



## MOT DE LA PRÉSIDENTE

Les concepts de « Tolerability and Reasonableness » du risque radiologique, difficilement traduisibles en français (du moins pour le second) forment le cadre conceptuel pour la mise en œuvre des principes d'optimisation et de limitation de la CIPR. Le risque est-il tolérable ? Si la réponse est non, il doit être évité à tout prix ; si la réponse est oui, les principes de la CIPR sont mis en œuvre pour le gérer et le caractère raisonnable est central pour décider du niveau de protection adéquat, compte tenu des circonstances. Ce cadre conceptuel, bien que transposable pour la gestion d'autres risques (on peut clairement penser au COVID), peut toutefois sembler très éloigné des préoccupations de terrain des acteurs de la radioprotection. Cette dernière couvre de si vastes domaines et comprend de si nombreuses facettes, qu'il est en effet bien difficile d'explicitier ces concepts de manière claire et compréhensible dans la pratique. Cette multidisciplinarité de la radioprotection et sa large palette d'applications sont parfaitement illustrées dans cette gazette, puisque l'on y retrouve des contributions concernant aussi bien l'exposition de la population générale, des patients ou des travailleurs, des thèmes allant de la radioécologie au transfert de technologie... Consciente du fossé entre utilisateurs et théoricien de la radioprotection, la CIPR entamera en 2023 un nouveau processus de révision de ces recommandations dans le but de les simplifier, de les rendre plus claires et accessibles à tous. Le comité de l'ARRAD suivra bien entendu ces développements. Mais pour l'heure, l'ARRAD essaie d'accompagner ses membres dans la complexité du système, en promouvant l'échange entre les professionnels du domaine. Pour renforcer cet échange d'expérience qui a quelque peu fait défaut depuis début 2020, l'ARRAD organisera dès la rentrée une série de webinaires sur des sujets de radioprotection opérationnelle qui devraient intéresser tous ses membres. Vous êtes tous invités à participer, proposer des thèmes ou des contributions. Vous recevrez de plus amples informations à ce sujet en août. Mais ces Webinaires n'ont pas pour vocation de remplacer notre traditionnelle journée thématique qui sera cette année consacrée aux instruments de mesure des radiations et qui se tiendra le vendredi **19 novembre 2021**. Au plaisir de vous revoir à cette occasion, je vous souhaite un bel été et une bonne lecture !

Sybille Estier, présidente de l'ARRAD

## Table des matières

1. **Rapport annuel 2020 de l'OFSP sur la radioprotection**
2. **Recommandations concernant l'abandon de l'utilisation des moyens de protection pour le patient en imagerie médicale**
3. **La boucle est bouclée, des détecteurs du CERN s'installent au CHUV après un passage aux antipodes**
4. **Mécanisme d'accumulation et stabilité de l'uranium naturel dans un marais de montagne**
5. **Rapports, publications et liens internet**

### 1. **Rapport annuel 2020 de l'OFSP sur la radioprotection**

Le rapport « Radioprotection et surveillance de la radioactivité en Suisse – résultats 2020 » de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) est disponible sous [www.bag.admin.ch/rad-rapports](http://www.bag.admin.ch/rad-rapports).

Il dresse l'état des lieux des principaux travaux menés par la division Radioprotection durant l'année

2020, notamment les points indiqués ci-après. Dans l'interview, Roland Charrière, directeur suppléant de l'OFSP, s'exprime par ailleurs sur la crise dans le système de santé et sur les défis à venir dans les domaines de la santé publique et de la radioprotection.

### **Pandémie de COVID-19**

La pandémie de COVID-19 a forcé la division Radioprotection à faire preuve de flexibilité et à trouver des solutions pratiques. Par exemple, elle a dû adapter rapidement et simplement les autorisations des établissements médicaux, pour qu'ils puissent réaffecter leurs locaux et leurs installations radiologiques. Afin de décharger les hôpitaux, la division a retardé les audits de radioprotection ou les a menés à distance. De plus, elle a collaboré au sein de l'organisation de crise du COVID-19 à l'OFSP. La pandémie a également entraîné des retards dans le Plan d'action radium 2015–2022 : l'examen des plus de 1000 bâtiments potentiellement contaminés par des héritages au radium a certes continué, mais les visites sur place n'ont été possibles que de façon restreinte pendant la

plus grande partie de l'année. La pandémie ne semble toutefois pas avoir affecté la qualité de la radioprotection en Suisse : aucun événement majeur n'est à signaler et les mesures de la radioactivité de l'environnement n'ont pas révélé de valeur inhabituelle.

