site (voir rapport annuel 2021 – programme de surveillance : actions prioritaires pour les prochaines années). L'OFSP coordonne également la réalisation d'audits cliniques en radiothérapie, en médecine nucléaire, en radiologie ainsi qu'en cardiologie. Durant l'année 2022, 31 audits cliniques ont été réalisés avec la participation d'une centaine d'auditeurs. Cette démarche devrait permettre aux hôpitaux et aux instituts médicaux d'éviter les procédures et examens injustifiés et d'administrer la dose convenable de rayonnement pour chaque procédure. L'ensemble de ces actions est conforme à l'objectif 5 « augmenter la qualité des soins » de la stratégie Santé2030. Dans le même but, l'OFSP a lancé deux actions visant à améliorer la protection contre l'exposition excessive au rayonnement et la sécurité des patients.

1. Mise en place d'un groupe de travail national sur la sécurité des patients en radioprotection

L'OFSP a invité des spécialistes de différentes disciplines et de toutes les régions linguistiques à constituer un groupe de travail interdisciplinaire et interprofessionnel sur la sécurité des patients en radioprotection. La séance constitutive a eu lieu le 8 décembre 2021. La première tâche de ce groupe de travail concerne les modalités d'utilisation des moyens de protection du patient (tabliers de plomb) en Suisse. La Société suisse de radiobiologie et de physique médicale (SSRPM) ainsi que la Commission fédérale de radioprotection (CPR) recommandent de ne plus utiliser ces tabliers de plomb dans le cadre de l'imagerie médicale. Ne conduisant qu'à une réduction de dose négligeable, ils comportent des risques de mauvais positionnement et peuvent se révéler peu hygiéniques. Il existe des méthodes plus efficaces pour protéger les patients, telles que l'exactitude du positionnement, la limitation du champ de rayonnement, le contrôle automatique de l'exposition, la modulation du courant du tube radiologique et la reconstruction itérative de l'image.

La pratique concernant l'application des moyens de protection du patient a profondément évolué en radiodiagnostic. Aujourd'hui, leur utilisation n'est plus recommandée qu'à titre exceptionnel. Face à ces changements, l'OFSP a retiré la directive R-09-02 relative aux moyens de protection de son site internet, car elle ne correspondait plus à l'état actuel des connaissances. Une partie des établissements médicaux a déjà renoncé à les employer, conduisant ainsi à une situation hétérogène en Suisse. Le groupe de travail a pour objectif d'élaborer une recommandation nationale concernant l'utilisation de ces moyens de protection et de parvenir à un consensus au sein du personnel médical suisse. L'OFSP a aussi prévu d'ajouter une page consacrée à la sécurité des patients en radioprotection sur son site internet, visant notamment à les informer sur l'abandon des moyens de protection.

De même, un plan commun de communication sera élaboré en vue d'apporter une information appropriée et adaptée à différents publics cibles, à savoir le personnel médical, les médecins, les dentistes, les centres de formation aux disciplines de la santé, les prestataires de formations en radioprotection dans le domaine médical, les patients ainsi que la population.

2. Amélioration constante de la gestion des événements radiologiques médicaux (radiovigilance)

Les dispositions touchant à la gestion des événements radiologiques médicaux, qui ne concernent par définition que les patients, ont été étendues à l'entrée en vigueur des ordonnances révisées sur la radioprotection en 2018. Les établissements disposant d'autorisations (hôpitaux et instituts) sont désormais soumis à l'obligation de tenir un registre de ces événements et de les notifier. Ils doivent en outre les analyser régulièrement au sein d'un groupe de travail interdisciplinaire, en déduire des mesures d'amélioration appropriées et mettre celles-ci en pratique.

La nouvelle exigence a conduit les titulaires d'autorisations à notifier un nombre croissant d'événements radiologiques médicaux, soit 103 annonces en 2022, contre 88 en 2021, 87 en 2020 et 33 en 2019). Une part importante des annonces supplémentaires concernait des inversions de patients survenues dans le cadre d'examen radiologiques dans le domaine des doses élevées ou en radiooncologie (signifiant que la mauvaise personne a été examinée ou irradiée), leur nombre passant de 14 en 2019 à 34 en 2022.

Dans le cadre de leur activité de surveillance sur site, les inspecteurs de l'OFSP soutiennent en permanence les experts en radioprotection des établissements dans l'interprétation correcte et la mise en œuvre pratique des dispositions. L'accent est mis sur la mise en œuvre de solutions systémiques et d'optimisations des processus, apportant des améliorations non seulement dans les services spécialisés, mais aussi dans l'ensemble de l'établissement. A noter que l'OFSP a publié la directive « Événement radiologique médical – Définition et devoirs » en été 2022 (www.bag.admin.ch/rad-directives). Il a par ailleurs organisé une journée nationale de radioprotection sur le thème « Événements radiologiques médicaux et sécurité des patients » le 12 septembre 2022, premier jour de la semaine d'action associée à la Journée mondiale de la sécurité des patients (voir chapitre suivant).

Le thème restera d'actualité en 2023 grâce au 5^{ème} Sommet ministériel mondial sur la sécurité des patients, qui aura lieu en février à Montreux (www.pss2023.ch). Le slogan du sommet *Less harm, better care – from resolution to implementation* résume parfaitement les mesures prises en Suisse pour améliorer la sécurité des patients dans le domaine de la radioprotection (à savoir la prévention d'événements indésirables ou de dommages liés aux mesures de soins de santé).

Journée nationale de radioprotection sur le thème « Événements radiologiques médicaux et sécurité des patients »

La 5^{ème} Journée nationale de radioprotection en médecine a eu lieu le 12 septembre 2022 sur le thème « Événements radiologiques médicaux et sécurité des patients ». Le public cible était composé de médecins spécialistes en radiologie, en radiooncologie et en médecine nucléaire, de physiciens médicaux, de techniciens en radiologie médicale et de collaborateurs des domaines de la gestion de qualité et de la maîtrise des risques. Cette journée a été organisée sous la forme d'un *Call for Action* pour la sécurité des patients et la radioprotection.

Les thèmes de la sécurité des patients, la *Just Culture*, la culture de la sécurité et l'éthique figuraient au programme de la première partie. La seconde partie était consacrée aux aspects pratiques de la gestion des événements radiologiques médicaux.

Installations TEP-CT inspectées dans tous les instituts de médecine nucléaire

Entre 2019 et 2021, l'OFSP a inspecté les installations de tomographie par émission de positrons couplée à un scanner CT (TEP-CT) dans l'ensemble des instituts de médecine nucléaire. L'accent a été mis sur l'assurance qualité des appareils d'acquisition (TEP, CT, activimètres), l'organisation de la radioprotection, ainsi que la radioprotection relative à la construction, au personnel et aux patients.

Le nombre d'appareils TEP-CT a connu une évolution rapide, passant de 2 à 45 en l'espace de vingt ans. Le progrès technologique a permis de réduire les doses appliquées aux patients. Le niveau de référence diagnostic actuel pour le FDG marqué au fluor-18 (fluorodésoxiglucose) est de 3.5 MBq/kg de poids corporel, soit 30% de moins qu'il y a encore quelques années. Les services dotés de la dernière génération d'appareils peuvent même le réduire à 2 MBq/kg. Cette diminution de l'exposition est bénéfique à toutes les personnes concernées. Les doses au corps entier du personnel étaient généralement acceptables, grâce à la mise en œuvre efficace de pratiques de radioprotection. Durant la période considérée, la valeur médiane des doses au corps entier était d'environ 1.8 mSv par an ; trois sur quatre étaient inférieures à 2.3 mSv par an et le maximum s'élevait à 8.4 mSv par an. Toutefois, quelques collaborateurs issus de différents instituts ont présenté des doses aux extrémités proches de la limite annuelle de 500 mSv. Cette situation illustre bien l'avantage des automates d'application, qui prélèvent la substance radioactive des mains des techniciens en radiologie médicale et l'appliquent automatiquement. Ces automates sont largement répandus, mais pas encore disponibles partout et il n'est hélas pas possible de les installer sur tous les traceurs TEP. En conclusion, la radioprotection est globalement de bonne qualité, mais des optimisations restent possibles. Le rapport complet sera publié au printemps 2023.



Figure 1
La 5^{ème} Journée nationale de radioprotection en médecine était consacrée aux événements radiologiques médicaux et à la sécurité des patients



Figure 2
Une des 45 installations TEP-CT inspectée par l'OFSP dans un service de médecine nucléaire dans le cadre d'un axe de surveillance prioritaire

Nouvelle directive sur le contrôle qualité des systèmes de tomodensitométrie

Cone Beam

Ces dernières années, les systèmes de tomodensitométrie *Cone Beam* (systèmes CBCT) utilisés pour l'imagerie 3D sont en constante augmentation, en Suisse comme dans de nombreux autres pays. Si, au début, la technologie CBCT se limitait essentiellement à des applications en médecine dentaire, en chirurgie maxillo-faciale et en otorhinolaryngologie, elle s'est entre-temps étendue à des domaines comme la neurochirurgie, l'orthopédie et la traumatologie. Outre la diversité des domaines d'application des systèmes CBCT, ces derniers présentent également, selon leur type, des différences techniques majeures. Jusqu'à présent, il n'existait pas de directives uniformes en matière d'assurance qualité pour les systèmes utilisés en salle d'opération et aux urgences. L'OFSP a donc défini des exigences minimales pour l'assurance qualité des systèmes en question, en collaboration avec l'Institut de Radiophysique du CHUV à Lausanne et après concertation des fabricants. Ces exigences minimales sont résumées dans une directive intitulée « Contrôle de la qualité des systèmes de tomodensitométrie *Cone Beam* et des systèmes de radioscopie 2D avec fonctionnalité 3D », disponible sous www.bag.admin.ch/rad-directives.

Évaluation de l'organisation de la radioprotection dans les réseaux de médecins

Dans le cadre d'un projet de surveillance administrative, l'OFSP a publié en 2021 une enquête en ligne visant à évaluer la situation actuelle de la radioprotection dans les réseaux de médecins. Les thèmes suivants concernant la mise en application des exigences de radioprotection étaient abordés :

- Réseau : organisation et administration
- Justification médicale / indication
- Optimisation : radioprotection appliquée / opérationnelle
- Formation / formation continue en radioprotection

L'OFSP souhaitait ainsi récolter des informations sur la manière dont les organisations en réseau communiquent et coordonnent la mise en œuvre des mesures de radioprotection ancrées dans la législation. L'enquête avait aussi pour

objectif de sensibiliser les groupes cibles aux questions de radioprotection. Sur les 21 groupes et réseaux contactés, 17 (81%) ont répondu de manière exhaustive au questionnaire. Les résultats de l'enquête ont permis d'identifier certains potentiels d'amélioration. Il s'agit p.ex. du recours à des responsables de la qualité, de la prise en compte d'aides à la décision médicale et de directives de prescription, de l'application du concept des niveaux de référence diagnostiques (NRD) ainsi que de la coordination de la formation et de la formation continue. L'OFSP a publié le rapport final complet sur son site internet en 2022 : [Rapports finaux des priorités en matière de surveillance \(admin.ch\)](http://www.bag.admin.ch/rad-rapports).

Surveillance des personnes professionnellement exposées aux radiations

En 2022, on comptait en Suisse environ 106'580 personnes professionnellement exposées aux radiations, dont près des deux tiers travaillent dans le domaine médical. Environ 7340 personnes sont exposées aux radiations dans le cadre de leur activité professionnelle à bord d'avions.

Dans le cadre de son mandat de surveillance, l'OFSP examine, dans les domaines de la médecine et de la recherche, toutes les doses au corps entier et au cristallin supérieures à 2 mSv par mois, ainsi que toutes les doses aux extrémités supérieures à 50 mSv.

La plupart des valeurs élevées relevées durant l'année sous revue concernaient la dose au cristallin de personnes travaillant avec des appareils de radioscopie. Il s'agissait principalement d'interventions en cardiologie et en radiologie interventionnelle. Dans ce cadre, deux personnes ont dépassé la limite annuelle de dose au cristallin de 20 mSv (voir chapitre Événements radiologiques en page 24).

Les hôpitaux concernés ont dû analyser ces dépassements de la valeur limite et proposer à l'OFSP des démarches d'optimisation de la radioprotection.

L'OFSP publie des informations plus détaillées sur les doses accumulées dans le rapport annuel « Dosimétrie des personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession en Suisse », disponible sous www.bag.admin.ch/dosimetrie-rapports.

Nouveau portail en ligne sur la radioprotection bientôt disponible pour les utilisateurs externes

La numérisation des processus d'exécution liés à la législation sur la radioprotection fait partie des priorités de l'OFSP. Ce sera chose faite au premier trimestre 2023 avec l'introduction du nouveau portail en ligne « Radiation Portal Switzerland (RPS) » auprès des organisations externes. Dès lors, celles-ci pourront effectuer toutes leurs transactions relatives aux demandes, aux notifications ou aux autorisations directement sur le portail.

Le portail RPS constitue ainsi un outil efficace pour gérer les près de 26'000 autorisations actuellement délivrées à quelques 10'000 titulaires pour la manipulation de rayonnements ionisants. En outre, le portail héberge une base de données d'environ 25'000 experts en radioprotection.

Depuis son introduction à l'interne en mars 2021, le portail a été continuellement optimisé et enrichi avec de nouvelles fonctionnalités, afin de répondre aux exigences de sa prochaine ouverture à la clientèle externe. Parmi les points forts, citons la gestion centralisée, la convivialité, le processus d'accès, la saisie et le dépôt interactifs des demandes, la gestion des autorisations et des notifications, ainsi que la possibilité de consultation permanente des informations en ligne en toute simplicité. Les précieux retours de l'essai pilote, réalisé en septembre 2022 avec des partenaires externes, ont montré que le produit était largement accepté et prêt pour le lancement prévu, moyennant quelques adaptations ciblées.

Consultez notre site internet pour en savoir plus sur le portail en ligne RPS : www.bag.admin.ch/rad-rps-fr.

Formation et formation continue en radioprotection

Les personnes qui assument des tâches de radioprotection vis-à-vis de tiers doivent attester d'une formation correspondante et, nouveauté depuis le 1^{er} janvier 2018, d'une formation continue en radioprotection. L'OFSP est l'autorité de reconnaissance pour les formations et les formations continues en matière de radioprotection dans les domaines de la médecine, de l'industrie et de la recherche. Au cours de l'année écoulée, l'OFSP a examiné près de 200 demandes de reconnaissance de formations étrangères et huit requêtes concernant des formations et des formations continues nouvelles ou révisées.

État des lieux des formations en radioprotection

La vue d'ensemble des formations requises dans le domaine de la radioprotection s'est complexifiée au cours des dernières années. Un état des lieux a été réalisé auprès des diplômés dans les domaines de la médecine humaine, dentaire et vétérinaire, afin de savoir s'il fallait adapter les formations existantes. Les premières évaluations de cette étude montrent clairement qu'il n'est pas urgent d'agir pour le moment. Des résultats plus détaillés de l'étude seront publiés dans le courant de l'année 2023.

Radioprotection au CERN

Bien qu'ayant le statut d'organisation internationale, l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) s'engage à ce que sa réglementation interne fournisse des garanties équivalentes, en matière de sûreté et de protection contre les rayonnements ionisants, à celles qui résulteraient de l'application des législations nationales de ses deux Etats hôtes, la Suisse et la France. Un accord tripartite a été signé en ce sens en novembre 2010. Il prévoit des réunions régulières, à différents niveaux, entre le CERN et les autorités compétentes en matière de radioprotection des Etats hôtes, soit l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en France et l'OFSP en Suisse.

Visites conjointes au CERN

L'ASN et l'OFSP effectuent en général plusieurs visites conjointes annuelles au CERN. A la suite de ces visites, des recommandations et observations quant aux améliorations potentielles sont adressées au CERN. L'une des visites conjointes organisées en 2022 était dédiée à la surveillance du personnel des entreprises externes intervenant au CERN, avec pour objectif l'examen de l'organisation et des pratiques mises en œuvre par le CERN pour assurer la sûreté et/ou la radioprotection de ces personnes. Les actions correctives demandées par l'ASN et l'OFSP suite à cette visite conjointe portaient principalement sur la formalisation et la traçabilité de cette gestion. Par ailleurs, une autre visite organisée en 2022 concernait l'installation RWTCs (*radioactive waste treatment center and storage* ou centre de traitement et de stockage des déchets radioactifs). Les déchets radioactifs issus des activités du CERN sont collectés dans cette installation, puis traités avant leur élimination selon les filières existantes en Suisse et en France. Le RWTCs a fait l'objet de nombreux travaux ces dernières années, notamment au niveau de la ventilation de l'installation et de la gestion du risque d'incendie. L'installation RWTCs pourra être homologuée une fois que les recommandations émises par les autorités suisses et françaises auront été implémentées.

Campagnes de libération inconditionnelle

L'Ordonnance sur la radioprotection (ORaP) fixe des valeurs limites en dessous desquelles les déchets contenant de très faibles traces de radioactivité peuvent être éliminés par voie conventionnelle. Depuis plusieurs années, le CERN utilise cette possibilité pour éliminer de grandes quantités de déchets provenant de composants d'anciens accélérateurs. Cette pratique permet, d'une part, d'éviter de générer inutilement des déchets radioactifs, dont l'élimination est très onéreuse, et d'autre part, de recycler des volumes importants de métaux. En 2022, le CERN a poursuivi les campagnes de libération en cours et a également lancé deux nouvelles campagnes, la première visant à libérer d'anciens ponts roulants utilisés dans différents tunnels d'accélérateurs ou zones expérimentales. La seconde campagne intro-

duit une nouvelle filière de libération pour le matériel combustible léger utilisé dans les nombreux secteurs contrôlés du CERN (gants, masques et combinaisons de protection, papier, carton, etc.). Pour chaque type de déchets, l'OFSP examine et approuve la procédure de caractérisation radiologique des matériaux à libérer, puis donne son approbation pour l'élimination (recyclage ou incinération) de chaque lot de déchets sur la base des mesures radiologiques effectuées par le CERN.

Radioprotection à l'Institut Paul Scherrer

L'Institut Paul Scherrer (PSI), situé à Villigen dans le canton d'Argovie, fait partie des plus vastes centres de recherche de Suisse. Il exploite de grandes infrastructures de recherche, parmi lesquelles l'accélérateur de protons à haute intensité HIPA associé à diverses lignes de faisceaux et expériences correspondantes. Le PSI exploite aussi l'accélérateur médical de protons COMET dédié à la protonthérapie, ainsi que le laser à rayons X à électrons libres SwissFEL. Par ailleurs, il exploite la source synchrotrique de lumière suisse (SLS), les sources de neutrons par spallation SINQ et UCN et la source de muons $S_{\mu}S$. Les accélérateurs et laboratoires de recherche du PSI relèvent du domaine d'autorisation et de surveillance de l'OFSP. Quant aux installations nucléaires, elles font partie du domaine de compétence de l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFS). Dans le cadre de son activité de surveillance, l'OFSP veille au respect des limites concernant les rayonnements ionisants en vue de garantir la sécurité de la population, du personnel du PSI et de l'environnement. Par ailleurs, l'OFSP accompagne les grands projets du PSI afin de garantir une exploitation en toute sécurité des installations en cours de construction.

Travaux pendant l'arrêt technique annuel (Shutdown)

L'arrêt technique annuel des installations a eu lieu au début de l'année 2022, permettant au PSI de procéder à des travaux de réparation, de maintenance et d'extension de celles-ci. Ces travaux sont planifiés de manière détaillée, car ils peuvent impliquer des expositions aux rayonnements. Le PSI a pu respecter ses objectifs en matière de doses de rayonnement auxquelles les collaborateurs sont exposés. L'arrêt a permis à l'OFSP d'effectuer deux visites d'inspection. La première avait pour but l'inspection des travaux de réparation de la ligne de faisceau menant au site expérimental $\pi E5$. La seconde inspection a eu lieu juste avant la remise en service de l'installation, afin de vérifier les tests du PSI relatifs aux systèmes de sécurité des personnes, c'est-à-dire les systèmes de contrôle de l'accès du personnel aux secteurs surveillés ou contrôlés. L'OFSP a pu constater les bonnes pratiques de radioprotection du PSI, ainsi que l'excellente planification et la pertinence de l'amélioration des procédures.

Inspection du laboratoire des isotopes (WILA)

Lors d'une inspection du laboratoire des isotopes, l'OFSP a assisté à la production du radionucléide gallium-68, généré à des fins de recherche médicale. L'inspection portait sur les procédures opérationnelles lors de la préparation, de l'irradiation et du post-traitement mécanique de la cible, ainsi que sur la séparation chimique des radionucléides souhaités à partir du matériau de la cible. L'OFSP a constaté la grande expérience des collaborateurs du PSI, garantissant le bon fonctionnement du laboratoire des isotopes tout en minimisant les risques. L'OFSP a toutefois détecté quelques potentiels d'amélioration à des fins d'optimisation de la radioprotection.

