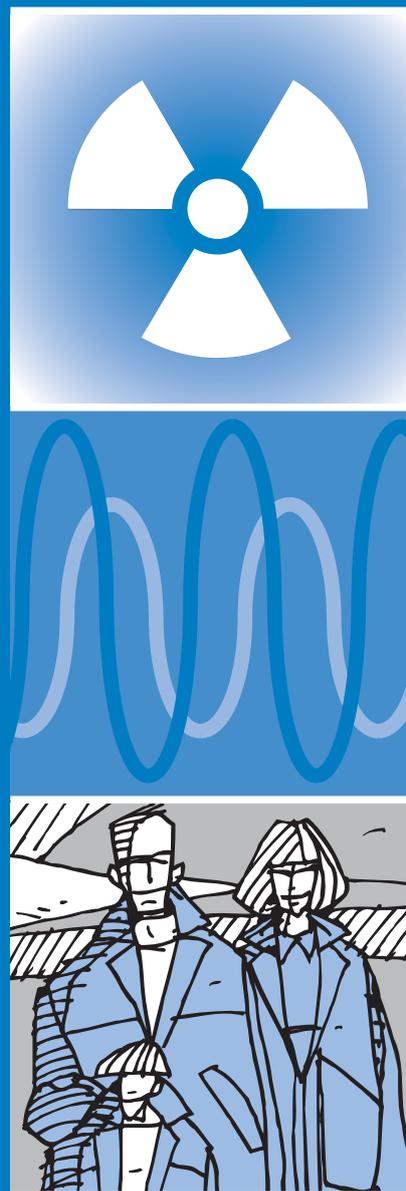


# Jahresbericht 2004 der Abteilung Strahlenschutz Rapport annuel 2004 de la division Radioprotection



# Rapport annuel 2004 de la division Radioprotection

<b>Editorial</b>	<b>38</b>
<b>La division Radioprotection</b>	<b>39</b>
Protection de la population et de l'environnement contre les radiations	39
<b>Incidents radiologiques en 2004</b>	<b>41</b>
Sources radioactives dangereuses déposées à la ferraille	41
Résidus d'incinération radioactifs	41
Remise anonyme de substances radioactives à l'Université de Zurich	42
Elimination illégale de sources lumineuses «Beta-light» au tritium	42
<b>Autorisations et surveillance</b>	<b>43</b>
Tâches	43
Activités et résultats	43
Activités de surveillance	44
Médecine	45
Grandes installations	47
Déchets radioactifs et héritages radiologiques	48
Evaluation	49
<b>Radon</b>	<b>50</b>
Tâches	50
La carte du radon est établie	50
5000 bâtiments à assainir d'ici 2014	52
Formation	53
Informations via divers canaux	54
Evaluation	55
Les effets sanitaires du radon sont importants	55
<b>Surveillance de l'environnement</b>	<b>56</b>
Tâches	56
Activités et résultats	57
Evaluation	61
<b>Doses de rayonnement</b>	<b>62</b>
Tâches	62
Activités et résultats: doses de rayonnement reçues par la population	62
Personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession	64
Evaluation	66
<b>Rayonnements non ionisants et son</b>	<b>67</b>
Tâches	67
Activités et résultats	67
Champs électromagnétiques	68
Rayonnement optique	69
Son	70
Evaluation	71

# Editorial

Chères lectrices, chers lecteurs,

Conformément au mandat légal qui lui est conféré, la division Radioprotection de l'OFSP présente un rapport annuel d'activités portant sur les thèmes suivants: résultats de la dosimétrie individuelle, résultats de la surveillance de la radioactivité dans l'environnement, problématique du radon et doses de rayonnements subies par la population suisse. Les informations ont, jusqu'ici, été publiées séparément dans quatre rapports séparés. Le présent rapport annuel, en revanche, prend en compte tous les aspects de la radioprotection relevant de la surveillance de l'OFSP ainsi que les activités de la division. Pour de plus amples détails techniques, veuillez consulter le site: [www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch).

## Thèmes majeurs de l'année 2004

A bien des égards, l'année écoulée a été difficile pour la division Radioprotection. En effet, un incident radiologique que nous n'avions pas considéré jusqu'ici comme possible en Suisse s'est produit. Le fait que des sources radioactives dangereuses utilisées en thérapie puissent passer d'un hôpital suisse à la ferraille constituait pour nous un scénario inimaginable. Ce n'est que grâce au comportement exemplaire d'un ferrailleur que l'incident n'a pas pris des proportions alarmantes. Pour éviter que de tels incidents ne se reproduisent, la division Radioprotection renforcera la surveillance dans ce domaine et considérera avec une attention particulière les sources usagées. Les entreprises ont été priées d'éliminer aussi rapidement que possible, et conformément à la loi, les sources qui ne sont plus utilisées.

Les délais de dix ans prévus par les dispositions transitoires de l'ordonnance sur la radioprotection de 1994 ont expiré le 30 septembre 2004. Malgré cela, début 2004, 1000 médecins n'avaient pas encore fourni la preuve de leurs compétences en matière d'expert en radioprotection comme cela avait été demandé dix ans auparavant. Grâce à un effort particulier de toutes les personnes concernées et à la possibilité de passer l'examen exigé via Internet, cette question a pu être réglée.

Une étude hollandaise montrant que la technologie UMTS exerce une influence significative sur le bien-être de la population a fait grand bruit. Cela a provoqué de nombreuses interrogations provenant de la population et des médias, ainsi que des interpellations de la part de personnalités politiques. A titre de confirmation, cette étude sera reconduite en Suisse.

La législation sur la radioprotection (1994) est en vigueur depuis dix ans. L'OFSP a jugé qu'il était opportun de considérer d'un œil critique le passé et l'avenir et a invité à cet effet les responsables suisses de la radioprotection à un colloque de deux jours. Cette confrontation critique a fourni d'intéressantes idées pour le futur, qu'il s'agit maintenant de mettre en pratique. Les moyens ainsi que les ressources venant de plus en plus à manquer, nous concentrerons nos efforts sur la problématique des doses intensives et sur les situations à haut risque en visant encore davantage d'efficacité dans la radioprotection.

## Nos tâches – nos objectifs

La division Radioprotection suit avec attention les évolutions internationales en matière de radioprotection et s'efforce de mettre en pratique une radioprotection internationale harmonisée. Il y a dix ans, la Suisse a été le premier pays à intégrer dans la législation nationale les nouvelles recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) et à mettre en pratique de nouvelles valeurs limites plus restrictives. C'est pourquoi les divers nouveaux projets de recommandations de ladite commission ont été considérés avec beaucoup d'intérêt. Le dernier projet de la Commission, pour lequel une consultation internationale a été réalisée en 2004, n'avait cependant pas la qualité des recommandations antérieures. Craignant que les nouvelles recommandations n'améliorent en rien la radioprotection, les autorités suisses responsables de celle-ci ont proposé à la Commission de retravailler le texte de ces recommandations et ne pas les publier sous leur forme actuelle.

Merci beaucoup pour l'intérêt que vous portez à ce rapport. Werner Zeller, responsable de la division Radioprotection

# La division Radioprotection

## Protection de la population et de l'environnement contre les radiations

En Suisse, la protection de l'homme et de l'environnement contre les rayonnements ionisants est réglée par la législation sur la radioprotection. Celle-ci concerne toute activité ou installation, tout événement ou toute situation pouvant présenter un danger lié à des rayonnements ionisants et provoquer une augmentation de la radioactivité dans l'environnement. L'Office fédéral de la santé publique (OFSP) est chargé – avec d'autres autorités – de mettre à exécution la législation sur la radioprotection; l'exécution relève de la division Radioprotection.

La population est de plus en plus soumise aux rayonnements non ionisants comme les champs électromagnétiques, le rayonnement optique ou le son. La division Radioprotection prend en considération les aspects de ces rayonnements non ionisants pouvant entraîner, à court ou long terme, des problèmes sanitaires.

La division Radioprotection

- évalue les risques sanitaires
- élabore des stratégies d'optimisation de la radioprotection
- prend des mesures de réduction des doses de rayonnements
- surveille les doses de rayonnement subies par la population et l'environnement
- informe la population et les institutions
- exécute les directives légales.

Elle veille à réduire le plus possible les risques encourus par la population et l'environnement par le biais des activités et programmes décrits ci-après.

### Surveillance et autorisations

La division Radioprotection délivre les autorisations pour l'utilisation de rayonnements ionisants en médecine, dans l'industrie (installations nucléaires exceptées), la recherche et la formation. En collaboration avec la Suva, elle surveille

le respect des directives en matière de radioprotection et effectue des inspections. Elle informe et conseille les détenteurs d'autorisations et le personnel concerné pour ce qui est de la mise en pratique des directives.

### Incidents techniques

Lors d'incidents ou d'accidents liés aux rayonnements, la division Radioprotection soutient les entreprises et autres parties concernées.

### Examens radiologiques impliquant de fortes doses

Les examens radiologiques par tomodensitométrie (CT) et par radioscopie peuvent soumettre les patients à des doses de rayonnements relativement élevées. En collaboration avec les médecins, la division Radioprotection élabore et recommande des mesures d'optimisation, afin de limiter ces doses de rayonnements.

### Radon

Le radon est un gaz radioactif présent partout. Il peut être à l'origine de doses élevées et par là même induire un cancer du poumon. La division Radioprotection évalue la situation par rapport au radon, élabore et recommande des mesures d'assainissement pour les bâtiments existants et des mesures préventives pour les nouvelles constructions. Elle coordonne les activités au niveau national.

### Surveillance de la radioactivité

La dispersion de la radioactivité naturelle et celle de la radioactivité artificielle dans l'atmosphère et l'environnement est surveillée en permanence, en particulier aux alentours d'installations nucléaires, d'entreprises industrielles, d'instituts de recherche et d'hôpitaux utilisant des substances radioactives. Pour déterminer le risque lié aux rayonnements auxquels la population est exposée, on détermine des doses de rayonnements provenant de sources naturelles et artificielles; les résultats sont publiés régulièrement.

### Registre dosimétrique central

Les doses de rayonnements subies par les personnes exposées professionnellement aux rayonnements sont enregistrées dans le registre dosimétrique suisse; elles sont évaluées et contrôlées.

### Formation et perfectionnement

La division Radioprotection est responsable pour la reconnaissance des cours de formation et de perfectionnement en matière de radioprotection pour la médecine, l'enseignement et la recherche.

### Déchets radioactifs

La division Radioprotection organise le ramassage des déchets radioactifs issus de la médecine, de l'industrie

et de la recherche pour les transférer au centre fédéral de ramassage.

### Produits radiopharmaceutiques

La division Radioprotection évalue les études cliniques utilisant des produits radiopharmaceutiques. Elle est responsable, avec Swissmedic, de l'octroi des homologations et de l'enregistrement des produits radiopharmaceutiques.

### Rayonnements non ionisants

La division Radioprotection détermine les doses subies par la population en matière de champs électromagnétiques, de rayonnement optique (UV, laser) et de bruit lié aux loisirs. Elle évalue les effets sanitaires potentiels et elle recommande des mesures de protection.

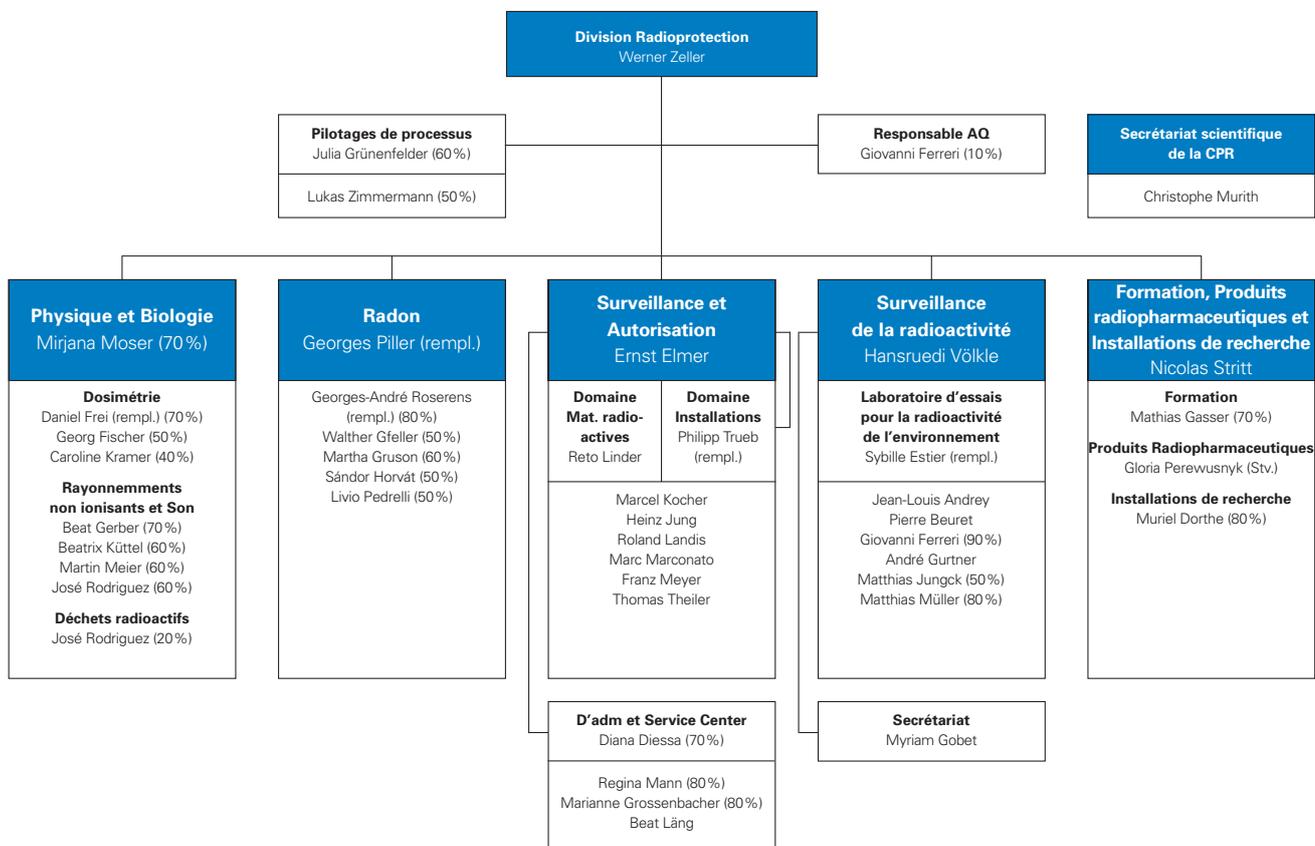


Fig.1: Organigramme de la division Radioprotection

# Incidents radiologiques en 2004

## Sources radioactives dangereuses déposées à la ferraille

En février 2004, l'hôpital cantonal de Baden s'est débarrassé de matériaux lors d'une action de nettoyage de ferraille, parmi lesquels se trouvait un coffre-fort contenant des chevilles de césium radioactif (Cs-137). Cette élimination était non conforme aux législations en vigueur en raison de diverses négligences. Grâce au contrôle effectué avec un appareil de mesure de rayonnement par l'entreprise de récupération de ferraille lors de la réception de la marchandise, 14 des 15 sources radioactives faisant partie de l'inventaire original ont pu être retrouvées. De telles chevilles de césium étaient utilisées en gynécologie jusque dans les années 80 pour le traitement de tumeurs. Ces sources radioactives présentent des risques potentiels importants si leur passage dans l'environnement n'est pas contrôlé et passe inaperçu, et si des personnes y sont exposées à courte distance. Les conséquences sanitaires peuvent être graves. En



**Fig. 2: Coffre-fort contenant les sources radioactives dans la ferraille.**

cas d'exposition prolongée, des atteintes précoces sous forme de brûlures de la peau ne sont pas à exclure et, à long terme, l'apparition d'un cancer peut survenir. C'est la raison pour laquelle la source manquante a été active-

ment recherchée au moyen de détecteurs très sensibles. Les recherches effectuées à l'intérieur de l'hôpital et des entreprises de récupération de ferraille concernées ainsi que sur les voies d'acheminement n'ont malheureusement pas abouti. L'OFSP considère toutefois que le risque présenté par cette source introuvable est faible. Afin de prévenir la survenue d'incidents analogues, l'OFSP vérifie systématiquement si d'autres sources de ce type sont encore entreposées dans d'autres hôpitaux, afin qu'en cas de non-utilisation elles soient éliminées de manière conforme. Dans le cas de l'hôpital cantonal de Baden, le Ministère public de la Confédération a ouvert une enquête de police judiciaire en rapport avec une infraction à la loi sur la radioprotection. L'enquête a été close et les résultats ont été transmis au service cantonal compétent en vue d'un jugement.



**Fig. 3: Cheville de césium.**

## Résidus d'incinération radioactifs

En février 2004, lors du contrôle d'entrée dans une décharge, des résidus d'incinération (environ 10 m<sup>3</sup>) livrés par l'usine d'incinération des ordures ménagères de Bienne (Müve) contenant des substances radioactives ont été découverts. La contamination radioactive des ré-

sidus d'incinération était manifestement due à la combustion de peintures luminescentes contenant du radium, utilisées autrefois par l'industrie horlogère. La peinture luminescente n'ayant pas été détectée lors de la livraison, aucune responsabilité n'a pu être établie. Dans le cadre d'une opération difficile de tri des résidus d'incinération, effectuée par les spécialistes de la Suva et de l'OFSP, un volume de 0,6 m<sup>3</sup> de résidus fortement contaminés a pu être isolé et préparé pour la remise au centre de ramassage des déchets radioactifs. Le solde des résidus a été mis en décharge conformément aux dispositions légales. L'OFSP recommande aux exploitants d'usines d'incinération des ordures ménagères de surveiller tous les déchets entrants au moyen de détecteurs sensibles. Ce n'est qu'ainsi que des contaminations de cette ampleur peuvent être évitées.