### Radioprotection en médecine

L'exposition de la population aux rayonnements ionisants utilisés en imagerie médicale est restée stable entre 2013 et 2018. Les résultats de l'enquête publiée en 2020 sous [www.bag.admin.ch/rad-enquete](http://www.bag.admin.ch/rad-enquete) l'attestent (voir également gazette de janvier 2021). La tomodensitométrie demeure le processus qui contribue le plus à l'exposition de la population (voir figure 1 sur la répartition des fréquences et des contributions à la dose de rayonnement pour les différents examens diagnostiques). La dose moyenne reçue lors d'un examen tomodensitométrique a certes diminué, confirmant ainsi l'efficacité des mesures d'optimisation prises par l'ensemble des parties concernées, mais ces examens sont toujours plus fréquents. Les audits cliniques indiqueront si cette hausse est justifiée.

### Nouveaux plans d'action « radon » et « RADISS »

Le Conseil fédéral entend continuer à améliorer la protection de la population contre le radon. À cet effet, il a approuvé le nouveau [Plan d'action radon 2021–2030](http://www.bag.admin.ch/radon) en mai 2020. En octobre, il a également donné son aval au Plan d'action visant à renforcer la sûreté radiologique 2020–2025 « RADISS », disponible sous [www.bag.admin.ch/radiss-fr](http://www.bag.admin.ch/radiss-fr). Le plan d'action RADISS a pour but de prévenir les dangers liés aux matières radioactives non contrôlées. La sécurisation des sources hautement radioactives doit empêcher les vols, les sabotages et les abus, notamment commis à des fins criminelles.

### Mise en œuvre de la nouvelle législation sur le rayonnement non ionisant (RNI) et le son

Depuis le 1er juin 2019, l'OFSP dispose d'un mandat légal en matière de rayonnement non ionisant (RNI) et de son. La nouvelle législation protège la

population des effets néfastes des solariums, des pointeurs laser, des traitements esthétiques utilisant de la lumière et des lasers ainsi que des manifestations avec son et rayonnement laser. La mise en œuvre respecte le calendrier 2020–2027 prévu. Ainsi, toutes les manifestations impliquant des lasers sont désormais soumises à déclaration et nécessitent la présence d'une personne qualifiée sur place. De plus, de nombreuses nouvelles fiches d'information sur des appareils émettant du RNI ont été publiées sous [www.bag.admin.ch/fiches-informatives-rni](http://www.bag.admin.ch/fiches-informatives-rni) en 2020, par exemple sur les appareils de stérilisation par UV C à usage domestique, dont la présence sur le marché a fortement augmenté durant la pandémie de COVID-19.

### Exposition de la population suisse aux rayonnements ionisants

Le rapport 2020 présente l'exposition de la population suisse aux rayonnements ionisants de façon innovante. La majeure partie reste liée au radon dans les habitations et aux examens médicaux. Ces deux sources de rayonnement n'affectent cependant pas uniformément la population. La dose efficace moyenne pour l'ensemble de la population suisse, toutes sources d'exposition confondues, s'élève à 6 mSv par an (voir figure 1).

*Division Radioprotection, OFSP*

### 2. Recommandations concernant l'abandon de l'utilisation des moyens de protection pour le patient en imagerie médicale

La Commission fédérale de radioprotection (CPR) a récemment publié des recommandations concernant l'abandon de l'utilisation des moyens de protection pour le patient en imagerie médicale.

