



EDITORIAL

La journée thématique 2011 sur la problématique des accidents en radiothérapie, qui s'est déroulée le 4 novembre à l'auditoire de la maternité du CHUV, a été un succès. Pour la première fois, notre association a ouvert une large collaboration dans la mise sur pied de son séminaire annuel. Les sociétés de Suisse romande concernées par le thème de la journée, à savoir la SASRO, l'ASTRM et la SSRPM, ont été associées à l'organisation de la manifestation. La participation des techniciens en radiologie médicale et des physiciens médicaux à la journée a été encourageante. Celle du corps médical de radiothérapie, à l'exception de nos hôtes, plutôt modeste, alors que cette profession est aussi très concernée par le thème. Ceci indique que l'implantation de notre organisation chez les médecins est encore faible et que nous devons à l'avenir tenter d'y remédier. Un nouveau défi pour notre comité.

Au-delà des commentaires plutôt « politiques » à cette manifestation, j'aimerais revenir sur son contenu en soulignant d'abord l'enrichissement du séminaire apporté par nos collègues de France. Tout d'abord la présentation de l'accident d'Epinal par M. Noël, en prise directe avec les événements et leur gestion. Ensuite celle de M. Petit sur les enseignements de l'avionique dans la gestion des risques, message d'exigence (efficacité de l'analyse des éléments précurseurs) et de modestie (stratégie des petits pas). Et finalement, celle de Mme Rousse sur la réponse forte de l'autorité française qui marque une ère nouvelle dans la transparence en radiothérapie. Les contributions « suisses » ont aussi été très intéressantes, car elles ont positionné les groupes professionnels, médecins, techniciens en radiologie médicale, physiciens, radioprotectionnistes face à la problématique. Comme par le passé, les recommandations de notre société, actuellement en consultation sur notre site, devraient permettre de tirer les conclusions de cette journée. N'hésitez pas à les étudier et à faire parvenir vos commentaires à notre secrétaire.

Votre comité prépare déjà activement le programme de 2012 : assemblée générale le 16 mars avec une conférence sur le thème de la place de la radioprotection dans la sécurité au travail et journée thématique le 15 novembre sur l'intervention et l'assistance: les experts de la radioprotection au service de la population, thème que l'accident de Fukushima a rendu très actuel. Parallèlement les préparatifs du Congrès IRPA 2014 à Genève, dans lequel notre société est largement impliquée, se poursuivent. Nous vous en donnerons des informations plus détaillées en temps voulu, mais nous vous proposons de retenir déjà les dates : 22-28 juin 2014 à Genève.

Au moment où vous lirez ces lignes, nous aurons déjà fait le saut en 2012. Avec un peu d'avance ... et de retard (question de vitesse de la lumière), je vous souhaite à tous une année 2012 riche de succès.

Christophe Murith, président de l'ARRAD

Table des matières

1. Risque lié aux radiations : deux études épidémiologiques et statistiques

2. Accident de gammagraphie industrielle

3. Situation au LHC

4. Enquête CT: Les examens tomographiques contribuent pour plus des deux tiers à la dose annuelle en radiodiagnostic

5. Rapports, publications et bibliographie

6. Communication et liens internet

1. Risque lié aux radiations : deux études épidémiologiques et statistiques

La majorité de nos connaissances du risque radiologique sur l'être humain provient des études épidémiologiques réalisées grâce aux survivants des bombes atomiques, des patients de radiothérapie et des travailleurs de l'industrie nucléaire. En 2011, deux nouvelles études relatives au risque dans la population en général ont été publiées : une sur le sexe des enfants à la naissance en Europe (Scherb & Voigt 2011) et une sur les cancers et leucémies pédiatriques en Suisse (Spycher *et al.* 2011).

La première étude s'est intéressée au rapport du nombre de garçons sur le nombre de filles à la naissance (sex odd) au fil du temps depuis les années 1950 jusqu'au début des années 2000. Les auteurs montrent qu'il est possible d'ajuster une courbe présentant un saut au milieu des années 1960 et en 1987. Ils en déduisent que l'arrêt des essais de bombes nucléaires dans l'atmosphère et l'accident de Tchernobyl ont favorisé la naissance des garçons par rapport aux filles. Une analyse sans a priori montre toutefois que les sauts identifiés dans l'étude se noient dans les fluctuations naturelles. La seule augmentation qui paraît significative s'observe en Russie, mais n'est pas incompatible avec une croissance allant du début des années 1980 jusqu'en 2000. Cette augmentation s'observe également – mais pour des amplitudes bien supérieures – durant la même période dans de nombreux pays asiatiques. Elle a été clairement identifiée comme provenant d'avortements sélectifs réalisés grâce à la diffusion des examens par ultrasons. Malgré ces données peu solides, les auteurs s'estiment en mesure de remettre en cause l'ensemble des études épidémiologiques relatives au risque radiologique et affirment que le risque est probablement sous-évalué de trois à quatre ordres de grandeurs. Si cela devait se vérifier, cela aurait bien évidemment des conséquences très importantes sur toutes les applications des radiations ionisantes, en médecine en particulier.