### Remise anonyme de substances radioactives à l'Université de Zurich

Fin mai 2004, l'Institut d'histoire de la médecine de l'Université de Zurich a reçu un paquet anonyme. A l'ouverture, il a été établi qu'il contenait des substances radioactives. Comme une action criminelle ne pouvait être exclue, le service de sécurité de l'Université de Zurich a immédiatement informé la Centrale nationale d'alarme

(CENAL). Les forces de police et le service de l'Institut Paul Scherrer (IPS) assurant le piquet en matière de radioprotection ont examiné ce cas. L'expéditeur du paquet n'a toutefois pas pu être découvert jusqu'à aujourd'hui. Grâce à la démarche adéquate de l'entreprise, une mise en danger des personnes concernées par ces substances radioactives a pu être évitée. Les sources radioactives ont été livrées au centre de ramassage des déchets radioactifs de l'Institut Paul Scherrer et éliminées de manière conforme.

### Élimination illégale de sources lumineuses «Beta-light» au tritium

En octobre 2004, l'autorité de surveillance de la Suva a appris qu'en mai 2003 la Société RUAG Land Systems à Thoune avait éliminé, avec d'autres substances non radioactives usagées, un total de 703 sources lumineuses «Beta-light» radioactives contenant 42 TBq de gaz tritium. Ce matériau a sans doute été acheminé à la fonderie de la Stahl Gerlafingen. Il est à supposer que le tritium radioactif s'est dispersé dans la nature. Des effets sur l'environnement n'ont toutefois pas pu être relevés jusqu'à maintenant. L'autorité de surveillance a déposé plainte. L'enquête essayant de déterminer les causes de cet incident suit son cours.

# Autorisations et surveillance

## Tâches

La division Radioprotection surveille l'exécution de la législation sur la radioprotection au niveau national. Ainsi, elle agit de manière préventive contre l'apparition de lésions dues aux rayonnements (patients, personnel, population) lors de l'utilisation de rayonnements ionisants dans le domaine médical, technique et artisanal. Elle octroie des autorisations pour l'utilisation de rayonnements ionisants en médecine, dans l'industrie et la recherche (p. ex. installations radiologiques, substances radioactives et produits radiopharmaceutiques) et des homologations pour certains produits destinés au public, libérant ainsi l'utilisateur de l'obligation de disposer d'une autorisation. Elle est en outre autorité de surveillance d'établissements médicaux, de centres de formation et de grandes institutions comme le CERN et l'Institut Paul Scherrer; elle organise des inspections en rapport. En particulier, elle vérifie la formation (qualifications techniques et qualité d'expert) des personnes qui exercent des fonctions de radioprotection dans les entreprises. La Suva est l'autorité de surveillance compétente pour l'industrie et l'artisanat. En cas d'infractions à la législation sur la radioprotection, la division Radioprotection procède à des enquêtes et engage des procédures pénales dans le cadre du droit pénal administratif. Elle organise chaque année une action de ramassage des déchets radioactifs que le centre fédéral de ramassage rattaché à l'Institut Paul Scherer conditionne à des fins de stockage intermédiaire et final. Les déchets sont d'abord stockés dans l'entrepôt intermédiaire de la Confédération et seront ultérieurement stockés dans des dépôts en couches géologiques profondes. Elle conseille les sociétés et les entreprises relevant de sa surveillance en ce qui concerne la mise en pratique des directives sur la radioprotection, son but étant une radioprotection optimale pour toutes les personnes concernées. A cette fin, elle édicte des dispositions d'application (directives et notices d'information). En cas d'incident dans les entreprises, de découverte ou d'élimination d'héritages radiologiques (p. ex. des sources de rayon-

nement radioactives abandonnées), elle effectue, en tant qu'organe neutre, des vérifications et procède à des enquêtes, et veille à ce que la situation créée ne présente aucun risque pour l'homme et l'environnement.

## Activités et résultats

### Procédures d'octroi d'autorisation

L'utilisation de sources radioactives et d'installations radiologiques est soumise à autorisation, conformément à la législation suisse sur la radioprotection. Tout utilisateur de rayonnements ionisants doit déposer au préalable une demande correspondante auprès de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP). L'autorité de surveillance vérifie alors si les conditions relatives à la protection de l'homme et de l'environnement sont remplies. Les établissements médicaux et les centres de formation relèvent de la division Radioprotection de l'OFSP. Les entreprises industrielles et artisanales relèvent quant à elles de la Suva. Après octroi de l'autorisation, on vérifie durant la période de validité de dix ans de celle-ci, si et comment, dans les entreprises disposant d'une autorisation, les directives légales sur la radioprotection sont mises en pratique en vue de la protection des patients, du personnel et de la population. Des considérations individuelles sont prises en compte. En 2004, 1351 demandes d'autorisation pour l'utilisation de rayonnements ionisants (principalement des installations radiologiques à usage médical et des substances radioactives) ont été traitées, et 4886 nouvelles autorisations ou prolongements d'autorisations arrivées à échéance ont été délivrées. 879 inspections d'entreprises ont été effectuées à l'échelle suisse par sondage.

### Renouvellement des autorisations

Avec l'entrée en vigueur de la nouvelle ordonnance sur la radioprotection du 22 juin 1994, les autorisations d'une durée illimitée accordées selon l'ancien droit ne restaient valables que jusqu'au 30 septembre 2004. Ce-

la concernait 6500 autorisations relatives à des installations radiologiques à usage médical et 400 autorisations pour l'utilisation de substances radioactives et d'installations radiologiques à usage non médical.

Afin que l'OFSP puisse renouveler à temps les autorisations dont le délai arrivait à expiration, les renouvellements ont commencé, dès le milieu de l'année 2003, et les autorisations ont été prolongées pour dix ans. Ce faisant, il a fallu vérifier si les conditions pour le renouvellement étaient remplies. En 2004, environ 2500 autorisations ont été renouvelées pour dix ans.

### **Emoluments pour le renouvellement des autorisations**

Les émoluments prélevés par l'OFSP pour les octrois d'autorisations ont suscité une certaine incompréhension, principalement de la part des médecins. Les autorisations sont accompagnées d'une notice concernant les émoluments, notice qui n'a manifestement pas toujours reçu l'attention souhaitée. Les émoluments en question s'expliquent comme suit: avec la loi sur la radioprotection, le parlement a mandaté le Conseil fédéral de fixer des émoluments pour l'octroi d'autorisations et l'exercice de la surveillance en matière de radioprotection. La dernière fixation des tarifs date de 1999, année d'édiction d'une ordonnance sur les émoluments basés sur le principe de la couverture des frais. Le montant des émoluments pour l'octroi d'une autorisation comprend: un forfait administratif de Fr. 125.– couvrant les frais d'établissement de l'autorisation et de gestion des données correspondantes, ainsi qu'un forfait de surveillance dépendant de l'objet soumis à autorisation et concernant toutes les activités de surveillance à venir au cours de la période de validité de dix ans de l'autorisation (entre autres surveillance administrative, conseils et inspections par sondage des établissements médicaux). Les émoluments couvrent toutes les prestations de l'autorité compétente respectivement en matière d'autorisation et de surveillance, durant une période de dix ans suivant l'octroi de l'autorisation. Ils ne concernent donc pas uniquement les frais de renouvellement comme cela est souvent mal compris. A notre avis, le montant actuel des émoluments est donc toujours approprié.

## **Activités de surveillance**

### **Inspections et audits des entreprises**

Les activités de surveillance consistent à vérifier les données collectées auprès des fournisseurs d'installations radiologiques et des sociétés commerciales concernant les installations radiologiques dont elles assurent l'installation ou la maintenance ainsi que les substances radioactives qu'elles vendent. La surveillance comprend également des inspections et des audits

d'entreprises par sondage (environ 900 par année) dans tout le pays. Le but des contrôles effectués sur place est de vérifier la mise en pratique des directives sur la radioprotection. Il s'agit en outre de définir et, le cas échéant, de mettre en pratique, en collaboration avec les spécialistes, les possibilités d'amélioration des mesures de radioprotection concernant le personnel et les patients. Lors de cette activité de surveillance, 16 cas d'infraction aux directives sur la radioprotection ont été constatés; ils ont été signalés au service compétent en matière de droit pénal administratif de l'OFSP. Il s'agissait principalement de l'exploitation d'une installation radiologique sans autorisation et du non-respect des charges contenues dans l'autorisation.

### **Séminaire pour techniciens en radiologie de sociétés spécialisées**

Deux séminaires d'une demi-journée ont été organisés pour les techniciens en radiologie travaillant auprès de fournisseurs d'installations radiologiques à usage médical sur des sujets comme l'assurance de la qualité, la technique radiologique et les mesures liées à la radioprotection touchant la construction. Les activités des fournisseurs d'installations radiologiques sont soumises à autorisation et surveillées par l'OFSP. Certains contrôles liés à la radioprotection sont cependant délégués par celui-ci aux fournisseurs en question. Dans ce contexte, l'échange réciproque d'informations joue un rôle particulièrement important du fait que les entreprises d'installation peuvent transférer leur savoir-faire en matière de radioprotection à large échelle dans les établissements médicaux.

### **Inventaire des sources radioactives de haute activité**

L'inventaire des sources radioactives de haute activité répertorie toutes les sources excédant une activité de plus de 20 millions de fois la limite d'autorisation. A ce jour, plus de 500 sources ont été enregistrées dans l'inventaire. Dans le cadre de la surveillance, l'OFSP écrit annuellement aux entreprises disposant de telles sources à des fins de vérification d'inventaire.

### **Droit pénal administratif**

En cas d'infraction à la législation sur la radioprotection, la division Radioprotection de l'Office fédéral de la santé publique, responsable de l'octroi des autorisations, engage et exécute si nécessaire des procédures de droit pénal administratif. Durant cette année, huit procédures administratives ont été établies par procédure simplifiée, onze par procédure ordinaire. Voici la liste des infractions constatées:

- installation et exploitation d'installations radiologiques à usage médical pour lesquelles les exploitants ne disposaient pas d'autorisation;

- non-respect des charges liées à l'autorisation;
- importation de matériel radioactif sans que le destinataire dispose d'une autorisation;
- exigence dosimétrique non remplie;
- fausses déclarations en douane lors de l'importation de substances radioactives;
- non-respect des contrôles périodiques de maintenance avec contrôle d'état par les exploitants d'installations radiologiques à usage médical;
- contrôle de maintenance avec contrôle d'état effectué sur des installations radiologiques à usage médical par des fournisseurs d'installations radiologiques qui n'étaient pas autorisés à le faire;
- test de réception non effectué ou effectué de manière incomplète lors de la mise en place d'installations radiologiques à usage médical par des fournisseurs d'installations radiologiques ou l'exploitant des installations.

## Médecine

### Niveaux de référence diagnostiques en médecine

L'enquête menée au niveau suisse [Aroua A., Vader J.-P., Valley J.-F., enquête sur l'exposition par le radiodiagnostic en Suisse. Lausanne: IRA/IMSP. 2000. [www.hospvd.ch/public/instituts/ira/](http://www.hospvd.ch/public/instituts/ira/)] sur les doses appliquées et les fréquences des examens a donné les résultats suivants:

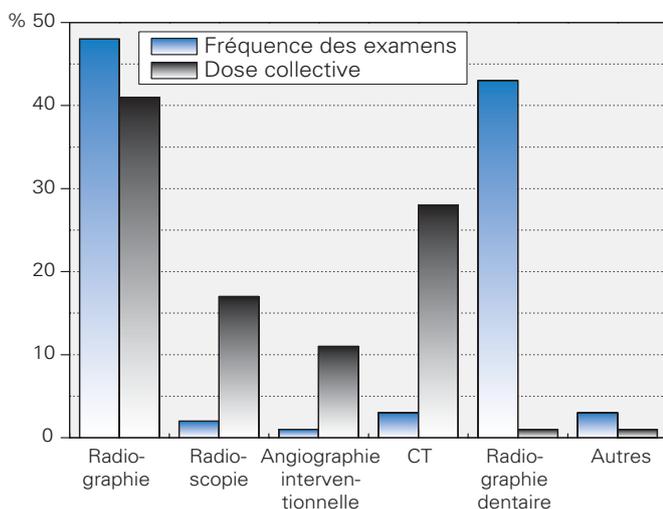


Fig. 4: Fréquences des examens diagnostiques et dose collective.

En radiodiagnostic, il n'existe pas de limites de dose pour le patient. Les examens radiologiques doivent toutefois être justifiés médicalement dans chaque cas et réalisés dans des conditions optimales pour garantir une protection appropriée du patient. Dès 1996, la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) a proposé l'utilisation de «niveaux de référence diagnostiques (NRD)». Il s'agit de valeurs d'évaluation s'appli-

quant à une grandeur facilement mesurable. Les NRD sont des valeurs seuils au-delà desquelles il faut pouvoir justifier la raison du dépassement et adapter la technique. Le respect des «bonnes pratiques» en matière de prestations techniques et diagnostiques devrait permettre de ne pas dépasser les NRD lors de procédures standards. Dans le cas des radiographies, la grandeur utilisée est la dose d'entrée à la surface du patient (en mGy). La directive R-08-04 de l'OFSP ([www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)) présente la façon dont les valeurs des doses peuvent être calculées et comment elles peuvent être comparées aux données internationales (= niveaux de référence). Sur le site de la division Radioprotection figure une application logicielle basée sur Excel (DRWCalc), pouvant être téléchargée depuis l'adresse: [www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch), pour effectuer les calculs et permettre une comparaison visuelle.

Office fédéral de la santé publique, Div. Radioprotection  
 Niveaux de référence diagnostiques (NRD)  
 pour les examens de radiographie

Calcul de la dose à la surface d'entrée du patient

Autorisation OFSP: FR - 0000.00.000

Radiographie: Thorax PA 400 CS

Tension: [kV] 125 kV

Charge: [mAs] 2 mAs

Distance foyer-peau: [m] 1.75 m

Dose à la surface d'entrée du patient: 0.15 mGy

Comparé à la valeur indicative de l'UE: [100%] 0.3 mGy 51.02 %

Mémoriser

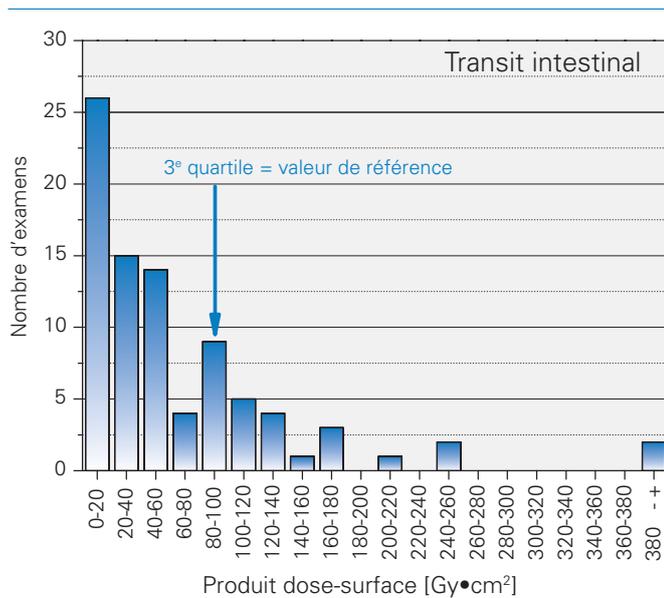
© 05 2003 OFSP/THT  
 Calcul Données

Fig. 5: Calcul des niveaux de référence diagnostiques par Internet.

### Applications diagnostiques à dose élevée

En particulier dans le cas d'examens impliquant de fortes doses (tomodensitométries ou radiosopies en cardiologie), les doses reçues par les patients peuvent présenter un important potentiel d'optimisation en regard des niveaux de référence diagnostiques (NRD).

Ceux-ci sont difficiles à définir lorsque les examens radiologiques sont effectués en mode radioscopique, spécialement ceux de l'angiographie et de la radiologie interventionnelle, les examens étant très différents les uns des autres en termes de durée d'exposition, du nombre d'images et de qualité d'image exigée. Afin d'aborder cette question en Suisse, une enquête dosimétrique a été effectuée auprès des 5 hôpitaux universitaires, l'objectif étant de fixer des niveaux de référence diagnostiques (NRD) pour 8 types d'examens de



**Fig. 6: Estimation des NRD avec l'exemple de l'examen du transit intestinal.**

radiologie diagnostique et interventionnelle. Chaque centre a dû noter, pour chaque type d'examen, les données relatives aux patients ainsi que des paramètres techniques obtenus lors de 20 procédures. A partir des données recueillies, les répartitions du produit dose-surface, du nombre d'images et de la durée d'exposition ont été déterminées.

Une grande variabilité des techniques d'examens a été constatée. Un certain nombre de NRD a été déterminé par la méthode du 3<sup>e</sup> quartile appliquée aux répartitions obtenues. Les résultats et les propositions concernant l'optimisation des doses ont été envoyés aux radiologues concernés.

### Nouvelles ordonnances et nouvelles directives/notices de l'OFSP

*Nouvelle ordonnance sur les accélérateurs:* dans l'ordonnance du 22 juin 1994 sur la radioprotection, l'édiction de diverses directives concernant l'exécution de la législation sur la radioprotection est déléguée au DFI. L'ordonnance sur les accélérateurs datant de 1980 a été révisée et adaptée à l'état de la science et de la technique concernant l'utilisation d'accélérateurs d'électrons à des fins médicales dans les hôpitaux disposant de cliniques radio-oncologiques. La nouvelle mouture de ce texte, soit l'ordonnance du DFI du 15 décembre 2004 sur la radioprotection s'appliquant aux accélérateurs d'électrons utilisés à des fins médicales (Ordonnance sur les accélérateurs, OrAc) est entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> février 2005.