Démantèlement du bunker de l'ancien injecteur 1

L'injecteur 1 était l'un des plus anciens cyclotrons utilisés à l'origine dans l'accélérateur de protons à des fins de recherche au PSI. Après sa mise hors service, il a été démonté, puis exporté en Chine en vue d'une réutilisation. Le bunker dans lequel fonctionnait l'injecteur 1, dont la structure en béton était légèrement activée, a été démolie en 2022 après plus de dix ans de décroissance. Les blocs de béton issus de la démolition ont été analysés au niveau radiologique. Une grande partie a pu être libérée et mise en décharge comme déchet conventionnel. Le reste du béton, légèrement activé au-dessus de la limite de libération, a été éliminé dans une décharge spéciale avec l'accord et sous la surveillance de l'OFSP. Dans le cadre du programme de prélèvement et de mesure, l'OFSP veillera au respect de la dose efficace admissible dans les environs de cette décharge.

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 de centrales nucléaires. L'OFSP organise chaque année une campagne de ramassage de ces déchets, qui sont ensuite traités et entreposés au Dépôt intermédiaire de la Confédération (BZL) à Würenlingen dans le canton d'Argovie. A l'avenir, la totalité des déchets devra être stockée définitivement dans un dépôt en couches géologiques profondes. La procédure de sélection de sites est longue et complexe. La mise en service d'un dépôt pour les déchets de faible à moyenne activité, dont la majeure partie des déchets de la Confédération fait partie, est prévue en 2050.

Lorsque cela est possible, une décontamination ou un entreposage des déchets radioactifs pour décroissance dans les entreprises permet ensuite de les libérer, une fois inactifs, puis de les éliminer comme déchets conventionnels. Par ailleurs, certains déchets contenant principalement du tritium et du carbone-14 sont incinérés moyennant l'accord de l'OFSP dans le respect des dispositions de l'art. 116 de l'ORaP. La mise

en décharge de déchets radioactifs de faible activité, notamment dans le cas d'héritages radiologiques, fait l'objet d'une directive dédiée, disponible sous [Elimination de substances radioactives \(admin.ch\)](#). L'OFSP vérifie, pour les quelques demandes annuelles, la justification d'une telle mise en décharge ainsi que le respect des dispositions légales, puis donne son accord si toutes les exigences sont remplies.

La réutilisation ou le recyclage de sources radioactives scellées constitue une alternative judicieuse à leur élimination comme déchets radioactifs. Cela concerne notamment les sources d'américium-241, de krypton-85, de césium-137 ou encore de cobalt-60. Dans le cadre du Plan d'action Radiss (page 21), de nombreuses sources de haute activité ont été remplacées ces dernières années par des technologies alternatives, telles que des appareils à rayons X. Les sources radioactives concernées ont été transportées dans des entreprises spécialisées situées à l'étranger, afin d'être reconditionnées et réutilisées.

Campagne de ramassage des déchets radioactifs

Au cours de la campagne de ramassage de 2022, 38 entreprises ont livré des déchets radioactifs présentant une activité totale de 1.11×10^{15} becquerels (en majeure partie du tritium H-3) et un volume total brut de 4.83 m³.

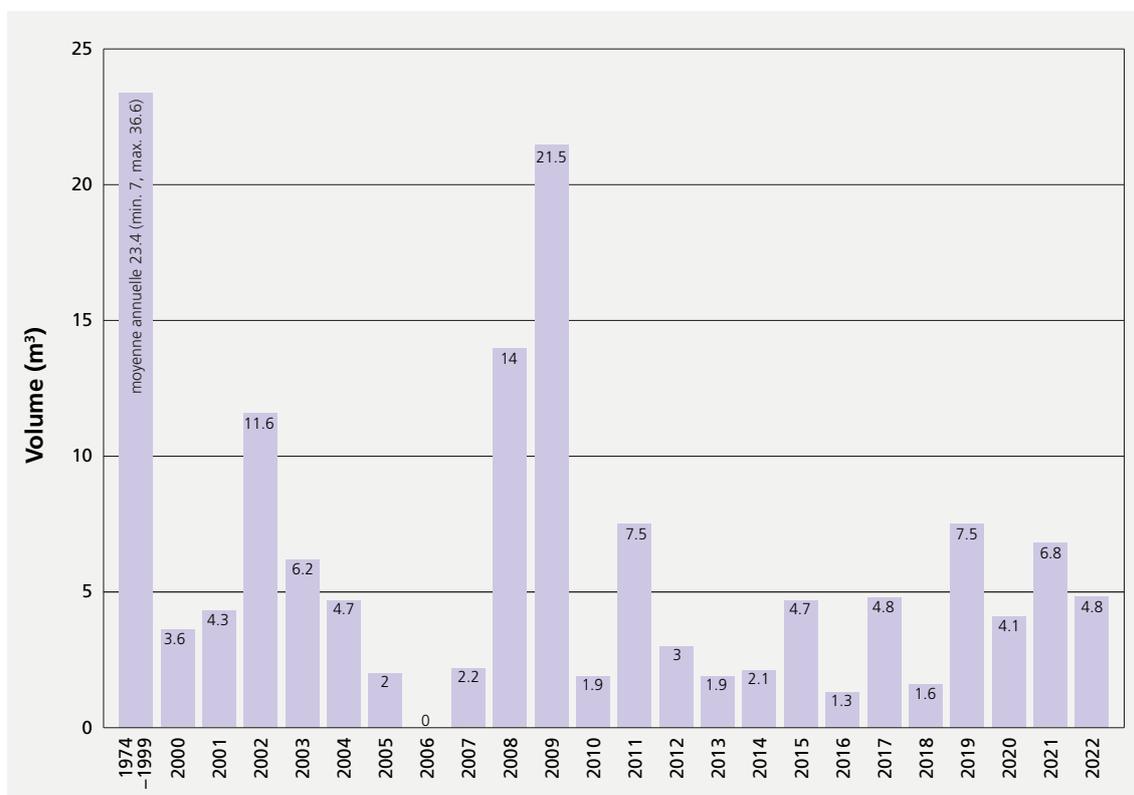


Figure 3
Évolution des volumes de déchets collectés par la Confédération et livrés au Dépôt intermédiaire fédéral (BZL) durant les quarante dernières années

Droit pénal administratif

L'OFSP délivre les autorisations et surveille les exigences liées à l'utilisation de rayonnement ionisant dans les domaines de la médecine, de l'industrie (à l'exception des installations nucléaires), de la recherche et de la formation. Les infractions sont régies par la Loi sur la radioprotection (LRaP). En cas de contraventions (art. 44 LRaP), l'OFSP mène une enquête sur les faits. La partie présumée responsable de l'infraction a la possibilité de prendre position. Les infractions courantes concernent les installations radiologiques dont le contrôle d'état est en retard ou inexistant. Depuis 2015, l'OFSP a sanctionné par une amende plus de 1000 infractions de ce type. Une autre infraction concerne les appareils à rayons X qui ont été installés et exploités sans autorisation. En 2022, quatre entreprises de radiologie ainsi que quatorze établissements médicaux ont contrevenu à cette obligation. D'autres infractions touchaient le transport de matières radioactives vers l'étranger ou la falsification de documents.

L'OFSP transmet les délits (art. 43 et 43a LRaP) au Ministère public de la Confédération. Il s'agit de cas rares, mais graves, tels que des irradiations injustifiées ou l'usage non réglementaire de sources radioactives, p.ex. leur élimination illégale.

Avec la mise en vigueur, le 1^{er} juin 2019, de l'Ordonnance relative à la Loi fédérale sur la protection contre les dangers liés au rayonnement non ionisant et au son (O-LRNIS), l'importation, le transit, l'offre et la remise ainsi que la possession de pointeurs laser (à l'exception de ceux de la classe 1) sont interdits (art. 23 O-LRNIS). L'OFSP mesure des pointeurs laser confisqués par l'Office fédéral de la douane et de la sécurité des frontières (OFDF) ou ceux saisis lors de contrôles de personnes ; il transmet ensuite les infractions au ministère public compétent. Le nombre annuel d'infractions depuis l'entrée en vigueur de l'O-LRNIS est indiqué dans la figure 4, tout comme la quantité de pointeurs laser confisqués. On constate une nette augmentation des appareils confisqués en 2022. Cette hausse peut être attribuée à l'optimisation des procédures mises en place par l'OFDF.

	2019	2020	2021	2022
Infractions	63	136	92	463
Pointeurs lasers confisqués	118	173	125	712

Figure 4
Nombre annuel de cas d'infractions et de pointeurs laser confisqués entre le 1^{er} juin 2019 et le 31 décembre 2022

Plan d'action concernant la sûreté et la sécurité radiologique « Radiss » 2020–2025

Avec le plan d'action Radiss, la Confédération entend réduire les dangers associés aux matières radioactives non contrôlées. Le plan d'action vise en outre à renforcer la collaboration entre les services de la Confédération.

Le plan d'action Radiss vise à assurer une protection globale de l'être humain et de l'environnement contre les matières radioactives. Si ces matières ne sont pas ou plus sous contrôle réglementaire, elles peuvent causer des dommages importants. Par conséquent, elles ne doivent pas échapper au contrôle, que ce soit par malveillance ou par négligence. Il est par ailleurs nécessaire de protéger les sources dangereuses contre les actes de malveillance et les sabotages et de retirer à temps les héritages radiologiques et les matériaux éliminés ou commercialisés illégalement de la circulation.

Le plan d'action Radiss comprend différentes mesures dans les trois champs d'action suivants : prévention, détection et intervention. Certaines mesures sont liées à la mise en œuvre de l'Ordonnance sur la radioprotection (ORaP) ; les autorités de surveillance sont ainsi directement impliquées. En outre, chaque champ d'action est doté d'un groupe de travail. Plusieurs services fédéraux issus des domaines de la radioprotection, de la sécurité nationale, de la poursuite pénale et du renseignement y collaborent pour atteindre les objectifs du plan d'action, posant ainsi les bases d'une coopération étroite et efficace dans le domaine de la sûreté et de la sécurité radiologique en Suisse.

État d'avancement du champ d'action 1 : prévention

En 2022, les autorités de surveillance (OFSP et Suva) ont commencé à contrôler les mesures mises en place pour assurer la sûreté des sources radioactives scellées de haute activité dans les entreprises. Elles ont constaté que les sources étaient désormais beaucoup mieux protégées contre les accès externes et non autorisés qu'il y a encore quelques années. En 2019, l'OFSP avait élaboré des mesures de sûreté dans une directive confidentielle, pour se mettre en accord avec le standard international. Le groupe de travail « Prévention » a actualisé et précisé cette directive en 2022 sur la base de l'expérience acquise, avant de la mettre à disposition des titulaires d'autorisation. De plus, l'élimination progressive d'autres sources de haute activité pouvant être remplacées aujourd'hui par des technologies alternatives équivalentes (p.ex. des installations à rayons X ou des accélérateurs linéaires) se poursuit. Le meilleur exemple en est le remplacement d'appareils d'irradiation du sang munis d'une source de césium-137 par des appareils à rayons X performants.

L'OFSP a en outre développé une procédure pour vérifier la justification des sources de haute activité lors de nouvelles demandes d'autorisation. L'objectif est de s'assurer que seules les sources hautement radioactives sont autorisées lorsqu'il n'existe pas de technologie alternative équivalente. En cas d'incertitudes quant à

l'équivalence de la technologie alternative à disposition, il est prévu d'impliquer des experts nationaux et internationaux dans une procédure d'évaluation de la justification. Sur la base de cette expertise, l'OFSP décidera en dernier ressort, en tant qu'autorité chargée de délivrer les autorisations, du bien-fondé de la justification.

État d'avancement du champ d'action 2 : détection

Le groupe de travail « Détection » a analysé dans quels cas il s'avérerait nécessaire de renforcer les contrôles des matières radioactives orphelines lors de l'importation de marchandises et de l'entrée de personnes. Le groupe de travail comprend des représentants de tous les services fédéraux concernés.

Dans le cadre de cette analyse, le groupe a pris en compte les enseignements tirés des contrôles ciblés déjà en cours à la frontière suisse, ainsi que les résultats des mesures effectuées dans les centres de tri des colis et le trafic routier. Ces mesures ont montré que des colis présentant un niveau de radioactivité légèrement accru sont régulièrement transportés en Suisse (p.ex. des bijoux ioniques, des montres avec de la peinture luminescente au radium ou des héritages radiologiques). En outre, des véhicules transportant des matières radioactives circulent occasionnellement sur les routes suisses, sans toutefois avoir été déclarés comme transports de marchandises dangereuses. Afin d'éviter à l'avenir des importations illégales, le plan d'action Radiss entend intensifier le contrôle des marchandises pour détecter les matières radioactives orphelines. De plus, il doit permettre aux autorités d'être mieux préparées aux situations présentant un risque accru. Il s'agit notamment d'éventuels événements radiologiques en dehors de la Suisse qui pourraient entraîner l'importation de marchandises contaminées par de la radioactivité. En raison de la guerre en Ukraine et de la menace d'un événement nucléaire qui en découle, la Suisse doit être prête à mettre en place rapidement une surveillance optimale des marchandises provenant des régions concernées.

Près de 140 entreprises de la branche de la valorisation et du recyclage, notamment des entreprises de récupération de métaux et des usines d'incinération des ordures ménagères, ont installé entre-temps des portiques de mesure permettant de contrôler la radioactivité de tous les matériaux. En 2022, plus de 100 découvertes ont été annoncées (voir chapitre « Événements radiologiques » en page 24), soit un peu plus de deux par semaine en moyenne. Dans la grande majorité des cas, il ne s'agissait pas de matières éliminées illégalement, mais de déchets provenant de patients sortis de l'hôpital en conditions normales suite à un traitement de médecine nucléaire. Néanmoins, des sources d'origine industrielle ou privée sont apparues dans près de 20% des cas ; elles provenaient principalement d'héritages contenant du radium-226 (montres, instruments d'aviation ou paratonnerres).

État d'avancement du champ d'action 3 : intervention

Le groupe de travail « Intervention » comprend plusieurs services fédéraux : OFSP, Suva, Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN), Office fédéral de la douane et de la sécurité des frontières (OFDF), Centrale nationale d'alarme (CENAL), Service de renseignement de la Confédération (SRC), Laboratoire de Spiez, Office fédéral de la Police (fedpol), Ministère public de la Confédération (MPC), Office fédéral de l'énergie (OFEN) et Centre de compétences NBC-DEMUNEX de l'armée.

Ce groupe de travail a défini les compétences relatives à différents scénarios d'incidents (découverte ou perte d'une source, vol, possession ou commerce illégal, utilisation abusive). En particulier, dans le cas où des activités potentiellement illégales sont suspectées, les autorités de surveillance font appel aux autorités d'enquête pénale. Le groupe a adopté les diagrammes de flux, qui seront encore décrits dans une directive à l'intention des forces cantonales d'intervention (police, pompiers).



Figure 5
Comme des paquets présentant un débit de dose élevé sont régulièrement découverts lors de mesures dans les centres de tri des colis, l'OFSP a commandé un dispositif de mesure spécifique qui peut être installé au-dessus d'un tapis roulant. Ainsi, les paquets avec un contenu radioactif sont directement identifiés. Ce dispositif de mesure équipera divers centres de tri et services de livraison.



Figure 6
L'OFSP effectue régulièrement des contrôles ciblés à des postes de douane ou dans des centres de contrôle des poids lourds. Pour ce faire, il place ce portique de mesure blanc de chaque côté de la route pour contrôler la radioactivité au passage des véhicules.

Événements radiologiques

L'OFSP a pour mission de protéger la population et l'environnement des rayonnements ionisants, en particulier les patients et les personnes professionnellement exposées aux radiations. Malgré les mesures de prévention et de protection mises en œuvre, il arrive que des événements radiologiques soumis à déclaration surviennent ou que des héritages radiologiques soient découverts. L'OFSP est tenu d'étudier ces cas, de les évaluer et d'en informer le public de manière appropriée. Toutes les expositions involontaires de patients ou d'organes consécutives à des erreurs d'identification doivent être notifiées aux autorités. Par le biais de ces annonces ainsi que de l'information du public et des milieux intéressés, l'OFSP espère instaurer une culture du retour d'expérience (lesson-learned) et améliorer ainsi la sécurité des patients et de la population.

L'OFSP analyse de manière approfondie tous les événements radiologiques déclarés ou mis en évidence par son activité de surveillance. Parmi les événements radiologiques, on distingue, d'une part, les événements médicaux qui concernent exclusivement les patients, et d'autre part, les événements non-médicaux qui concernent les travailleurs, la population ou l'environnement et comprennent en particulier toutes les défaillances au sens de l'art. 122 de l'Ordonnance sur la radioprotection (ORaP).

Durant l'année 2022, 236 événements, dont 103 événements médicaux, ont été enregistrés (en 2021, ce nombre s'élevait à 215 événements, dont 87 événements médicaux). L'OFSP en évalue les conséquences possibles, examine les mesures correctives mises en place et décide si une inspection sur site s'impose. En outre, il est tenu d'informer la population de manière appropriée sur ces événements, parfois en collaboration avec les entreprises ou les autorités concernées. L'ensemble des événements de l'année sous revue, signalés aux autorités au plus tard à la fin du mois de février de l'année suivante, figurent sous une forme statistique dans le présent chapitre. Quelques événements marquants sont par ailleurs brièvement décrits.

Événements radiologiques 2022

Événements radiologiques médicaux : voir en page 29.

Classification

Les événements radiologiques (sans les événements radiologiques médicaux) annoncés à l'OFSP sont classés en quatre catégories :

Environnement, entreprises et population, catégorie A

Ces événements concernent principalement des rejets involontaires de radioactivité dans l'environnement, des déviations ou manquements par rapport aux procédures dans les entreprises, ou encore des événements impliquant l'entrée en contact de membres du public avec des substances radioactives.

Héritages radiologiques, sources orphelines, pertes de source, catégorie B

Les événements liés à des sources radioactives hors de contrôle (perte, vol, découverte, élimination illégale, etc.) sont classés dans cette catégorie. La majeure partie concerne des héritages radiologiques (découverte de matériel horloger contenant du radium-226 ou autres) déclarés par

les entreprises de traitement des déchets qui disposent d'installations de mesure de la radioactivité. Les événements impliquant un risque d'irradiation non négligeable sont classés en catégorie A (pour les membres du public) ou en catégorie C (pour les personnes professionnellement exposées aux radiations).

Personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession, catégorie C

Lors de ces événements, une personne professionnellement exposée aux radiations reçoit une dose par inadvertance, avec ou sans dépassement de la limite légale de dose (voir aussi dans le Rapport annuel sur la dosimétrie des personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession en Suisse sous www.bag.admin.ch/dosimetrie-rapports).

Transport, catégorie D

Il s'agit de tous les événements annoncés survenus lors du transport de sources radioactives. Dans la plupart des cas, ils concernent des déviations par rapport aux exigences réglementaires.

Résumé

Quatre événements ont été recensés dans la catégorie A « Environnement, entreprises et population » en 2022. Dans deux cas, il s'agissait de rejets involontaires de radioactivité dans la ventilation de cyclotrons, sans toutefois provoquer de dépassements des limites de rejet autorisées. Les deux autres événements concernaient des problèmes sur des cuves de rétention en médecine nucléaire. Dans un cas, une fuite a été découverte sur une cuve provoquant une contamination temporaire sans conséquences du local de stockage des cuves. Dans le deuxième cas, un problème avec le système de vannes a provoqué un rejet anticipé involontaire des eaux contaminées, de sorte que la limite de rejet hebdomadaire autorisée pour l'entreprise a été dépassée. Toutefois, un dépassement de la limite d'immission dans les eaux accessibles au public a pu être exclu à l'entrée de la station d'épuration (STEP).

En 2022, 120 cas ont été annoncés dans la catégorie B « Héritages radiologiques, sources orphelines, pertes de source », ce nombre s'élevant à 111 en 2021. On observe une stabilisation des cas annoncés depuis l'intro-

duction en 2018 d'une obligation de mesure et d'annonce dans les usines d'incinération (UIOM) et les entreprises de recyclage des métaux. Parmi les événements annoncés en 2022, 81 concernaient des radionucléides de courte durée de vie utilisés en médecine nucléaire (contre 63 cas en 2021). En effet, les substances radioactives injectées aux patients de médecine nucléaire lors d'examens ou de thérapies sont excrétés durant les jours qui suivent et peuvent se retrouver dans des articles d'hygiène jetés aux ordures ménagères, provoquant ainsi des alarmes dans les UIOM. Ces cas n'engendrent toutefois pas de risques pour la population ou le personnel.

Le nombre de découvertes d'héritages radiologiques (notamment du radium-226) dans des déchets conventionnels est assez stable (21 cas en 2022 contre 26 en 2021), de même que le nombre de découvertes de matériaux NORM contenant de la radioactivité d'origine naturelle (10 cas en 2022 contre 13 en 2021). Parmi les événements annoncés en 2022, l'un concernait la perte d'une source radioactive dans une Université, retrouvée entre temps. Dans un autre cas, l'activité d'une source radioactive revenue à une entreprise étrangère avait été mal estimée, de sorte que l'entreprise destinataire ne disposait pas de l'autorisation suffisante à sa réception. Deux autres événements ont concerné la découverte de matières radioactives non déclarées dans une entreprise en faillite et le stockage sans autorisation de minéraux radioactifs dans une Université.

Dans deux cas supplémentaires, les retombées de Tchernobyl ont provoqué l'alarme dans des entreprises de traitement des déchets. Il s'agissait dans un cas d'un géotextile, et dans l'autre, de cendres provenant d'une installation de chauffage, contenant encore des concentrations détectables de césium-137 déposées il y a près de quarante ans ; ces déchets ont toutefois pu être éliminés par voie conventionnelle. Un autre cas, non encore élucidé, concernait la découverte de césium-137 dans des étais de construction.

