



## MOT DE LA PRESIDENTE

Après deux années de restrictions dues à la pandémie, un vent d'optimisme se lève sur la Suisse en cette mi-février 2022, alors que nous apercevons enfin le bout du tunnel. Il est de courte durée. Quelques jours plus tard, Vladimir Poutine ordonne l'invasion de l'Ukraine et la guerre s'installe en Europe. Une guerre qui frappe un pays doté de centrales nucléaires, et dont l'assaillant dispose de l'arme atomique. Bien sûr, nous n'avons pas à nous terroriser pour échapper aux bombes, ni à fuir notre pays. Nous faisons partie des chanceux. Mais le spectre d'un accident nucléaire plane sur l'Europe, ravivant les craintes de la population, qui souhaite (inutilement) obtenir des comprimés d'iode et renvoyant un bon nombre de radioprotectionniste dans les archives à la recherche d'informations sur une menace que nous espérons disparue. Même si, d'un point de vue rationnel, il nous est impossible de croire en l'utilisation d'armes atomiques, nous ne pouvons plus l'exclure totalement aujourd'hui. Depuis fin février, les autorités suisses s'activent pour que nous soyons prêts (tant que l'on peut l'être) à prendre les mesures adéquates pour protéger la population suisse en cas d'événement nucléaire en Ukraine, quel qu'en soit sa nature. Ces mesures seraient sans doute modérées, puisque le nuage ne nous toucherait vraisemblablement qu'après 48h ou 72h, et après avoir parcouru des centaines de kilomètres. La radioactivité qui toucherait notre pays ne nécessiterait donc ni mise à l'abri, ni prise de comprimés d'iode. Tout comme après l'accident de Tchernobyl, il s'agirait principalement d'éviter l'ingestion de denrées alimentaires contaminées et de protéger les personnes à risque, femmes enceintes et enfants. En cas d'événement nucléaire en Ukraine, et en particulier d'explosion atomique, le principal défi pour les autorités et les experts en radioprotection résiderait toutefois dans la communication, afin d'éviter la panique collective. Un seul moyen pour cela : être bien préparé, parler d'une seule voix, être transparent, expliquer sans vouloir rassurer à tout prix. Mais dans le monde d'aujourd'hui, une communication neutre n'a pas la cote, celle des autorités encore moins. C'est peut-être là que les associations comme l'ARRAD ont leur rôle à jouer, une responsabilité collective à partager, et peut-être un message à préparer. Laisant ma place à Nicolas Cherbuin, après huit années de présidence de l'ARRAD, je ne ferai plus partie de celles et ceux qui en décideront, mais je pars confiante dans l'avenir de l'association et son engagement pour la radioprotection : la relève est assurée par des personnes compétentes et motivées. Je vous souhaite à toutes et à tous beaucoup de plaisir et de succès pour les années à venir et, bien sûr, bon vent à l'association ! A plus court terme, je me réjouis déjà de vous revoir lors de la prochaine Journée thématique qui aura lieu le **25 novembre 2022** sur le thème de la radiobiologie. D'ici là, je vous souhaite un bel été et une bonne lecture !

Sybille Estier, présidente de l'ARRAD

## Table des matières

- 1. Une application web pour la surveillance de la contamination interne au CERN**
  - 2. Modernisation du dispositif de surveillance de la radioactivité dans l'air à haute altitude**
  - 3. Après 50 ans de carrière, Lisa prend sa retraite**
  - 4. Publications, rapports et liens internet**
- 1. Une application web pour la surveillance de la contamination interne au CERN**