### Directives/Notices d'information

Huit directives et quatre notices d'information ont été révisées ou élaborées comme aide à l'utilisation des

rayonnements ionisants et à la mise en pratique des prescriptions de la radioprotection. Elles sont destinées en particulier aux spécialistes des entreprises ayant une responsabilité en matière de radioprotection à l'égard de leurs collaborateurs et de leurs patients. Elles peuvent être consultées sur le site consacré à la radioprotection: [www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch). Elles expliquent comment assurer la qualité lors de l'utilisation de rayonnements ionisants sur l'homme et présentent des mesures de radioprotection d'ordre organisationnel et touchant la construction.

### Médecine nucléaire

Un groupe de travail mis en place par l'OFSP, constitué de spécialistes de la médecine et de l'industrie, a élaboré une directive (L-09-04) sur la réalisation et l'uniformisation de l'assurance de qualité des appareils utilisés lors des examens de médecine nucléaire (caméra gamma). Cette directive a été mise en vigueur après consultation des associations professionnelles concernées. Elle précise et concrétise l'art. 30 et l'annexe 4 de l'ordonnance du 21 novembre 1997 sur l'utilisation des sources radioactives non scellées (RS 814.554), qui exige que les appareils de médecine nucléaire (caméra gamma) soient vérifiés et entretenus selon des normes internationales harmonisées. Le respect des dispositions de la directive garantit une qualité optimale à un coût raisonnable. Tous les milieux concernés ayant été impliqués dans l'élaboration de cette directive, la mise en application de cette dernière devrait être accueillie favorablement. Dans le cadre du projet de calcul des niveaux de référence diagnostiques lors des examens médicaux (OSUR), le Département de radiologie physique de l'Hôpital universitaire de Bâle a effectué, à la demande de l'OFSP, une enquête au sujet des doses subies par les patients lors des divers types d'examens de médecine nucléaire. Ce projet a pour objectif de réduire à moyen terme, à l'aide des niveaux de référence déterminés, les doses de rayonnements subies par les patients et le personnel. Les associations professionnelles concernées (la Société suisse de médecine nucléaire [SSMN], la Société suisse de radiopharmacie/chimie radiopharmaceutique [SSRCR] et l'Association suisse des techniciens en radiologie médicale [ASTRM]) ont soutenu l'enquête et y ont participé. La publication des résultats et des conclusions se fera au premier semestre 2005 et mettra un terme à cette enquête.

### Formation

Le 30 septembre 2004 a expiré le délai transitoire de 10 ans au-delà duquel les médecins, les médecins vétérinaires et les médecins dentistes ayant la responsabilité du respect des dispositions légales concernant la radioprotection devaient avoir fourni la preuve de leurs compétences en tant qu'expert en radioprotection. Dans le

domaine de la formation, l'essentiel des activités a consisté à informer les personnes concernées, organiser des examens centraux pour l'obtention de la qualification d'expert et réaliser des tâches en relation avec l'obligation de fournir la preuve de ses compétences. Au total, en 2004, 971 médecins ont réussi l'examen organisé par l'OFSP, 815 d'entre eux l'ayant passé via Internet. Initialement, il était prévu d'offrir la possibilité de passer l'examen via Internet jusqu'à fin juin 2004; en raison d'une forte demande, cette limite a été repoussée à fin septembre. La figure 7 présente le nombre de participants à l'examen via Internet par mois.

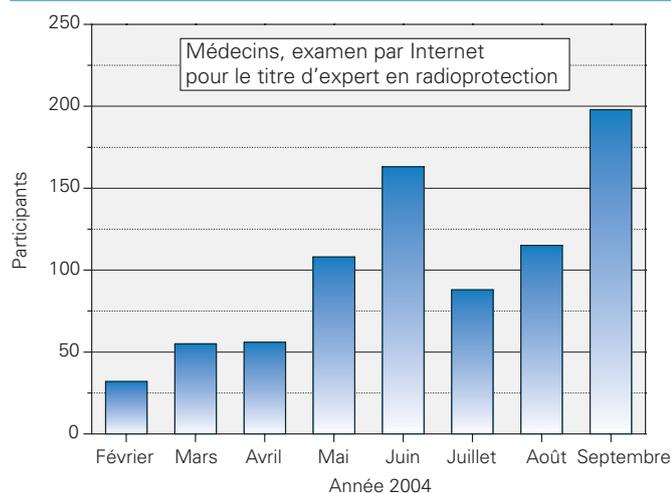


Fig. 7: Examen pour les médecins par Internet.

Une forte augmentation des demandes de reconnaissance d'une formation acquise à l'étranger en matière de radioprotection a été constatée en relation avec les accords Suisse-UE sur la libre circulation. Relevons en particulier le nombre élevé de demandes venant de médecins et de médecins dentistes résidant en Allemagne. Dans ce domaine d'activités, il faut s'attendre à d'autres augmentations durant ces prochaines années.

Des changements sont intervenus dans la formation des chiropraticiens après acceptation d'une demande de reconnaissance similaire. Jusqu'ici, l'OFSP organisait en effet l'examen final en matière de radioprotection (qualifications techniques et qualité d'expert) alors qu'à partir de cette année, la responsabilité en incombe à l'Association suisse des chiropraticiens (ASC), l'OFSP faisant office de surveillant.

### Produits radiopharmaceutiques

En 2004, 81 demandes d'autorisations spéciales ont été déposées pour l'utilisation de produits radiopharmaceutiques à usage humain non homologués. Les autorisations ont été accordées ou une solution alternative a pu être trouvée. Cela correspond à une augmentation de 28% par rapport à l'année précédente. Les demandes

portaient sur 20 préparations et 10 radionucléides différents. Un quart de ces demandes concernait des kits de Technetium-99m, un autre quart des substances TEP et un autre quart encore des émetteurs  $\beta$ . 27 demandes pour la réalisation d'études cliniques avec des substances radiomarquées ou avec des produits radiopharmaceutiques ont été traitées. Elles concernaient, elles aussi, une grande diversité de nucléides et de préparations. Les 27 études en question portaient sur 24 produits radiopharmaceutiques; seul 5 d'entre eux avaient été homologués. La dose effective dans ce type d'études tend à augmenter et se situe généralement, lors des examens diagnostiques et physiologiques, dans le domaine des doses intensives, si bien qu'il a souvent fallu autoriser une augmentation de la dose à 5 mSv pour les volontaires sains. Dans le cadre de la surveillance du marché, la division Radioprotection a vérifié la qualité de trois produits radiopharmaceutiques importants, dont un n'ayant pas été homologué. La Commission paritaire compétente en matière de produits radiopharmaceutiques (pFKR) de l'OFSP et de Swissmedic a traité 10 demandes d'enregistrement, ce qui représente une augmentation de 150%. Le cas de la zevaline, remède radioimmunologique de Schering, homologué en Suisse en 2004, marqué à l' $^{90}\text{Y}$  et utilisé pour le traitement des lymphomes non hodgkiniens, mérite d'être évoqué. Le processus de marquage de cette préparation est complexe et le personnel doit être spécialement formé à cet effet. Il se peut en effet que, malgré la formulation en kit, ledit personnel reçoive une dose élevée lors de sa préparation. Les effets secondaires d'ordre hématologique du traitement à la zevaline étant importants, ce médicament devrait être utilisé exclusivement par des médecins très expérimentés en matière de médecine nucléaire et en collaboration avec des hématologues éminents.

## Grandes installations

### Radioprotection au CERN

Le CERN est un laboratoire international regroupant un grand nombre de scientifiques, d'ingénieurs et de techniciens de tous pays. Les installations sont fréquemment montées et modifiées à court terme. Elles correspondent le plus souvent à une technologie de pointe et sont de type non conventionnel. Cela explique la complexité des problèmes de sûreté et l'importance particulière qu'il convient d'accorder à la sécurité du travail et à la radioprotection. Le CERN se distingue des autres laboratoires suisses par son caractère international et son installation à cheval sur la frontière France-Suisse. Il se dote d'une réglementation propre en matière de sécurité pour unifier autant que faire se peut la réglementation

sur tout son domaine. Celle-ci se base sur les Directives européennes et les règles en vigueur dans les Etats hôtes. Le CERN choisit la réglementation la plus avancée. La collaboration en matière de radioprotection entre le CERN et la Suisse est réglée dans un accord. L'OFSP surveille l'environnement du CERN sur le territoire suisse. La surveillance englobe les mesures de débit de dose ambiant, de la radioactivité de l'air (Radair et High-Volume-Sampler), de spectrométrie gamma in situ ainsi que les contrôles par échantillonnages des concentrations des radionucléides du sol, de l'herbe et de diverses denrées alimentaires. La surveillance des eaux du voisinage du CERN a été confiée à l'Institut F.-A. Forel de l'Université de Genève. Les résultats montrent que la valeur directrice de dose liée à la source de 0,3 mSv/an a été respectée dans l'année sous revue.

Le remplacement du LEP (Large Electron-Positron Collider) par le LHC (Large Hadron Collider) qui utilise des faisceaux de protons (2, 7 TeV) et d'ions lourds motive une analyse de la stratégie de surveillance par les autorités des pays hôtes, la DGSNR (Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection) côté France et l'OFSP (Office fédéral de la santé publique) côté Suisse. Afin de mettre en place une stratégie optimale de surveillance des installations du CERN, l'OFSP en collaboration avec la DGSNR, a constitué un groupe de travail (GT Point zéro CERN), qui a pour but d'établir la situation initiale de référence de la radioactivité de l'environnement dans et aux alentours du site du CERN avant la mise en service du LHC et de déterminer les impacts du nouvel accélérateur prévu.

### Radioprotection l'IPS

L'Institut Paul Scherrer (IPS) est un des grands centres de recherche pour les sciences naturelles et l'ingénierie de la Suisse. Il est situé près de Villigen en Argovie. Toutes les installations produisant des rayonnements ionisants ainsi que tous les laboratoires de l'IPS travaillant avec la radioactivité sont sous la surveillance de l'OFSP, pour autant que ces installations ne soient pas considérées comme installations nucléaires. L'IPS possède depuis plusieurs années deux installations réservées à la médecine pour le traitement par protons des tumeurs et autres malformations. L'OFSP a donné, sous la forme d'une autorisation, son accord pour la mise en service d'un nouveau projet nommé PROSCAN, prévoyant un nouvel accélérateur pour traiter diverses tumeurs des yeux, des sarcomes, de chordomes et autres tumeurs. Les premiers tests de ce nouvel accélérateur, n'incluant pas d'application à l'homme, sont prévus pour la fin de l'année 2004. Une nouvelle cible (MEGAPIE) pour l'installation de source de neutrons par spallations SINQ, constituée de métal liquide, a reçu en 2004 le feu vert de l'OFSP pour sa construction et sa mise en service.

L'OFSP effectuera lors de sa construction de nombreux contrôles et vérifiera à plusieurs reprises les avancées des travaux et la mise en service de cette installation complexe et unique.

Les doses les plus importantes reçues par les collaborateurs de l'IPS ont été enregistrées durant la période du shutdown. Durant cette période, qui dure généralement plusieurs mois et qui se déroule en début d'année, la plupart des installations sont arrêtées et des travaux de maintenance, de réparation et de développement sont effectués par l'IPS. Lors de ce dernier shutdown, une dose collective de 70,8 personnes mSv a été mesurée pour l'ensemble des travaux. L'IPS effectue et élabore chaque année un plan de radioprotection et analyse préalablement la situation, afin d'optimiser les travaux et leur durée dans le but de diminuer les doses reçues par le personnel. Les travaux d'assainissement de plusieurs laboratoires dans lesquels sont manipulées des sources radioactives non scellées se sont terminés durant l'année en cours. L'OFSP a organisé diverses inspections de ces installations et a constaté qu'elles satisfont aux normes en vigueur. L'IPS, mais également son autorité de surveillance, l'OFSP, effectuent périodiquement des mesures, afin de s'assurer qu'aucune limite, que ce soit des limites sur les émissions, des limites sur les immisions ou des limites sur le rayonnement direct ne soient dépassées. Durant l'année en cours, tous les résultats montrent que ces valeurs limites ont été respectées par l'IPS. Durant l'année 2004, l'OFSP n'a pas constaté, lors de ces diverses inspections, de manquement aux lois et ordonnances en vigueur.

### Déchets radioactifs et héritages radiologiques

#### Action de ramassage

Lors de la collecte des déchets radioactifs, un volume de 4,7 m<sup>3</sup> de déchets issus de la médecine, de l'industrie et de la recherche a été livré au Centre fédéral de ramassage (IPS), dont 1 m<sup>3</sup> sous forme conditionnée. Les déchets livrés étaient principalement constitués de tritium (H-3) provenant de l'industrie des peintures luminescentes. Comparé à l'année précédente, il y avait environ 25% de déchets en moins. Les inspecteurs de la radioprotection de l'OFSP ont accepté, lors d'inspections ou à la demande de personnes privées ou d'écoles, de petites quantités (généralement inférieures à 1 litre) de déchets radioactifs. Lors de la prochaine collecte, ces déchets seront remis au Centre fédéral de ramassage.

#### Paratonnerres contenant du radium

Une centaine de paratonnerres de la marque française HELITA contenant du radium se trouvent encore en



**Fig. 8: Paratonnerre contenant du radium.**

suisse romande. Ils ont été installés il y a 50 ans – soit à une époque où aucune autorisation n’était nécessaire. Leur efficacité n’ayant jamais été prouvée, ces paratonnerres devraient petit à petit être démontés afin d’exclure tout risque. Celui-ci n’existe cependant que si des composants du paratonnerre tombent par terre, si des personnes se tiennent à proximité immédiate sur une longue durée ou si ces paratonnerres sont entreposés ou éliminés de manière non conforme (p. ex. à l’intérieur d’une maison). L’OFSP, en collaboration avec les autorités cantonales des cantons de Genève, de Neuchâtel, de Vaud, du Valais, de Fribourg, du Jura et de Berne, recherche ces paratonnerres radioactifs, afin d’organiser leur démontage et une élimination conforme. Ils seront conditionnés à l’IPS et éliminés ensuite en tant que déchets radioactifs. Les cantons de Genève et de Fribourg ont déjà établi un inventaire et une partie de ces paratonnerres a déjà été démontée et livrée. Dans les cantons du Valais, de Vaud, de Neuchâtel, du Jura et de Berne, les travaux d’établissement de l’inventaire sont en cours auprès des autorités cantonales compétentes, si bien que le démontage pourra également bientôt commencer.

### **Pièces radioactives provenant de la liquidation des Mirages**

La liquidation des Mirages et du système Bloodhound par arma suisse génère d’importantes quantités (env. 30 tonnes) de pièces métalliques contenant du thorium radioactif. Celles-ci avaient été intégrées à ces systèmes pour des raisons techniques. Ayant besoin de temps pour trouver une solution respectueuse de l’environnement et peu coûteuse ou une possibilité de réutilisation,



**Fig. 9: Mirages**

arma suisse a déposé une demande auprès de l’OFSP pour pouvoir entreposer ces pièces métalliques contenant du thorium. L’OFSP établira une autorisation en conséquence avec des charges et des conditions très sévères.

### **Evaluation**

Nous constatons que les entreprises utilisant des rayonnements ionisants accordent à la radioprotection l’attention qui convient. Elles sont soutenues dans leur démarche par les autorités de surveillance qui les rendent attentives aux possibilités d’optimisation. Depuis l’introduction, en 1995, de la maintenance obligatoire des installations radiologiques à usage médical et du contrôle d’état, les installations ont pu être mises et maintenues à un niveau technique élevé. La radioprotection dans les établissements médicaux peut être considérée comme bonne, en particulier en ce qui concerne la protection des patients, en premier lieu, du fait des contrôles réguliers. Des améliorations sont encore possibles dans le domaine des examens impliquant de fortes doses, effectués par tomographie et par radioscopie dans la radiologie interventionnelle (p. ex. cardiologie). A cet effet, un projet d’optimisation (OSUR) portant sur plusieurs années est en cours.

# Radon

## Tâches

Le radon est un gaz rare radioactif. En Suisse, il provoque annuellement 200 à 300 décès par cancer du poumon. L'OMS considère qu'il est prouvé qu'il est cancérigène et, à l'échelle européenne, on le prend très au sérieux. En 1994, en Suisse, ont été mises en vigueur la loi sur la radioprotection et l'ordonnance sur la radioprotection; celles-ci concernent également le radon. Les articles correspondants se fondent sur les connaissances établies par la Commission internationale de la protection radiologique (CIPR) et prennent en compte les recommandations que celle-ci émet dans sa publication «CIPR 60». En matière de radon, la Confédération et les cantons se sont partagés les compétences.

Les tâches de la Confédération sont exécutées par l'OFSP; elles consistent à

- informer le public sur la problématique du radon;
- conseiller les cantons et autres intéressés;
- élaborer des recommandations sur les mesures du radon et effectuer des campagnes de mesures en collaboration avec les cantons;
- analyser l'origine et les effets du radon;
- évaluer les effets des actions menées;
- organiser des cours de formation;
- reconnaître les laboratoires de mesures.