Les deux derniers événements concernaient la détection de valeurs anormales de tritium. Dans le premier cas, une mesure de surveillance des eaux de lavage des fumées d'une UIOM a mis en évidence une élimination illégale d'activités

élevées de tritium (voir aussi sous Événements de radioprotection (admin.ch) et en page 28 du présent rapport). Dans le deuxième cas, ce sont les mesures de l'eau d'une STEP qui ont révélé des valeurs étonnamment élevées de tritium ; l'analyse a cependant montré que ce cas était lié à un rejet autorisé et que les valeurs n'avaient pas dépassé les limites légales.

Durant l'année 2022, quatre événements ont été classés dans la catégorie « Événements avec des doses pour le personnel professionnellement exposé aux radiations » (catégorie C). Le premier cas concernait un technicien exposé à un rayonnement plus élevé qu'attendu lors de la mise en route d'un accélérateur. La dose résultante pour ce technicien est cependant restée largement en dessous de la limite de dose efficace de 20 mSv par an. Dans le deuxième cas, le dosimètre électronique d'un technicien en gammagraphie a enregistré une dose élevée en un court laps de temps lors d'un contrôle de matériaux, notamment des soudures. Après clarification, il s'est avéré que le technicien avait laissé par inadvertance son dosimètre à proximité de la source, mais que lui-même n'avait pas été exposé.

Deux cas ont été mis au jour par la dosimétrie individuelle. Il s'agissait de deux dépassements de la limite de dose pour le cristallin fixée à 20 mSv par an. Un médecin gastro-entérologue a régulièrement accumulé des doses mensuelles élevées, conduisant à un dépassement de la limite annuelle malgré des avertissements de

dose élevée. Le second cas, concernant une infirmière d'un service de cardiologie interventionnelle, est probablement dû au blocage accidentel et inaperçu de la pédale de l'installation de radioscopie. Les investigations ne sont toutefois pas encore terminées. Les hôpitaux concernés doivent maintenant prendre diverses mesures de radioprotection sous l'accompagnement de l'OFSP, afin de réduire les doses mensuelles accumulées et d'éviter tout futur déclenchement accidentel de l'installation.

Trois événements ont été rapportés dans le domaine des transports (catégorie D). Deux cas concernaient des retours de colis censés être vides, mais contenant encore des flacons de produits radiopharmaceutiques. Même si les flacons ne comportaient plus d'activité, la procédure réclamait leur retrait avant le retour. Dans le troisième cas, un transport a été effectué avec un débit de dose trop élevé par rapport à sa classification, qui aurait dû être exécuté sous « utilisation exclusive » selon l'ADR.

Deux derniers cas ont été classés sous « Autre » (catégorie E). Le premier concernait la perte de connexion du système de surveillance d'un cyclotron avec les écrans de contrôle durant plusieurs jours. Les mécanismes de sécurité ont cependant continué à fonctionner durant toute la durée de perte de connexion, de sorte que le cyclotron a pu être opéré de manière sûre. Dans le cadre du dernier cas, un chauffeur routier est resté dans son camion, suite à un

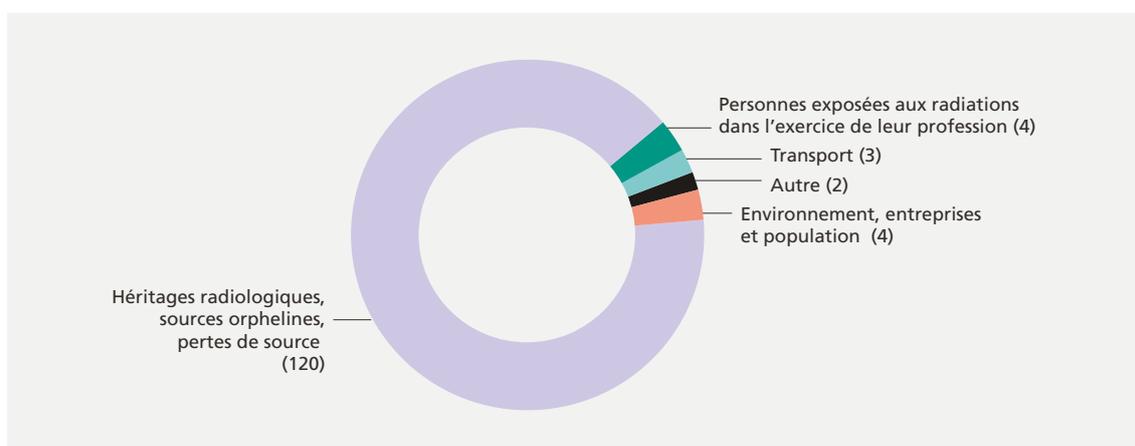


Figure 7
Répartition des 133 événements radiologiques notifiés en 2022 et catégories concernées, sans les événements concernant des patients (événements radiologiques médicaux)

problème de communication, lorsque celui-ci est passé au scanner à rayons X à la douane. L'estimation a toutefois montré que la dose reçue était restée très largement en dessous de la limite annuelle de dose fixée à 1 mSv pour le public.

Parmi les événements déclarés en 2022, quatre ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES. Il s'agit des deux dépassements de la limite de dose au cristallin, du dépassement de la limite hebdomadaire autorisée pour le rejet d'iode-131 dans un hôpital et de l'élimination illégale de tritium dans une UIOM. Les autres événements ont été classés au niveau 0 de l'échelle. De plus, 19 cas, principalement des découvertes de sources, ont été annoncés dans la base de données ITDB (*Incident & Trafficking Database*) de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

Description des événements radiologiques présentant un intérêt particulier

Mesure de la radioactivité dans les usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM)

Depuis 2018, les UIOM ont l'obligation de contrôler si les déchets repris contiennent de la radioactivité avant leur incinération. A cette fin, une trentaine de portiques de mesure contrôlent en continu les déchets livrés. Comme en 2021, les alarmes enregistrées par ces portiques en 2022 concernaient principalement des radionucléides utilisés en médecine nucléaire suite à la sortie d'hôpital en conditions normales de patients ayant bénéficié d'un examen diagnostique ou thérapeutique en médecine nucléaire. Le graphique ci-dessous illustre les types d'alarmes enregistrées. On a recensé 93 alarmes d'UIOM en 2022, dont 80 liées au domaine médical.

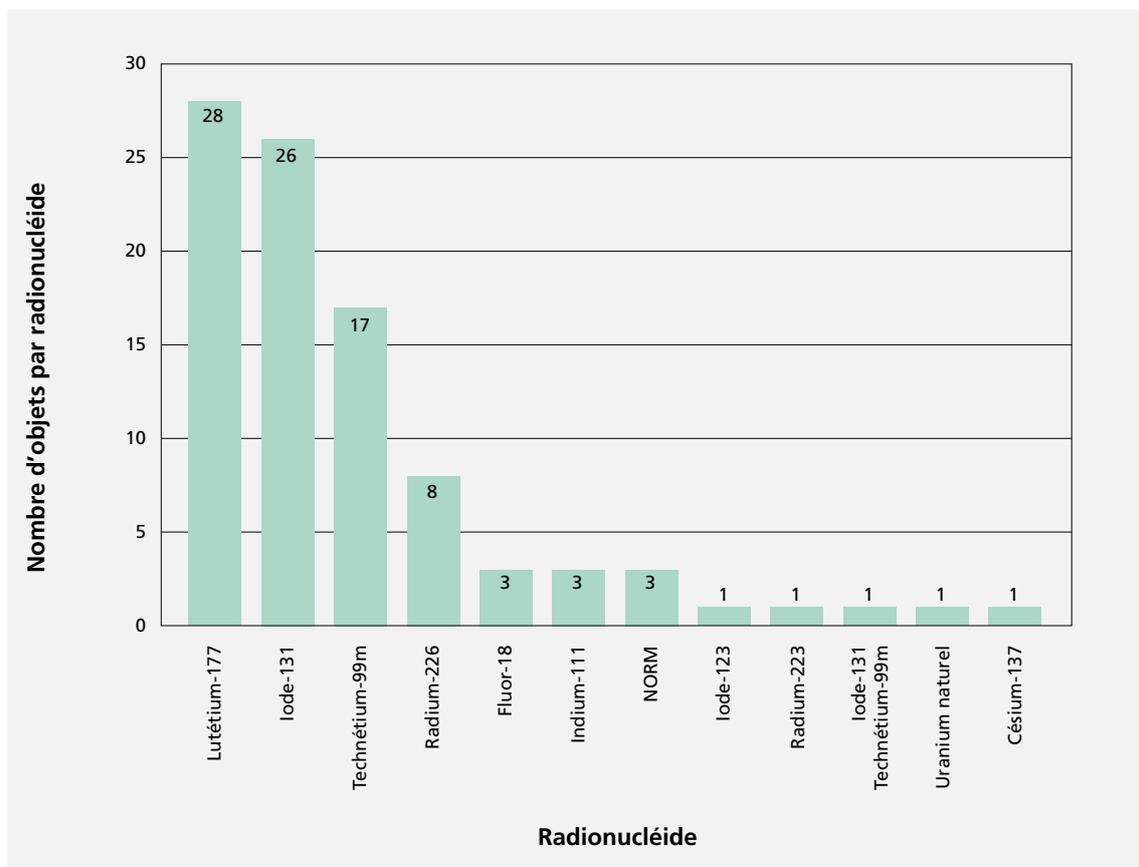


Figure 8 Répartition des radionucléides détectés et identifiés dans les usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM). Les radionucléides les plus souvent détectés sont l'iode-131 et le lutétium-177 utilisés à des fins thérapeutiques. Ils sont suivis des radionucléides utilisés pour le diagnostic, p.ex. le technétium-99m, le fluor-18 et l'indium-111. Le radium-226, provenant des héritages radiologiques (p.ex. de peinture luminescente au radium), est le radionucléide le plus souvent détecté en dehors des applications médicales. D'autres découvertes sont dues à des matériaux radioactifs naturels (NORM) ou à d'autres nucléides utilisés à des fins industrielles.

Le personnel des UIOM est formé et habilité à gérer ces alarmes jusqu'à un certain niveau de dangerosité. Après une période de mise en place des procédures, durant laquelle l'OFSP a fortement soutenu les UIOM lors d'alarmes, la plupart de ces entreprises gèrent maintenant ces cas de manière presque routinière. Quelques exemples d'alarmes et de mesures prises sont décrits ci-après.

Le cas le plus fréquent reste la détection de radionucléides en provenance de la médecine. En effet, lors d'exams et surtout de thérapies en médecine nucléaire, les excréctions des patients peuvent rester radioactives durant plusieurs heures ou jours. Si des articles d'hygiène sont jetés dans les ordures durant ce laps de temps, ils déclenchent des alarmes aux portiques de l'UIOM. Lorsque le radionucléide peut être clairement identifié et qu'une estimation conservative de l'activité présente le permet, les déchets sont directement incinérés sans tri préalable avec l'accord de l'OFSP, afin de minimiser les risques pour le personnel. Beaucoup d'UIOM ont donc fait l'acquisition d'instruments de mesure, leur permettant d'identifier les radionucléides, et ainsi évaluer elles-mêmes si les déchets peuvent être incinérés.

La grande majorité des cas restants concerne des héritages radiologiques (objets historiques et matériel horloger contenant du radium-226) pour lesquels une incinération n'est a priori pas possible. Les camions ou bennes doivent donc être fouillés afin d'identifier et sécuriser le matériel radioactif. Les pratiques diffèrent selon les UIOM. Alors que dans certains cantons, ce sont les pompiers qui interviennent, les UIOM d'autres cantons gèrent ces cas directement elles-mêmes ou font appel à des services spécialisés. Il s'agit régulièrement de trouver un objet de la taille d'une montre dans un camion contenant des dizaines de tonnes de déchets. A ce jour, pratiquement toutes les UIOM ont fait l'expérience de ce type de recherche et parviennent à gérer ces cas en toute autonomie et de manière sûre.

Niveaux élevés de tritium mesurés dans les eaux de lavage des fumées de l'UIOM de Hagenholz (ZH)

L'OFSP a mesuré une concentration inhabituellement élevée de tritium d'environ 130 kBq/L dans un échantillon d'eaux de lavage des fumées de l'UIOM de Hagenholz (ZH), collecté entre les 12 janvier et 9 février 2022, indiquant qu'un ou plusieurs objets contenant du tritium avaient été incinérés durant cette période.

Sous certaines conditions, des déchets contenant du tritium peuvent être incinérés en Suisse avec l'assentiment de l'OFSP. Dans ce cas précis, le fournisseur de déchets n'avait toutefois pas déposé de demande auprès de l'OFSP et n'avait pas non plus averti au préalable l'UIOM que les déchets pouvaient contenir du tritium.

Sur la base de ces résultats de mesure, l'activité totale de tritium incinérée a pu être estimée à environ 370 GBq, soit plus de 1000 fois la limite d'autorisation pour l'eau tritiée, fixée à 0.3 GBq, ce qui représente une infraction à l'ORaP. Les mesures effectuées par l'OFSP dans l'environnement n'ont pas révélé d'augmentation significative de la concentration de tritium, confirmant ainsi l'absence de danger pour le public. Une enquête a toutefois été ouverte par l'Office fédéral de la police (fedpol) afin de retrouver le responsable de cette élimination illégale ; celle-ci a été classée sans suite devant l'impossibilité de déterminer clairement le responsable. En effet, l'UIOM incinère des déchets provenant de toute la Suisse et des pays voisins ; il est donc particulièrement difficile de retrouver l'origine des déchets.

Rejet accidentel d'iode radioactif par les eaux usées d'un hôpital

La thérapie à l'iode radioactif (iode-131) est soumise à la législation sur la radioprotection. Cela signifie d'une part que les patients hospitalisés doivent séjourner dans des chambres spécialement aménagées, et d'autre part, que les eaux usées provenant de ces chambres ne peuvent pas être rejetées directement dans les canalisations. Ainsi, ces eaux usées sont collectées dans des cuves de rétention et conservées jusqu'à ce que l'activité de l'iode-131 atteigne un niveau inférieur à la limite de rejets radioactifs autorisée pour l'hôpital.

Entre mars et avril 2022, un hôpital a successivement vidangé deux cuves de rétention contenant de l'iode-131, car celles-ci avaient atteint un niveau d'activité inférieur à la limite de rejet autorisée (après décroissance). Après le rejet du mois d'avril, les personnes responsables se sont rendues compte qu'une troisième cuve, contenant encore trop d'activité pour un rejet, avait été partiellement vidangée en même temps que ces deux premières cuves, le problème étant lié à une vanne restée entrouverte par erreur sur cette troisième cuve. L'activité de rejet hebdomadaire autorisée a ainsi été largement dépassée.

La forte dilution des eaux usées de l'hôpital jusqu'à la STEP permet cependant d'affirmer que la limite d'immission pour les eaux accessibles au public a été respectée, les conséquences radiologiques pour la population et l'environnement étant donc négligeables. Des contrôles supplémentaires systématiques ont été mis en place par l'hôpital afin d'éviter ce type d'incident à l'avenir.

Événements radiologiques médicaux en 2022

En 2022, 103 événements déclarés concernaient des patients ; on parle alors d'événements radiologiques médicaux (figures 9 et 10). La plupart des événements ont été annoncés par des services de radiologie (65 cas). À une exception près, tous ces cas sont survenus lors d'examens de tomodensitométrie (CT). Ils peuvent être répartis dans les catégories suivantes : inversion de patients (33 événements, dont 13 lors de la prescription et 20 lors de l'exécution de l'examen CT), inversion de protocoles d'examen (deux fois lors de la planification et 16 fois lors de l'exécution), répétition involontaire d'un examen (sept événements). Dans quatre cas, le mauvais organe a été examiné. Par ailleurs, le champ d'examen choisi lors d'un cas d'examen CT était plus large que nécessaire pour la question médicale.

À trois reprises, le personnel n'a appris l'existence d'une grossesse chez la patiente qu'après la réalisation de l'examen (lors d'un examen CT, d'une radiographie conventionnelle et d'une radioscopie en salle d'opération). En raison de complications mettant en jeu le pronostic vital,

une intervention cardiaque a par ailleurs donné lieu à de fortes doses cutanées et efficaces lors d'un examen radioscopique.

Parmi les 25 événements notifiés en médecine nucléaire, on dénombre trois inversions de protocole, une inversion de patients et neuf cas de répétition involontaire d'un examen. Dans sept cas, un produit radiopharmaceutique erroné a été administré pour diverses raisons. Dans un cas, un examen du ganglion lymphatique sentinelle a été réalisé du mauvais côté du corps. Un examen a en outre été refusé pour cause de claustrophobie, après l'injection du produit pharmaceutique. On a aussi compté une extravasation et, à deux reprises, les examens n'ont pas pu être réalisés en raison de défauts techniques de l'appareil.

Sept erreurs d'irradiation aux conséquences plus ou moins graves ont eu lieu en radiooncologie (onze événements). En cause, des erreurs de positionnement sur l'accélérateur linéaire (quatre cas) engendrés par des problèmes lors de la fusion d'images (deux cas), par l'arrêt inaperçu de l'imagerie et par une erreur dans la documentation du positionnement. Dans trois cas, des erreurs dans la planification du traitement ont conduit aux événements. Quatre fois, le scanner de planification a dû être répété.

Pour l'évaluation des événements radiologiques médicaux, la Suisse se base sur une proposition de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), appliquée à l'heure actuelle uniquement à titre expérimental et volontaire. Tous les événements radiologiques médicaux de l'année 2022 étaient de niveau 0 sur cette échelle INES Medical Rating (INES M) à l'exception de deux cas : le premier concernait l'examen de radioscopie susmentionné durant lequel des complications mettant en jeu le pronostic vital ont conduit à une longue durée d'exposition ; l'événement a été classé au niveau 1 en raison des lésions cutanées attendues. Le deuxième cas concernait une erreur d'irradiation, durant laquelle une dose unique trop élevée a été administrée en dix fractions. L'événement a été classé au niveau 3 par la clinique concernée, des effets secondaires aigus et des séquelles chroniques ne pouvant être exclus (voir détails sous « Événements radiologiques médicaux d'intérêt particulier » en page 31).

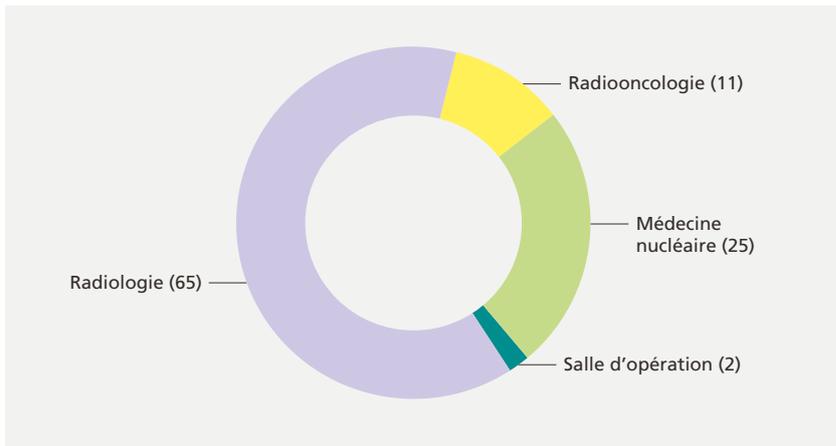


Figure 9
103 événements radiologiques médicaux en 2022; répartition en fonction de la spécialité médicale (radiologie, radiooncologie, médecine nucléaire, salle d'opération)

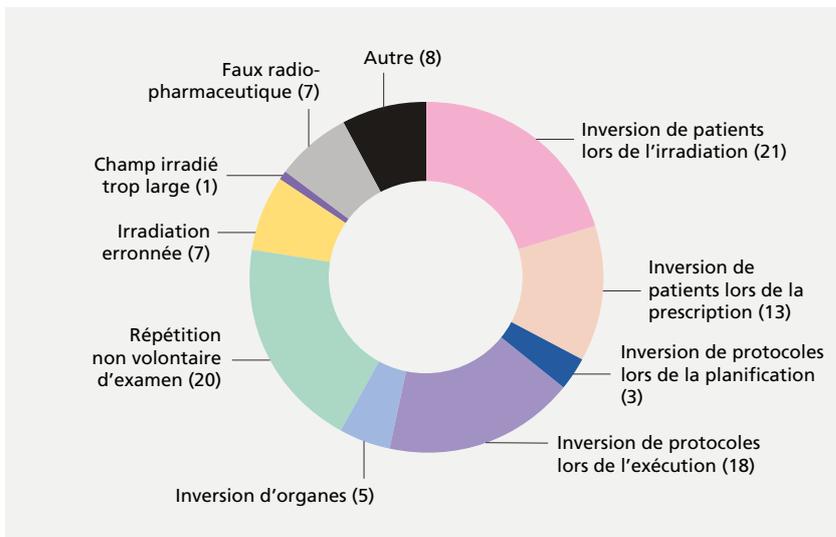


Figure 10
103 événements radiologiques médicaux concernant des patients, répartis selon le type d'événement

Événements radiologiques médicaux d'intérêt particulier

Erreur d'irradiation de niveau INES 3

Dans le cadre du présent événement, l'indication d'une combinaison de radio et de chimiothérapie a été posée pour un patient. Comme il fallait obtenir un dosage échelonné, un concept d'irradiation complexe a été appliqué. Dans ce cadre, on calcule dans un plan d'irradiation unique différents volumes-cibles qui devraient recevoir des doses de rayonnement différentes. Le modèle de planification servant de base est adapté individuellement à chaque patient ou patiente.