L'approche de la surveillance de la contamination interne en vigueur en Suisse, décrite dans l'Ordonnance sur la dosimétrie, se base sur un programme de surveillance de triage: mesures de tri effectuées par le travailleur afin de détecter toute incorporation de radionucléides pouvant engendrer

une dose efficace supérieure à 1 mSv/an. Dans son Annexe 15, cette Ordonnance décrit les instructions permettant la surveillance interne de 46 radioisotopes fréquemment rencontrés dans la pratique. Actuellement, la communauté scientifique s'intéresse de plus en plus à des radionucléides qui présentent des caractéristiques prometteuses pour certaines applications en médecine nucléaire, comme la médecine personnalisée avec une approche théranostique. En pratique, ces radionucléides « exotiques » commencent déjà à faire leur apparition dans les centres de recherche et dans les hôpitaux et il faut donc d'ores et déjà prendre en compte la problématique de la surveillance interne des travailleurs qui sont amenés à les manipuler. L'utilisation croissante de ces radioisotopes va probablement amener à une mise à jour et à une expansion de l'Ordonnance sur la Dosimétrie. Pour cela, il faudra aussi tenir compte du

fait que les modèles biocinétiques utilisés dans la version actuelle de l'Ordonnance ont été remplacés par des nouvelles publications de la Commission Internationale de Protection Radiologique (cf. gazette ARRAD N° 24).

#### *Le cas du CERN*

Certains travailleurs de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) peuvent être exposés à un risque de contamination interne dans le cadre de leur activité professionnelle. La production de radionucléides « non-conventionnels », tels que ceux provenant de l'installation CERN-MEDICIS, a accentué la nécessité de trouver des solutions pragmatiques pour la surveillance interne des isotopes pour lesquels il n'existe actuellement pas d'approche de mesure dans les directives nationales et internationales. Le Centre de Compétences en Dosimétrie Interne, qui est né de la collaboration entre le CERN et l'Institut de Radiophysique (IRA) du CHUV de Lausanne, vise à adresser cette problématique en développant des techniques de mesure *in vitro* (cf. gazette ARRAD N° 28) et *in vivo*. Au CERN, les efforts ont été focalisés sur le développement de mesures de tri inspirées de l'approche suisse et adaptées aux exigences particulières du site. Différentes étapes ont été nécessaires pour établir les protocoles de mesure : l'étude des radionucléides concernés, leur biocinétique, la caractérisation métrologique des instruments de mesure et le développement d'un fantôme simplifié représentant le torse du travailleur. Des protocoles de mesures de tri ont ainsi pu être établis pour des radionucléides n'étant pas encore traités dans l'Ordonnance : Ac-225, Tb-149, Tb-152, Tb-155, Sc-44, Sc-47, Tm-167, Ba-128/Cs-128 (liste non exhaustive).

#### *Application web pour les mesures de tri*

La section Dosimétrie et Calibration du groupe Radioprotection du CERN (HSE-RP-DC) a travaillé en étroite collaboration avec la section des Services Informatiques HSE (HSE-TS-CS) afin de développer une application web destinée aux travailleurs effectuant des mesures de tri sur le site du CERN. L'application a trois buts principaux :

- Guider les travailleurs à travers une procédure simple et intuitive leur permettant d'effectuer les mesures de tri en toute autonomie pour une grande sélection de radionucléides.
- Enregistrer les résultats des mesures dans la base de données de dosimétrie du CERN où ils seront sauvegardés automatiquement afin d'éviter toute perte de données. Ils pourront ensuite être facilement consultés et analysés par la section Dosimétrie.

- Notifier automatiquement le personnel de la section Dosimétrie en cas de résultat positif, pour que tout dépassement du seuil de mesure de tri soit immédiatement traité *in situ* par les experts en radioprotection de la zone concernée.

L'application est disponible en français et en anglais. Elle est accessible en ligne, sur PC ou sur smartphone, via une application web. Elle est consultable par tout membre du personnel CERN possédant un dosimètre. Elle se présente sous la forme d'un guide, son interface très épurée et intuitive accompagne le travailleur étape après étape dans le processus de mesure. L'application fournit également des indications concernant le fonctionnement des instruments et la manière de les utiliser lors de la mesure. L'application a été développée dans son intégralité et sera déployée au CERN au courant de l'année 2022. En parallèle, l'interface de la base de données de dosimétrie du CERN a également été adaptée pour permettre la visualisation des résultats obtenus avec la nouvelle application: la section Dosimétrie peut désormais directement analyser les données et extraire des statistiques concernant la contamination interne des travailleurs.