Les tâches des cantons consistent à:

- réaliser suffisamment de mesures du radon;
- déterminer les régions à concentrations accrues de radon;
- mettre à disposition les cartes des régions à concentrations accrues de radon;
- éditer des directives sur la construction;
- mesurer le radon dans les nouveaux bâtiments;
- effectuer suffisamment de mesures dans les bâtiments publics dans les régions à radon;
- prendre les mesures nécessaires pour protéger les personnes concernées;
- ordonner des mesures de radon à la demande des personnes concernées.

L'OFSP a saisi l'occasion de la «mi-temps du programme du radon» pour faire effectuer une évaluation de l'exécution et de l'efficacité du programme. Le rapport est disponible sur Internet: <http://www.bag.admin.ch/cce>. L'étude montre clairement l'importance de la problématique du radon.

## La carte du radon est établie

L'établissement du cadastre du radon a été terminé fin septembre 2004, soit dans les délais. Des mesures ont été effectuées dans la plupart des communes. Certaines communes ont cependant été classifiées par leur canton sans que des mesures y aient été effectuées. Le nombre de mesures diminue continuellement depuis 1998 (figure 10).

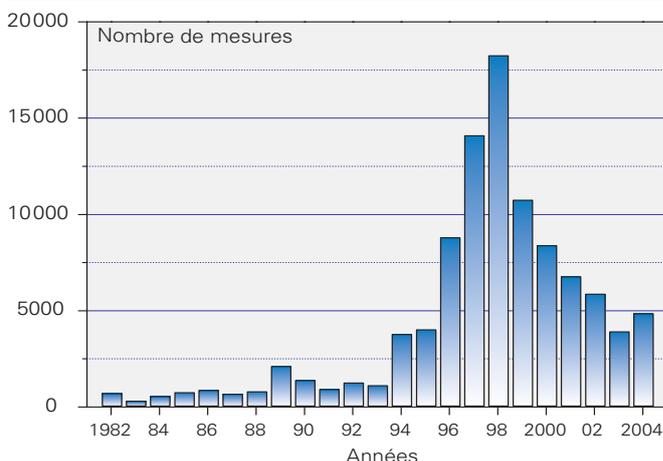


Fig. 10: Nombre de mesures par an.

## Répartitions

La banque de données suisse du radon contient actuellement des données concernant environ 55 000 bâtiments et plus de 101 000 mesures dont 60 000 concernent des locaux habités. Les critères du choix des maisons visant plutôt les concentrations élevées, la répartition des résultats des mesures n'est pas représentative

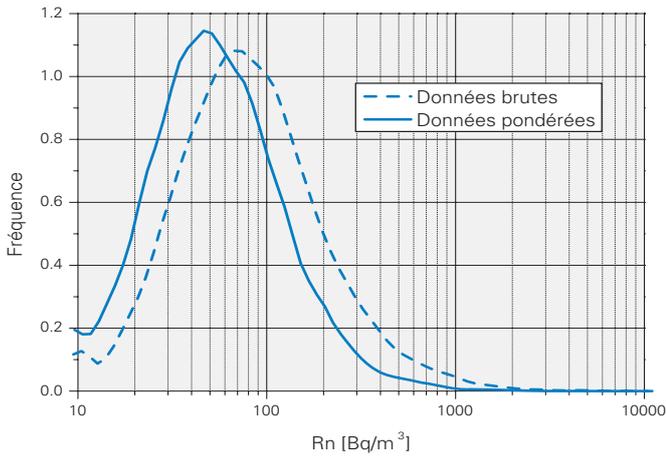


Fig. 11: Concentrations de radon dans les locaux habités.

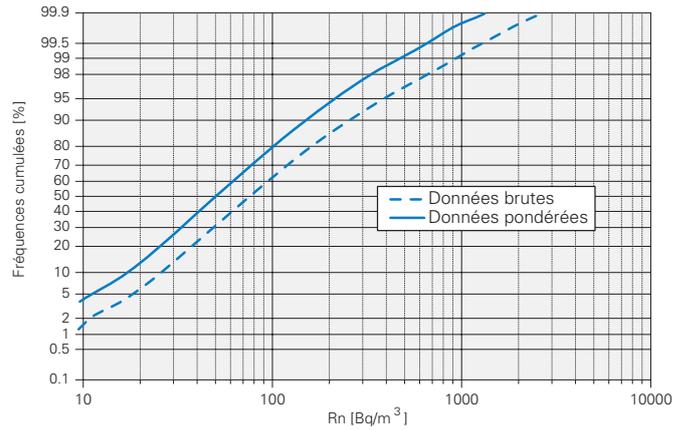


Fig. 12: Fréquences cumulées des concentrations de radon dans les locaux habités.

pour la population. Une répartition représentative s'obtient en prenant en compte les étages et les densités des populations régionales (figure 11). La moyenne arithmétique pondérée des concentrations en radon se monte à 75 Bq/m<sup>3</sup> dans les locaux habités.

A partir des répartitions cumulées représentatives (figure 12), on peut estimer qu'environ 1 à 2 % de la population (soit 70 000 à 140 000 personnes) vivent dans des concentrations supérieures à 400 Bq/m<sup>3</sup>; environ 0,2 % (soit env. 14 000 personnes) dans des concen-

trations supérieures à 1000 Bq/m<sup>3</sup>. En Suisse, la valeur limite de la concentration en radon est dépassée dans plusieurs milliers de maisons.

**La carte du radon, un instrument important**

La carte du radon établie à partir des valeurs moyennes mesurées au niveau communal dans les locaux habités et de la classification effectuée par les cantons (figure 13), ne permet pas de représenter des concentrations accrues de radon locales à l'intérieur d'une commune

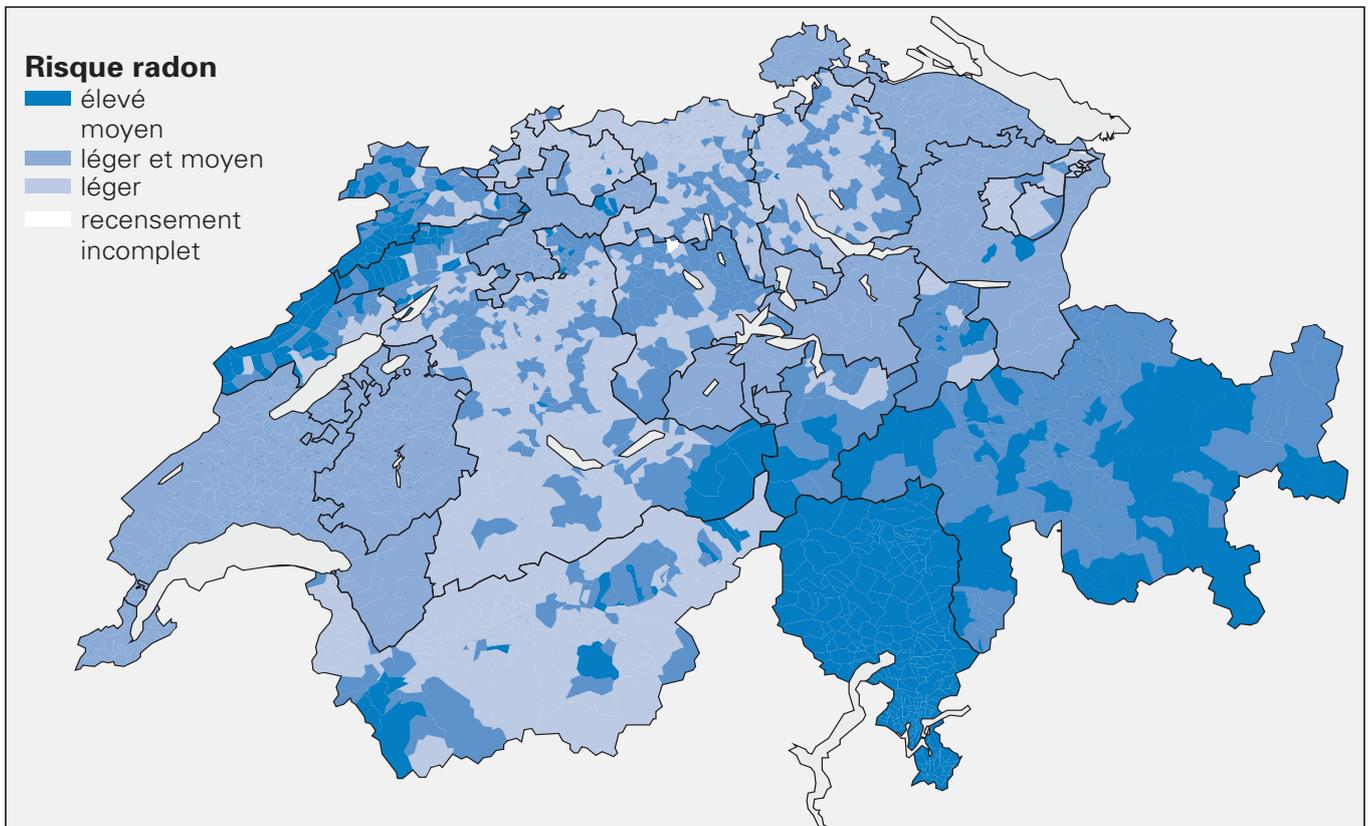


Fig. 13: Carte du radon en Suisse: état décembre 2004; L+T, Geostat.

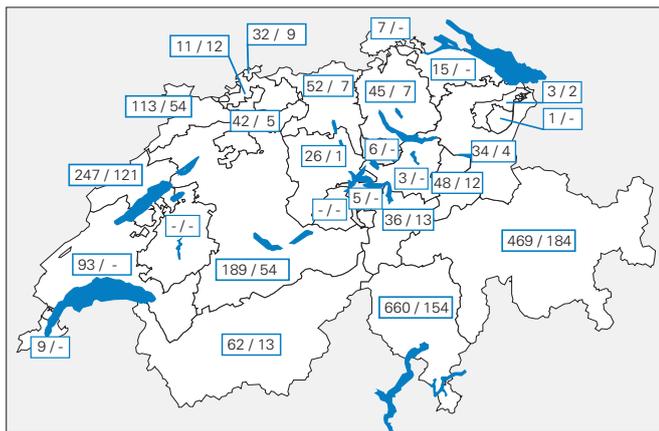


Fig. 14: Dépassements des valeurs directrice et limite par canton: état décembre 2004; L+T, Geostat.

ou réparties sur plusieurs d'entre elles. Des méthodes géostatistiques permettent d'étudier et de représenter les paramètres spatiaux liés aux points de mesure. De telles cartes sont établies en collaboration avec l'Institut de géomatique et d'analyse du risque de l'Université de Lausanne; elles peuvent être utiles lors d'une prise de décision en matière de prévention concernant un projet de construction ou de réaffectation de locaux.

### Surveillance à long terme de certaines maisons

Dans le cadre de ce projet, la concentration de radon est systématiquement surveillée dans certaines maisons. La série de données la plus ancienne concerne un lotissement de 10 maisons dans lesquelles des mesures sont effectuées chaque hiver et ceci depuis l'hiver 1991/1992.

Depuis 1994, des mesures de concentration de radon sont effectuées durant toute l'année dans certaines maisons des cantons de GR, ZH, NE, BE, les dosimètres étant remplacés quatre fois par an.

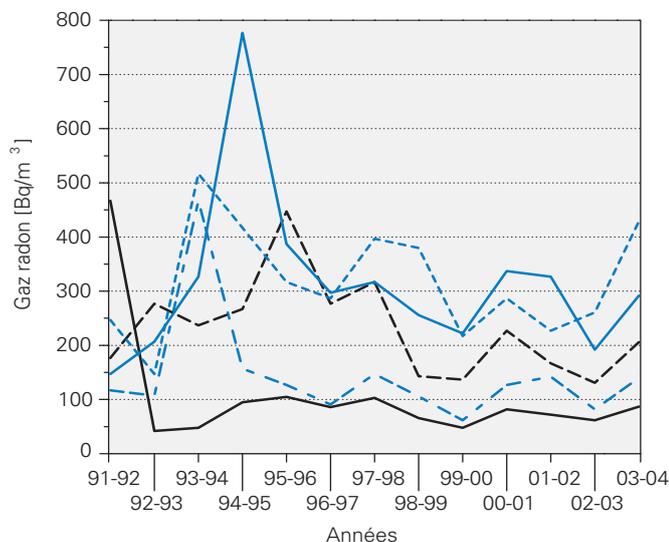


Fig. 15: Mesures hivernales dans 5 maisons voisines.

Ces mesures donnent des renseignements sur les fluctuations naturelles des concentrations de radon dans les locaux d'habitation et les caves. On constate qu'outre les variations annuelles, facilement explicables, des facteurs inconnus influencent également ces valeurs (cf. rapports annuels antérieurs).

### Mesures d'intercomparaisons

Les mesures d'intercomparaisons annuelles relatives aux appareils de mesure du radon ont été effectuées du 5 au 16 mars 2004 à l'Institut Paul Scherrer. Les services agréés de mesures du radon ont dû notamment faire vérifier la qualité de leurs mesures. Le rapport correspondant est disponible à l'adresse [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch). Les résultats obtenus au moyen de dosimètres à électret se situent tous dans une fourchette de 20 %, comme cela est exigé. Concernant les dosimètres à traces, les résultats obtenus au moyen d'un type de dosimètre américain ont été insuffisants: en effet, alors que la dispersion est bien faible (8 %), la valeur moyenne se situe 35 % en dessous de la valeur de référence; et même 58 % en dessous dans le cas de tests aveugles avec ces mêmes détecteurs. Le service de mesures correspondant a été rayé de la liste des services de mesures agréés. La société concernée a pris cette insuffisance très au sérieux et a déposé un rapport comportant des explications et une liste d'améliorations mises en œuvre.

### 5000 bâtiments à assainir d'ici 2014

#### Assainissements

Une tâche importante du service technique et d'information sur le radon est le conseil dans les cas d'assainissements. Il est réjouissant de constater que des assainissements ou des mesures préventives se réalisent sans notre intervention, grâce à notre documentation technique à l'attention des professionnels du bâtiment, des communes, cantons et propriétaires. Si un plus grand nombre de bâtiments dont la concentration moyenne en radon dépasse 1000 Bq/m<sup>3</sup> nous était signalé, notre service devrait alors s'adapter à la situation. Afin de motiver les propriétaires à réaliser rapidement un assainissement, les investissements doivent être bas. Il est plus facile et meilleur marché d'intégrer ces travaux dans les transformations prévues d'un bâtiment. Un surcoût supportable pour la réduction du radon se situe entre 1000 et 5000 francs pour les cas usuels et jusqu'à 20 000 francs pour les cas difficiles.

#### Mesures dans les bâtiments «Minergie»

Les bâtiments à faible consommation énergétique, Minergie, Minergie Plus ou les maisons passives peuvent réserver des surprises. Lors du contrôle des nouveaux

bâtiments, il est tout particulièrement important d'examiner ce type de construction. Le canton du Valais a effectué, pendant l'hiver 2003/2004, des contrôles dans 20 bâtiments neufs et deux rénovations qui ont reçu le label «Minergie». Dans les 20 nouvelles constructions, la concentration moyenne dans les pièces habitées était de  $115 \text{ Bq/m}^3$  et pour les locaux non habités (caves) de  $400 \text{ Bq/m}^3$ . Une concentration de radon de  $1080 \text{ Bq/m}^3$  a été mesurée dans un des bâtiments rénovés, et ce dernier est actuellement contrôlé par nos soins. Le deuxième cas de rénovation concernait une place de travail présentant une valeur de  $520 \text{ Bq/m}^3$ .

### Exemple d'assainissement

Dans ce bâtiment des années 50, la concentration en radon mesurée par le canton dépassait la valeur limite de  $1000 \text{ Bq/m}^3$ . Les nouveaux propriétaires ayant décidé de refaire tous les sols et d'agrandir la surface habitable, nous avons proposé un système de puisard ainsi que des tubes perforés sous les sols modifiés. Environ 80% de la surface a pu ainsi être mise en dépression. La figure 16 met en évidence l'effet du ventilateur. A noter que la ventilation est arrêtée dans la partie centrale du graphique. Soulignons-le encore une fois: il ne suffit pas de faire de nouveaux sols (en béton); seul un système actif créant une dépression peut réduire à un faible niveau les concentrations en radon.

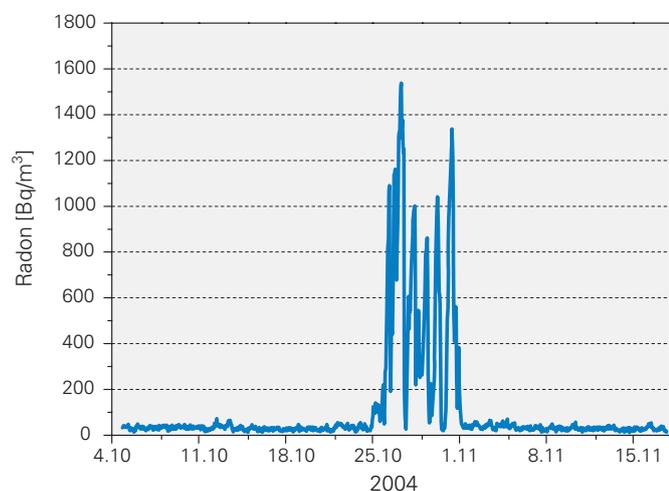


Fig. 16: Effet du ventilateur sur la concentration de radon.