Le plan de traitement comprend deux phases. D'habitude, la dose totale prescrite de 70 Gy est divisée en 35 fractions. Après environ 10 à 12 séances d'irradiation, un CT de contrôle est réalisé. Si aucune différence significative n'est constatée par rapport au CT de planification initial, on applique le plan d'irradiation établi pour les 35 irradiations. En cas de constatation d'une régression de la tumeur ou d'autres particularités anatomiques, un nouveau plan d'irradiation est établi pour la seconde phase, afin d'atteindre une répartition optimale de la dose sur la tumeur.

Le calcul de la dose et sa représentation sont établis lors du premier plan de traitement, de manière à répartir la dose totale fixée pour les 35 irradiations. On peut ainsi mieux évaluer quels organes recevront une dose relativement élevée et comment la dose se répartira sur le tissu tumoral. Dans un premier temps, seules 15 séances d'irradiation sont toutefois validées électroniquement.

Dans le cas présent, un plan existant a été choisi comme modèle, avec une dose totale correspondant à la dose prescrite pour le patient. Quinze séances d'irradiation (au lieu de 35) y étaient enregistrées ; cette indication n'a toutefois pas été modifiée dans le cadre de la planification individuelle.

Les autres points du plan d'irradiation ont été adaptés à la situation individuelle du patient. La dose totale prescrite a été contrôlée lors de l'examen pour l'approbation du plan. En outre, le plan a été appliqué sur un fantôme 3D, afin de vérifier la concordance entre la dose calculée

et la dose appliquée. Aucun écart n'a été observé. En conséquence, le médecin et le physicien ont approuvé l'application du plan de traitement au patient.

Après dix séances d'irradiation, un contrôle par CT a été réalisé et on a décidé d'appliquer un plan d'irradiation modifié pour la seconde phase. C'est seulement lors de son établissement que l'erreur dans le premier plan a été remarquée : la dose totale était répartie sur 15 fractions au lieu de 35. Le patient a ainsi reçu quotidiennement une dose environ 2.35 fois supérieure à une dose simple (normale), soit 4.7 Gy au lieu des 2 Gy prévus. La série d'irradiation a été immédiatement interrompue et on a pu observer la réaction précoce du tissu au traitement précédent.

Par la suite, le traitement de radio et de chimiothérapie a dû être considérablement réduit, en raison des effets de la radiothérapie déjà appliquée et trop fortement dosée. En raison d'une réaction tissulaire croissante aux rayons, on a renoncé à poursuivre la radiothérapie. Outre les effets de la radiothérapie, le patient doit s'attendre à un risque accru de séquelles tardives de la radiothérapie. Il est donc étroitement surveillé afin de pouvoir, le cas échéant, mettre en place rapidement un traitement approprié.

Systèmes d'information hospitaliers : les défis de la digitalisation

A l'heure actuelle, les rendez-vous pour les examens dans le domaine de la santé sont généralement attribués et gérés électroniquement. Pour ce faire, on utilise des systèmes d'information hospitaliers (SIH) ou des systèmes d'information radiologiques (SIR) dans les services de radiologie. L'utilisation de ces systèmes peut hélas conduire à des événements radiologiques médicaux involontaires.

Dans un cas, deux collaborateurs d'un hôpital ont saisi presque simultanément l'examen requis pour un patient. Cela a entraîné l'attribution de deux rendez-vous à des dates différentes, tous deux honorés par le patient, avec pour conséquence une répétition involontaire de son examen CT.

Dans un autre cas, un patient a passé un CT qui ne lui était pas destiné. En effet, lors de la saisie des examens et à la fermeture du dossier d'un patient, le système passe automatiquement au prochain dossier ouvert. Le médecin prescripteur a donc fermé par inadvertance le dossier et prescrit le CT à un autre patient. Un autre problème technique connu conduit à ce que, sous certaines conditions, ce n'est pas le dossier du patient en cours d'ouverture qui est chargé, mais celui d'un patient précédent ; ce problème a également conduit à un examen erroné en 2022.

En outre, les déviations de la routine clinique ont aussi entraîné plusieurs erreurs de prescription, p.ex. la sélection d'un patient erroné ou d'un mauvais protocole d'examen. La transcription de prescriptions sur papier dans le système d'information constitue aussi une source d'erreurs. Il est également arrivé que des examens soient prescrits à double ou soient annulés uniquement par oral, sans être effacés dans le système.

Au total, 18 événements radiologiques médicaux imputables au système d'information ont été identifiés. Aussi bon soit-il, un système numérique ne peut intercepter ou empêcher toutes les erreurs humaines. Il est donc important de sensibiliser toutes les personnes concernées après la découverte d'un événement. Cela implique également de ne pas s'écarter des processus prédéfinis dans les situations d'urgence et de toujours donner la priorité à une identification correcte du patient. Le cas échéant, les procédures existantes peuvent également être améliorées. Enfin, les sources d'erreur inhérentes à la fonctionnalité des systèmes doivent être signalées aux services informatiques, afin d'être minimisées.

Inversion de produits radiopharmaceutiques lors de leur livraison

Les services de médecine nucléaire reçoivent presque quotidiennement, de la part de leurs fournisseurs en Suisse ou à l'étranger, les produits radiopharmaceutiques nécessaires aux examens planifiés. Certains de ces produits doivent être fabriqués et livrés le jour même, à cause de la courte demi-vie de leurs radionucléides ; ils se présentent sous la forme de flacons avec plusieurs doses, permettant d'extraire directement la quantité voulue pour un examen.

En août 2022, deux colis contenant le même radionucléide (fluor-18), mais deux produits radiodiagnostiques distincts, devaient être livrés à deux services différents par un seul et même transporteur. L'un contenait du F-18 PSMA et l'autre du F-18 FDG. Suite à une erreur du transporteur, les deux livraisons ont été inversées. Les colis, les flacons ainsi que les documents de transport étaient correctement adressés. Aucun des deux services n'a remarqué l'inversion, et ce, malgré les étiquetages corrects. En conséquence, quatre patients dans un service, et deux dans l'autre, ont reçu une injection du mauvais produit radiodiagnostique, avant que l'erreur ne soit détectée lors de la lecture des images diagnostiques, en raison de la répartition atypique du produit dans le corps. Le fournisseur ainsi que l'autre service concerné ont rapidement été informés.

En conséquence, les six patients ont dû repasser leur examen à une date ultérieure avec le bon produit radiopharmaceutique. Les doses efficaces supplémentaires indésirables reçues sont de l'ordre de 15 mSv pour chaque patient.

Suite à cet incident, des mesures de contrôle obligatoires ont été mises en place dans les deux services, afin d'éviter ce type d'inversion à l'avenir. De plus, un étiquetage plus visible avec une très grande taille de caractères et un code de couleurs pour les produits a été mis en place par le fournisseur.

Outre sa mention dans le présent rapport, ce cas sera communiqué à tous les services de médecine nucléaire dans un courrier d'information, afin de rappeler l'utilité d'une vérification indépendante des produits et ainsi de contribuer à la prévention de telles erreurs.

Conférence AIEA à Genève : radioprotection professionnelle

La Directrice de l'OFSP, Anne Lévy, a ouvert en tant que Présidente la 3^{ème} Conférence de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) consacrée à la radioprotection professionnelle, qui s'est tenue à Genève du 5 au 9 septembre 2022. Plus de 700 délégués venant de 105 États membres et 17 organisations internationales ont discuté des améliorations apportées au cours des vingt dernières années et des moyens pour protéger encore plus efficacement les travailleurs contre les rayonnements ionisants. Les résultats de la conférence ont débouché sur un « Call for action Plan ».

Dans le monde, quelque 24 millions de personnes sont professionnellement exposées aux rayonnements ionisants par des sources d'origine artificielle et naturelle. Parmi ces personnes, près de neuf millions sont actives dans le secteur médical. La dose efficace moyenne au niveau mondial pour tous les travailleurs est estimée à 1.2 mSv par an. C'est ce qui ressort de la nouvelle publication du Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR) concernant l'exposition des travailleurs, dont les résultats ont fait l'objet d'une présentation lors de la conférence de Genève. Le pourcentage élevé en médecine s'explique par la forte croissance ces dernières années

des procédures médicales impliquant des rayonnements ionisants. On observe p.ex. des doses au cristallin élevées en radiologie interventionnelle et en cardiologie. Dans ces domaines, la priorité est portée sur l'optimisation afin d'atteindre un niveau de risque « acceptable ». En outre, le personnel doit être formé de manière ciblée et l'exposition étroitement surveillée.

On vise également à une meilleure protection des travailleurs intervenant dans les branches industrielles où l'on manipule des substances radioactives d'origine naturelle (NORM) ou encore des professionnels exposés au radon ou au rayonnement cosmique.



Figure 11
La radiologie interventionnelle en tant que procédure diagnostique et thérapeutique est un exemple d'utilisation quotidienne des radiations en médecine. Dans le monde, environ neuf millions de travailleurs du domaine médical sont professionnellement exposés aux radiations.



Figure 12
La Directrice de l'OFSP, Anne Lévy, a ouvert en tant que Présidente la 3^{ème} Conférence de l'AIEA consacrée à la radioprotection professionnelle ; de gauche à droite : Jizeng Ma (AIEA), Shengli Niu (OIT), Miroslav Pinak (AIEA), Anne Lévy (OFSP), Peter Johnston (AIEA), Vic van Vuuren (OIT), Burcin Okyar (AIEA)

Accueillie par le gouvernement suisse, la 3^{ème} Conférence consacrée à la radioprotection professionnelle a été organisée par l'AIEA, avec le soutien de l'Organisation internationale du Travail (OIT) et en collaboration avec d'autres organismes internationaux. L'OFSP a joué un rôle déterminant dans l'organisation sur place. La première conférence en 2002 s'était également tenue à Genève ; à l'époque aussi, l'OFSP avait participé à son organisation.

Les recommandations et conclusions de la première conférence avaient débouché sur un plan d'action international visant à renforcer les efforts pour améliorer la radioprotection professionnelle, aussi bien au niveau mondial qu'en Suisse.

La conférence de 2022 a montré que l'application du cadre sécuritaire pour la protection des

travailleurs contre les rayonnements ionisants avait des effets tangibles : « Les connaissances acquises au cours des deux dernières décennies ont été très précieuses et ont conduit à l'instauration d'un cadre de sécurité pour la protection des travailleurs dans le domaine des rayonnements ionisants », a constaté la Directrice de l'OFSP, Anne Lévy, lors de son allocution de bienvenue. Ce message a été confirmé dans les discours des deux autres autorités suisses de radioprotection, à savoir l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) et la Suva. La promotion de la santé au travail par le biais d'un environnement professionnel sain fait aussi partie des objectifs de la stratégie de politique de santé 2030 du gouvernement suisse.

Le travail doit toutefois se poursuivre, car un nombre croissant de travailleurs sont exposés aux radiations dans le monde, non seulement

dans le domaine médical comme déjà mentionné, mais aussi du fait que toujours plus de pays misent sur les centrales nucléaires, comme l'a souligné dans son exposé le Directeur général de l'AIEA, Rafael Grossi.

Durant la conférence, l'accent a également été mis sur les nouveaux défis dans l'application des rayonnements avec les techniques récentes en médecine, mais aussi les défis techniques posés par les nouvelles technologies de dosimétrie et ceux liés au développement de types modernes de réacteurs nucléaires ou au démantèlement d'anciennes centrales. Plusieurs sujets suscitent un intérêt croissant, notamment l'exposition professionnelle aux sources de rayonnement d'origine naturelle, c'est-à-dire les NORM, le rayonnement cosmique et le radon.

Autres mesures visant à améliorer la protection des travailleurs

Tous les participants se sont accordés sur la nécessité d'impliquer à l'avenir davantage les cadres des entreprises concernées dans la culture de sécurité. En Suisse, plus de 100'000 personnes sont professionnellement exposées aux radiations. Cela correspond à environ 2% de la population active qu'il faut protéger de manière fiable contre le rayonnement ionisant. Ce nombre a augmenté de presque 60% au cours des vingt dernières années, alors que l'exposition aux radiations de l'ensemble de la population est restée relativement stable.

Témoignages de deux participants de l'OFSP :

Sébastien Baechler, chef de la division Radioprotection de l'OFSP : «J'ai pris conscience une fois de plus que le principe d'optimisation, ou ALARA, est la pierre angulaire de la radioprotection pour maîtriser les expositions professionnelles dans le monde entier. Le respect des limites de dose ne suffit pas à garantir une exposition acceptable des travailleurs et un niveau de protection adéquat. Cela n'est le cas que si l'exposition a été optimisée. Cette démarche est étroitement liée à la nécessité de créer une culture de la radioprotection.»

Evelyn Stempfeli, responsable de la section Rayonnements non ionisants et dosimétrie de l'OFSP : «Cette conférence m'a montré à quel point la radioprotection professionnelle était vécue et mise en œuvre différemment d'un pays à l'autre. Les organisations internationales telles que l'AIEA et l'OIT jouent un rôle important pour communiquer l'état actuel des connaissances aux responsables des différents pays, p.ex. par le biais d'une telle conférence.»

Plus d'informations sur la conférence :

[International Conference on Occupational Radiation Protection – Twenty Years After | IAEA.](#)

Tandis qu'en Suisse et en Europe, la priorité est donnée à la protection contre le rayonnement d'origine artificielle, la situation s'avère p.ex. différente sur le continent africain. Là, ce sont principalement les travailleurs des mines qui sont exposés au rayonnement du radon et à d'autres substances radioactives d'origine naturelle. En Chine également, quelque 4.7 millions de travailleurs des mines de charbon sont exposés au rayonnement naturel, ce qui fait l'objet d'une surveillance régulière. Au niveau mondial, les mineurs sont les plus nombreux à être exposés au rayonnement ionisant (environ 12 millions de personnes, dont à peu près 70% actives dans les mines de charbon).

À l'issue de la conférence 2022 de Genève, une série de mesures souhaitables a été définie pour améliorer la protection des travailleurs (voir liste). Il faut espérer que les efforts déployés au cours des deux dernières décennies se poursuivent et que la radioprotection des travailleurs continue de s'améliorer dans le monde entier.

- Mise en œuvre des normes internationales de sécurité telles que la Convention sur la protection contre les radiations de l'OIT (n° 115) et soutien aux États membres dont les programmes sont moins développés.
- Soutien aux États membres lors de l'optimisation de la protection et de la sécurité, et lors de l'application d'une approche globale pour la protection des travailleurs (prise en compte des dangers radiologiques et non radiologiques).
- Application de l'approche graduée à la protection des travailleurs contre les niveaux d'exposition élevés attribuables à des sources d'origine naturelle, telles que le radon aux postes de travail, ainsi que l'exposition dans l'aviation civile, l'industrie minière et la transformation des matières premières.
- Développement de directives internationales pour les nouvelles activités exigeantes.
- Promotion de l'échange d'expériences et de l'application de technologies innovantes en radioprotection.
- Renforcement des capacités en dosimétrie individuelle et promotion de l'établissement de registres dosimétriques nationaux.
- Amélioration de la formation de base et de la formation continue en radioprotection.
- Amélioration de l'engagement en faveur de la culture de sécurité au niveau des cadres et promotion de celle-ci auprès des travailleurs par le biais de la formation.
- Soutien dans le développement des jeunes professionnels en radioprotection.

Plan d'action radium 2015–2023

En avril 2022, le Conseil fédéral a approuvé la prolongation du plan d'action radium jusqu'à fin 2023, afin de combler le retard accumulé durant la pandémie de COVID-19. Ainsi, les plus de 1000 biens-fonds identifiés comme potentiellement affectés par une contamination au radium, utilisé par l'industrie horlogère jusque dans les années 1960, pourront être examinés et, le cas échéant, assainis d'ici fin 2023. L'état d'avancement des travaux du plan d'action est présenté dans ce chapitre.

Projet sectoriel « bâtiments »

Le projet sectoriel « bâtiments » a pour objectif d'identifier les biens-fonds potentiellement contaminés au radium-226, d'y effectuer des mesures et de procéder, si nécessaire, à leur assainissement.

Inventaire et diagnostic des biens-fonds potentiellement affectés

Les recherches historiques menées dans le cadre du plan d'action ont permis de dresser un inventaire de plus de 1000 biens-fonds abritant jadis des ateliers de posage de peinture au radium, principalement situés dans l'Arc jurassien (voir [Recherches historiques \(admin.ch\)](#)). Selon l'état au 31 décembre 2022, 1010 biens-fonds ont fait l'objet d'un diagnostic du radium. En cas de dépassement de la dose efficace de 1 mSV par an pour les occupants, un assainissement s'avère nécessaire. Pour ce qui est des espaces extérieurs, la valeur de seuil est fixée à 1000 Bq/kg pour l'activité spécifique de radium-226 dans la terre.

Travaux d'assainissement

Parmi les 1010 biens-fonds examinés, 151 requièrent un assainissement, ce qui représente 90 appartements et 100 jardins (figure 13). Ainsi, la fraction des biens-fonds examinés nécessitant un assainissement est de l'ordre de 15%. La démarche inclut la dépollution par une entreprise spécialisée, l'élimination des déchets, les mesures de contrôle et la remise en état selon le standard avant travaux.

Canton	Nombre de biens-fonds examinés	Assainissement pas nécessaire	Assainissement nécessaire	Assainissement terminé ou en cours
BL	12	9	3	2
BS	1	1	0	0
BE	305	247	58	55
GE	30	28	2	2
JU	28	28	0	0
LU	4	4	0	0
NE	426	372	54	49
SG	1	1	0	0
SH	1	0	1	1
SO	166	135	31	28
TI	7	7	0	0
VD	20	19	1	0
ZH	9	8	1	1
Total	1010	859	151	138

Figure 13
État d'avancement
des diagnostics et des
assainissements
au 31 décembre 2022



Figure 14
Ancienne voie romaine découverte durant l'assainissement du « Neues Schloss Bümpliz » à Berne

Les assainissements sont déjà terminés (ou en cours) dans 138 biens-fonds. Parmi la vingtaine d'assainissements réalisés en 2022, on peut citer celui du « Neues Schloss Bümpliz » à Berne¹ autrefois occupé par l'entreprise Merz&Benteli, principal fournisseur de peinture lumineuse

au radium-226 en Suisse jusque dans les années 1960 (figure 14). Un autre assainissement de grande ampleur touchant plusieurs parcelles voisines a par ailleurs eu lieu dans la commune de Langendorf (SO)².

1 [Radiumsanierung im Schlosspark Bümpliz beginnt](https://www.mediocenter.ch/fr/actualites/radiumsanierung-im-schlosspark-buempliz-beginnt) — Mediocenter (bern.ch), en allemand

2 [Erbe der Uhrenindustrie: Radium-Sanierung in Langendorf](https://www.solothurnerzeitung.ch/erbe-der-uhrenindustrie-radium-sanierung-in-langendorf) (solothurnerzeitung.ch), en allemand

La présence de pollutions mixtes (chimique et radiologique) a été constatée dans près de 20% des espaces extérieurs à assainir. L'OFSP coordonne au cas par cas l'assainissement de ces parcelles avec les cantons concernés (et avec l'Office fédéral de l'environnement et la Suva pour les cas complexes). De plus, l'OFSP a mis en place des collaborations avec le Laboratoire de Spiez et l'entreprise ARCADIS pour l'analyse de polluants chimiques sur les échantillons contaminés au radium-226.

Élimination des déchets

Selon l'état au 31 décembre 2022, plus de 2500 m³ de déchets inertes associés au plan d'action ont été éliminés en décharge conformément à l'art. 114 de l'ORaP, le critère d'activité spécifique de 10'000 Bq/kg pour le radium-226 étant respecté. De plus, environ 230 m³ de déchets combustibles ont été éliminés en usine d'incinération conformément à l'art. 116 de l'ORaP, qui fixe une activité hebdomadaire maximale de 2 MBq pour le radium-226. Enfin, 4.8 m³ de déchets du plan d'action avec une activité supérieure aux valeurs susmentionnées ont été conditionnés comme déchets radioactifs et acheminés sous contrôle de l'OFSP au Dépôt intermédiaire fédéral.

Projet sectoriel « décharges »

Le projet sectoriel « décharges » a d'une part pour objectif de recenser les anciennes décharges susceptibles de contenir des déchets contaminés au radium et d'autre part, de définir les mesures appropriées à prendre pour protéger la santé de la population et des travailleurs ainsi que l'environnement des dangers liés à la présence de ces déchets. Plus de 250 anciennes décharges nécessitant une surveillance radiologique lors de futurs travaux d'excavation ont été identifiées avec l'aide des cantons concernés (Berne, Genève, Jura, Neuchâtel et Soleure) et de l'Office fédéral de l'environnement. La liste correspondante ainsi que le rapport technique sont disponibles sous [Héritages au radium dans des décharges \(admin.ch\)](#). L'OFSP prépare actuellement une directive visant à concrétiser la mise en œuvre à long terme des processus de surveillance et à clarifier les responsabilités. Il est prévu de publier cette directive en 2023, après consultation des principales parties prenantes.