En imagerie médicale par rayons X, la présence de moyens de protection pour le patient ainsi que leur utilisation judicieuse sont réglementées dans l'ordonnance sur les rayons X (OrX, art 24, annexe 2). De plus, une directive de l'Office fédéral de la

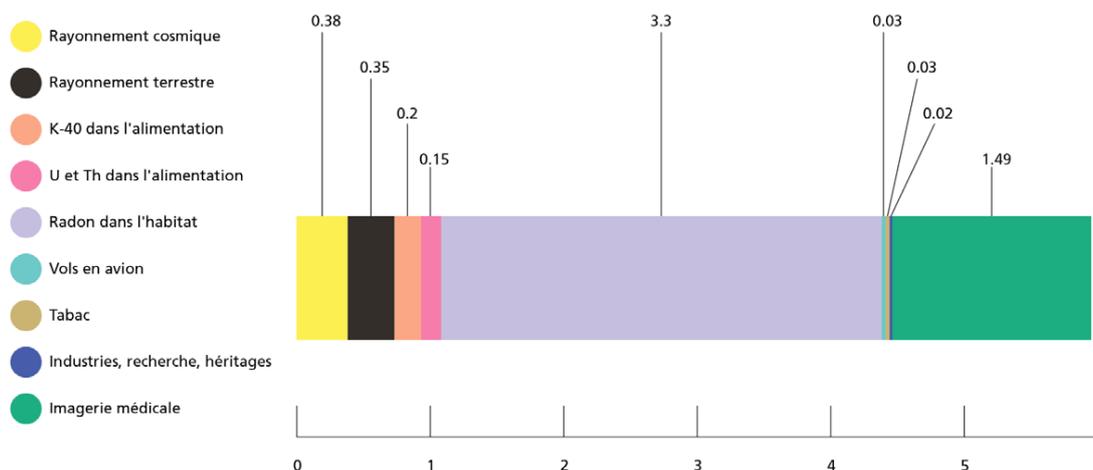


Figure 1 : Contributions moyennes à la dose efficace (en mSv) par année et par habitant en Suisse

santé publique (OFSP) créée en 2003 et révisée en 2018 recommande d'utiliser autant que possible des moyens de protection lors des examens radiologiques diagnostiques en médecine humaine. En Suisse, les moyens de protection sont toutefois utilisés de manière très hétérogène selon les régions.

En raison de l'obligation d'optimiser en permanence l'exposition médicale fixée de l'ordonnance sur la radioprotection (ORaP, art. 4), un groupe de travail de la Société suisse de radiobiologie et de physique médicale (SSRPM) a revu une soixantaine de publications (peer-reviewed) parues ces dix dernières années sur le thème des moyens de protection externe en imagerie médicale. Ces travaux concernent la radiographie conventionnelle, la mammographie, la fluoroscopie (imagerie interventionnelle) et le scanner (CT). Les auteurs ont étudié l'application des protections à l'intérieur (in-plane) et à l'extérieur (out-of-plane) du champ primaire pour diverses régions du corps.

Le groupe de travail de la SSRPM conclut dans l'ensemble que l'utilisation de moyens de protection aboutit à une réduction de dose négligeable en radiologie conventionnelle et que le rayonnement au patient peut être réduit autant, voire de manière plus efficace, en optimisant l'application des rayons X, notamment en positionnant le patient de façon exacte, en diaphragmant le champ de rayonnement, en appliquant le contrôle automatique de l'exposition, en modulant le courant du tube et en utilisant la reconstruction itérative des images. Ces conclusions ont été publiées dans un livre blanc ([Report-21, ssrpm.ch](#)) et sont aussi soutenues par l'ensemble de la SSRPM en tant que société. A noter que les États-Unis et plusieurs pays Européens ont également publié de tels documents consensuels, dans lesquels ils recommandent d'abandonner les moyens de protection externes.

La CPR soutient les conclusions du document consensuel de la SSRPM. Toutefois, elle est consciente que renoncer aux moyens de protection signifie un changement de paradigme pour l'imagerie médicale en Suisse. Pour une implémentation réussie, la CPR recommande d'intégrer les sociétés professionnelles concernées, à savoir la Société suisse de radiologie (SGR-SSR), l'Association suisse de techniciens en radiologie médicale (ASTRM-SVMTRA), la Société suisse de radiobiologie et de physique médicale (SSRPM) et l'Association Médecins de famille et de l'enfance Suisse (MFE).