### Cultiver les contacts internationaux

Depuis plusieurs années, l'OFSP collabore activement au réseau ERRICCA (European Radon Research and Industry Collaboration Concerted Action). Un des objectifs de celui-ci est l'organisation de rencontres nationales sur le thème du radon. L'OFSP en organise depuis 1995 sous la forme de journées d'information destinées aux responsables cantonaux. A diverses rencontres organisées dans le cadre d'ERRICCA 2 en Allemagne, France,

Angleterre et Belgique, des représentants de l'OFSP ont été invités à présenter le programme Radon suisse. Par ailleurs, l'OFSP a apporté des contributions importantes à la banque de données concernant les assainissements ainsi qu'à d'autres thèmes. Le réseau est financé en partie par la Communauté européenne jusqu'à fin 2004; au-delà, il devrait exister en tant que réseau indépendant.

## Formation

### Faible demande pour des cours

La demande est faible en matière de cours de formation dans le domaine du radon. Ainsi un cours de perfectionnement pour maîtres professionnels du bâtiment a dû être annulé en raison d'un nombre insuffisant d'inscriptions. En revanche, le thème du radon a pu être développé dans deux cours de la «Bildungsstelle Baubiologie»: six heures consacrées à des devoirs de lecture, deux heures de cours et d'examen.

### Documentation pour les professionnels du bâtiment

Le Guide technique du radon de l'OFSP offre aux professionnels du bâtiment des informations pratiques utiles pour les planifications. Ces informations doivent être transmises de manière ciblée dans tout le pays aux professionnels et aux futurs professionnels du bâtiment. Les cours et les conférences seront basés sur le Guide du radon. Dans l'idéal, les cours seront organisés pour des groupes spécifiques, les groupes concernés en premier lieu étant respectivement les personnes en cours de formation et leurs enseignants, ainsi que les professionnels expérimentés. Il existe un cours de base de 58 pages, un cours de perfectionnement de 46 pages et un cahier d'exercices comportant 18 exercices. Ce sont des ensembles de feuilles comportant, outre le contenu proprement dit, des conseils didactiques et des informations en relation avec ledit contenu. Ce qu'on appelle le Classeur du conférencier est basé sur le Guide du radon et existe sous forme de fichiers Powerpoint et PDF. Durant l'année sous revue, les versions française et italienne ont été terminées. La demande au sujet de ces documents est forte aussi bien en Suisse qu'à l'étranger.

### Expert en radon certifié

En 2004, une personne supplémentaire a obtenu le certificat d'expert en radon. Les experts en radon soutiennent l'OFSP lors de l'assainissement des bâtiments et de la formation des professionnels du bâtiment.

### Journée Radon pour les professeurs des hautes écoles et des hautes écoles spécialisées

Le 11 novembre, la collaboration avec les hautes écoles et les Hautes écoles spécialisées a été intensifiée dans le cadre d'une journée d'impulsion. L'objectif de cette manifestation était la création d'un «réseau de formation» en matière de radon. L'EPF de Zurich ainsi que les sept hautes écoles spécialisées des cantons de BE, BS/BL, FR, GR, LU, TI, VS et ZH étaient représentées à cette manifestation. Le programme ainsi que les transparents des conférences figurent à l'adresse [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch). Divers enseignants ont dès à présent intégré le thème du radon dans leurs cours. Certaines écoles spécialisées ont déjà collaboré à l'élaboration de documents didactiques.

### Le radon, partie intégrante de la formation

Suite à la mise en vigueur, le 1<sup>er</sup> janvier 2004, de la nouvelle loi sur la formation professionnelle, les ordonnances sur la formation devront être adaptées ces prochaines années: toutes les professions concernées par le bâtiment devraient en effet intégrer le radon dans leur formation. A cet effet a été élaboré un modèle de texte qui devrait être repris par les diverses ordonnances concernées. L'OFSP est soutenu dans cette démarche par l'Office fédéral de la formation professionnelle et de la technologie.

### Informations via divers canaux

Plusieurs actions de sensibilisation ont été menées auprès du public. Il s'agissait de ne pas banaliser le thème du radon tout en évitant de provoquer la panique.

### Annonces dans la presse



[EFFET  
CHEMINEE]

L'ascension d'air chaud à l'intérieur de la maison crée **un effet d'aspiration**.

**Effet:** L'air riche en radon est aspiré depuis le sol vers l'intérieur du bâtiment à travers les zones non étanches

**Le Radon  
provoque le cancer du poumon**

**Il existe une solution. Informez-vous maintenant**

 Office fédéral de la santé publique	OFSP	Tel. 031 324 68 80
	Division Radioprotection	Fax, 031 322 83 83
	Section Radon	<a href="mailto:radon@oag.admin.ch">radon@oag.admin.ch</a>
	3003 Berne	<a href="http://www.ch-radon.ch">www.ch-radon.ch</a>

Fig. 17: Annonce.

### Site Internet du radon amélioré

Une nouvelle version du site Internet du radon [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch) a été mise en ligne. Certains thèmes sont abordés d'une manière plus approfondie et les effets néfastes du radon sur la santé sont mis en évidence. En outre, il est possible d'accéder à des notions plus théoriques sur le gaz, telles que sa formation, sa propagation dans le sol et sa capacité d'infiltration dans les bâtiments. Certains volets du site ont été étoffés, notamment celui consacré aux mesures, qui comprend maintenant des recommandations supplémentaires pour l'utilisation de dosimètre. De plus, un moteur de recherche permet de consulter le classement de chaque commune suisse.



Fig. 18: Effet de cheminée.

### Publireportages

Deux exemples d'assainissements de bâtiments ont été décrits dans des publiereportages. Il s'agit de l'école du Valanvron à La Chaux-de-Fonds et d'une maison familiale à Grandfontaine dans le canton du Jura. Ces articles ont été élaborés en collaboration avec les autorités locales et cantonales, ainsi qu'avec les usagers ou habitants des bâtiments concernés. Il existe des versions techniques de ces articles qui apparaîtront dans des journaux destinés aux professionnels du bâtiment ainsi qu'aux propriétaires de biens immobiliers. Il est aussi prévu de placer les versions «grand public» de ces publiereportages dans des journaux locaux, afin d'accompagner de futures campagnes de mesures.

## Evaluation

Dix ans après l'entrée en vigueur des articles sur le radon (art. 110-118 ORaP), l'OFSP a donné mandat à la Société Interface de procéder à une évaluation intermédiaire du programme Radon en cours, la base légale de cette démarche étant constituée par l'art. 118, al. 2, let. e, ORaP.

### Méthode qualitative

Par l'utilisation d'une technique orientée vers la qualité, l'enquête devait vérifier si la stratégie du programme était pertinente et adéquate, s'il existait des domaines de mesures dans lesquels des améliorations étaient nécessaires si l'on pouvait atteindre les effets recherchés du programme Radon, et dans quelle mesure la collaboration entre les diverses parties concernées s'était avérée satisfaisante.

A cet effet, la société Interface a analysé les données dont disposait la section Radon, participé à diverses manifestations et organisé un total de 57 entretiens avec divers acteurs du domaine du radon (16 entretiens qualitatifs, 8 entretiens réalisés sur la base d'un canevas, 33 entretiens standards).

### 200 à 300 décès par an dus au cancer du poumon

Le rapport final remis en août 2004 montre que les objectifs et les effets visés ne peuvent pas être atteints par la stratégie actuelle. En ce qui concerne le thème proprement dit, le rapport établit que le radon pose un important problème sanitaire dans les locaux habités. Il montre en outre qu'en Suisse, selon des études épidémiologiques, le radon est responsable de 200 à 300 cas de décès annuels par cancer du poumon. Le risque correspondant est comparable à celui lié à la fumée passive et considérablement plus grand que celui lié à l'amiante ou aux champs électromagnétiques. Malgré cela, la population (ainsi que les associations de propriétaires et de locataires) est très peu consciente de cette problématique.

### Valeur limite et valeur directrice controversées

Par ailleurs, le rapport montre que les valeurs limite et valeur directrice actuellement en vigueur en Suisse sont relativement élevées comparées aux valeurs européennes et internationales, ce qui a déclenché une nouvelle controverse au sujet de ces valeurs.

### Sept recommandations pour atteindre l'objectif

Le rapport présente un total de sept recommandations devant être suivies indépendamment de toute adaptation du programme. Il s'agit tout d'abord de régler de manière contraignante avec les cantons la question des objectifs d'assainissement controversés. Dans ce cadre, il faudra également rediscuter et redéfinir la répartition des responsabilités entre la section Radon et les cantons en ce qui concerne l'atteinte des objectifs. De plus, les cantons devront obliger davantage les maîtres d'ou-

vrage, dans le cadre des procédures d'octroi des permis de construire, de prendre des mesures appropriées pour respecter les valeurs limite et valeur directrice. Finalement les objectifs de la section Radon devront être concrétisés par des objectifs intermédiaires annuels mesurables et intégrés dans une stratégie de mise en œuvre concernant tous les domaines. Afin que la problématique du radon soit considérée avec l'attention souhaitée et obtienne le soutien nécessaire, l'information du public devra être renforcée. En outre, la collaboration avec les acteurs est importante, afin d'élargir l'assise du travail de la section Radon. Dans cette optique, cette dernière joue un rôle moteur.

### Atteindre l'objectif pas à pas

Pour atteindre l'objectif, la section Radon élaborera, en collaboration avec la société Interface, une stratégie de mise en œuvre et formulera à cette fin des objectifs intermédiaires mesurables. La forme de la collaboration avec les cantons doit également être repensée. En outre, l'existence d'un concept de communication permettra d'informer le public de manière plus effective et plus efficace.

Malgré les insuffisances évoquées concernant la réalisation du programme Radon, on relèvera que la Suisse joue un rôle de pionnier en comparaison internationale. Il n'y a guère d'autres pays disposant d'une base légale contraignante et d'un programme radon aussi fortement développé.

## Les effets sanitaires du radon sont importants

L'analyse commune des études de cas témoins le montre clairement: le radon provoque le cancer du poumon. Les effets sanitaires exercés par le radon sont bien documentés et des énoncés plus fiables peuvent être formulés. L'OFSP a lancé les études correspondantes; les résultats seront disponibles en mars 2005. L'OFSP participera également au projet «Residential Radon Risk» lancé par l'OMS au printemps 2005.

Les cantons ont établi les cadastres du radon dans les délais. Les régions à concentrations accrues de radon sont connues. Il est nécessaire d'élargir les campagnes de mesures, afin de trouver et d'assainir tous les bâtiments dans lesquels les valeurs limites sont dépassées. Les méthodes de réduction de concentrations de radon dans les bâtiments existants et les mesures préventives concernant les bâtiments à construire existent. La formation des professionnels du bâtiment commence à porter ses fruits, si bien que l'on peut s'attendre à ce qu'une prise de conscience se produise prochainement dans l'ensemble des milieux du bâtiment.

Les recommandations résultant de l'évaluation du programme Radon seront discutées et intégrées dans un plan de mesures correspondant.

# Surveillance de l'environnement

## Tâches

### Surveillance des rayonnements ionisants et de la radioactivité

Conformément aux art. 104 à 106 de l'ordonnance sur la radioprotection, l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) est responsable de la surveillance des rayonnements ionisants et de la radioactivité dans l'environnement. Pour le contrôle du voisinage des centrales nucléaires, l'OFSP collabore avec la Division principale de la sécurité des installations nucléaires (DSN); pour le contrôle des denrées alimentaires, il coopère avec les laboratoires cantonaux. En concertation avec la DSN, la Suva, la Centrale nationale d'alarme (CENAL), l'Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux (EAWAG), l'Institut Paul Scherrer (PSI), le laboratoire de Spiez rattaché à l'Office fédéral de la protection de la population, les cantons et d'autres laboratoires et services, l'OFSP élabore un programme de prélèvements d'échantillons et de mesures. Il collecte les données, les interprète et publie annuellement les résultats ainsi que les doses de radiations qui en découlent pour la population.

### Différence entre la valeur de tolérance et la valeur limite

La base légale pour la surveillance de l'environnement est donnée par l'art. 102 de l'ordonnance sur la radioprotection (valeurs limites d'immission pour l'air et l'eau), ainsi que par les valeurs limites et de tolérance pour les radionucléides dans les denrées alimentaires stipulées dans l'ordonnance sur les substances étrangères et les composants. L'atteinte permanente des valeurs limites d'immission conduirait à des doses annuelles de 0,2 mSv (millisievert) par l'eau potable et par l'air respiré chacune. La valeur de tolérance représente un critère de qualité: si elle est dépassée, la denrée alimentaire concernée peut être retirée du marché. En revanche, si c'est la valeur limite qui est dépassée, la denrée incriminée doit être bloquée. L'ordonnance précise également les facteurs de dose pour l'ingestion et l'inhalation, qui

permettent de calculer les doses de rayonnement sur la base de l'activité d'une denrée alimentaire et de son taux de consommation. Ces facteurs sont basés sur les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). La surveillance est ciblée sur les immissions radioactives dans le voisinage des installations nucléaires ainsi que des entreprises et des hôpitaux qui utilisent des substances radioactives. La surveillance de la radioactivité à grande échelle dans l'environnement et des denrées alimentaires doit surtout permettre de mettre en évidence en temps utile d'éventuels changements et de déterminer les doses de rayonnement reçues par la population à partir des sources naturelles et artificielles (cf. chapitre sur les doses de rayonnement).

### Procédés d'échantillonnage et de mesure

Le programme de surveillance porte sur la radioactivité déposée au sol, celle contenue dans l'air, les précipitations, le sol, l'herbe, le lait, l'eau potable et différentes denrées alimentaires, la radioactivité dans les eaux superficielles, les poissons et les sédiments, ainsi que dans les eaux usées de stations d'épuration et de décharges. Le contrôle final est réalisé par des analyses de la radioactivité présente dans le corps humain. Des ap-

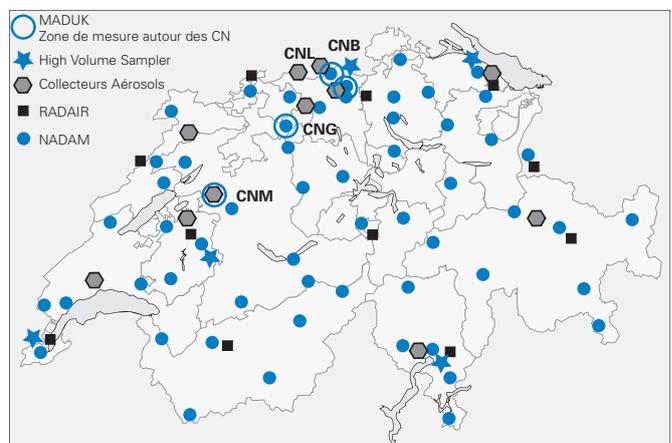


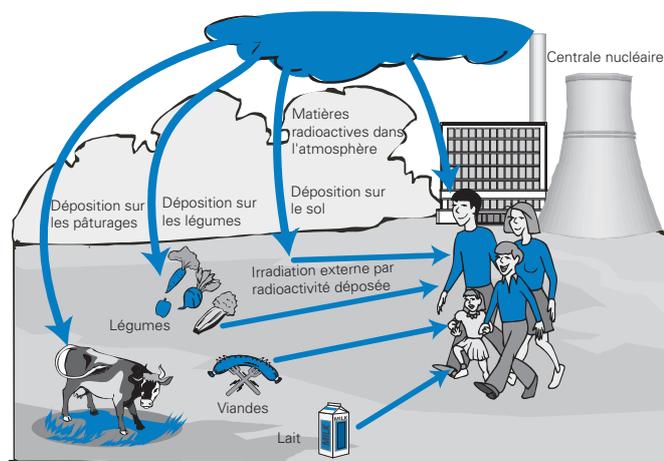
Fig. 19: Réseaux de mesure en Suisse.

pareils de mesure automatiques avec transmission des données servent à la détermination des doses dans tout le pays (NADAM) et dans le voisinage des centrales nucléaires (MADUK) ainsi que de l'activité dans les aérosols (RADAIR). D'autres appareils prélèvent des échantillons d'aérosols et de précipitations, ainsi que d'eau de rivières et de stations d'épuration. Des échantillons de sédiments, de sol, d'herbe, de lait et de denrées alimentaires sont prélevés dans le cadre de contrôles par sondage. Une banque de données nationale est en cours de réalisation pour l'enregistrement et le traitement de l'ensemble des résultats de mesures. Une sélection des valeurs récentes est également disponible sur Internet. Les programmes de mesure sont comparables aux programmes correspondants des pays voisins. Les procédés d'échantillonnage et d'analyses correspondent à l'état actuel des connaissances et de la technique. Les laboratoires participent régulièrement à des intercomparaisons et procèdent à des échanges scientifiques avec les autorités et les organisations partenaires en Suisse et à l'étranger.

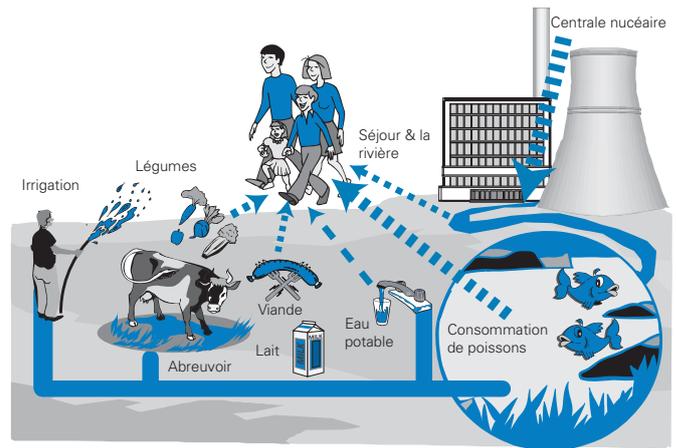
## Activités et résultats

### Surveillance du voisinage des centrales nucléaires

Au niveau des centrales nucléaires, les émissions de substances radioactives sont limitées par l'autorité compétente de telle sorte qu'aucune personne habitant dans les environs ne puisse recevoir une dose supérieure à 0,3 mSv par an. L'exploitant doit déterminer ses émissions et en communiquer le bilan à l'autorité de surveillance. Celle-ci effectue ses propres mesures de contrôle et calcule les doses reçues par la population avoisinante. Les environs des centrales nucléaires sont surveillés au moyen d'un programme de mesure commun de l'OFSP et de la DSN. Les émissions effectives des centrales nucléaires suisses représentent moins de



**Fig. 20: Voies d'exposition «air vicié» devant être prises en compte dans le cadre de la surveillance du voisinage d'une centrale nucléaire.**



**Fig. 21: Voies d'exposition «eaux de rejet» devant être prises en compte dans le cadre de la surveillance du voisinage d'une centrale nucléaire.**

1 % des limites de rejet, sauf pour le tritium dans les eaux de rejet des réacteurs à eau pressurisée qui peut atteindre 10 à 20 % des limites en question.