Plan d'action sur le radon 2021–2030

Le Plan d'action sur le radon 2021-2030 s'est donné des buts ambitieux dans le cadre des quatre orientations générales suivantes: 1) parc immobilier, 2) risque sanitaire, 3) compétence en matière de radon et 4) protection des travailleurs. Des projets ont déjà été lancés dans tous ces domaines. Il a notamment été possible d'intensifier et d'institutionnaliser partiellement la collaboration avec d'importants partenaires externes, notamment les autorités d'exécution cantonales et l'Office fédéral de l'énergie (OFEN).

État d'avancement des travaux dans le cadre des quatre orientations générales

Parc immobilier

Sous l'égide de l'OFEN, l'OFSP a mis au concours la création d'un service « Énergie et santé » dans le cadre des prescriptions de l'OMC. Ce service se consacrera à la communication dans les domaines de la légionellose, du radon et de la qualité de l'air intérieur. Il contribuera aussi au développement d'une offre de formation continue dans ces domaines. Le lien étroit entre les thèmes de l'énergie et de la santé dans les bâtiments doit être mieux ancré et pris en compte par les acteurs impliqués. La collaboration avec ce service permettra aussi d'intégrer les aspects liés au radon dans la mise en application de la stratégie énergétique 2050.

Afin de communiquer plus largement sur le lien entre les mesures énergétiques et le radon dans les bâtiments, l'OFSP a publié de nouveaux contenus sur son site internet (www.ch-radon.ch), rassemblant les principales informations en vue d'une prise en compte précoce et appropriée de la problématique du radon dans la planification de mesures énergétiques dans les bâtiments.

La mise en œuvre de mesures spécifiques de protection contre le radon est décrite dans différentes publications. Les informations sur les détails techniques et les matériaux adéquats sont toutefois plus rares. Pour combler cette lacune, l'OFSP a chargé le service régional tessinois sur le radon, situé à la *Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana* (SUPSI), d'élaborer des fiches techniques sur les mesures de protection contre le radon les plus fréquentes dans les nouvelles constructions et les bâtiments existants. Ces instructions devraient être appliquées lors de la mise en œuvre des mesures anti-radon, assurant ainsi une bonne qualité de ces travaux. Il est prévu de consolider ces fiches techniques avec la Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA) dans le cadre de la norme SIA 180 et de les publier en 2023.

Risque pour la santé

Une attention particulière est accordée à la protection des enfants contre une exposition excessive au radon. Ainsi, il est très important d'accroître le nombre de mesures du radon dans les écoles et les jardins d'enfants (conformément à l'art. 164, al. 2, ORaP). Il est réjouissant de constater que de nombreux cantons ont lancé des campagnes de mesure dans ce sens, afin de contrôler systématiquement les lieux de séjour des enfants. De cette manière, on a déjà pu identifier quelques bâtiments où des mesures correctives étaient nécessaires.

L'expérience tirée de ces campagnes a montré que le protocole de mesure appliqué nécessitait des améliorations, notamment pour spécifier les locaux à mesurer et le nombre de mesures requis par bâtiment. En accord avec les cantons, une nouvelle version du protocole de mesure sera publiée début 2023.

Un outil de prédiction en ligne sera développé dans le cadre de cette orientation générale, permettant à la population de connaître encore plus facilement son exposition au radon. Un projet a été lancé avec la Haute école d'ingénierie et d'architecture (HEIA) de Fribourg afin d'étudier comment des mesures de courte durée peuvent contribuer au pronostic de la situation liée au radon dans un bâtiment

donné. Il est prévu d'intégrer les résultats de ce projet aux données à utiliser pour l'élaboration de l'outil de prédiction.

Compétences en matière de radon

L'OFSP a élaboré un concept de formation et de formation continue visant à harmoniser les cursus de formation des consultants en radon, en collaboration avec les services régionaux sur le radon situés à la *Fachhochschule der Nordwestschweiz* (FHNW), l'HEIA et la SUPSI. Le contenu et les buts des cours y sont définis, tout comme les exigences posées aux participants. Il s'agit de garantir que ces derniers acquièrent les mêmes connaissances et compétences, et ce, avec une charge de travail similaire. Le concept sert aussi de base aux éventuelles offres de formation d'autres prestataires.

Un aspect important de l'orientation « Compétences en matière de radon » est la collaboration avec des associations professionnelles de la branche du bâtiment. L'objectif est d'intégrer le thème du radon dans les plans d'étude des métiers du bâtiment. Dans ce domaine, l'OFSP a développé un module de formation sur le radon dans le cadre d'un projet pilote innovatif, mené en collaboration avec l'association professionnelle *Holzbau Schweiz*.

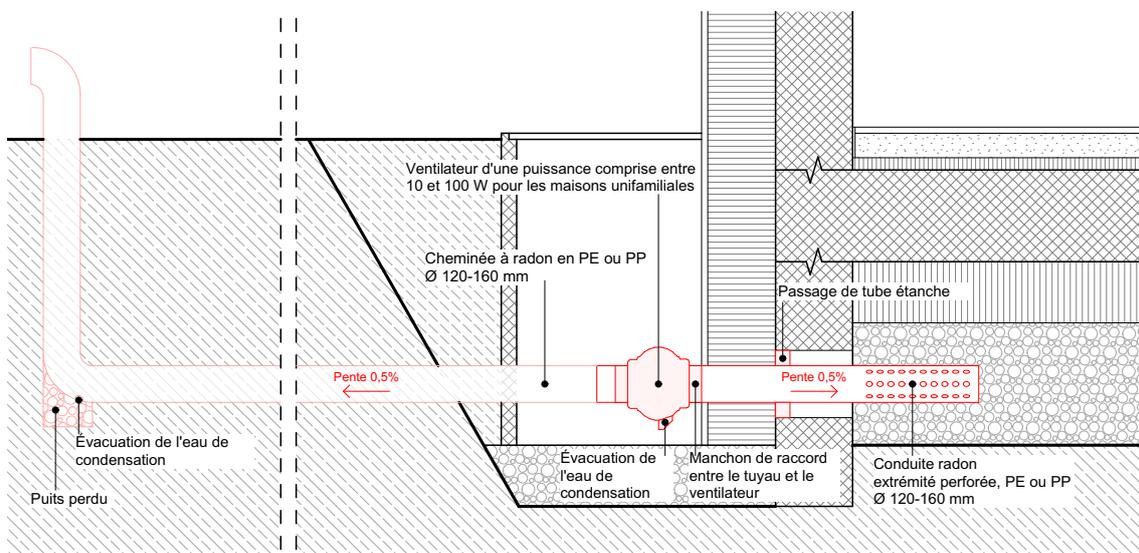


Figure 15
Exemple d'une description technique pour un puisard à radon (source : projet „Fiches techniques“)

Cet outil numérique d'apprentissage, intégré dans le *Holzbau-Lab*, est maintenant à disposition de tous les apprentis des métiers de la construction en bois. Le module sur le radon comprend un module de connaissances et des vidéos d'apprentissage visant à transmettre par étapes les informations sur le thème du radon. Ces vidéos, traitant des thèmes de la radioactivité, la protection contre le radon, les mesures et les conseils, sont aussi disponibles sur YouTube et sur le site internet de l'OFSP (www.ch-radon.ch).

Protection des travailleurs

En 2022, le groupe de travail « radon aux postes de travail » constitué de représentants de la Suva, de l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN), du Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports (DDPS) et de l'OFSP, a adapté les protocoles de mesure du radon aux postes de travail (disponibles sous [Mesurer la concentration en radon \(admin.ch\)](http://www.admin.ch)) ainsi que la base de données du radon, en vue du renouvellement des agréments des services de mesure prévu en 2023.

Par ailleurs, le groupe s'est penché sur la dosimétrie individuelle du radon, qui soulève actuellement d'importantes questions : Comment réaliser la dosimétrie individuelle du radon et dispose-t-on des moyens de mesure appropriés ? Comment faut-il traiter

les doses de radon ainsi obtenues ? Les travailleurs mobiles dans les installations d'alimentation en eau, qui ne disposent pas d'un poste de travail fixe, mais se déplacent d'une installation à l'autre, peuvent être exposés à des concentrations de radon très fluctuantes. Il convient d'étudier comment mesurer au mieux ce type d'exposition et de définir les modalités d'enregistrement des doses de radon.

Perspective

L'année prochaine, une étude préliminaire sera lancée afin de créer un outil de prévision en ligne de la concentration de radon. Cet outil est considéré comme un projet phare du plan d'action sur le radon. En outre, il est prévu de faire évoluer la base de données du radon en un « portail sur le radon » avec davantage de données et des fonctionnalités nettement plus étendues.

Conformément aux prescriptions de l'ORaP, l'OFSP est chargé de reconnaître les services de mesure du radon, l'agrément étant valable cinq ans. Un grand nombre de ces agréments devront être renouvelés ou prolongés en 2023. L'OFSP profitera de ce renouvellement pour simplifier le système de compétences de mesure ; il s'agit-là d'un premier pas vers l'objectif d'offrir l'ensemble des procédures par un seul prestataire.

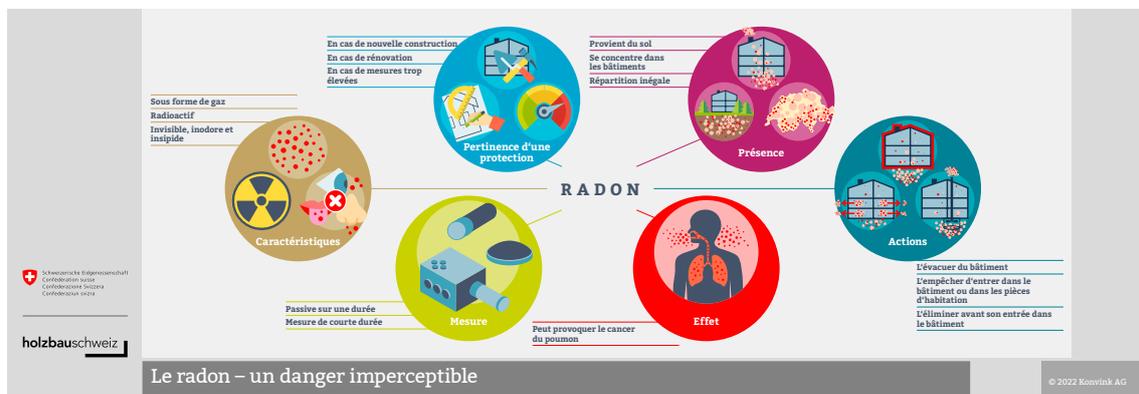


Figure 16
Graphique présentant le module sur le radon dans le « Holzbau-Lab »

Surveillance de la radioactivité dans l'environnement

La surveillance de la radioactivité dans l'environnement menée par l'OFSP doit permettre d'une part de détecter rapidement toute augmentation significative de la radioactivité dans l'environnement, et d'autre part d'évaluer la dose de rayonnements annuelle moyenne reçue par la population suisse. Pour ce faire, l'OFSP exploite un réseau automatique de mesure de la radioactivité dans l'air et dans l'eau. En parallèle, il élabore un programme de prélèvements et de mesures, auquel participent également d'autres laboratoires de la Confédération, des cantons et des instituts universitaires. Les résultats de cette surveillance sont publiés chaque année dans le rapport « Radioactivité de l'environnement et doses de rayonnements en Suisse », ainsi que sur la plateforme internet www.radenviro.ch de l'OFSP.

Modernisation des dispositifs de surveillance de la radioactivité dans l'air à haute altitude

Le dispositif de mesure de la radioactivité dans l'air situé à la station de recherche du Jungfraujoch ne répond plus aux exigences actuelles. Lors de sa séance du 13 avril 2022, le Conseil fédéral a donc décidé de le moderniser. La nouvelle station, plus sensible et mesurant les concentrations individuelles des différents radionucléides (gamma) présents dans l'air, devrait être opérationnelle d'ici fin 2024. Elle sera raccordée au réseau SwissMetNet de MétéoSuisse comme les autres stations du

réseau URAnet, garantissant un accès permanent aux résultats de mesure. Les vols à haute altitude effectués depuis plus de 50 ans avec des avions militaires de l'armée suisse seront, quant à eux, interrompus après la mise à l'arrêt des avions de chasse Tiger. En effet, l'adaptation des appareils de collecte sur les avions F/A-18 coûterait environ 10 millions de francs, un investissement jugé disproportionné par le Conseil fédéral. L'expérience a montré que, pour évaluer le risque sanitaire de la population, la plus-value de ces vols de collecte est généralement limitée par rapport aux mesures effectuées à une altitude plus basse, comme au Jungfraujoch. Une coopération internationale reste toutefois à envisager concernant les analyses scientifiques pour lesquelles les mesures réalisées par des avions à haute altitude se révèlent utiles.



Figure 17
Station actuelle de mesure située au Jungfrauoch à rénover d'ici fin 2024

Principaux résultats de la surveillance menée en 2022

Les réseaux automatiques exploités par l'OFSP pour la mesure de la radioactivité dans l'air et dans les eaux (URAnet aero et aqua) n'ont pas mis en évidence de valeurs anormales en 2022. Les 15 stations de mesure du réseau URAnet aero transmettent des résultats toutes les 5 minutes et des alarmes sont générées automatiquement en cas de valeurs plus élevées. Les résultats de mesure sont publiés toutes les 12 heures sur www.radenviro.ch.

Les traces de radioactivité décelées en laboratoire dans les différents compartiments environnementaux dans le cadre du programme national de surveillance de la radioactivité sont conformes aux résultats attendus : elles proviennent d'anciennes contaminations ou témoignent du fonctionnement normal des entreprises ou des instituts disposant d'une autorisation de rejet de substances radioactives dans l'environnement en Suisse.

La radioactivité d'origine naturelle (isotopes issus des séries de désintégration de l'uranium et du thorium ainsi que le potassium-40) prédomine nettement dans les sols suisses, avec des variations régionales principalement liées aux caractéristiques géologiques. La présence de strontium-90 et d'actinides (plutonium et américium) est principalement due aux retombées des essais nucléaires atmosphériques des années soixante. Cette déposition ayant été amenée au sol par les précipitations, les régions connaissant une pluviosité plus importante, comme les régions de montagne, montrent les activités les plus élevées. La situation est plus complexe dans le cas du césium-137 : si sa déposition au sol à la suite des essais nucléaires présente une distribution similaire à celle du strontium-90 et des actinides, le passage du nuage radioactif émis lors de l'accident de Tchernobyl en 1986 a provoqué une déposition supplémentaire dont la répartition géographique n'est pas uniforme. De fortes précipitations s'étant produites au Tessin lors du passage du nuage, c'est dans cette région que les dépôts ont été les plus importants et que les activités maximales sont toujours mesurées aujourd'hui.

La radioactivité artificielle mesurée aujourd'hui dans l'air en Suisse provient généralement de la remise en suspension de particules de sol contaminé, et non pas de nouvelles retombées atmosphériques. Ainsi, des traces de césium-137 sont toujours détectées dans les filtres aérosols des stations de collecte à haut débit (HVS) de l'OFSP, notamment à la station de Cadenazzo. Ce phénomène est particulièrement marqué par temps sec durant la période hivernale. Aucune trace de radioactivité supplémentaire en provenance d'Ukraine n'a été mesurée en Suisse en 2022.

Denrées alimentaires

Bien que les concentrations de césium-137 diminuent régulièrement depuis 1986, des valeurs plus élevées peuvent toujours être mesurées dans certaines denrées alimentaires, comme les champignons sauvages (indigènes ou importés), le miel ou les myrtilles. Des dépassements de la valeur maximale pour les denrées alimentaires, fixée à 600 Bq/kg dans l'Ordonnance Tchernobyl, ont encore été enregistrés en 2022 dans de la viande de sanglier en provenance du Tessin. Depuis plusieurs années, le Service vétérinaire cantonal du Tessin contrôle systématiquement la radioactivité des sangliers chassés sur son territoire. Les résultats de la campagne 2022 ont montré qu'environ 2% des sangliers contrôlés dépassaient la valeur maximale admissible ; ils ont donc été saisis par le vétérinaire cantonal. Hormis dans les sangliers, aucun dépassement de la valeur limite pour le césium-137 n'a été enregistré dans les denrées alimentaires prélevées en Suisse en 2022.

Centrales nucléaires, centres de recherche et entreprises

Les mesures effectuées en 2022 dans le cadre de la surveillance des centrales nucléaires et des centres de recherche (PSI, CERN) ont mis en évidence des traces de rejets atmosphériques. Il s'agissait notamment de valeurs accrues de carbone-14 dans les feuillages au voisinage des centrales nucléaires ou encore d'isotopes de courtes périodes (sodium-24, iode-131) produits dans les accélérateurs et installations des centres de recherche. Ainsi, des traces d'iode-124, -126 et -131 ont p.ex. été mesurées en mars 2022 au

voisinage du CERN suite à un changement de cible sur l'installation ISOLDE. La concentration maximale d'iode-131 (15 micro-Bq/m³) enregistrée ne représente toutefois que 0.002% de la valeur limite d'immission dans l'air fixée dans l'Ordonnance sur la radioprotection (ORaP) et ne présente donc aucun risque pour la santé.

Des traces de produits d'activation issus de rejets liquides des centrales nucléaires ont sporadiquement été détectées dans les sédiments de l'Aar et du Rhin, notamment pendant les périodes de révision des centrales. Des valeurs de tritium légèrement accrues (environ 12 Bq/l) ont également été mesurées dans l'Aar (à Brugg) en avril, suite à la révision de la centrale nucléaire de Gösgen. Les concentrations mensuelles de tritium ont atteint entre 5 et 6 Bq/l à la même période dans le Rhin (à Weil am Rhein). A titre de comparaison, notons que les concentrations naturelles de tritium dans les eaux des rivières suisses sont inférieures à la limite de détection de 2 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.

Comme par le passé, 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, en particulier mb Microtec à Niederwangen/BE. Les différentes améliorations techniques engagées par cette entreprise depuis 2020 lui ont toutefois permis de réduire ses émissions, se traduisant par une forte diminution des concentrations de tritium enregistrées dans les précipitations en 2020 et 2021. Les niveaux de tritium mesurés dans les échantillons de précipitation prélevés en 2022 à proximité de l'entreprise étaient similaires à ceux de 2020-2021, à quelques exceptions près. En effet, une concentration de près de 2400 Bq/l a été mesurée fin janvier dans l'échantillon prélevé à proximité immédiate de l'entreprise (station Firma) ; cette valeur est trois fois supérieure à la valeur maximale enregistrée en 2021, probablement en raison de conditions météorologiques particulières. Les concentrations de tritium mesurées dans l'environnement (précipitations) dépendent

en effet non seulement des quantités de tritium rejetées dans l'atmosphère (émissions), mais également de la direction des vents et des quantités de précipitations.

Les augmentations significatives, mesurées en novembre 2022 dans les quatre stations de surveillance (entre deux et quatre fois supérieures aux valeurs maximales de 2021 de chacune des stations de surveillance), résultent quant à elles d'une hausse des émissions liée au conditionnement de produits défectueux dans l'entreprise ; ces émissions sont toutefois restées bien inférieures aux limites de rejet autorisées. Les concentrations de tritium mesurées dans des distillats d'échantillons de lait ainsi que de fruits et légumes (pommes, poires, prunes, rhubarbe, etc.) prélevés fin août 2022 par le canton de Berne à proximité de l'entreprise se sont échelonnées entre 5 et 50 Bq/l et étaient significativement inférieures à celles des années précédentes.

En automne 2021, l'OFSP a initié un programme de surveillance du tritium en collaboration avec la Suva dans les précipitations et l'humidité de l'air au voisinage de l'entreprise Smolsys, située à Root/LU, cette dernière disposant d'une autorisation de rejet de tritium dans l'environnement. Les valeurs de tritium enregistrées au voisinage de cette entreprise sont restées très basses en 2022, aussi bien dans les précipitations (valeur maximale de l'ordre de 17 Bq/l) que dans l'humidité de l'air.

Stations d'épuration (STEP) et usines d'incinération

Dans le cadre de la surveillance de l'environnement, des échantillons d'eaux usées sont prélevés chaque semaine dans les STEP des grandes agglomérations, afin de déterminer en laboratoire les concentrations des émetteurs

gamma (iode-131, lutécium-177) qui proviennent essentiellement d'excréments de patients traités dans les centres de médecine nucléaire. Des mesures en continu ont également été effectuées à l'aide d'une sonde automatique entre mi 2021 et début 2022 (voir chapitre 9.4 du rapport 2021 sur la Radioactivité de l'environnement et les doses de rayonnements en Suisse, disponible sous [Rapports annuels Radioactivité dans l'environnement \(admin.ch\)](http://www.bag.admin.ch/ura-rapports)). Si ces radionucléides sont rarement détectés dans les eaux de rivière, on peut toutefois en retrouver des traces dans les sédiments. Ainsi, des traces d'iode-131, de lutécium-177 et de radium-223 sont régulièrement mises en évidence dans les particules en suspension prélevées dans le Rhin à Weil am Rhein.

Avec l'entrée en vigueur de l'ORaP révisée en 2018, les usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM) sont tenues de contrôler, selon une procédure adéquate, l'éventuelle présence d'émetteurs gamma dans les déchets avant leur incinération, afin de réduire les risques pour le personnel et l'environnement. Si l'installation de portiques de détection à l'entrée de ces usines permet de couvrir ces exigences, elle n'empêche pas l'incinération accidentelle de tritium, un émetteur bêta pur indétectable par ces portiques. Des mesures du tritium sont ainsi réalisées dans les eaux de lavage des fumées des UIOM de grandes agglomérations.