Voici le déroulement d'une mesure avec la nouvelle application web : une fois connecté à l'application, en utilisant ses identifiants CERN, le travailleur indique en premier l'endroit du CERN (bâtiment) où il a manipulé la source ouverte. Ensuite, il choisit le radionucléide pour lequel il réalise la mesure de tri. En fonction de ce choix, l'application propose la modalité de tri appropriée : mesure de la contamination des mains ou mesure au niveau de la thyroïde ou du torse. Si nécessaire, l'application demandera le temps écoulé entre la manipulation et la mesure, afin de calculer la rétention du radionucléide dans les organes d'intérêt. Avant la mesure de tri le travailleur effectuera une mesure du bruit de fond, qui sera utilisée pour calculer les limites caractéristiques de l'instrument. Le résultat net (taux de comptage ou débit de dose) est ensuite comparé aux seuils de mesure définis par la section Dosimétrie. En cas de mesure de tri négative, la dose minimale détectable associée à la mesure est enregistrée dans la base de données dosimétrique. En cas de résultat positif, une notification est automatiquement envoyée à la section Dosimétrie et le travailleur est invité à répéter la mesure. En cas de double positif, les experts chargés de la radioprotection opérationnelle se rendent sur place et la section Dosimétrie investigate l'évènement et planifie éventuellement une mesure d'incorporation par un service de dosimétrie agréé.

Le travail effectué au CERN dans le cadre du Centre de Compétences en Dosimétrie Interne a donc

permis d'établir les premières approches de mesures de tri pour certains radionucléides qui ne sont pas encore présents dans l'Ordonnance sur la dosimétrie. Les outils développés au CERN pourraient également être d'intérêt pour des centres partenaires (p. ex. recevant des radionucléides produits au CERN) et qui se trouveraient face aux mêmes problématiques.

*S. Medici (IRA/CERN), P. Carbonez (CERN),  
A. Boychenko (CERN), G. Segura (CERN)*

## **2. Modernisation des dispositifs de surveillance de la radioactivité dans l'air à haute altitude**

En cas d'accident nucléaire avec rejet de radioactivité dans l'environnement, celle-ci est le plus souvent libérée en majeure partie dans l'atmosphère. Afin de pouvoir évaluer le risque radiologique en cas d'urgence et définir les éventuelles mesures visant à protéger la population, il est alors nécessaire de déterminer rapidement la composition, l'étendue et la position du nuage radioactif. Pour ce faire, il faut pouvoir mesurer la radioactivité dans les couches d'air supérieures, ce que l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) fait d'une part, à l'aide d'appareils de mesure sur le Jungfraujoch (3500 m d'altitude) et d'autre part, sur demande, avec des avions de combat des Forces aériennes suisses, équipés pour collecter des échantillons d'aérosols en dessus de la tropopause (>10'000 m). En effet, en cas d'événement militaire, comme l'explosion d'une bombe atomique, une grande partie de la radioactivité se propage dans des couches d'air encore plus élevées. Ainsi, dans les années 1960, alors que Russes et Américains procédaient à des essais nucléaires en atmosphère, des avions de combat de l'armée suisse avaient été équipés d'appareils permettant de prélever des échantillons d'aérosols jusque dans la stratosphère. Les filtres sont ensuite mesurés en laboratoire pour déterminer les concentrations des émetteurs gamma et/ou alpha. Mais les avions de combat Tiger qui sont aujourd'hui utilisés pour effectuer ces vols de collecte à très haute altitude arrivent en fin de vie et seront mis à l'arrêt fin 2025.