### Surveillance du PSI

L'Institut Paul Scherrer (PSI) compte au total 10 sources d'émission. L'ensemble des émissions ne doit pas occasionner une dose de plus de 0,15 mSv par an. Les émissions effectives restent inférieures à 3 % de cette valeur. La surveillance du voisinage est réalisée par le PSI et, indépendamment, par des mesures supplémentaires effectuées par les autorités et par des laboratoires mandatés par celles-ci.

### Surveillance du CERN

Au niveau du CERN (Organisation européenne pour la recherche nucléaire), à Genève, la surveillance est assurée par les autorités des deux Etats sur le territoire desquels sont implantées les installations: du côté français, par la Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (DGSNR), du côté suisse par l'OFSP. Les laboratoires du CERN présentent le bilan de leurs émissions dans l'environnement sous la surveillance de la Commission de sécurité du CERN. L'ensemble des émissions ne doit pas dépasser 0,3 mSv par année. Les émissions effectives induisent des doses inférieures à un dixième de cette valeur. La surveillance du voisinage est réalisée, d'une part, par le CERN lui-même et, de l'autre, par les autorités des pays respectifs ainsi que par des laboratoires mandatés par ces dernières.

Des substances radioactives sont également utilisées par d'autres institutions. Dans l'industrie, on utilise surtout du tritium pour la fabrication de peintures luminescentes (industrie horlogère) et pour des sources lumineuses au tritium. On recourt également à d'autres radionucléides, mais en plus faibles quantités.

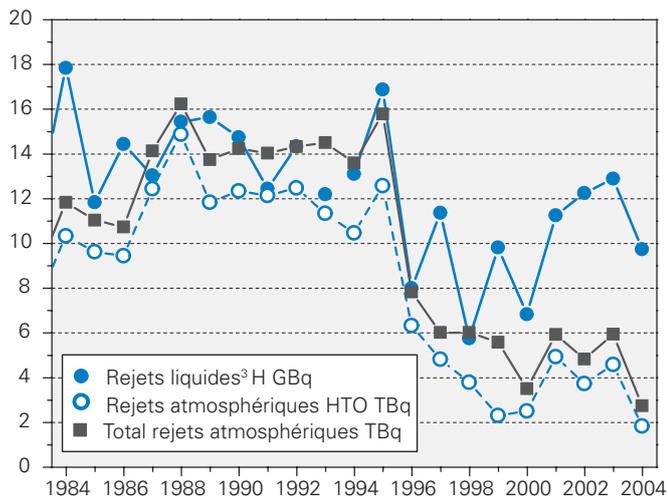


Fig. 22: Emissions de tritium de l'entreprise mb-microtec AG (Niederwangen BE) par l'air vicié et les eaux usées.

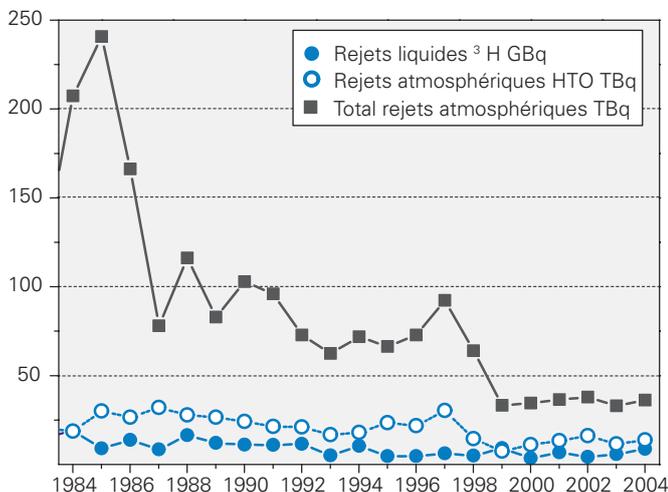


Fig. 23: Emissions de tritium de l'entreprise RC Tritec AG (Teufen AR) par l'air vicié et les eaux usées.

### Forte diminution de l'utilisation de tritium dans l'industrie horlogère

Les entreprises actives dans le secteur horloger sont tenues de communiquer à l'autorité de surveillance, la Suva, le bilan de leurs émissions. Celles-ci ont atteint 10 à 30 % des valeurs limites, au cours de ces dernières années. Dans le voisinage de ces entreprises, le tritium est analysé dans les précipitations, l'humidité de l'air et les eaux superficielles. Pour ce qui est des ateliers de La Chaux-de-Fonds spécialisés dans l'application de peintures luminescentes, le tritium est également analysé dans les eaux de lavage des fumées de l'usine d'incinération et dans les eaux usées de la station d'épuration locale. Les décharges sont surveillées de manière ciblée par l'analyse des eaux d'infiltration. Comme on peut le voir sur la figure 24, l'utilisation de tritium par l'industrie horlogère a diminué approximativement d'un facteur 100 au cours de ces dix dernières années, du fait que plusieurs horlogers ont renoncé au tritium.

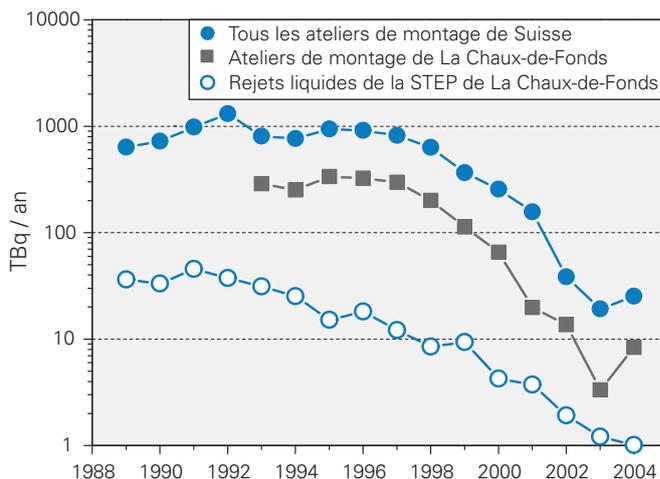


Fig. 24: Utilisation de tritium dans l'industrie horlogère en Suisse, à La Chaux-de-Fonds et quantité de tritium dans l'écoulement de la station d'épuration de La Chaux-de-Fonds.

### Elimination contrôlée de l'iode dans les hôpitaux

Les hôpitaux utilisent de l'iode 131 pour le diagnostic et le traitement de maladies de la thyroïde, ainsi que d'autres radionucléides en faibles quantités à des fins d'applications diagnostiques et thérapeutiques. Les patients suivant une thérapie à l'iode et ayant reçu moins de 200 MBq (méga Bq = 10<sup>6</sup> Bq) en ambulatoire peuvent quitter l'hôpital après la thérapie. Les patients ayant reçu plus de 200 MBq sont isolés dans des chambres spéciales pendant les premières 48 heures après le traitement. Les excréments de ces patients sont collectés dans des installations obligatoires de contrôle des eaux usées et ne sont rejetés dans l'environnement qu'après diminution de leur activité en dessous des va-

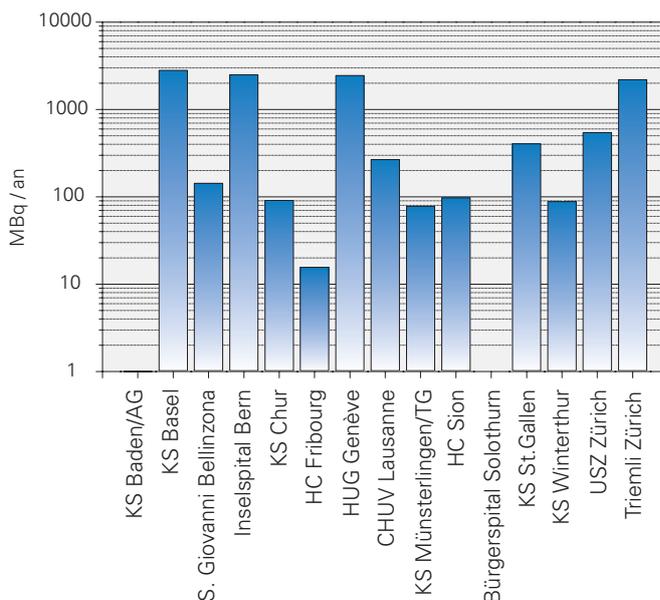


Fig. 25: Rejets d'iode 131 des hôpitaux suisses en 2004. Les émissions des hôpitaux de Baden et de Soleure représentent moins de 1 MBq par an.

leurs limites d'immission (fig. 25). Les valeurs limites d'immission sont basées sur l'art. 102 de l'ordonnance sur la radioprotection. Celui-ci précise que la concentration dans les eaux accessibles au public ne doit pas dépasser 10 Bq par litre pour l'iode 131, en prenant en compte l'ensemble des eaux usées de l'entreprise concernée. Dans le cadre de la surveillance de l'environnement, des échantillons d'eaux usées sont prélevés chaque semaine dans les stations d'épuration des grandes agglomérations et analysés du point de vue de leur concentration en iode 131.

### Surveillance de la radioactivité de l'air et des eaux

Dans l'air, les radionucléides artificiels ne se détectent qu'en traces infimes. Le réseau automatique de détection dans l'air d'immissions radioactives (RADAIR) a pour fonction de déclencher rapidement une alarme en cas d'augmentation de la radioactivité de l'atmosphère. Il a fonctionné en 2004 sans interruption importante. La radioactivité de l'air provient pour l'essentiel de radionucléides naturels, p. ex. béryllium 7, plomb 210 et radon avec ses descendants. Dans les précipitations, la radioactivité est liée au tritium naturel produit par les rayons cosmiques. En ce qui concerne les radionucléides artificiels, des traces de césium 137 sont épisodiquement décelables. Dans les rivières, la teneur en tritium est généralement aussi de quelques Bq par litre. En amont des centrales nucléaires, le seul radionucléide artificiel pouvant être mis en évidence est le césium 137 provenant des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident au réacteur de Tchernobyl.

### Pas de valeurs accrues dans le sol

Le sol est un bon intégrateur des dépôts atmosphériques (fig. 26 et 27). Là aussi, ce sont les isotopes des séries de désintégration naturelles de l'uranium, du thorium et du potassium 40 qui dominent. Des différences régionales apparaissent au niveau des radionucléides artificiels provenant des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident au réacteur de Tchernobyl. Dans les Alpes et le sud des Alpes, les valeurs de césium 137 et de strontium 90 sont toujours un peu plus élevées que sur le Plateau suisse (fig. 26 et 27). Quant aux émetteurs alpha artificiels comme le plutonium 239 et 240 et l'américium 241, ils ne sont présents qu'en faibles traces dans le sol. Dans les échantillons d'herbe et de denrées alimentaires, c'est le potassium 40 naturel qui domine. Les radionucléides artificiels comme le césium 137 ou le strontium 90 issus des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident au réacteur de Tchernobyl sont absorbés par les plantes à travers leurs racines. C'est aussi sous forme de traces qu'ils sont encore décelables dans l'herbe, avec une répartition régionale comparable à celle obtenue pour le sol. Dans le lait de vache, la te-

neur de césium 137 est le plus souvent restée en dessous de la limite de détection, à une exception près: un échantillon de lait du Tessin présentait encore 9 Bq de césium 137 par litre. Les échantillons de céréales ne présentaient pas d'activité significative. En ce qui concerne les champignons indigènes, les bolets et les pholiottes ridées présentaient encore des valeurs légèrement accrues, jusqu'à 160 Bq par kg de champignons frais, avec une tendance à la baisse. Au niveau des champignons importés, la valeur de tolérance de 600 Bq n'a plus été dépassée. Dans le gibier, les valeurs de césium 137 ont également diminué. Dans les autres denrées alimentaires analysées, aucune activité significative n'a pu être mise en évidence. Le carbone 14 est assimilé par les plantes durant leur croissance à travers l'absorption de dioxyde de carbone. Les essais nucléaires atmosphériques des années 60 avaient impliqué un

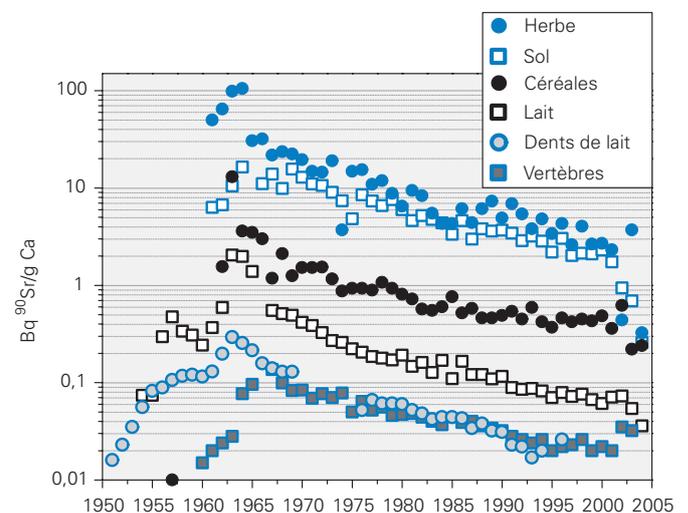


Fig. 26: Strontium 90 dans le sol, l'herbe, les céréales, le lait, les dents de lait et les vertèbres humaines pour les années 1950 à 2004.

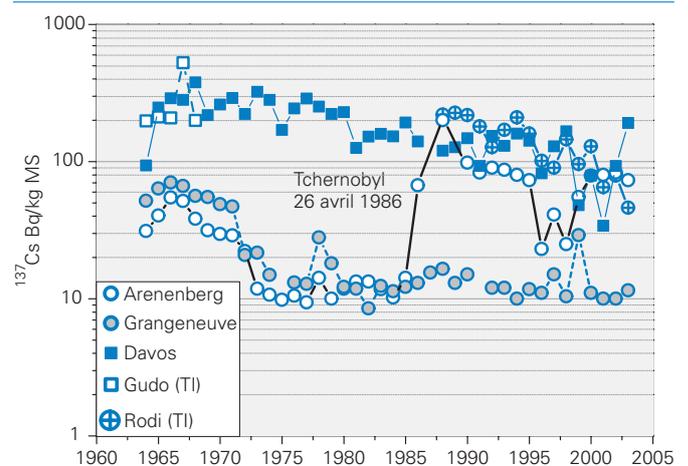


Fig. 27: Césium 137 dans les échantillons de sol de différentes stations de Suisse pour les années 1964 à 2004. Le césium provient des essais nucléaires atmosphériques des années 50 et 60, ainsi que de l'accident au réacteur de Tchernobyl du 26 avril 1986. Les répercussions de cette catastrophe apparaissent surtout au Tessin et en Suisse orientale.

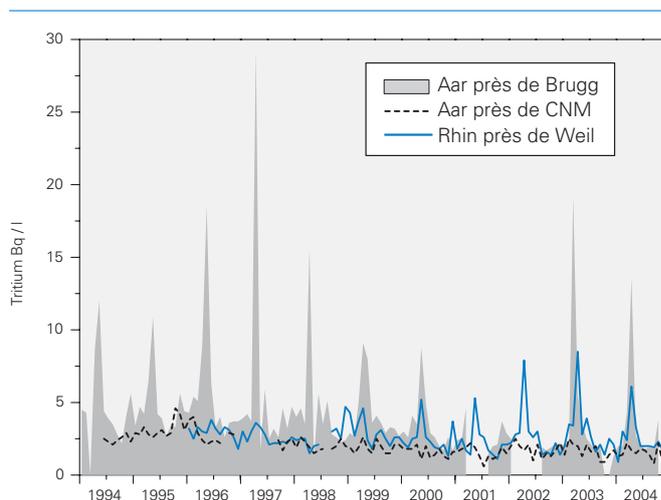
doublage de la concentration du carbone 14 dans l'atmosphère, par rapport à sa production naturelle due au rayonnement cosmique. Depuis, la teneur en carbone 14 a constamment diminué et son niveau actuel se situe encore 65 % au-dessus de la valeur naturelle.

### Mesures du corps entier

Il est possible de recenser l'assimilation de radionucléides avec la nourriture par des mesures du corps entier effectuées sur des écoliers et par des analyses de la teneur de strontium dans des dents de lait et des vertèbres humaines. Des mesures réalisées sur des écoliers de Genève ont montré des valeurs de moins de 10 Bq pour le césium (fig. 29). Le potassium 40 naturel atteint en revanche environ 3200 Bq chez les femmes et 4500 Bq chez les hommes. La teneur en strontium 90 dans les vertèbres et les dents de lait était de quelques centièmes de Bq par gramme de calcium (fig. 26). Le strontium est assimilé par le corps humain comme le calcium dans les os et les dents. Les dents de lait se forment dans les mois qui précèdent et les mois qui suivent la naissance. La valeur de strontium présente dans la nourriture ingérée durant cette période peut donc être mesurée dans les dents de lait. C'est la raison pour laquelle les courbes relatives aux dents de lait et au lait montrent une évolution pratiquement parallèle. Les valeurs mesurées dans les dents de lait (fig. 26) sont répertoriées en fonction de l'année de naissance, celles des vertèbres en fonction de l'année du décès.