L'OFSP a mesuré un niveau anormalement élevé de tritium (environ 130 kBq/l) dans un échantillon d'eaux de lavage des fumées de l'UIOM de Hagenholz/ZH, collecté entre les 12 janvier et 9 février 2022. Selon l'estimation de l'OFSP, l'activité totale de tritium incinérée s'élève à 370 GBq, soit plus de 1000 fois la limite d'autorisation fixée à 0.3 GBq pour l'eau tritiée, représentant ainsi une infraction à l'ORaP. Les

Les résultats complets de la surveillance de la radioactivité de l'environnement sont publiés chaque année dans le rapport « Radioactivité de l'environnement et doses de rayonnements en Suisse » (www.bag.admin.ch/ura-rapports), ainsi que sur le portail des mesures dans l'environnement de l'OFSP (www.radenviro.ch).

mesures effectuées par l'OFSP dans l'environnement n'ont toutefois pas révélé d'augmentation significative de la concentration de tritium, confirmant ainsi l'absence de danger pour le public. Vous trouverez de plus amples informations sur cet événement radiologique en page 28 du présent rapport.

Entre le 28 novembre et le 10 décembre 2022, le Laboratoire cantonal de Bâle-Ville a mesuré des valeurs inhabituellement élevées de tritium dans les échantillons hebdomadaires d'eaux de la STEP de Bâle (jusqu'à 200 Bq/l pour l'échantillon de la semaine du 5 décembre). Les concentrations sont généralement voisines de la limite de détection de 4–5 Bq/l. Cette augmentation est due au rejet d'eaux de lavage des fumées de l'usine de traitements des déchets spéciaux Veolia, suite à l'incinération de déchets contenant du tritium. Cette usine dispose

d'un accord de l'OFSP pour incinérer jusqu'à 100 GBq de tritium par semaine. Dans le cas en question, il s'avère qu'elle a incinéré environ 34 GBq de déchets contenant du tritium le 29 novembre, puis environ 96 GBq le 5 décembre. En temps normal, les eaux de lavage de l'entreprise Veolia ne sont pas mélangées aux eaux de la STEP, mais arrivent directement à sa sortie pour être ensuite déversées dans le Rhin. Comme le veut la procédure, le système d'évacuation des eaux de lavage a toutefois communiqué automatiquement avec la STEP industrielle, puis la STEP communale, en raison de paramètres physico-chimiques anormaux détectés le 1^{er} et le 7 décembre 2022. C'est pourquoi une partie de l'activité incinérée a été déversée dans la STEP. Même si ces valeurs sont inhabituelles, elles n'ont pas représenté de risque pour le personnel de la STEP et l'environnement.

Intervention en situation d'urgence radiologique

L'OFSP est chargé de contribuer à la planification d'urgence au niveau national en cas d'événements radiologiques ou nucléaires. Il travaille en étroite collaboration avec d'autres services et apporte son soutien pour les questions relatives à la santé, afin de protéger la population des conséquences radiologiques. Les activités dans ce domaine ont été renforcées depuis le début de la guerre en Ukraine, face à la menace d'un événement dans une centrale nucléaire ou d'une utilisation de l'arme atomique. L'OFSP a en outre participé à l'exercice général d'urgence suisse TYCHE (EGU 22). Toujours dans le cadre de la préparation aux situations d'urgence, il s'occupe aussi du maintien des connaissances pour le traitement des personnes fortement irradiées et de la distribution des comprimés d'iode.

Travaux préparatoires en cas d'événement nucléaire en Ukraine

Depuis le début de la guerre en Ukraine, l'OFSP effectue des travaux préparatoires pour l'éventualité d'un événement nucléaire en Ukraine, en collaboration avec les autres offices fédéraux concernés et les cantons. Pour en savoir plus sur les activités de l'OFSP dans ce domaine, veuillez consulter l'interview en page 6.

Exercice général d'urgence TYCHE 2022 (EGU)

Le but d'un EGU consiste en principe à vérifier le fonctionnement de la protection en cas d'urgence ainsi que la collaboration des services impliqués dans l'organisation d'urgence. Le scénario de l'EGU 2022 prévoyait un accident sévère à la centrale nucléaire de Leibstadt (CNL), suivi d'un rejet non filtré de radioactivité.

Le premier jour était consacré à la gestion d'urgence. Comme lors des EGU précédents, les déroulements et procédures d'intervention ont été testés durant la phase d'urgence, c'est-à-dire des premières heures à quelques jours après l'événement. Dans la première phase, la compétence incombe à la Centrale nationale d'alarme (CENAL). Celle-ci alerte les services concernés ainsi que la population. Si la situation l'exige, elle peut ordonner des mesures d'urgence, comme p.ex. l'évacuation préventive, le séjour à l'intérieur des habitations et la prise de comprimés d'iode.

Le premier jour, à quatre heures du matin, la CNL a donné une première alarme à l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN). Les différentes organisations d'urgence ont ensuite été mobilisées. Alerté à six heures, l'OFSP a suivi la situation à partir de ce moment-là. Si, dans un premier temps, seule une équipe de la division Radioprotection était impliquée, l'état-major de crise de l'OFSP en radioprotection a rapidement été activé pour coordonner les différents travaux. Cet état-major est composé de cinq groupes de travail : suivi de la situation, mesures à prendre, organisation des mesures, international et

communication. Les collaborateurs de la division Radioprotection ont ainsi très rapidement reçu l'appui d'autres services de l'OFSP, notamment les services juridiques et de communication. La forte charge de travail aurait toutefois nécessité des renforts. Le premier jour de l'exercice s'est finalement terminé avec un rejet de radioactivité et une vaste campagne de mesures fictives visant à caractériser le périmètre concerné.

Le deuxième jour, l'exercice s'est concentré sur l'élaboration d'une ordonnance avec des mesures complémentaires pour protéger la population. Une fois le périmètre de rejet défini (sur la base des mesures effectuées le deuxième jour), l'OFSP a élaboré une « ordonnance d'urgence » au sein de l'élément de planification de l'État-major fédéral Protection de la population (EMFP), en collaboration avec l'Office fédéral de la protection de la population (OFPP), l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV) et l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG). L'OFSP s'est chargé de la coordination, en tenant compte des connaissances actuelles lors de l'élaboration de l'ordonnance. L'Allemagne a aussi été impliquée dans les discussions

à un stade ultérieur. Au soir du deuxième jour, on disposait d'un projet d'ordonnance en vue de la consultation formelle à court terme des offices dans le cadre de l'EMFP. Le Conseil fédéral aurait ainsi pu mettre en vigueur l'ordonnance et les mesures associées dès le lendemain.

Le troisième jour était consacré à la mise en œuvre des mesures décrétées par le Conseil fédéral dans l'ordonnance, ainsi qu'à la maîtrise à plus long terme de l'événement. Dans le cadre d'un exercice sur table (Tabletop), quatre groupes de travail ont été constitués pour aborder les aspects suivants : mesures à prendre, sécurité, international et santé. La communication était un sujet central dans tous les groupes de travail, auxquels des représentants des cantons ont également participé. Ces derniers étant responsables de la mise en œuvre des différentes mesures en cas d'événement, il est essentiel de les impliquer. L'OFSP a pris part aux discussions touchant à la sécurité et à l'international et a aussi piloté le groupe de travail sur les mesures à prendre. Les discussions dans ce domaine se sont basées sur l'implémentation des mesures édictées dans



Figure 18
Un exercice général d'urgence (EGU) a lieu tous les deux ans en Suisse avec la participation de l'ensemble des institutions concernées par la protection en cas d'urgence. Le scénario de l'EGU 2022 prévoyait un accident suivi d'un rejet non filtré de radioactivité dans la centrale nucléaire de Leibstadt (CNL).

l'ordonnance élaborée la veille. On a observé à ce sujet quelques imprécisions : la terminologie n'a pas été comprise partout de la même manière, certains concepts sous-jacents n'étaient pas connus de tous les partenaires et enfin, la mise en œuvre concrète des mesures proposées a porté à confusion.

Ces points et d'autres questions ouvertes seront clarifiés dans le cadre du suivi de l'EGU ainsi que dans des groupes de travail spécifiques, p.ex. celui consacré aux denrées alimentaires et à l'agriculture. L'atelier a offert une grande valeur ajoutée pour les futurs EGU et les préparatifs en matière de protection d'urgence. Le concept du troisième jour a donc été particulièrement apprécié par les acteurs impliqués dans la mise en œuvre des mesures.

Maintien des connaissances pour le traitement des personnes fortement irradiées

Lors de la dernière révision de l'Ordonnance sur la radioprotection, l'OFSP a été chargé de veiller au maintien des connaissances lors du traitement de personnes fortement irradiées. Une collaboration étroite avec l'Hôpital universitaire de Zurich (USZ) a été mise en place dès 2019, en association avec la Suva et l'IFSN. L'une des premières étapes a consisté en l'élaboration et la maintenance d'un site internet consacré aux irradiations accidentelles. On y trouve notamment des informations sur le diagnostic et le traitement des blessés par tous types d'irradiation. Ces données sont tirées du site Internet de l'*U.S. Department of Health & Human Services* « *Radiation Emergency Medical Management (REMM)* » qui propose des instructions sur les mesures thérapeutiques, ainsi que les outils permettant d'évaluer l'exposition aux radiations des personnes concernées.

La collaboration avec l'USZ a donné lieu à un échange régulier de connaissances, sous la forme de rencontre de networking entre les hôpitaux et les services intéressés et impliqués en Suisse. Depuis 2021, l'OFSP organise jusqu'à



Figure 19
L'OFSP, l'Hôpital universitaire de Zurich (USZ), la Suva et l'IFSN gèrent ensemble un réseau de maintien des connaissances sur le traitement des personnes fortement irradiées, auquel participent également des représentants d'autres organismes intéressés en Suisse.

deux rencontres par an pour renforcer le réseau entre ces services et échanger avec des partenaires des pays voisins. Deux manifestations de ce type ont eu lieu en 2022.

La rencontre du printemps a permis de présenter le Centre d'information radioactivité (CSR) et le rôle des médecins chefs des urgences au sein du CSR, sachant que l'on ne peut pas négliger les actions de conseil, de tri et de décontamination des personnes potentiellement irradiées et contaminées lors de leur prise en charge. Les activités et défis actuels dans le domaine des hôpitaux de soins aigus et de décontamination en Suisse ont également été thématiques, afin d'intégrer ces services dans le réseau.

Lors de la deuxième rencontre du réseau en automne 2022, l'OFSP a mis l'accent sur les connaissances acquises dans le cadre de l'EGU 2022 dans le domaine de la santé, ainsi que sur les activités actuelles et futures concernant la collaboration avec l'USZ. Les procédures de décontamination des patients en milieu hospitalier, telles que pratiquées à l'Hôpital de Bâle, ont aussi été présentées.

Les discussions animées qui ont eu lieu pendant et après ces rencontres ont mis en évidence un besoin d'informations sur la gestion des victimes d'accidents radiologiques. Il est notamment prévu d'élaborer un concept de soins pratique, afin de définir et de consolider les premières étapes médicales à entreprendre en cas d'accident radiologique en Suisse. L'expansion et le renforcement du réseau, très appréciés par toutes les parties, se poursuivront dans le cadre de visites et d'exposés de formation continue dans différentes cliniques suisses. Une première visite de ce type a déjà eu lieu en automne 2022 à l'Hôpital cantonal de Saint-Gall.

Du nouveau sur les comprimés d'iode

Les comprimés d'iode servent à la prophylaxie de la thyroïde en cas d'accident grave dans une centrale nucléaire avec rejet d'iode radioactif. Leur prise à temps empêche l'iode radioactif de s'accumuler dans les glandes thyroïdes et de provoquer un cancer de la thyroïde. Il s'agit d'une mesure très efficace,

notamment chez les enfants, les adolescents et les femmes enceintes. En Suisse, des comprimés d'iode sont distribués tous les dix ans aux ménages situés dans un rayon de 50 km autour d'une centrale nucléaire suisse. Les communes concernées par une telle distribution sont énumérées dans l'annexe de l'Ordonnance sur les comprimés d'iode.

Avec l'arrêt de la centrale nucléaire de Mühleberg (CNM) en 2019, un grand nombre de communes de la région ne se trouvent plus dans un rayon de 50 km autour d'une centrale nucléaire suisse. Une distribution préventive n'y est donc désormais plus nécessaire. De ce fait, l'OFSP a été chargé de soumettre une proposition d'adaptation de la liste des communes concernées dans l'annexe de l'Ordonnance sur les comprimés d'iode dans la perspective de leur prochaine distribution.

De très nombreuses communes situées dans plusieurs cantons étant concernées par cette adaptation, une procédure de consultation a été lancée en été 2022. L'ordonnance modifiée devrait entrer en vigueur au premier semestre 2023. Comme les comprimés d'iode distribués jusqu'à présent expirent déjà en 2024, la Pharmacie de l'armée prépare actuellement la prochaine campagne de distribution dans un rayon de 50 km autour des centrales nucléaires de Gösgen, Leibstadt et Beznau. La distribution aura lieu à l'automne 2023.

La Commission fédérale de radioprotection (CPR) a publié en septembre 2022 des recommandations sur l'utilisation de comprimés d'iode pour la population en cas d'événement entraînant une augmentation de la radioactivité. Les connaissances scientifiques actuelles indiquent qu'une prophylaxie à l'iode représente une mesure efficace surtout pour les enfants, les adolescents, les femmes enceintes et les personnes de moins de 45 ans. Selon la CPR, la prise de comprimés d'iode n'est désormais plus recommandée aux personnes de plus de 45 ans. Si ces dernières ne désirent pas renoncer à la prise de comprimés d'iode, elles devraient en discuter au préalable avec leur médecin.

Protection sanitaire contre le rayonnement non ionisant et le son

Depuis 2019, l'OFSP est responsable de la Loi fédérale sur la protection contre les dangers liés au rayonnement non ionisant et au son (LRNIS) et de l'Ordonnance relative à cette loi (O-LRNIS). La nouvelle législation régleme l'utilisation sûre des solariums et des produits à usage esthétique, la protection du public lors de manifestations avec du rayonnement laser et du son, ainsi que l'interdiction des pointeurs laser dangereux.

L'exécution de la législation sur les RNIS incombe aussi bien à la Confédération qu'aux autorités cantonales. Le plan détaillé de mise en œuvre, avec les buts et les mesures à prendre est publié sur le site internet de l'OFSP ([Exécution O-LRNIS \(admin.ch\)](https://www.admin.ch)).

Mise en œuvre de l'O-LRNIS en 2022

En 2022, dix cantons ont lancé une campagne d'exécution concernant l'utilisation des solariums. L'OFSP met des appareils de mesure à disposition des cantons ainsi qu'une formation correspondante. D'autres cantons sont prêts à lancer leur campagne en 2023.

L'OFSP est responsable de l'exécution de la législation pour les manifestations avec rayonnement laser. En 2022, 239 manifestations de ce type ont été annoncées sur le portail électronique de l'OFSP, qui s'est ensuite chargé de vérifier ces déclarations et d'effectuer si nécessaire des contrôles sur place.

Acquisition de compétences pour les traitements avec du RNI ou du son à des fins esthétiques

L'O-LRNIS régleme l'utilisation sûre des produits à visées esthétiques (art. 5 à 9 O-LRNIS). S'ils ne sont pas utilisés correctement, de tels produits peuvent en effet présenter des risques

pour la santé, notamment pour la peau, les yeux et d'autres tissus. Pour cette raison, l'O-LRNIS précise quelles sont les personnes habilitées à réaliser les différents traitements. Dans le cas de douze traitements, seules des personnes au bénéfice d'une attestation de compétences seront ainsi autorisées à les effectuer à partir du 1^{er} juin 2024.

Le Département fédéral de l'intérieur (DFI) a édicté une ordonnance qui énumère les attestations de compétences qu'un organisme responsable de l'examen peut délivrer. Il s'agit des attestations de compétence pour les traitements suivants :

- Acupuncture au moyen d'un laser
- Elimination du système pileux au moyen d'un laser
- Elimination du système pileux au moyen de sources de lumière pulsées à forte puissance (IPL)
- Elimination du maquillage permanent et des tatouages
- Traitement de la peau et de la pigmentation
- Traitement de la cellulite et des capitons
- Traitement de l'onychomycose

Si un organisme potentiel désire offrir une formation assortie d'un examen et délivrer une attestation de compétences correspondante, il peut déposer une demande auprès de l'OFSP pour être intégré dans l'ordonnance. L'OFSP examine les demandes en question tous les six

mois. En 2022, il a déjà proposé au DFI d'inscrire sur la liste six organismes responsables de l'examen, désormais autorisés à délivrer des attestations de compétences. D'autres organismes suivront dans les années à venir.

Des informations complémentaires sont disponibles dans l'aide à l'exécution « Utilisation de produits à visées esthétiques » publiée sous [Exécution O-LRNIS \(admin.ch\)](#).

Recommandation de la branche concernant la procédure de mesure pour déterminer le niveau sonore maximal lors de manifestations

Suite à la consultation de l'O-LRNIS en 2018, des représentants de la branche des organisateurs de manifestations s'étaient engagés à élaborer des recommandations sur le choix des instruments et la procédure de mesure lors d'événements impliquant des émissions sonores. Même en l'absence de contraintes légales sur les moyens et la procédure de mesure, la protection de la santé sera ainsi garantie lors de ces manifestations.

La recommandation de la branche sur le choix des instruments de mesure avait déjà été soumise à l'OFSP en février 2019. Celle sur la

procédure de mesure a suivi en septembre 2022. La branche s'est engagée à mettre en œuvre ces recommandations.

Selon la LRNIS, une évaluation sur l'efficacité et la nécessité de la réglementation doit être présentée au Conseil fédéral huit ans après son entrée en vigueur. À cette occasion, l'OFSP et les autorités d'exécution vérifieront les solutions proposées par la branche.

Plateforme d'information sur la 5G et la téléphonie mobile pour la population

En 2020, le Conseil fédéral a décidé de mettre en œuvre des mesures d'accompagnement, proposées par le groupe de travail «Téléphonie mobile et rayonnement», pour la suite des opérations concernant la 5G. L'une de ces mesures consistait à renforcer l'information et la sensibilisation de la population. En 2022, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), l'Office fédéral de la communication (OFCOM) et l'OFSP ont créé à cet effet le nouveau site internet [5g-info.ch](#). On y retrouve les principaux aspects de la téléphonie mobile et de la 5G, notamment des informations sur la technologie, le rayonnement des antennes, la santé, l'attribution des concessions ainsi que les téléphones mobiles. Un formulaire de contact est également proposé en cas de questions supplémentaires. Le site a été visité près de 85'000 fois entre mi-juin et fin décembre.



Figure 20
L'Office fédéral de l'environnement (OFEV), l'Office fédéral de la communication (OFCOM) et l'OFSP ont créé un nouveau site internet avec des informations sur la 5G.
Copyright : KEYSTONE/Peter Klauzner

Exposition de la population suisse aux rayonnements ionisants

La plus grande partie de l'exposition de la population aux rayonnements est due au radon dans les habitations ainsi qu'aux examens médicaux. L'exposition à ces sources varie largement d'un individu à l'autre.

Catégories d'exposition

En radioprotection, on distingue trois catégories d'expositions aux rayonnements.

La première inclue les personnes exposées aux radiations dans le cadre professionnel. En Suisse, plus de 100'000 personnes sont soumises à une surveillance de leur exposition aux rayonnements dans l'exercice de leur profession, soit par le port d'un dosimètre, soit par calcul, à l'exemple du personnel navigant. Cette exposition est enregistrée et contrôlée précisément par les employeurs et les autorités et fait l'objet d'un rapport séparé. Vous trouverez d'autres informations au sujet de l'exposition professionnelle en page 14 du présent rapport, ainsi que dans le rapport annuel sur la dosimétrie publié sous www.bag.admin.ch/dosimetrie-rapports.

La seconde catégorie d'exposition aux rayonnements touche la population générale. Tout un chacun est ici concerné. Contrairement à l'exposition professionnelle, les doses reçues par la population ne sont pas enregistrées individuellement, mais évaluées pour l'ensemble de la population sur la base de mesures de la radioactivité dans l'environnement ou dans les habitations, ou encore sur la base d'enquêtes ou de modèles mathématiques. Le présent chapitre rend compte des résultats de cette évaluation de la dose de rayonnement pour la population suisse.

La troisième catégorie concerne les patients ayant bénéficié d'un diagnostic ou d'un traitement médical mettant en jeu des rayonnements ionisants. Ils font bien entendu partie de la population générale, mais les doses supplémentaires qu'ils reçoivent en raison d'une exposition

médicale sont traitées séparément. Cette exposition est en effet intentionnelle et apporte un bénéfice direct aux patients en terme de santé et de bien-être. Il s'agit là d'un cas spécial : la personne qui subit l'exposition aux rayonnements en profite aussi directement, p.ex. par le biais d'un diagnostic plus précis.

Origines de l'exposition aux rayonnements

L'ensemble de la population suisse est exposée en permanence à des rayonnements ionisants d'origines naturelle et artificielle. Si l'on différencie souvent entre sources naturelles et artificielles, ce n'est en aucun cas parce que les premières sont moins nocives que les secondes, mais généralement parce qu'elles sont présentes partout sans que nous puissions les influencer. Il existe toutefois des exceptions, notamment dans le cas du radon-222. En effet, si le gaz radon et ses descendants radioactifs sont bien d'origine naturelle, c'est leur accumulation dans les bâtiments, en raison d'une construction mal adaptée, qui est responsable des doses de rayonnement élevées pour les occupants. La situation est semblable pour le tabac et les vols en avion, dont l'origine des rayonnements est naturelle, mais pour lesquels la dose reçue par un individu particulier est directement liée à son comportement.