La CPR recommande à l'OFSP d'adapter la directive existante sur la base des recommandations de la SSRPM, des États-Unis et de plusieurs pays Européens, et d'intégrer ces nouveautés dans le

programme de formation des techniciens en radiologie médicale (centre de formation) et des médecins (cours de radioprotection). De plus, un concept de communication doit être développé en collaboration avec les sociétés professionnelles pour que ces nouveautés puissent être présentées lors de futures manifestations de formation continue. Pour un transfert optimal de l'information, la CPR recommande à l'OFSP de former un groupe de travail chargé d'élaborer un concept de communication et de l'adapter individuellement à chaque partie prenante.

Les recommandations complètes de la CPR concernant l'abandon de l'utilisation des moyens de protection pour le patient en imagerie médicale sont disponibles sous [lien](#).

*Secrétariat scientifique de la CPR*

### **3. La boucle est bouclée, des détecteurs du CERN s'installent au CHUV après un passage aux antipodes**

Le CHUV est le premier centre en Europe à accueillir un scanner spectral à comptage photonique de la société néo-zélandaise MARS Bioimaging Ltd. Cette acquisition est un remarquable exemple de transfert de connaissances et de technologies de la physique des hautes énergies aux applications médicales. Le scanner intègre en effet des détecteurs de particules avec une technologie initialement développée au CERN pour les expériences auprès du LHC (Large Hadron Collider). Les équipes du CERN et du CHUV voient ainsi la concrétisation d'une collaboration débutée il y a plus de 8 ans avec les universités de Canterbury et d'Otago. P. Carbonez (CERN) et J. Damet (CHUV et associé au CERN) ont dans une première phase apporté une expertise en matière de dosimétrie, puis A. Viry (CHUV) une expertise en physique médicale afin d'évaluer le potentiel clinique de cette nouvelle modalité d'imagerie, notamment pour des sujets de recherche en lien avec l'imagerie *musculo-squelettique* de la main et du poignet, notamment les arthropathies microcristallines associées aux dépôts de cristaux d'urate et de calcium menés par Dr F. Bece (CHUV).

L'étroite collaboration entre le CERN et le CHUV visant à développer des projets innovant pour la médecine et le bénéfice de la société est également illustré par la conversion de L. Gallego Manzano (ex-CERN et maintenant CHUV) qui assure l'installation du scanner à l'hôpital ainsi que de M. Nowak qui, après une thèse effectuée au CERN, travaille maintenant comme physicienne médicale au CHUV.

Cette nouvelle collaboration européenne MARS a été rendue possible également grâce à la contribution de F. Brych, Dr B. Palmier et Monaco Molecular Rocfund.

Cette collaboration fructueuse a notamment permis de quantifier, de réduire et d'optimiser les doses délivrées par ce nouveau type de technologie tout en offrant des images d'une qualité inégalée pour les radiologues en terme de détection et caractérisation, ouvrant ainsi d'importantes perspectives pour de meilleurs et nouveaux diagnostics. L'ensemble des partenaires du projet MARS est impatient de pouvoir poursuivre le développement de cette technologie novatrice et de préparer dès à présent le premier essai clinique en Suisse sur des patients du Service de rhumatologie.