La seconde étude est réalisée de manière très rigoureuse par l'Institut universitaire de médecine sociale et préventive de l'Université de Berne. Elle prend en compte l'ensemble des cas de cancers et de leucémies pédiatriques de Suisse et étudie l'éventualité d'une augmentation du risque à proximité des centrales nucléaires. Un soin particulier est apporté à l'analyse des facteurs confondants. Le principal résultat est que les incidences relatives de leucémies à une distance inférieure à 5 km d'une centrale nucléaire sont supérieures à 1.00 (1.20 en considérant le lieu de naissance et 1.41 en considérant le lieu du diagnostic), mais ne sont pas statistiquement significatives. Comme disait Carl Sagan, « absence

of evidence is not evidence of absence ». Cela signifie donc que l'on n'a pas démontré l'absence totale d'effet. Mais aucune étude scientifique n'est en mesure de démontrer l'absence totale d'un effet. Dans le cas qui nous intéresse ici, on peut tout de même affirmer que si risque il devait y avoir, il serait extrêmement faible et qu'il n'y a pas lieu de considérer cet aspect comme un problème majeur de santé publique. Le débat est toutefois loin d'être clos puisqu'en janvier 2012, une étude similaire réalisée en France vient de montrer un effet statistiquement significatif d'augmentation du risque de leucémie chez les enfants vivant à proximité des centrales nucléaires.

Références

H. Scherb and K. Voigt. The human sex odds at birth after the atmospheric atomic bomb tests, after Chernobyl, and in the vicinity of nuclear facilities, *Environ Sci Pollut Res*; 18:697–707 (2011).

Ben D Spycher, Martin Feller, Marcel Zwahlen, Martin Rössli, Nicolas X von der Weid, Heinz Hengartner, Matthias Egger, Claudia E Kuehni. Childhood cancer and nuclear power plants in Switzerland: a census-based cohort study. *Int J Epidemiol*; 5:1247-1260 (2011).

F. Bochud (IRA)

2. Accident de gammagraphie industrielle

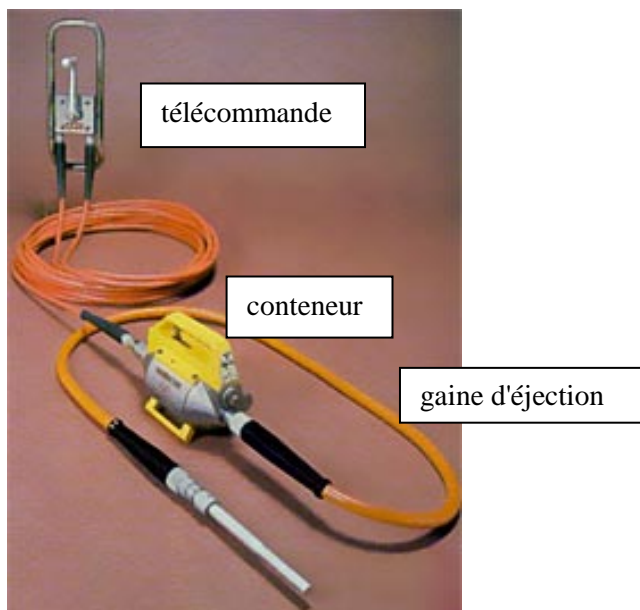
La gammagraphie industrielle est une des méthodes de test non destructif pour contrôler la qualité d'une soudure. Dans cette procédure, des sources radioactives de hautes activités sont utilisées, typiquement Se-75, Ir-192 ou Co-60 avec des activités jusqu'à 3.7 TBq. Les contrôles sont si possible effectués dans un local d'irradiation mais souvent il est nécessaire de contrôler des conduites ou canalisations directement sur place. Les unités d'irradiation qui sont utilisées pour ce travail sont composées d'un conteneur blindé qui contient la source radioactive, d'une télécommande et d'une gaine d'éjection avec collimateur pour diriger la source à l'endroit des essais.