D'un point de vue de santé publique, il est donc plus judicieux de distinguer les sources d'exposition en fonction des possibilités d'action pour les individus et la société sur l'exposition qu'elles occasionnent plutôt que sur leur origine.

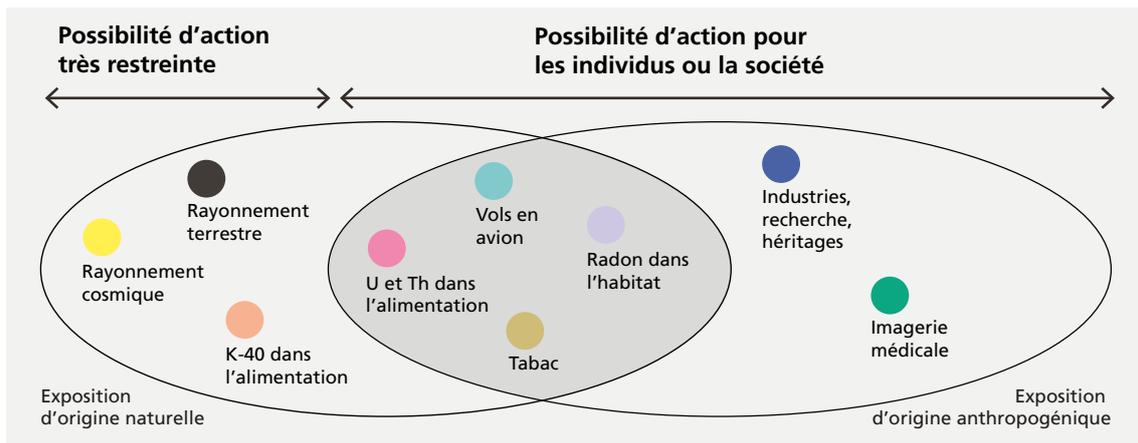


Figure 21

Les contributions importantes à l'exposition aux rayonnements de la population générale. Ovale gauche : exposition d'origine naturelle. Ovale droit : exposition d'origine anthropogénique. Zone de chevauchement (fond sombre) : la source de rayonnement est d'origine naturelle, mais l'exposition dépend de l'intervention humaine. Elle peut donc être influencée par l'action de l'individu ou de la société. Zone sans chevauchement à gauche : les possibilités d'action pour réduire ces expositions sont très restreintes. Zone sans chevauchement à droite : sources artificielles de rayonnement ; sans intervention humaine, ces sources n'existeraient pas.

La figure 21 illustre les principales sources d'exposition aux rayonnements de la population suisse (sans compter les personnes professionnellement exposées). Les études et calculs appliqués pour l'évaluation des doses moyennes reçues chaque année par la population suisse pour chacune des sources, ainsi que leur domaine de variation, sont détaillés dans le rapport « Radioactivité de l'environnement et doses de rayonnements en Suisse », voir [Rapports annuels sur la radioactivité de l'environnement \(admin.ch\)](#).

Exposition aux rayonnements de la population générale

Exposition au 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/an et dépend de la composition du sol. La dose associée au rayonnement cosmique reçue au sol par la population suisse s'élève également à 0.35 mSv/an en moyenne. L'OFSP évalue actuellement la valeur moyenne de la dose liée au rayonnement cosmique, sur la base d'un modèle récent (EXPACS), en tenant compte de statistiques de la population et d'un modèle d'altitude avec une trame de 200 x 200 m. La nouvelle estimation de la valeur moyenne est

légèrement inférieure à la valeur de 0.38 mSv/an appliquée jusqu'ici, mais dépend encore du facteur qui sera considéré pour l'atténuation des rayons cosmiques par les bâtiments. Ce rayonnement augmentant avec l'altitude, la dose associée est p.ex. de 0.6 mSv/an à 1500 m d'altitude. Les doses inhérentes aux voyages en avion à haute altitude sont traitées séparément, car elles sont directement influencées par le comportement individuel.

Doses de rayonnement dues aux aliments

L'exposition imputable à l'alimentation mérite d'être dissociée entre le potassium-40 et les autres radionucléides. En effet, le potassium-40 est un radionucléide naturel en équilibre homéostatique: l'autorégulation par l'organisme conduit à une concentration stable de potassium-40. Un individu est ainsi toujours exposé de la même manière, quel que soit son régime alimentaire. Le potassium-40 se fixe essentiellement dans les tissus musculaires, la dose induite par ce nucléide (environ 0.2 mSv/an) dépend essentiellement de la masse musculaire de l'individu.

Les autres radionucléides issus de l'alimentation peuvent être d'origine naturelle (p.ex. les radionucléides des séries naturelles de l'uranium et du thorium comme le polonium-210 et le plomb-210) ou artificielle (p.ex. le césium-137 et le strontium-90). Contrairement au

potassium-40, l'exposition dépend ici directement des habitudes alimentaires.

Certains poissons et fruits de mer sont p.ex. plus riches en polonium-210 et en plomb-210 et peuvent conduire à des doses supplémentaires significatives. Selon l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), la population française reçoit en moyenne une dose efficace liée à la consommation de poissons et de fruits de mer de 0.13 mSv/an, celle-ci pouvant atteindre 2 mSv/an pour des régimes alimentaires particuliers. Jusqu'à présent, cette contribution spécifique n'a pas été considérée pour l'évaluation des doses reçues par la population suisse, faute de données suffisantes. Même si la consommation de poissons et de fruits de mer de la population suisse est environ trois fois inférieure à celle de la population française, cette contribution supplémentaire ne peut pas être négligée. Une réévaluation est actuellement en cours tant au niveau international (UNSCEAR) que pour la Suisse (OFSP). A noter que malgré les doses supplémentaires engagées, il n'est pas justifié d'un point de vue sanitaire de recommander une restriction de leur consommation compte tenu des qualités nutritives indéniables de ce type d'aliments.

Les doses dues à l'ingestion de strontium-90 et/ou de césium-137 provenant des retombées des essais nucléaires atmosphériques des années 1960 et, dans le cas du césium-137, de l'accident de Tchernobyl, sont aujourd'hui très faibles. Les mesures au corps entier régulièrement réalisées sur des collégiens montrent que les doses annuelles liées à l'incorporation de césium-137 sont inférieures à un millième de mSv. La dose induite par la consommation d'eau potable provient de la radioactivité naturelle (principalement les isotopes du radium) et est nettement inférieure à 0.1 mSv.

En moyenne, la dose reçue par la population suisse par l'ingestion de radionucléides (sans la contribution des poissons et des fruits de mer) est d'environ 0.35 mSv par an.

Doses de rayonnement dues au radon dans les habitations

Le radon-222 et ses produits de filiation dans les habitations constituent la plus importante contribution aux doses reçues par

la population. Ces nucléides pénètrent dans le corps par l'air que nous respirons.

Dans sa publication 115 (2010), la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) a réévalué le risque de cancer du poumon lié au radon et l'a nettement corrigé vers le haut. Dans sa publication 137 (2017), la CIPR propose un nouveau coefficient de dose pour les travailleurs, aussi applicable à l'exposition domestique de la population et qui concorde avec l'estimation de la publication 115 (2010). Le nouveau coefficient de dose a été déterminé sur la base d'un modèle dosimétrique et sert de référence pour la population ainsi que les travailleurs en Suisse. La « dose radon » moyenne pour la population suisse, établie avec le nouveau coefficient, s'élève ainsi à 3.3 mSv/an. La valeur moyenne indiquée se base sur une concentration moyenne de radon dans les bâtiments de 75 Bq/m³ (celle-ci sera prochainement recalculée). L'exposition de la population au radon n'est cependant pas uniforme, le domaine des valeurs mesurées étant très étendu. On a p.ex. mesuré des valeurs extrêmes de plusieurs milliers de Bq/m³.

Dans sa plus récente évaluation, le Comité scientifique des Nations Unies sur les effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR) recommande toutefois le maintien d'un coefficient de dose nettement plus faible que celui de la CIPR. Ces coefficients sont utilisés dans le cadre du mandat de l'UNSCEAR à des fins de comparaison lors de l'évaluation de l'exposition de la population mondiale. La « dose radon » moyenne de la population suisse évaluée avec le coefficient de dose de l'UNSCEAR serait d'environ 1.9 mSv/an.

Doses de rayonnement dues au tabagisme

Si l'effet nocif du tabagisme sur la santé est connu de tous, beaucoup ignorent que cette pratique constitue aussi une voie d'exposition additionnelle aux rayonnements ionisants. En effet, l'inhalation par les fumeurs de radionucléides naturels, tels que le polonium-210 et le plomb-210 contenus dans les feuilles de tabac, induit une dose supplémentaire par rapport aux non-fumeurs. D'après de récentes études, fumer 20 cigarettes par jour occasionne une dose efficace moyenne de 0.26 mSv/an.

En 2016, 25.3 % de la population suisse de plus de 15 ans fumait de manière occasionnelle (1.2 cigarettes/jour) ou quotidienne (13.6 cigarettes/jour), ce qui représente une moyenne de 2.5 cigarettes par jour et par habitant, et donc une dose efficace moyenne de 0.03 mSv/an par habitant de plus de 15 ans due au tabagisme.

Doses de rayonnement dues aux vols en avion

Le rayonnement cosmique augmentant avec l'altitude (il est environ 100 fois plus élevé à 10'000 mètres qu'à 500 mètres d'altitude), les personnes voyageant par avion sont soumises à une exposition supplémentaire.

Contrairement à l'exposition permanente dans le milieu terrestre, cette exposition supplémentaire est directement liée au comportement de l'individu, raison pour laquelle elle est traitée séparément. Durant l'année 2015 (dernières données disponibles), les Suisses ont parcouru en moyenne 9000 km en avion. La dose par habitant résultant de ces voyages en avion s'élève ainsi entre 0.03 et 0.07 mSv/an en fonction des parcours effectués. En effet, les doses sont plus élevées pour les trajectoires à proximité des pôles que pour celles proches de l'équateur. Pour le personnel navigant, la dose supplémentaire liée au rayonnement cosmique peut atteindre plusieurs mSv/an.

Exposition liée aux rejets de l'industrie, de la recherche et de la médecine ainsi qu'aux héritages radiologiques (essais et accidents nucléaires, radium horloger)

Aux doses de rayonnement mentionnées précédemment vient s'ajouter une faible contribution (≤ 0.1 mSv/an) provenant de l'exposition aux rejets de substances radioactives dans l'environnement par les centrales nucléaires, les industries, les centres de recherche et les hôpitaux, ainsi qu'aux radionucléides artificiels présents dans l'environnement. Les doses reçues par les personnes habitant à proximité

immédiate d'une centrale nucléaire, d'une industrie ou d'un centre de recherche et qui sont attribuables aux substances radioactives émises par ces installations dans l'air et dans les eaux usées, atteignent en effet au maximum un centième de mSv par an. La valeur limite de dose en situation d'exposition planifiée est fixée à 1 mSv/an pour la population et s'applique essentiellement à cette composante de l'exposition.

En ce qui concerne les héritages radiologiques, les retombées de l'accident de Tchernobyl en avril 1986 et des essais nucléaires atmosphériques au début des années 1960 n'occasionnent aujourd'hui plus qu'une dose de quelques centièmes de mSv par an. Les doses provenant de la dispersion de substances radioactives après l'accident du réacteur nucléaire de Fukushima en 2011 sont négligeables en Suisse. Un plan d'action est actuellement en cours afin d'assainir les biens-fonds contaminés avec du radium horloger jusque dans les années 1960 (page 39). À ce jour, 138 biens-fonds ont déjà été assainis, permettant d'éviter une dose supplémentaire de plusieurs mSv/an pour les occupants.

Exposition des patients Doses de rayonnement dues au diagnostic médical

Selon l'évaluation de l'enquête de 2018, la dose moyenne reçue par la population par le biais d'applications médicales (imagerie médicale) est de 1.49 mSv/an et par personne (en tenant compte de la contribution de la médecine nucléaire diagnostique de 0.11 mSv). On constate une stabilisation de la dose par rapport à l'enquête intermédiaire effectuée en 2013. Plus des deux tiers de la dose en radiodiagnostic sont dus aux examens de tomodensitométrie (CT). Comme dans le cas du radon, l'exposition par le diagnostic médical est inégalement répartie : on estime en effet que 1.7 patients pour 1000 habitants reçoivent une dose efficace cumulée de plus de 100 mSv¹ issue d'examens de tomodensitométrie sur

1 Méthode de calcul selon Rehani MM, Hauptmann M, Estimates of the number of patients with high cumulative doses through recurrent CT exams in 35 OECD countries ; *Physica Medica* 76 (2020) ; <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2020.07.014>

une période de cinq ans. Toutefois, la plupart des patients reçoivent ces doses élevées à un âge avancé.

Bilan de l'exposition de la population suisse

Exposition moyenne

Les contributions moyennes des sources d'exposition susmentionnées sont illustrées en figure 22. La dose efficace moyenne reçue par la population suisse du fait de l'ensemble de ces sources d'exposition s'élève ainsi à environ 6 mSv/an.

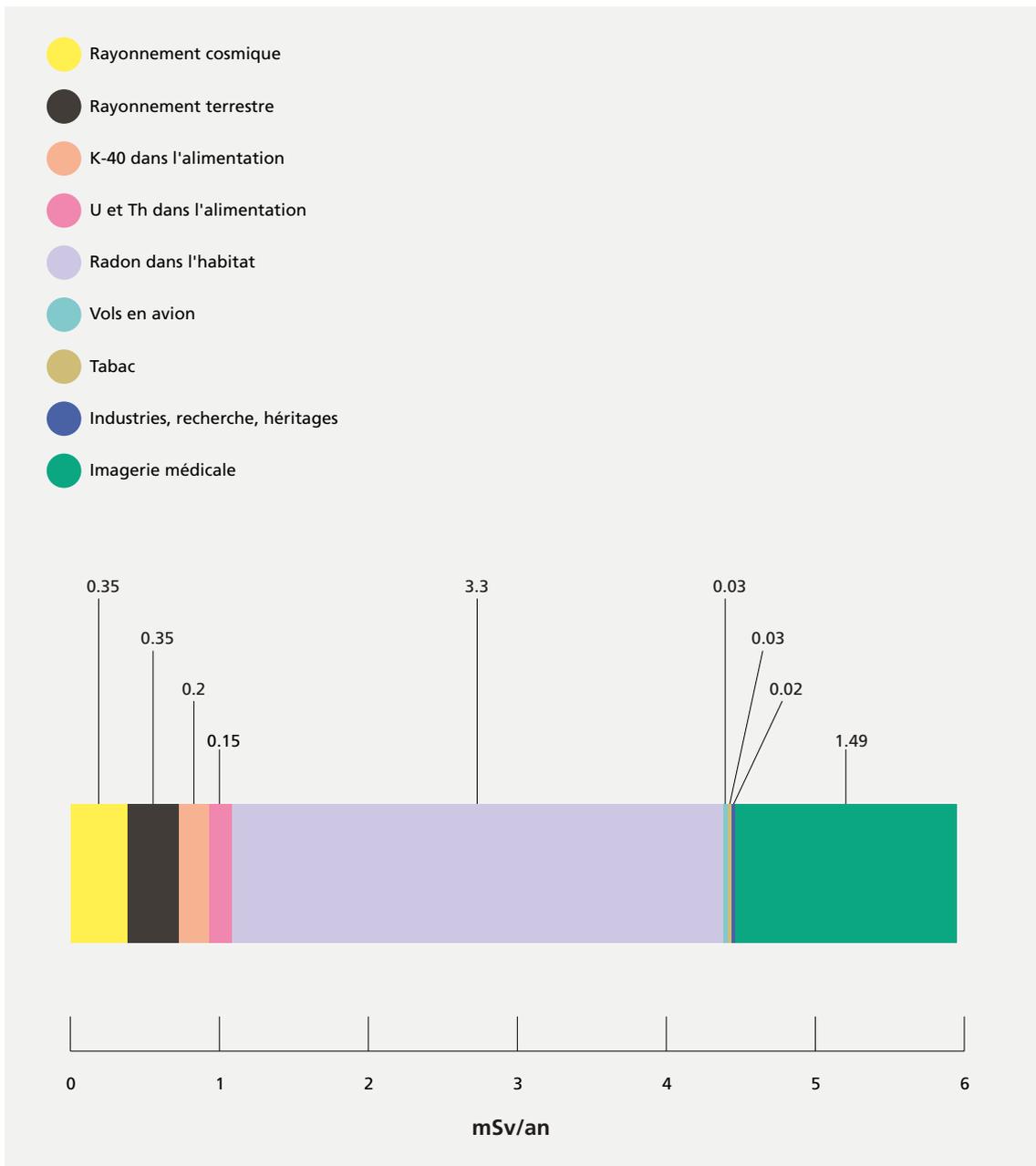


Figure 22
Contributions moyennes à la dose efficace (en mSv) par année et par habitant en Suisse

Variabilité de l'exposition

Les valeurs moyennes de l'exposition ne sont, à elles seules, pas suffisantes pour donner une image représentative de l'exposition réelle de la population suisse, car certaines de ces composantes peuvent varier de manière très significative d'un individu à l'autre. L'exemple le plus significatif est celui de l'exposition médicale des patients. La dose efficace moyenne pour les examens CT les plus courants sur l'abdomen et le haut de l'abdomen est p.ex. d'environ 12 mSv. La dose moyenne de 1.49 mSv pour l'exposition des patients n'est donc pas très représentative de la distribution des doses reçues individuellement.

Afin d'obtenir une image globale de l'exposition aux rayonnements de la population suisse, il est donc important de tenir compte des conditions individuelles, p.ex. le lieu d'habitation, le mode de vie et les habitudes alimentaires, ainsi que des examens médicaux réalisés, afin de prioriser de façon ciblée les mesures de radioprotection pour la population. Cela permettra à tout un chacun de comprendre plus facilement dans quelle mesure son comportement ou une situation particulière peut influencer sa propre exposition aux rayonnements.

Afin d'illustrer ces différences d'exposition aux rayonnements, quelques scénarios d'exposition fictifs, mais réalistes, ont été définis et les contributions à la dose effective des différentes sources d'exposition évaluées. Les doses globales résultantes pour l'individu fictif en question sont présentées en figure 23.

Les cas 1 à 5 correspondent à la majorité de la population qui ne subit aucun examen d'imagerie médicale au cours d'une année :

- Cas 1 : dose annuelle reçue par un individu ne fumant pas, ne voyageant pas en avion, vivant dans une habitation à faible concentration en radon et à faible niveau de rayonnements terrestres et cosmiques, et consommant peu de denrées alimentaires riches en radionucléides naturels.
- Cas 2 : dose annuelle reçue par l'individu du cas 1, à la différence que la concentration en radon dans son habitation équivaut à la valeur moyenne suisse (75 Bq/m³).
- Cas 3 : dose annuelle reçue par un individu vivant dans une commune à concentration moyenne en radon et à niveau moyen de rayonnements terrestres et cosmiques, ayant une consommation moyenne de denrées alimentaires riches en radionucléides naturels, fumant 2.5 cigarettes par jour et effectuant un voyage Zurich–Doha aller-retour (9000 km) par an. Ce cas correspond ainsi à celui d'une personne recevant une dose efficace annuelle égale à la valeur moyenne de la dose reçue par la population suisse (sans la contribution médicale).
- Cas 4 : dose annuelle reçue par l'individu du cas 3, à la différence que celui-ci habite dans une habitation à concentration élevée de radon.
- Cas 5 : dose annuelle reçue par un individu vivant dans une habitation à concentration élevée de radon et à niveau élevé de rayonnements terrestres et cosmiques, fumant 1 paquet de cigarettes par jour, ayant une consommation très importante de denrées alimentaires riches en radionucléides naturels et voyageant de plus fréquemment en avion.

Les cas 6 et 7 correspondent aux doses reçues par des individus exposés en plus en tant que patients au radiodiagnostic médical :

- Cas 6 : dose annuelle reçue par l'individu du cas 3, mais avec un examen radiographique annuel, délivrant une dose de 1.49 mSv (correspondant à la dose moyenne reçue par la population par le biais des applications médicales).
- Cas 7 : dose annuelle reçue par l'individu du cas 5 ayant par ailleurs reçu un scanner abdomino-pelvien (deux passages).