*Jérôme Damet/ P.Carbonez*

#### **4. Mécanisme d'accumulation et stabilité de l'uranium naturel dans un marais de montagne**

L'accumulation d'uranium (U) naturel dans les sols organiques est un phénomène commun qui peut conduire à des niveaux d'activité élevés en U dans les marais de montagne. Toutefois le mécanisme, et surtout, la stabilité de ces accumulations ne sont pas encore complètement connus. L'IRA, en collaboration avec l'OFSP et la faculté des géosciences de l'environnement de l'UNIL, a mené un projet de longue durée afin d'élucider le mécanisme d'une accumulation exceptionnelle (> 6000 ppm) d'U dans un marais de la vallée de la Dischma, dans les Grisons, et surtout d'en étudier la stabilité. Pour ce faire, une carotte de sol de grand volume ( $\varnothing$  30 cm, L= 60 cm) a été prélevée sur site et étudiée dans un lysimètre de laboratoire sur une durée de 10 ans. Les paramètres principaux mesurés régulièrement étaient la concentration d'U et de matière organique dissoute (DOM) dans l'eau interstitielle du sol à plusieurs profondeurs, les réactions de réduction de sulfate en sulfure ( $\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{S}^{2-}$ ) et de  $\text{Fe}^{3+}$  en  $\text{Fe}^{2+}$  grâce aux conditions réductrices régnant dans ce sol ainsi qu'un enregistrement automatisé du potentiel Redox (Eh) du sol à différentes profondeurs. Les résultats montrent que l'accumulation d'U est due à la présence d'oscillations redox dans les 20 premiers centimètres du sol, qui permet l'introduction d'U en profondeur. Le retour à des conditions anoxiques (absence d'oxygène dans le sol) en profondeur produit la réduction d'espèces insolubles telles que FeS et U(IV). L'absence d'oxygène se traduit également par la présence de matière organique (OM) qui permet la fixation de U(IV) et U(VI) par formation de complexes U(IV, VI)-OM.

L'ajout de différents solutés ayant des propriétés oxydo-réductives, c'est-à-dire capables de donner ou

de prendre des électrons au milieu, par l'intermédiaire d'un système sprinkler au-dessus de la surface de la carotte de sol a permis d'étudier sur le long terme la stabilité de l'U accumulé dans le sol<sup>1, 2</sup>. Les résultats montrent que l'addition de nitrate (qui se transforme dans le sol en azote par capture d'électrons) ainsi que l'addition de sulfate (qui se transforme en sulfure par capture d'électrons) n'a pas d'effet sur la stabilité de U dans ce sol et très peu d'U est remobilisé dans l'eau interstitielle du sol durant les période d'ajout. Cependant, l'ajout de solutions contenant des carbonates à une concentration de 5 mM se traduit par une remobilisation importante d'U.

Nous avons également induit une période de sécheresse dans le sol dans le but de ré-oxyder les espèces immobilisées par réduction dans le but de modéliser un effet potentiel du réchauffement climatique. Après six mois de sécheresse, suivi d'une période d'arrosage intense pour créer des conditions mimant un phénomène d'inondation, U n'a pas été mobilisé de manière significative.

Nous pouvons donc conclure que l'accumulation exceptionnelle d'U dans ce marais de montagne présente une grande stabilité, qui n'est pas mise en danger par l'introductions de solutés comme le nitrate et le sulfate, et qu'une courte période de sécheresse ne se traduit pas par un relargage important d'U. Pour autant que l'eau s'écoulant dans le marais ne contienne pas des concentrations importantes en carbonates, cette accumulation d'U est stable à long terme.

*P. Froidevaux, IRA*

1. Pena, J. et al, Origin and stability of uranium accumulation-layers in an Alpine histosol. *Science of the Total Environment* **2020**, 727.
2. Straub, M. et al, Uranium stability in a large wetland soil core probed by electron acceptors, carbonate amendments and wet-dry cycling in a long-term lysimeter experiment. *Science of the Total Environment* **2021**, in review.

#### **5. Rapports, publications et liens internet**

- ☞ [Rapport d'activités 2020](#) de la CPR
- ☞ [Recommandations de la CPR](#) sur la formation en radioprotection
- ☞ [Recommandations de la CPR](#) : Radioprotection de la femme enceinte
- ☞ [Recommandations de la CPR](#) concernant formation en radioprotection au bloc opératoire
- ☞ [ICRP 147](#): Use of Dose Quantities in Radiological Protection

\*\*\*

*N'oubliez pas de consulter régulièrement le site Internet de l'ARRAD : [www.arrad.ch](http://www.arrad.ch)*