Lors de sa séance du 13 avril 2022, le Conseil fédéral a décidé de moderniser le système de mesure de la radioactivité dans l'air de l'OFSP situé à la station de recherche du Jungfraujoch, qui ne répond plus aux exigences actuelles. La nouvelle station sera nettement plus sensible qu'aujourd'hui, mesurera la radioactivité en continu et transmettra les données en temps réel. Cette amélioration du dispositif de surveillance permettra de combler en partie l'arrêt des vols de collecte réalisés par des avions de combat de l'armée suisse après 2025. L'adaptation des F/A-18 pour leur permettre d'effectuer ces vols de collecte coûterait en effet environ 10 millions de

franc, les autres solutions envisagées par l'armée encore davantage, un investissement jugé disproportionné par le Conseil fédéral. Les observations effectuées après les accidents de Tchernobyl et de Fukushima ont montré que les informations recueillies dans la troposphère libre (en dessous de 8 000 m d'altitude) sont généralement suffisantes pour évaluer le risque sanitaire pour la population en cas d'accident radiologique dans des installations nucléaires civiles. La plus-value par rapport aux mesures effectués à une altitude plus basse, comme au Jungfraujoch n'est donc avérée qu'en cas d'événement militaire (bombe atomique). La contamination atteignant la stratosphère concernerait alors tout l'hémisphère nord et non seulement la Suisse ; pour ce cas de figure, le Conseil fédéral estime qu'il est nécessaire d'envisager une coopération internationale. L'OFSP est chargé d'étudier cette possibilité et de soumettre une proposition au Conseil fédéral d'ici fin 2023.

*Sybille Estier, OFSP*

## **3. Après 50 ans de carrière, Lisa prend sa retraite**

*Une source de haute activité au service de plusieurs générations de chercheurs*

En avril 1971, l'Institut suisse de recherche expérimentale sur le cancer (ISREC) passait commande d'un irradiateur LISA-1 auprès de la société française Conservatome : contre 50'000 francs français de l'époque, une capsule CLS-20 en acier inoxydable avec soudure à l'arc sous argon contenant 4000 Ci (148 TBq) de césium-137 et son blindage de 2.1 tonnes de plomb furent installés sur leur socle de béton au Centre des laboratoires d'Epalinges (CLE). La grande chambre d'irradiation offrait alors aux chercheurs suffisamment de place pour y introduire toutes sortes d'échantillons biologiques, des cultures cellulaires aux petits animaux de laboratoire, et les exposer à des débits de dose de l'ordre de 50 à 500 Gy/heure.

En 2008, l'ISREC déménage à l'EPFL où il s'intègre à la Faculté des Sciences de la Vie. LISA reste à Epalinges, au service des chercheurs de l'UNIL et du CHUV au centre d'un Biopôle en pleine expansion, l'autorisation d'exploitation délivrée par l'OFSP passant sous la responsabilité de la Direction de la sécurité du CHUV.

*Le challenge du retrait des sources de haute activité*

Plus de 50 ans après son installation, LISA et sa solide mécanique offrent toujours une solution d'irradiation pour la recherche sur le site du CLE, mais elle a pris un sacré coup de vieux. En effet, partout dans les laboratoires voisins, les irradiateurs à rayons X se multiplient et lui volent la vedette : autoblinqués, sans sources radioactives, permettant de

l'imagerie ou de multiples orientations de faisceaux, ils sont plus sûrs et plus pratiques. Les jours de la carrière de LISA semblent comptés, et la révision de l'ORaP entrée en vigueur en 2018 le confirme. En effet, elle formalise l'engagement de la Suisse à appliquer les directives de l'AIEA concernant la sûreté et la sécurité des sources radioactives, mises en œuvre en Suisse par l'intermédiaire du plan d'action RADISS. LISA étant une source de catégorie 2, le constat est clair : que ce soit sous l'œil du principe de justification ou celui des investissements nécessaires à sa sécurité, elle va nous quitter, mais pour aller où ?