Dans les applications en dehors d'un local d'irradiation, la zone où la gammagraphie est effectuée est délimitée et interdite d'accès de manière à ne pas dépasser les limites de doses pour la population. Les tirs sont effectués par une équipe de deux personnes qui sont considérées comme professionnellement exposées aux radiations dans l'exercice de leur travail. Chaque personne est équipée avec :

- un dosimètre,
- un instrument de mesure des radiations muni d'un dispositif avertisseur (bipeur), et

- un débitmètre à lecture directe pour contrôler la position correcte du zonage.

Seulement ces personnes ont le droit de séjourner à l'intérieur de la zone délimitée.



Le 9 septembre 2011, deux opérateurs ont réalisé des tirs de gammagraphie sur un chantier pour contrôler les conduites de gaz dans un fossé. Ils ont utilisé une source de Se-75 d'une activité de 2 TBq. L'opérateur A se trouvait dans le fossé et changeait le film et la position du collimateur alors que la source était dans son conteneur. L'opérateur B était situé auprès de la manivelle de la télécommande. L'opérateur B a supposé que l'opérateur A avait terminé son travail et qu'il se trouvait donc en dehors du fossé. Il a tourné la manivelle pour sortir la source du conteneur sans avoir attendu le "feu vert" de l'opérateur A. Le bipleur de l'opérateur A a donné une alarme et celui-ci a réalisé que la source était véhiculée hors du conteneur. Il s'est mis à crier et est sorti du fossé pendant que l'opérateur B a ramené la source dans son conteneur. L'incident qui n'a pas été annoncé à l'autorité de surveillance n'a été découvert qu'après l'évaluation des dosimètres qui indiquaient une dose de 19.4 mSv pour l'opérateur A et une dose inférieure à 0.1 mSv pour l'opérateur B. Les doses annuelles tenant compte de la dose du mois de septembre se sont chiffrées à 19.5 mSv (opérateur A) et 0.9 mSv (opérateur B). L'enquête conduite par l'autorité de surveillance a montré que le dosimètre de l'opérateur A était très proche de la gaine d'éjection (à environ 5 cm). Pour cette raison, la dose mesurée par le dosimètre correspondait à une dose locale. Le calcul de la dose effective tenant compte des distances minimales des différents organes par rapport à la source en mouvement et des facteurs de pondération des organes a permis d'estimer une

valeur de 4.0 mSv. L'enquête a aussi montré que les procédures de bonnes pratiques avaient été établies par l'entreprise et portées à la connaissance des opérateurs. Cependant, elles n'ont pas été appliquées, l'opérateur B ayant sorti la source sans attendre le feu vert de son collègue. En outre, le positionnement de l'opérateur B n'était pas optimal pour surveiller la zone contrôlée et la position de son collègue. Par contre, l'équipement des opérateurs était complet. Sans bipleur, l'opérateur A n'aurait pas réalisé le danger et n'aurait pas pu réagir aussi rapidement. Il en aurait résulté une dose nettement plus élevée avec des conséquences sanitaires très sévères. Des améliorations dans la formation interne concernant la communication entre les opérateurs avant de sortir la source et concernant la surveillance du zonage doivent être prises par l'entreprise. De plus, la communication des incidents à l'autorité de surveillance doit être améliorée par l'entreprise. Cet incident va être thématiqué dans les cours de radioprotection de la Suva et lors des contrôles de radioprotection des entreprises de gammagraphie industrielle. Cet incident a été classé comme un événement INES 1.

M. Hammans (Suva)

3. Situation au LHC

L'objectif initial pour la campagne d'exploitation du LHC avec protons en 2011 était de livrer un femtobarn inverse (fb^{-1}) de données aux expériences. Le femtobarn inverse est la grandeur utilisée par les physiciens des accélérateurs pour compter le nombre de collisions protons/protons dans les expériences (1 fb^{-1} est égal à 70 millions de millions de collisions). Cette unité permet également de quantifier les performances des collisionneurs de particules tels que le LHC. Mais comme les performances de l'accélérateur se sont révélées être bien meilleures que prévues initialement, cet objectif a pu être atteint en trois mois et ce sont finalement 5.7 fb^{-1} de données qui ont été livrées à chacune des deux plus grandes expériences, ATLAS et CMS, qui sont destinées à l'étude des aspects les plus divers de la physique.