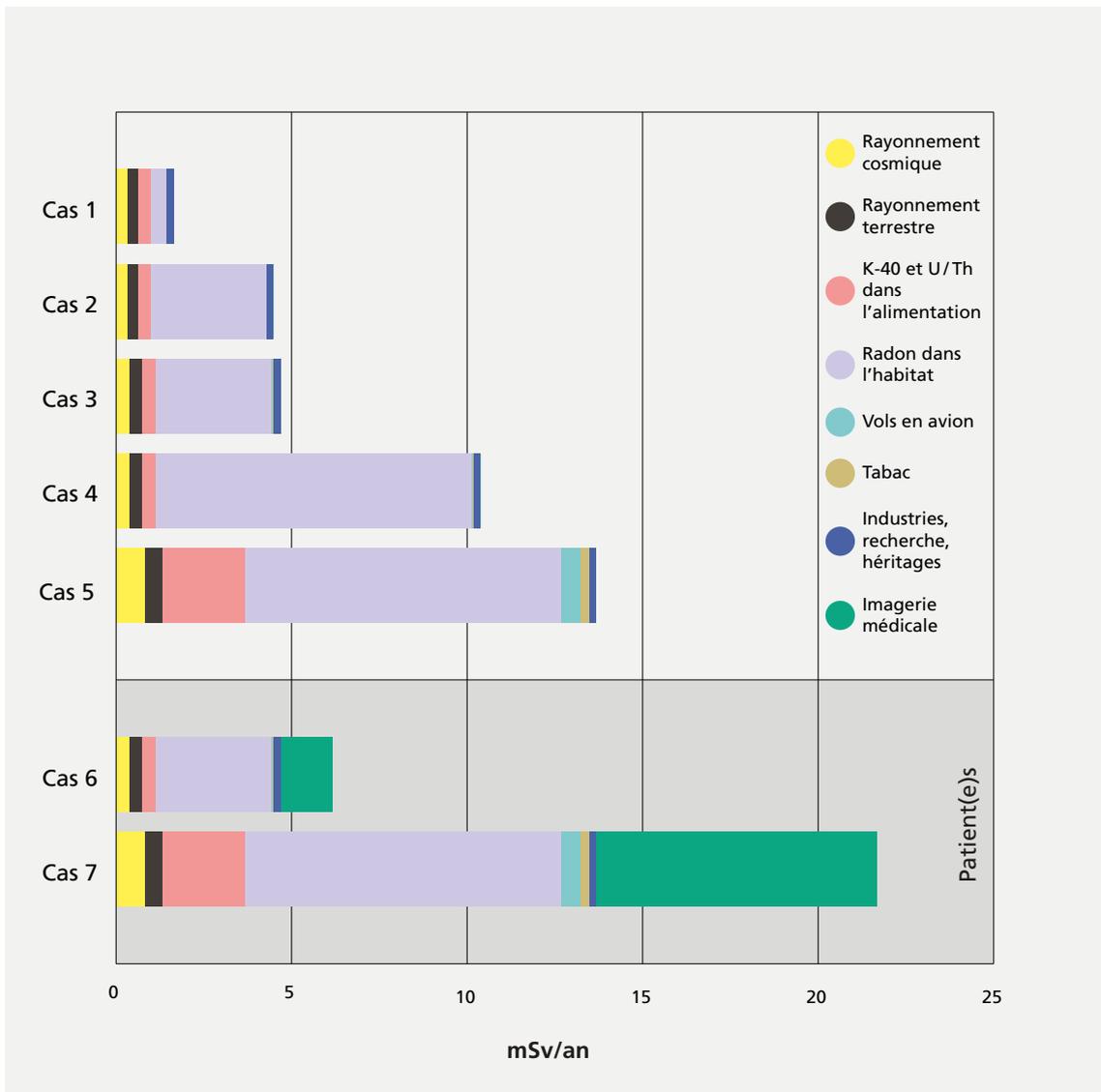


Figure 23
Variabilité de l'exposition de la population suisse: dose efficace d'un individu en mSv/an pour 7 scénarios standardisés.

Collaboration internationale

La radioprotection suisse doit être conforme aux standards internationaux et harmonisée avec eux, surtout dans les domaines fortement concernés par des échanges avec nos pays voisins. Il est donc important de collaborer étroitement avec des organismes internationaux, ceci d'autant plus face aux menaces nucléaires actuelles en rapport avec la guerre en Ukraine.

Centre collaborateur de l'Organisation mondiale de la santé (OMS)

Depuis 2014, l'OFSP est reconnu comme centre collaborateur de l'OMS pour la protection contre les rayonnements ainsi que pour la santé publique. À ce titre, il est impliqué dans la protection sanitaire pour les situations d'exposition d'urgence, d'exposition existante (notamment concernant le radon), d'exposition planifiée dans le domaine médical et d'exposition aux rayonnements non ionisants. Dans ce cadre, l'OFSP a p.ex. participé et activement collaboré à la programmation des réunions annuelles 2022 de l'*International Advisory Committee* sur les champs électromagnétiques (IAC). Il a aussi pris part au programme Intersun sur le rayonnement UV.

Comité scientifique UNSCEAR

L'UNSCEAR est une commission de l'Organisation des Nations Unies (ONU) mise sur pied en 1955. Elle a pour mission d'évaluer les doses délivrées ainsi que les effets des radiations ionisantes au niveau mondial. Elle se doit de mettre à disposition une base scientifique pour la radioprotection. Elle présente des rapports périodiques à l'Assemblée générale de l'ONU. Depuis 2016, un représentant de l'OFSP siège au sein de la délégation allemande. L'OFSP participe actuellement à l'élaboration du nouveau rapport de l'UNSCEAR sur l'exposition de la population (*Public Exposure*).

Commission internationale de protection radiologique (CIPR)

La CIPR a le mandat de développer et de tenir à jour un système international de protection radiologique. Elle émet des recommandations sur tous les aspects de cette protection. Le professeur François Bochud, président de la Commission fédérale de radioprotection (CPR) jusqu'à fin 2021, est désormais membre de la commission principale de la CIPR. Depuis 2017, l'OFSP s'est engagé à soutenir sur cinq ans (2018 à 2022) l'initiative *Advancing Together* de la CIPR, dont les objectifs sont d'améliorer le système de radioprotection, d'élargir l'accès à ses recommandations et ses travaux, ainsi que renforcer la collaboration avec les professionnels, les autorités et la population. L'OFSP participe en outre aux activités du *Task Group 114 – Reasonableness and Tolerability in the System of Radiological Protection*.

Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA)

L'AIEA, agence liée à l'ONU, est en charge d'établir des normes de sécurité de base pour la protection contre les radiations. Elle s'appuie à cet effet sur les recommandations et les orientations de la CIPR. Ces normes servent de fondement à l'établissement des législations de radioprotection nationales ou internationales (p.ex. celles de l'Union européenne). Dans ce contexte, l'OFSP est particulièrement intéressé par les activités du Comité des normes de sécurité radiologique (*Radiation Safety Standards Committee RASSC*). En 2022, dans le cadre d'un groupe de travail électronique (GTe), auquel l'OFSP a participé, une réflexion a été

lancée sur la stratégie à long terme concernant les standards de sécurité *Safety Standards*. Cette réflexion s'inscrit notamment dans le contexte du changement climatique et des pandémies, ainsi que leurs effets possibles sur les installations et les activités. Par ailleurs, l'OFSP a été fortement impliqué dans l'organisation de la 3^{ème} Conférence de l'AIEA sur la radioprotection professionnelle, qui s'est tenue à Genève du 5 au 9 septembre 2022 (voir en page 33). L'OFSP a aussi suivi de près les communications de l'AIEA sur la sécurité et la sûreté des installations nucléaires en Ukraine.

Agence pour l'énergie nucléaire (AEN)

L'AEN est une agence de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) qui soutient les États membres sur les questions techniques et juridiques relatives au développement et à l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. L'OFSP participe ponctuellement aux travaux du comité s'occupant des questions de radioprotection et de santé publique.

Association internationale de radioprotection (IRPA)

Le rôle premier de l'IRPA est de permettre une meilleure communication entre les acteurs de la radioprotection. Cela s'inscrit dans la perspective de promouvoir une culture de radioprotection, la mise en œuvre de bonnes pratiques ainsi que le maintien des compétences professionnelles. L'OFSP participe à ces travaux par le biais des groupes de travail du *Fachverband für Strahlenschutz*, notamment le groupe de travail sur le rayonnement non ionisant (AK NIR), ainsi que l'Association romande de radioprotection (ARRAD).

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

Depuis 2014, l'OFSP participe, en qualité d'observateur, aux réunions et aux discussions du groupe d'experts de « l'art. 31 du traité EURATOM ». Ce groupe est chargé d'examiner les normes de base élaborées par la Commission européenne pour la protection sanitaire de la population contre les dangers des radiations ionisantes. Au cours de l'année 2022, l'OFSP a pris part aux activités de deux groupes de travail : le *Working Party on Natural Radiation Sources* et le *Working Party on Medical Exposures*. Il a en outre pris position sur un projet de rapport concernant les matériaux de construction.

Association des autorités européennes de radioprotection (HERCA)

Les États européens sont pratiquement tous représentés dans HERCA. L'objectif est d'harmoniser la radioprotection en Europe, p.ex. grâce à des prises de position communes sur des thèmes de radioprotection. HERCA est, pour les autorités de radioprotection européennes, la plateforme la plus importante pour échanger des expériences et pour améliorer la pratique en matière de radioprotection dans les pays membres.

Dans ce contexte, l'OFSP s'est fortement impliqué dans plusieurs réunions. Il a notamment œuvré sur la préparation d'un atelier des inspecteurs européens sur la radiothérapie. Cet atelier vise à renforcer les compétences des inspecteurs et à les familiariser avec les nouvelles technologies. En raison de la pandémie et du fait que l'idée de base consiste à promouvoir un échange d'expérience intensif entre les inspecteurs venant des pays membres de HERCA, la rencontre a été déplacée en juin 2023 à Helsinki. Un document interne sur les installations de thérapie aux protons a été publié afin d'aider les autorités à déterminer les procédures d'autorisation, les activités de surveillance ainsi que la spécificité de la radioprotection pour ces installations complexes. Les autorités européennes ont organisé en novembre 2022 un webinaire sur ce thème avec plus de 75 participants. Une enquête sur l'application de nouveaux produits radio-

pharmaceutiques en médecine nucléaire a aussi été réalisée dans les différents pays membres. Dans le domaine de la médecine vétérinaire, un groupe de travail composé de spécialistes se préoccupe de la dosimétrie des travailleurs.

Avec le début de la guerre en Ukraine, HERCA a rapidement mis une taskforce sur pied, afin d'établir un contact informel avec l'Ukraine et les pays voisins. L'OFSP et la Centrale nationale d'alarme (CENAL) ont participé à plusieurs vidéoconférences et ont été informés des travaux préparatoires individuels des membres de HERCA. La prise de contact avec l'Ukraine et les pays voisins s'est révélée très précieuse aux yeux de tous. L'échange informel sera donc poursuivi en 2023.

La priorité du *Working Group on Natural Radiation Sources* (c'est-à-dire NORM et radon), auquel l'OFSP participe également, a concerné la réalisation du deuxième *HERCA Workshop on National Radon Action Plans*, qui a eu lieu en juin 2022 à Lisbonne.

European ALARA Network (EAN)

L'objectif de ce réseau (www.eu-alara.net) est de maintenir l'exposition de la population à un niveau aussi faible que raisonnablement possible (*As Low As Reasonably Achievable*) grâce à des stratégies d'optimisation. En 2022, le réseau a publié deux bulletins d'information disponibles sous [Newsletters \(eu-alara.net\)](http://www.eu-alara.net) et a organisé un atelier qui se déroulera en octobre 2023 à Vienne sur le principe ALARA en médecine. L'accent sera mis sur la radiologie interventionnelle et la médecine nucléaire.

Collaboration bilatérale avec l'Allemagne et la France

Des échanges réguliers ont lieu entre l'OFSP et les autorités allemandes de radioprotection, à savoir le *Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)* et le *Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)*. Il en va de même avec l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en France. En outre, l'OFSP participe avec les autres autorités suisses de radioprotection, l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) et la Suva, à l'échange d'expériences sur l'exploitation, la sécurité, la surveillance et l'impact environnemental des installations nucléaires ainsi que sur d'autres aspects de la radioprotection. Cet échange a lieu régulièrement dans le cadre de la Commission germano-suisse pour la sécurité des installations nucléaires et de la Commission mixte franco-suisse de sûreté nucléaire et de radioprotection.

Bases légales

Depuis l'entrée en vigueur de la législation sur les dangers liés au rayonnement non ionisant et au son en 2019, on dispose en Suisse de deux bases légales en radioprotection.

Le rayonnement ionisant est réglementé par une législation très complète dont les tâches d'exécution incombent principalement à la Confédération. Les actes de la législation sur la radioprotection les plus importants sont la Loi du 22 mars 1991 sur la radioprotection (LRaP) et l'Ordonnance totalement révisée du 26 avril 2017 sur la radioprotection (ORaP). D'autres ordonnances spécifiques à ce domaine, la plupart traitant d'aspects techniques, se basent sur ces actes. La législation en radioprotection s'appuie sur l'art. 118, al. 2, let. c, de la Constitution fédérale, qui délègue à la

Confédération la compétence de promulguer des prescriptions concernant le rayonnement ionisant. La protection s'applique à toutes les situations où l'être humain et l'environnement sont exposés à de tels rayonnements. La législation couvre l'ensemble des domaines pertinents (formation, autorisation, surveillance, dosimétrie, déchets, environnement, recherche, situations d'urgence, etc.) et repose sur des concepts unifiés pour tous les secteurs (médecine, recherche, industrie, installations nucléaires).

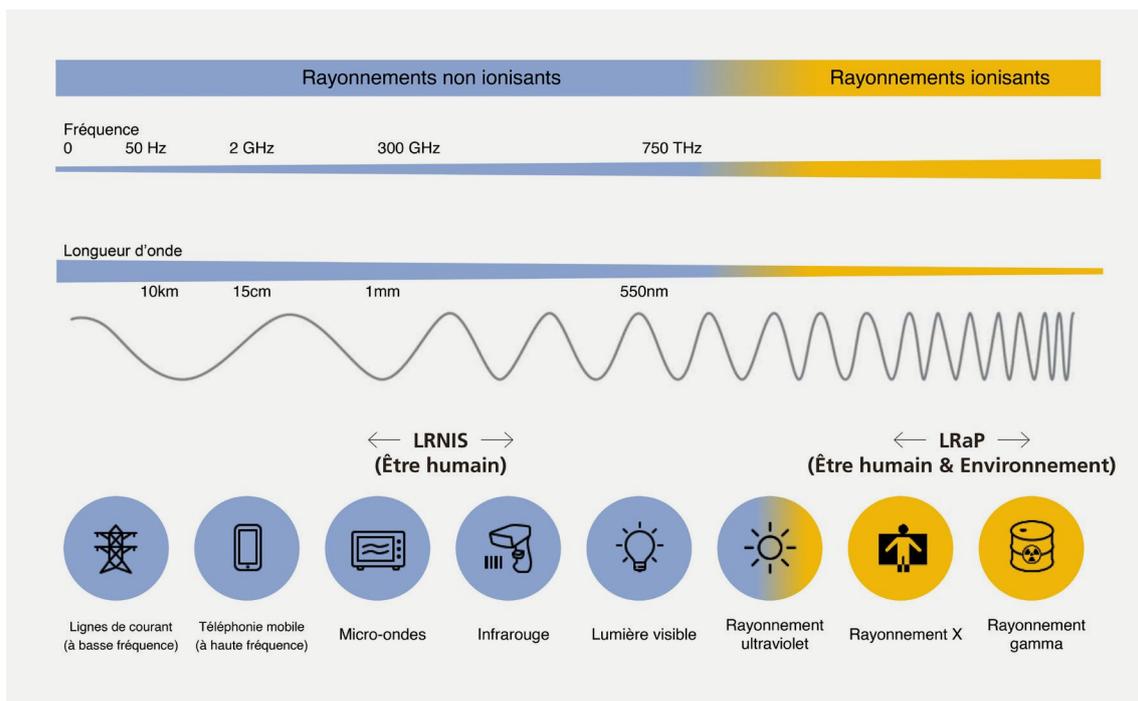


Figure 24
Le spectre du rayonnement électromagnétique en tant que cadre opérationnel pour la LRaP et la LRNIS

Révision partielle de la LRaP :

Sur mandat du Conseil fédéral, l'OFSP a initié en 2021 un projet de révision partielle de la LRaP, afin de concrétiser le principe du pollueur-payeur (art. 4 LRaP) relatif au financement des campagnes de distribution des comprimés d'iode à la population. Dans ce cadre, il est prévu de réglementer également la prise en charge des coûts liés à l'assainissement de sites contaminés par la radioactivité (p.ex. les héritages au radium), ceux liés à l'élimination des déchets radioactifs et à la surveillance des immissions dans le voisinage des entreprises disposant d'une autorisation de rejet de radioactivité dans l'environnement dans le cadre de leur fonctionnement normal. La LRaP sera complétée par des articles sur la protection des données et l'adaptation des sanctions pénales pour les infractions mineures. La révision partielle de cette loi ne concerne donc pas le système de la radioprotection et ses principes. Une consultation publique sur cette révision est prévue au cours du premier semestre 2023.

Depuis le 1er juin 2019, la protection de la santé contre le rayonnement non ionisant et le son (RNIS) est améliorée par le biais de l'Ordonnance relative à la Loi fédérale sur la protection contre les dangers liés au rayonnement non ionisant et au son (O-LRNIS). Cette ordonnance réglemente l'utilisation de solariums et prévoit une formation pour les traitements à visées esthétiques. Elle interdit les pointeurs laser dangereux et contient des

dispositions touchant aux manifestations avec émissions sonores et rayonnement laser. Son exécution appartient dans l'ensemble aux cantons, la Confédération leur apportant un appui par le biais d'aides à l'exécution. Dans le domaine des manifestations avec rayonnement laser, la Confédération possède, depuis le 1er décembre 2020, la compétence d'exécution.

Division radioprotection — Tâches et organisation

Les rayonnements sont omniprésents. Leur utilisation en médecine, dans la recherche et dans l'industrie ou dans la vie quotidienne présente toutefois certains risques pour la santé humaine et l'environnement. Une forte exposition aux rayonnements, p.ex. à la radioactivité, au radon ou au son, n'est pas sans danger, que ce soit pour les travailleurs, les patients ou le public. L'OFSP est chargé de protéger la population contre les risques liés aux rayonnements ionisants et non ionisants, de permettre leurs applications utiles et de publier des informations les concernant. En outre, il est responsable de la radioprotection médicale et professionnelle, de la surveillance de l'environnement et de la protection radiologique en situation d'urgence.

L'OFSP est l'autorité d'autorisation pour l'utilisation des rayonnements ionisants dans la médecine, l'industrie et la recherche (à l'exclusion des CN). La surveillance des quelque 26'000 autorisations délivrées dans ce domaine constitue donc une tâche essentielle de la division Radioprotection. L'OFSP est aussi chargé de surveiller la radioactivité dans l'environnement ; il exploite à cet effet des réseaux nationaux de mesure et un laboratoire accrédité. Il met en œuvre de vastes plans d'action dans trois domaines : le radon, le radium ainsi que la sûreté et la sécurité radiologiques (Radiss). Il participe aussi à la préparation aux urgences radiologiques. Dans le domaine des rayonnements non ionisants (RNI) et du son, l'OFSP informe le public sur la manière d'utiliser les produits émettant du RNI et du son en limitant leur rayonnement. Depuis le 1er juin 2019, il lui incombe, en collaboration avec les cantons, d'exécuter les prescriptions de la nouvelle législation sur le RNI et le son.

Plus de 40 personnes, issues de nombreux domaines professionnels (physique, géologie, biologie, radiochimie, ingénierie) travaillent au sein de la division Radioprotection. La priorité est accordée aux mesures permettant de prévenir les accidents graves et d'éviter des doses élevées à la population, aux patients

et aux personnes professionnellement exposées aux radiations. Des partenariats avec des organismes spécialisés en Suisse et à l'étranger permettent à l'OFSP d'évaluer en permanence les risques liés aux rayonnements selon l'état de la science et de la technique. Les tâches de la division Radioprotection sont :

- Octroi d'autorisations et surveillance en radiothérapie, en médecine nucléaire et en radiodiagnostic médical ainsi que dans les installations de recherche telles que le CERN et le PSI
- Coordination des audits cliniques introduits en 2020 dans le domaine de doses élevées
- En collaboration avec les cantons, exécution de la législation sur le RNI et le son
- Surveillance du personnel professionnellement exposé aux radiations ionisantes (environ 106'580 personnes, dont 7340 issues du secteur de l'aviation) et tenue du registre dosimétrique central
- Prises de position sur les aspects de la radioprotection dans les études cliniques utilisant des appareils produisant du rayonnement ionisant ou appliquant des

- produits radiopharmaceutiques
(destinées à la Commission d'éthique
ou à Swissmedic)
- Accord de l'OFSP pour l'autorisation de produits radiopharmaceutiques adressée à Swissmedic (en prenant en considération la recommandation de la Commission des produits radiopharmaceutiques)
 - Contrôle de qualité de produits radiopharmaceutiques mis sur le marché suisse
 - Autorisation et essais de type de sources radioactives
 - Surveillance de la radioactivité de l'environnement
 - Exploitation d'un laboratoire accrédité de mesure de la radioactivité et gestion des réseaux de mesure
- Évaluation de l'exposition de la population suisse au rayonnement ionisant et suivi à long terme
 - Mise en œuvre des plans d'action radon, radium et Radiss
 - Reconnaissance des formations en radioprotection, des services de dosimétrie et des services de mesure du radon
 - Participation à la préparation des situations d'urgence radiologique
 - Information de la population concernant l'exposition aux radiations (rayons X, radioactivité, électrosmog, UV, lumière,...) et les risques sanitaires associés

Vision

La Suisse bénéficie d'une radioprotection globale, durable et de haut niveau.

Mission

En tant qu'autorité compétente, l'OFSP veille à la protection de la population et de l'environnement contre les rayonnements dangereux pour la santé.