#### *Un long processus administratif et sécuritaire*

La décision de la remplacer validée par les utilisateurs, le parcours du combattant commence. Notre mission semble simple : trouver un organisme qui veuille bien récupérer LISA. Tout naturellement, nous favorisons le recyclage. Premier obstacle, le fabricant en France a fermé depuis bien longtemps sa filière de reprise des anciennes sources... Deuxième option : une firme allemande avec laquelle nous avons l'habitude de travailler, mais elle ne peut entrer en matière sans son certificat d'origine, qui reste introuvable. Sur conseil de l'OFSP, nous contactons un prestataire basé en Angleterre. Il remue ciel et terre en Europe pendant plus d'une année, mais n'identifie aucune solution. Sans surprise, personne ne veut d'une source quinquagénaire, orpheline de son certificat. L'OFSP constatant nos efforts et l'impossibilité de solution de recyclage, dégage alors l'article 119 de l'ORaP et donne son accord pour que cette source soit envoyée au centre fédéral de ramassage. Des difficultés administratives nous forcent finalement à renoncer même à cette option. Nous sommes bloqués. Les semaines passent, nous cherchons de possibles alternatives crédibles en étroite collaboration avec la sécurité du CHUV. Puis, miracle, l'expert local retrouve, bien cachée au fond d'un tiroir resté fermé depuis des lustres, un document jauni par le temps : Certificat de source scellée industrielle daté du 03.08.1971. Ce sésame débloque tout et permet de relancer les démarches pour un recyclage en Europe. Nous reprenons contact avec l'entreprise allemande et commençons finalement la planification du transfert vers Leipzig.

De longues semaines plus tard (le temps de sécuriser le paiement de la facture dispendieuse), la date du départ est fixée, mais les quelques 48 TBq restant ne se déplaceront pas sans précautions pour autant. Il s'agit de minuter l'intervention, coordonner les acteurs, analyser les risques et prévoir les méthodes de mitigation. Bien rôdée à cet exercice, la direction de la sécurité du CHUV démontre toute sa capacité d'appréciation globale de la situation. Nos collègues

discutent, écoutent, envisagent, proposent et guident le plan de sécurité dans un juste équilibre entre l'information aux collaborateurs et la confidentialité des mesures prévues. Sur cette base, l'OFSP accorde l'autorisation d'exportation.

#### *Le jour du départ*

Un mercredi ensoleillé supporte sans mal les imprévus de dernière minute tels que retard de camion à la douane ou appareil de climatisation mal placé. Après quelques heures de travaux de préparation les souffles se retiennent et les appareils photos sortent des poches pour le dénouement : suspendue sous la fourche d'un chariot élévateur, LISA entre dans un conteneur de type B sous l'œil de l'OFSP et de la SUVA. Une fois bien arrimée, elle disparaît sous un solide couvercle d'acier, accompagnée par quelques applaudissements de soulagement ! Déjà, on mesure les indices de transport selon l'ADR, colle les étiquettes sur les colis. Quelques contrôles administratifs et signatures plus tard, le conteneur hissé dans un camion pour y passer la nuit sous bonne garde, nous prenons congé de notre vieille connaissance qui aura le droit à une deuxième vie. Plus habitués à protéger le public et les travailleurs que les sources radioactives, nous retiendront de cette démarche une belle opportunité de nouer des liens avec les services de sécurité et d'accumuler une expérience commune de la mise en œuvre des principes qui soutiennent notre système de radioprotection.

*Tous nos remerciements aux nombreuses personnes impliquées tout au long de ce projet au CHUV, à l'UNIL et au sein des autorités de surveillance. Merci également au CERN pour le soutien matériel.*

*Nicolas Cherbuin, Jérôme Damet, CHUV-IRA*

#### **4. Publications, rapports et liens internet**

- ☞ [Rapport annuel Radioprotection 2021](#) (OFSP)
  - ☞ [Radioactivité dans l'environnement et doses de rayonnements en Suisse 2021](#) (URA, OFSP)
  - ☞ [Radenviro](#) pour consulter les résultats des mesures de la radioactivité dans l'environnement; page spéciale [suivi de la situation radiologique en Suisse et en Ukraine](#)
  - ☞ [ICRP 151](#): Occupational intakes of Radionuclides: Part 5
  - ☞ IAEA Safety Standards GSG-15 [Remediation Strategy and Process for Areas Affected by Past Activities or Event](#)
  - ☞ [Repères, le magazine d'information de l'IRSN](#)
  - ☞ La revue [Radioprotection de la SFRP](#), avec en particulier le document publié en juin 2022 « [Maintenir les recommandations de la CIPR adaptées aux besoins](#) » disponible en open Access
- Et bien sûr, le site de l'ARRAD : [www.arrad.ch](http://www.arrad.ch)