Du point de vue de la radioprotection, cette augmentation significative des performances de l'accélérateur n'est bien sûr pas sans conséquences. Bien que les pertes de faisceau et l'activation des matériaux en résultant soient minimales dans la majorité des 27 km de l'accélérateur (la perte de particules a lieu dans certaines zones dédiées et par conséquent connues telles que les zones de collimation), chaque accès dans la machine nécessite une évaluation des conditions radiologiques dans la zone concernée et selon le type d'accès la stratégie adoptée diffère. Pour les

arrêts suite à des problèmes techniques nécessitant l'accès dans la machine, un agent du groupe de radioprotection accompagne les intervenants pour effectuer une mesure de débit dose dans la zone d'installation de l'équipement défaillant et pour définir, si nécessaire, les mesures de radioprotection applicables. Lors des arrêts techniques de plusieurs jours planifiés plusieurs fois durant l'année 2011, la stratégie est différente; après une période variant entre 30 mn et plusieurs heures (ce qui permet de bénéficier de la décroissance radioactive) et après une vérification des niveaux de radioactivité induite par l'intermédiaire du système de monitoring à distance, les équipes du groupe de radioprotection pénètrent dans les tunnels par l'intermédiaire des puits donnant accès aux différents octants dans le but d'effectuer une cartographie détaillée de l'accélérateur. Cette cartographie permet d'établir la classification radiologique des différentes zones de l'accélérateur et de mettre en place la signalisation appropriée lorsque des points plus ou moins radioactifs sont identifiés. L'analyse de ces mesures permet également de voir l'évolution des niveaux de radioactivité induite en fonction de l'opération et des améliorations apportées à la machine. Durant l'année 2011, les différents secteurs du LHC ont été classés en « Zone surveillée » à l'exception des deux sections droites accueillant les collimateurs et des deux cavernes où sont installés les blocs absorbeurs de faisceau qui ont, elles, été classées comme « Zone contrôlée Temps de séjour limité ».

Pour l'année 2012, le planning est assez similaire à celui de 2011. Les premières semaines de l'année seront consacrées aux activités de maintenance et à l'implémentation de quelques améliorations en vue de l'opération avec faisceau. Une des améliorations prévues est l'ajout conséquent de blindage nécessaire pour protéger certains composants électroniques sensibles dont l'exposition aux radiations a été la cause d'arrêts intempestifs de la machine en 2011. A la fin de la période d'opération en 2012, le LHC sera mis à l'arrêt pour une période de 20 mois afin d'effectuer des modifications significatives et permettre l'opération de l'accélérateur dans les conditions nominales d'énergie (7 TeV *) et d'intensité des faisceaux. En raison de l'ampleur et de la complexité des travaux prévus durant cette période, la prise en compte des contraintes et exigences liées à la radioprotection dans la phase de préparation et de coordination des activités est primordiale. Dans ce cadre, plusieurs outils et systèmes sont en phase de développement ou en cours de déploiement pour faciliter le suivi des travaux dans la machine du point de vue de la radioprotection. Par exemple, tous les matériaux sortant du tunnel LHC doivent transiter par des zones tampons dans lesquelles les contrôles radiologiques sont effectués. Ces zones tampons

ont été équipées de lecteurs de codes barres, et grâce au développement de l'application TREC (Traceability of Radioactive Equipment), le suivi des résultats des contrôles radiologiques et la mise à jour de la base de données associée a pu être automatisée. Dans le même esprit, la détermination des prévisionnels de dose pour les nombreuses interventions dans la machine nécessite la mise en œuvre de nouvelles pratiques. Le groupe de radioprotection ne disposant pas des ressources et de la connaissance de tous les équipements de l'accélérateur, des experts en radioprotection ont été formés et nommés dans chaque groupe responsable d'équipement. La mission de ces experts est de former le personnel du groupe en question à l'élaboration des prévisionnels de dose en prenant en compte les différentes étapes de l'intervention ainsi que les résultats des cartographies radiologiques. Une application web est en phase de développement pour permettre le partage des résultats de ces cartographies avec les responsables d'équipements et les experts en radioprotection. Le travail effectué par les experts en radioprotection est extrêmement utile au groupe de radioprotection qui peut se focaliser sur l'optimisation des interventions les plus coûteuses en terme de dose.

Afin d'atteindre les performances nominales du LHC, il est aussi prévu d'apporter des améliorations dans la chaîne d'accélérateurs utilisée pour l'injection. Le changement principal sera la mise en service du Linac4 qui remplacera le Linac2 en tant que source de protons pour tous les accélérateurs en aval. Le Linac4 permettra d'augmenter le taux de collisions en délivrant des paquets de particules plus intenses avec des faisceaux de taille plus réduite. En plus du bénéfice pour le LHC, cette augmentation d'intensité permettra également d'ouvrir de nouvelles perspectives pour les nombreuses expériences utilisant l'interaction des faisceaux sur des cibles fixes. Pour la radioprotection, chaque augmentation de l'intensité ou de l'énergie des faisceaux fait l'objet d'une étude approfondie afin de déterminer les éventuelles conséquences en terme de débit de dose ou d'activation des matériaux et, le cas échéant, de définir les mesures compensatoires à mettre en œuvre.