### Surveillance des immissions dans le voisinage des installations nucléaires, des entreprises et des hôpitaux

Les mesures effectuées dans l'air du voisinage du CERN ont mis en évidence quelques traces de sodium 24 et d'iode 131. Ces isotopes sont issus des accélérateurs du CERN et sont insignifiants du point de vue radiologique. Pour le gaz krypton 85 émis par les usines européennes de retraitement des combustibles irradiés les mesures ont indiqué 1,4 Bq par m<sup>3</sup>, avec une légère tendance à la hausse. Dans le voisinage des entreprises utilisant du tritium, les mesures de ce radionucléide ont montré une augmentation de sa concentration d'environ 1 % de la valeur limite d'immission stipulée dans l'ordonnance sur la radioprotection. Les précipitations présentaient quelques Bq de tritium par litre et jusqu'à 30 Bq par litre dans le rayon d'influence d'entreprises industrielles ou de centrales nucléaires. A proximité immédiate des entreprises utilisant du tritium et des usines d'incinération des ordures, cette valeur atteignait jusqu'à 1200 Bq par litre, ce qui représente 10 % de la valeur limite d'immission fixée dans l'ordonnance sur la radioprotection pour les eaux accessibles au public. Des valeurs de tritium légèrement accrues, pouvant



**Fig. 28: Tritium (3H) présent dans les échantillons d'eau de l'Aar près de Brugg et du Rhin en aval de Bâle pour les années 1993 à 2004. Les pics apparaissant au printemps sont liés aux rejets de tritium de la centrale nucléaire de Gösgen. Ils sont toutefois inférieurs aux limites de rejet autorisées.**

atteindre jusqu'à 15 Bq par litre, ont été mesurées sporadiquement dans l'Aar et le Rhin (fig. 28). Dans les sédiments des rivières à l'aval des centrales nucléaires, des traces de cobalt 58 et 60, de zinc 65 et de césium 137 de ces installations ont été mises en évidence. Les immissions de tritium provenant de l'industrie horlogère du Jura ont nettement reculé en raison de la forte diminution de l'utilisation de tritium. Les eaux usées des stations d'épuration des grandes agglomérations présentent parfois des traces d'iode 131 générées par la médecine nucléaire.

Les mesures de radioactivité dans le sol et dans les denrées alimentaires n'ont pas permis de mettre en évidence une influence des centrales nucléaires ou des instituts de recherche.

Dans le voisinage des centrales nucléaires, les mesures de carbone 14 effectuées sur les feuillages ont montré une augmentation de 30 à 200 % – jusqu'à 100 dans la région bâloise – par rapport au niveau actuel de 65 % à l'échelle mondiale. Une activité supplémentaire de 100 % liée au carbone 14 dans la nourriture induirait une dose annuelle supplémentaire de l'ordre du microsievert.

Sur les plus de 455 personnes qui ont fait l'objet d'une mesure corporelle totale du césium 137 dans le cadre de la surveillance des personnes à l'institut Paul Scherrer, la valeur maximale mesurée était de 300 Bq, 96 % des valeurs mesurées se trouvant toutefois en dessous de la limite de détection de 60 Bq.

### Mesures radiologiques depuis les airs

Des mesures radiologiques de régions sélectionnées sont effectuées chaque année au moyen d'un spectromètre gamma NaI embarqué à bord d'un hélicoptère de

l'armée (aéroradiométrie). Les régions à étudier sont quadrillées à une altitude d'environ 100 m de manière à couvrir toute leur surface. Le programme d'analyse établit ensuite une carte du rayonnement de la région concernée à partir des valeurs mesurées. Ce dispositif, géré par la Centrale nationale d'alarme, permet de cartographier rapidement une région contaminée après un accident. Il peut également être utilisé pour la recherche de sources de rayonnement perdues. Chaque année, le voisinage de deux centrales nucléaires est ainsi passé en revue. A ce jour, les résultats ont uniquement montré le rayonnement direct de l'azote 16 provenant de la salle des machines des réacteurs à eau bouillante, cette salle n'étant pas blindée vers le haut. Ce rayonnement n'entraîne toutefois pas de doses significatives.

### Conséquences de Tchernobyl: du césium est encore détecté au Tessin

Les doses associées à l'accident de Tchernobyl proviennent principalement de trois radionucléides: l'iode 131 (qui a une courte demi-vie) ainsi que les deux isotopes du césium, césium-134 et césium-137. Au Tessin, qui est la région de Suisse la plus touchée, les dépôts de césium 137 peuvent atteindre quelques dizaines de milliers de Bq par m<sup>3</sup>. Durant la première année après cet accident, la dose moyenne de rayonnement reçue par la population suisse était de 0,22 mSv. Les deux radionucléides du césium y ont contribué pour environ 40 % et l'iode pour environ 30 %. Dans les régions les plus touchées, les doses étaient dix fois plus élevées, principalement chez les personnes se nourrissant de leur propre production. Ces doses ont diminué au cours du temps et sont, aujourd'hui, inférieures à un centième de mSv par an. Cumulée depuis 1986, la dose moyenne atteint actuellement 0,5 mSv. Aujourd'hui, 19 ans après l'accident, des traces de césium (qui a une longue demi-vie) peuvent encore être détectées au Tessin: jusqu'à 450 Bq par kg dans le sol, jusqu'à 80 Bq par kg de matière sèche dans l'herbe et jusqu'à 9 Bq par litre dans le lait. Une personne qui, aujourd'hui, passerait tout son temps de travail en plein air dans la région la plus touchée recevrait une dose supplémentaire de 0,1 mSv par an. Un adulte buvant chaque jour trois décilitres de lait avec 10 Bq de césium 137 par litre recevrait une dose supplémentaire de 0,015 mSv par an.

Ces cas mis à part, la radioactivité a sensiblement diminué dans les denrées alimentaires de base depuis 1987 et n'est, très souvent, plus décelable. Au niveau du gibier et des champignons sauvages, avant tout des bolets et des pholiotés ridées, on observe également une diminution de l'activité du césium. Afin d'éviter l'entrée en Suisse de marchandises contaminées, la Suisse exige, depuis 1999, un certificat de radioactivité pour les

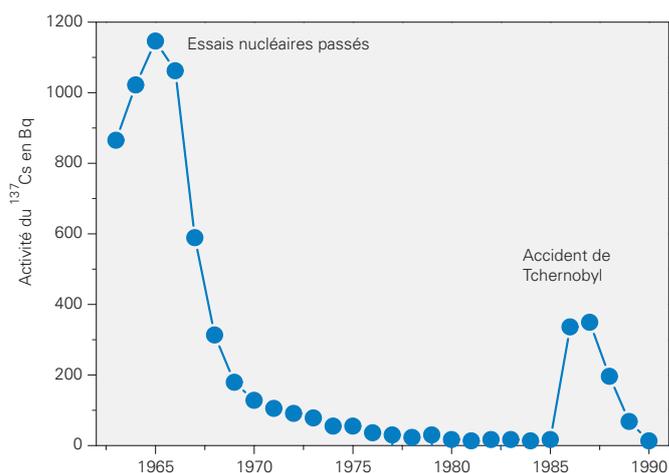


Fig. 29: Des mesures de césium du corps entier sont réalisées chaque année sur des écoliers de Genève et de Bâle. Le graphique des mesures réalisées de 1963 à 1990 montre les effets, d'une part, des essais nucléaires atmosphériques des années 50 et 60, et d'autre part, de l'accident au réacteur de Tchernobyl du 26 avril 1986.

champignons importés. Compte tenu de la faible consommation de gibier et de champignons sauvages, en comparaison avec les autres denrées alimentaires de base, les doses qui en résultent sont sans danger.

## Evaluation

### Valeurs de radioactivité et doses de rayonnement inférieures aux limites légales

En Suisse, les valeurs de radioactivité dans l'environnement et les doses de rayonnement reçues par la population par des sources de rayonnement artificielles sont jusqu'ici toujours restées inférieures aux limites légales; le risque associé au rayonnement apparaît par conséquent faible. Les doses provenant des émissions des installations nucléaires, des entreprises et des hôpitaux qui produisent ou utilisent des substances radioactives restent inférieures à un centième de mSv par an, même si l'on se base sur des hypothèses prudentes. L'accident au réacteur de Tchernobyl, en avril 1986, a bien occasionné des activités nettement mesurables dans l'environnement. Toutefois la dose moyenne de rayonnement de 0,5 mSv qui en résulte ne semble pas susceptible d'entraîner une augmentation significative du risque de cancer en Suisse.

# Doses de rayonnement

## Tâches

L'ordonnance sur la radioprotection définit, dans ses art. 33 à 37, les doses de rayonnement annuelles maximales admissibles pour la population et pour les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession. Ces valeurs limites sont basées sur les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR, publication N° 60 de 1990). Pour la population, la dose effective ne doit pas dépasser la valeur limite de 1 mSv par an, cette valeur ne comprenant pas les applications médicales, ainsi que l'exposition aux rayonnements de sources naturelles, y compris le radon et ses descendants. Pour les personnes de plus de 18 ans qui sont exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession, la dose effective ne doit pas dépasser la valeur limite de 20 millisieverts (mSv) par an. Pour les personnes de 16 à 18 ans qui sont exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession, cette dose ne doit pas dépasser 5 mSv par an. Pour toutes les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession, la dose ne doit pas dépasser 150 mSv par an pour le cristallin et 500 mSv par an pour la peau, les mains et les pieds. Dans le cas des femmes enceintes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession, la dose équivalente à la surface de l'abdomen ne doit pas dépasser 2 mSv et la dose effective résultant d'une incorporation (inhalation d'air, ingestion de nourriture) ne doit pas excéder 1 mSv, depuis le moment où la grossesse est connue jusqu'à son terme. Toutes ces valeurs limites ne s'appliquent pas aux utilisations de rayonnements dans le cadre de situations exceptionnelles (p. ex. intervention en cas de catastrophe) ni à l'exposition aux rayonnements de sources naturelles. En Suisse, le personnel de l'aviation civile n'est pas considéré comme exposé aux rayonnements dans l'exercice de leur fonction. Les responsables de l'entreprise doivent toutefois informer le personnel de l'exposition aux rayonnements liée à l'exercice de la profession. Les femmes enceintes peuvent exiger d'être dispensées du service de vol.

Pour les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession, l'exposition effective doit être déterminée au moyen de dosimètres agréés. Ces personnes transmettent régulièrement leurs données à l'Office fédéral de la santé publique (OFSP), qui tient un registre des doses de toutes les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession, en Suisse. Les autorités de surveillance peuvent ainsi contrôler à tout moment les doses accumulées par ces personnes. Cela permet également d'établir des statistiques et d'assurer l'archivage des données.

## Activités et résultats: doses de rayonnement reçues par la population

### Doses provenant de sources de rayonnement d'origine naturelle

En Suisse, la dose de rayonnement totale moyenne reçue par la population et provenant de sources naturelles est d'environ 3 mSv par an. Les différentes composantes de cette valeur sont données dans le tableau suivant (cf. fig. 30).

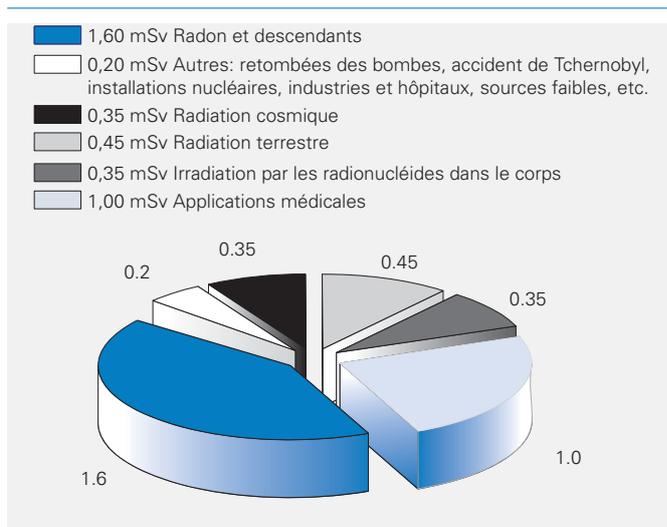


Fig. 30: Doses moyennes de rayonnement reçues par la population suisse.

### Doses provenant de sources de rayonnement d'origine naturelle en mSv par an

Source	Moyenne [mSv]	Maximum [mSv]
Radionucléides terrestres	0,45	1,0
Rayonnement cosmique	0,35	0,6
Radionucléides dans le corps	0,35	0,5
Radon dans les habitations	1,6	100

#### Irradiation externe

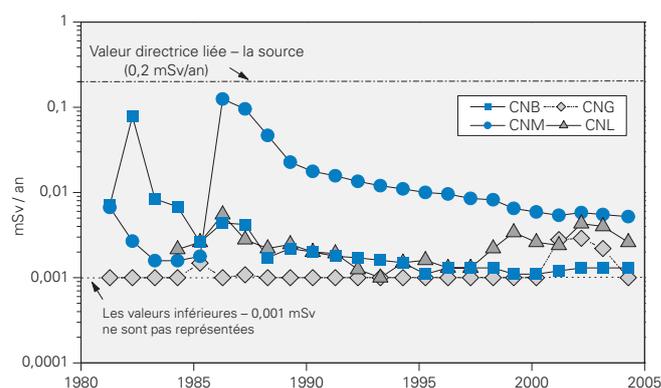
En ce qui concerne l'exposition aux rayonnements liés à des sources externes, l'essentiel provient des radionucléides naturellement présents dans le sol et du rayonnement cosmique. La somme de ce rayonnement d'origine naturelle équivaut en moyenne à 0,8 mSv par an, les valeurs variant dans une fourchette allant de 0,5 à 1,6 mSv par an. La composante terrestre représente en moyenne 0,45 mSv par an et dépend essentiellement des teneurs locales en radionucléides naturels dans le sol, ainsi que du mode de vie de la population. En plein air, dans les régions habitées de Suisse, elle varie entre 0,35 et 1 mSv par an. Le rayonnement cosmique augmente avec l'altitude, puisqu'il est atténué par l'atmosphère terrestre. Dans notre pays, la dose moyenne correspondant à ce rayonnement est de 0,35 mSv. A Zurich, par exemple, elle est de 0,4 mSv par an, contre 0,75 mSv par an à Saint-Moritz. A 10 km d'altitude, elle se situe entre 20 et 50 mSv par an. Un vol Suisse-Etats-Unis correspond à environ 0,04 mSv. Le personnel de vol et les personnes qui prennent souvent l'avion reçoivent donc une dose supplémentaire pouvant atteindre quelques mSv par an. A l'intérieur des bâtiments, le rayonnement cosmique est quelque peu atténué par la structure du bâtiment; la composante terrestre y est en revanche légèrement augmentée par les radionucléides contenus dans les matériaux de construction. Globalement, la dose dans les bâtiments est approximativement 10 % plus élevée qu'en plein air.

Les doses locales extérieures sont surveillées dans 58 stations, réparties sur l'ensemble du territoire suisse, au moyen d'un réseau automatique de compteurs Geiger-Müller (NADAM). Ces données sont transmises toutes les dix minutes à la centrale nationale d'alarme sise à Zurich. A proximité des centrales nucléaires, il existe un autre réseau de surveillance automatique à mailles plus serrées (MADUK), dont les données sont traitées par la DSN. Ces deux réseaux servent à la détection précoce et à l'alarme. Leurs données sont disponibles sur Internet (cf. [www.naz.ch](http://www.naz.ch) et [www.hsk.ch](http://www.hsk.ch)).

#### Irradiation interne

Dans les locaux d'habitation et de travail, c'est le radon 222 ainsi que ses descendants qui sont à l'origine de la

plus grande partie des doses liées à l'irradiation interne. Le radon est un gaz naturel radioactif. Issu de la désintégration du radium naturellement présent dans les sols, le radon diffuse dans l'atmosphère. Alors que ce gaz se disperse en altitude à l'air libre, il peut s'accumuler à l'intérieur des bâtiments et atteindre des concentrations relativement importantes. Les mesures réalisées en Suisse jusqu'en 2004 dans quelque 50 000 bâtiments permettent de calculer une moyenne arithmétique de 75 Bq de radon 222 par m<sup>3</sup> dans les bâtiments. Les valeurs les plus élevées sont environ 100 fois supérieures à cette moyenne. Si on se base sur une durée de séjour de respectivement, 7 000 et 2 000 heures dans le logement et sur le lieu de travail, on obtient une dose moyenne associée au radon d'environ 1,6 mSv par an pour l'ensemble de la population vivant en Suisse. Pour 1 à 2 % de la population, cette dose dépasse 10 mSv par an, et pour 2‰ de la population, elle dépasse même 25 mSv par an. Sur la base d'hypothèses prudentes, on estime que le radon est à l'origine de 5 à 10 % des cancers des poumons mortels en Suisse.