* Noter l'énergie actuelle utilisée dans le LHC de 3.5TEV par faisceau

J. Vollaire (CERN)

4. Enquête CT: Les examens tomographiques contribuent pour plus des deux tiers à la dose annuelle en radiodiagnostic

Les enquêtes nationales visant à déterminer les doses de radiation délivrées à la population par la radiologie médicale sont recommandées afin de

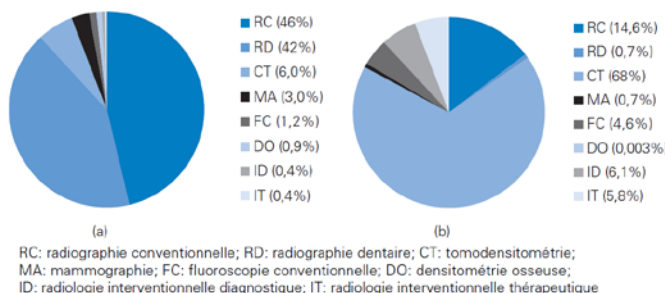
suivre les tendances de l'exposition de la population et assurer protection radiologique. La dernière enquête de ce genre a été menée en Suisse en 1998 et la dose efficace annuelle due à la radiologie médicale a été estimée à 1 mSv par habitant. Le but de l'enquête actuelle était de suivre les tendances de la radiologie diagnostique et interventionnelle en Suisse, entre 1998 et 2008, et de déterminer la contribution des différentes modalités radiologiques et des divers types d'examens à la dose efficace collective due à l'application médicale des rayons X. Une base de données en ligne (<http://www.raddose.ch>) a été développée à cet effet, et tous les prestataires de soins détenant une autorisation à utiliser une installation radiologique dans le pays ont été invités à participer à l'enquête. Plus de 225 examens, couvrant huit modalités radiologiques, ont été considérés et la dose efficace moyenne pour chaque examen a été réévaluée. Les données concernant ~ 3500 utilisateurs ont été recueillies, correspondant à un taux de réponse de 42%. L'enquête a montré qu'en 2008, la fréquence moyenne des examens radio-diagnostiques était de 1,7 par habitant et la dose efficace annuelle moyenne due aux rayons X médicaux était de 1,2 mSv par habitant (tableau 1).

Tableau 1. Nombre total des examens et doses associées en 2008.

	Collectif (x10 ⁶)	Par habitant
Nombre annuel d'examens	13	1.7
Dose annuelle en mSv	9.1	1.2

Les examens les plus fréquents étaient les radiographies conventionnelles et dentaires (88%, fig. 1). La contribution de la tomographie à été de 6% en termes de fréquence d'examens, et de 68% en termes de dose efficace collective.

Figure 1. Nombre total des examens annuels (a) et dose collective (b) répartis par catégories d'examens.



La comparaison avec d'autres pays a montré que la dose efficace moyenne par habitant en Suisse

était dans la même gamme que celle enregistrée dans d'autres pays avec des systèmes de santé publique similaires, bien que le nombre annuel d'examens effectués en Suisse a été plus élevé à cause de la contribution élevée de la radiologie dentaire.

Un article du bulletin OFSP et le rapport final de l'enquête sont accessibles sur le site web de l'OFSP :

<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/10463/index.html?lang=fr>

B. Ott (OFSP)

5. Rapports, publications et bibliographie

- ☞ [ICRP 114](#) : Environmental Protection: Transfer Parameters for Reference Animals and Plants
- ☞ [ICRP 115](#) : Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon
- ☞ [Rapport annuel 2010 de la dosimétrie des personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession en Suisse](#)
- ☞ [Recommandations de la CPR concernant l'utilisation de dosimètres individuels actifs](#)
- ☞ [Prise de position de la CPR concernant les portiques de détection de radiations à l'entrée des centrales d'incinération](#)
- ☞ [Proposition de directive Euratom concernant les normes de base en radioprotection](#) (European Basic Safety Standards)

6. Communication et liens internet

- ☞ [La revue Contrôle de l'ASN](#)
- ☞ [La revue Radioprotection de la SFRP](#)
- ☞ [Repères, le magazine d'information de l'IRSN](#)

N'oubliez pas de consulter régulièrement le site Internet de l'ARRAD : www.arrad.ch