**Fig. 31: Doses de rayonnement reçues par la population dans le voisinage des centrales nucléaires, en mSv par an, calculées sur la base des émissions par l'air vicié et les eaux de rejet. Les valeurs inférieures à 0,001 mSv ne sont pas indiquées.**

Des radionucléides naturels sont également assimilés dans le corps suite à l'ingestion d'aliments et génèrent un rayonnement atteignant 0,35 mSv par an en moyenne. A noter que le potassium 40 représente environ 0,2 mSv de cette dose annuelle, dans la mesure où le potassium présent dans la nourriture et dans le corps humain contient 0,0118 % de potassium 40 radioactif (1 g de potassium correspond à 31,2 Bq). Le potassium est stocké principalement dans les tissus musculaires, raison pour laquelle la teneur en potassium est légèrement plus élevée chez les hommes que chez les femmes. Le restant de cette dose s'explique par la présence de radionucléides provenant de la série de désintégration naturelle de l'uranium et du thorium ainsi que de leurs descendants auxquels s'ajoutent des radionucléides produits en permanence par le rayonnement cosmique

dans l'atmosphère comme par exemple le tritium, le carbone 14 et le béryllium 7.

### Doses de sources de rayonnement d'origine artificielle

Ici aussi, on distingue les composantes **externe** et interne. La première provient de sources de rayonnement situées hors du corps, la seconde de radionucléides présents l'air, l'eau et la nourriture qui sont inhalés ou ingérés dans le corps. Au niveau de la composante externe, la plus grande partie est due aux applications médicales à des fins de radiodiagnostic, à savoir 1 mSv par an en moyenne. Des apports plus faibles, de l'ordre de 0,2 mSv par an, que cette dose moyenne sont issus d'expositions à des rayonnements sur le lieu de travail (centrales nucléaires, industrie, commerce, services publics, recherche et médecine) ainsi qu'à des rayonnements provenant de biens de consommation et d'objets usuels contenant des radionucléides (p. ex. des montres avec des chiffres luminescents). En ce qui concerne la radioactivité artificielle dans l'environnement, l'accident au réacteur de Tchernobyl, en avril 1986, et les essais nucléaires atmosphériques des années 50 et 60 représentent, aujourd'hui, au maximum quelques centièmes de mSv. Ainsi, la dose reçue en cas de séjour permanent en plein air représente 0,01 à 0,5 mSv par an. Cette grande fourchette est due aux variations régionales des dépôts de césium 137 suite aux retombées de Tchernobyl. Au Tessin, canton le plus touché par ces dépôts, la dose correspondant au césium peut aujourd'hui encore atteindre 0,5 mSv par an. A quelques endroits le long des clôtures autour des réacteurs à eau bouillante de Mühleberg et de Leibstadt, le rayonnement direct dû à l'azote 16 (qui a une courte demi-vie) peut atteindre quelques centaines de nSv/h. Comme le temps de séjour de personnes à ces endroits est très limité, les doses qui en résultent sont insignifiantes.

Les doses par exposition à des sources internes sont liées à des radionucléides artificiels présents dans la nourriture, à savoir principalement le césium 137 et le strontium 90. Ceux-ci proviennent des essais nucléaires atmosphériques des années 50 et 60 ainsi que, pour le césium, de l'accident au réacteur de Tchernobyl survenu en avril 1986. Les mesures annuelles du corps entier réalisées sur des écoliers ont mis en évidence des doses dues à l'incorporation du césium 137 inférieures à un millième de mSv par an. Les analyses de vertèbres humaines ont indiqué des doses de strontium 90 du même ordre de grandeur. Les émissions de substances radioactives par l'air vicié et par les eaux de rejet émis par les centrales nucléaires suisses, le PSI et le CERN induisent des doses d'au maximum un centième de mSv chez les personnes résidant dans le voisinage immédiat (cf. fig. 31).

Globalement, la dose de rayonnement incombant à la radioactivité artificielle et aux objets usuels contenant des substances radioactives – applications médicales non comprises – représente entre 0,01 et 0,05 mSv par an pour la plus grande partie de la population suisse, et dans certains cas isolés jusqu'à 0,1 mSv par an.

### Personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession

#### Résultats pour l'année 2004

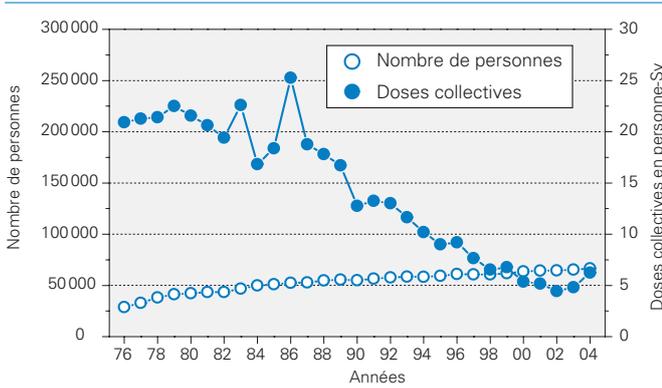
En Suisse, quelque 68 000 personnes sont exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession. Elles travaillent dans le milieu médical, la recherche, les centrales nucléaires ou l'industrie. Les doses de rayonnements qu'elles reçoivent sont surveillées en permanence et enregistrées dans le registre dosimétrique central (ZDR) de l'OFSP. Les résultats pour l'année 2004 sont décrits ci-après.

La dose collective, autrement dit la somme de toutes les doses reçues par les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession, a atteint 6,25 personnes-Sv, dont 0,06 personne-Sv attribuable au rayonnement interne. Les doses d'irradiation interne proviennent presque exclusivement de l'incorporation de tritium par les employés travaillant dans les entreprises fabriquant des peintures luminescentes. Les doses d'irradiation externe incombent essentiellement aux centrales nucléaires.

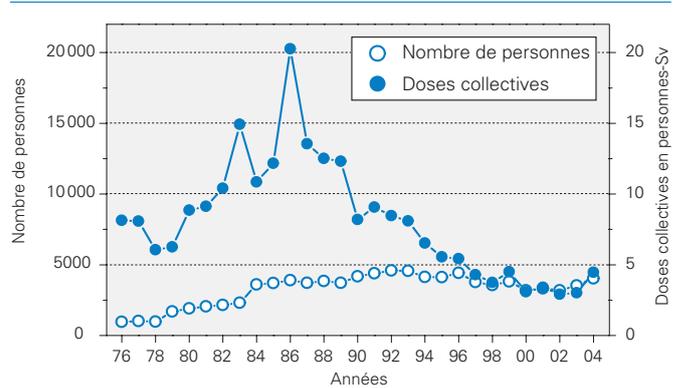
La médecine et la recherche font également partie des domaines soumis à la surveillance de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP). Les doses au corps entier de plus de 2 mSv par mois ainsi que les doses aux extrémités de plus de 10 mSv par mois doivent être annoncées spécifiquement à l'OFSP par les entreprises. Ce fut le cas pour 52 doses au corps et 90 doses aux extrémités. La plupart de ces cas concernaient des médecins, qui accumulent régulièrement des doses élevées en raison de leur activité professionnelle, notamment lors de radiographies, ainsi que des techniciens en radiologie médicale (TRM) travaillant dans le domaine de la médecine nucléaire. Dans un cas, la dose au corps d'un médecin dentiste a légèrement dépassé la valeur limite annuelle de 20 mSv (22,1 mSv). Un défaut de l'appareil à rayons X a d'abord été suspecté. Mais aucun défaut n'a été trouvé, et la cause de ce dépassement de valeur limite reste inexpiquée.

#### Evolution au cours de ces dernières années

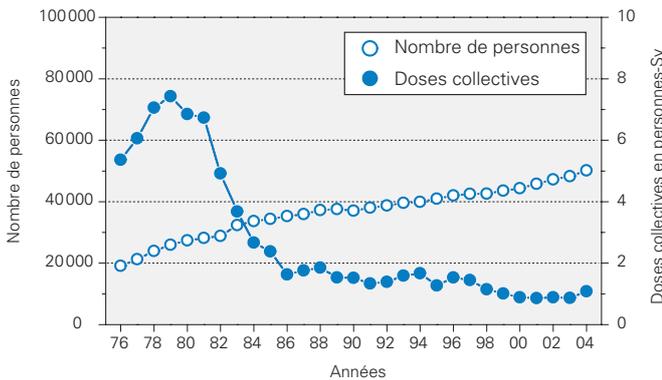
Les doses reçues par les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession sont



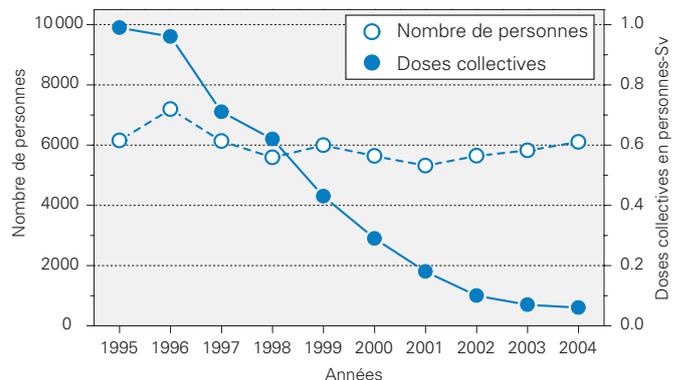
**Fig. 32: Doses de rayonnement reçues par les personnes exposées à des rayonnements externes dans l'exercice de leur profession.**



**Fig. 34: Doses de rayonnement reçues par les personnes exposées à des rayonnements externes dans l'exercice de leur profession (centrales nucléaires).**



**Fig. 33: Doses de rayonnement reçues par les personnes exposées à des rayonnements externes dans l'exercice de leur profession (milieu médical).**



**Fig. 35: Doses de rayonnement reçues par les personnes exposées à des rayonnements externes dans l'exercice de leur profession (par incorporation).**

publiées depuis près de 30 ans par l'OFSP. Les fig. 32 à 35 montrent l'évolution des doses collectives, autrement dit, la somme de toutes les doses reçues par les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession.

Au niveau de l'irradiation externe des personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession, la dose collective (cf. ci-dessus) a régulièrement diminué au cours de ces 30 dernières années. Alors qu'elle était encore de 25 personnes-Sv en 1976, au début des mesures statistiques, elle est aujourd'hui de 6,25 personnes-Sv. Le nombre total de personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession a en revanche plus que doublé pendant la même période, passant d'environ 30 000 à 68 000. La dose moyenne par personne a donc diminué pendant cette période de 0,8 mSv par an à 0,09 mSv par an. C'est le résultat du processus d'optimisation qui est appliqué depuis les années 90 dans les centrales nucléaires.

La répartition des doses collectives en fonction des différents domaines d'activités montre un résultat comparable: dans tous les domaines, on observe une nette diminution des doses collectives au cours du temps. Dans

le milieu médical, la forte diminution dans les années 1982 à 1985 est liée au passage des dosimètres photographiques aux dosimètres à thermoluminescence. L'utilisation de dosimètres photographiques conduisait à une surestimation du rayonnement.

Suite à l'entrée en vigueur de la nouvelle ordonnance sur la radioprotection, en 1994, les doses associées au rayonnement **interne** sont également mesurées de manière systématique et sont déclarées au registre dosimétrique central (ZDR) depuis 2001. La dose collective liée au rayonnement interne a sensiblement diminué. Cette diminution atteint un facteur 13 depuis 1995 (cf. fig. 35) et résulte surtout de l'optimisation des processus de travail dans les entreprises utilisant des couleurs luminescentes. Les données antérieures à 1995 ne peuvent pas être comparées, car elles reposent sur d'autres méthodes de calcul et facteurs de doses.

**Pas d'augmentation du nombre de dépassements malgré l'abaissement de la valeur limite annuelle**

Bien que le suivi des doses collectives montre une nette tendance à la diminution des valeurs, on ne peut en tirer des conclusions concernant la mesure de fortes doses isolées. On peut toutefois constater que l'introduction

de la nouvelle valeur limite de 20 mSv (en lieu et place de l'ancienne valeur limite de 50 mSv) avec la nouvelle ordonnance sur la radioprotection, entrée en vigueur en 1994, n'a pas conduit à une augmentation du nombre de dépassements de cette valeur limite.

## Evaluation

### Dépassement des valeurs limites pour le radon

La dose annuelle moyenne reçue par la population est restée inchangée et voisine de 4 mSv en 2004. Elle provient pour l'essentiel de sources naturelles. La part la plus importante revient au radon avec 1,6 mSv. Les sources externes du rayonnement naturel représentent 0,8 mSv et les radionucléides dans le corps 0,35 mSv; s'y ajoutent le radiodiagnostic médical (1 mSv) et toutes les autres sources de rayonnement artificielles (environ 0,2 mSv). Les émissions des centrales nucléaires représentent moins 1%. Durant l'année sous revue, la

population suisse n'a pas été exposée à un rayonnement inadmissible de sources artificielles. Mais il y a toujours 1 à 2% des bâtiments examinés jusqu'ici en Suisse dont les habitants sont exposés à une dose de rayonnement trop élevée due au radon naturel.

### Niveau de qualité élevé concernant la radioprotection

En ce qui concerne les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession, on constate que la protection contre les rayonnements atteint, d'une manière générale, un niveau de qualité élevé, un seul cas de dépassement de la valeur limite annuelle ayant été constaté. Cela se manifeste en premier lieu par la diminution des doses collectives accumulées. La valeur limite, réduite à 20 mSv par an pour les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession avec l'entrée en vigueur de la nouvelle ordonnance sur la radioprotection en 1994, peut être respectée sans problème.

# Rayonnements non ionisants et son

## Tâches

Les champs électromagnétiques (CEM) et le rayonnement optique sont appelés rayonnements non ionisants (RNI) en raison de leurs caractéristiques. La population est de plus en plus attentive aux RNI ainsi qu'aux nuisances sonores subis durant les loisirs. La division Radioprotection s'occupe des aspects des rayonnements non ionisants pouvant entraîner des problèmes de santé à court ou long terme. A cet égard, elle remplit les tâches suivantes:

- reconnaissance précoce et étude des dangers et risques sanitaires potentiels liés aux RNI et au son;
- évaluation des risques et élaboration de stratégies de protection appropriées;
- prise de mesures de protection de la population contre les atteintes à la santé pouvant être produites par les RNI et le son;
- information de la population;
- collaboration avec nos partenaires en Suisse et à l'étranger.

### Information et recherche en matière de champs électromagnétiques

Dans le domaine des CEM, l'OFSP dispose d'un service technique et d'information sur les rayonnements non ionisants s'occupant principalement d'information, de recherche et d'acquisition de connaissances. L'état actuel de la recherche est suivi en permanence et analysé avec les organisations partenaires. Le Service technique lance, accompagne ou finance des programmes de recherche. Il informe la population, les médias ainsi que d'autres cercles concernés sur les aspects sanitaires liés aux champs électromagnétiques.

### Protection contre le rayonnement ultraviolet, les rayons laser et le son

Dans le domaine du rayonnement optique, l'OFSP s'engage principalement pour la protection contre le rayonnement ultraviolet et les rayons laser. Les activités consistent notamment à informer et à responsabiliser les individus.

Dans le domaine du son, l'exécution de l'ordonnance son et laser, en vigueur depuis 1996, a mis en évidence diverses lacunes qui seront éliminées par le biais d'une révision. Un degré élevé de protection sanitaire dans le domaine des loisirs ne peut être fondé uniquement sur une base légale. Les personnes concernées sont encouragées à augmenter leur part de responsabilité en matière de protection. Des mesures préventives sont prévues à cet effet, notamment pour les jeunes. Il est en outre nécessaire de renforcer le soutien apporté aux autorités d'exécution.

## Activités et résultats

### Enquête sanitaire: seuls 2 % des participants ont perçu le rayonnement UV comme risque sanitaire le plus important

L'an dernier, une enquête représentative a été effectuée auprès de 1058 Suisses provenant des trois régions du pays, enquête devant porter sur l'opinion et le degré d'information de la population concernant les effets sur la santé exercés par les champs électromagnétiques, le rayonnement ultraviolet et le son. Cette enquête portait en outre sur la perception d'autres risques ainsi que sur la responsabilité à l'égard de sa propre santé. A la question du plus grand risque qu'elles perçoivent pour leur santé, les personnes ont mentionné les sujets de préoccupation suivants: la fumée/le tabac (25 %), l'environnement/la pollution de l'environnement (18 %), la nourriture/les habitudes alimentaires (17 %), la circulation/les accidents de circulation (14 %), le stress, le surmenage, la surcharge de travail (12 %), le manque d'activité physique (11 %), le cancer (10 %), l'alcool (10 %). Le rayonnement ultraviolet du soleil n'est perçu comme risque le plus important que par 2 % des personnes interrogées. Quant aux champs électromagnétiques, seul 1 % les ont placés en tête des risques. A cet égard, le son n'a jamais été mentionné. Plus des trois quarts des personnes interrogées pensent qu'elles sont responsables de leur propre santé. Les médecins, l'environnement per-

sonnel, la société, l'Etat, etc., sont également considérés comme responsables. Dans les trois domaines, on souhaite que l'Etat informe davantage en matière de santé. Le rapport complet figure sous l'adresse <http://www.bag.admin.ch/cce/studien/strahlen/d/index.htm>.

## Champs électromagnétiques

### Questions posées

Les questions qui nous ont été adressées par les médias et la population concernaient à nouveau principalement la télécommunication mobile. Les stations de base pour téléphonie mobile en particulier ont souvent été tenues pour responsables de problèmes de santé. Un grand nombre de questions a été posé à propos des réseaux d'ordinateurs sans fil WLAN et au sujet de l'efficacité des systèmes de protection contre le rayonnement des téléphones portables. D'autres questions portaient sur les lignes à haute tension, les cuisinières à induction, les matelas utilisés dans les thérapies par champs magnétiques, les lampes à faible consommation d'énergie ainsi que les possibilités de mesure des champs électromagnétiques et de blindage électromagnétique.

### Résultats du projet Dialogue au sujet d'une téléphonie mobile à long terme

L'OFSP a participé au projet Dialogue au sujet d'une téléphonie mobile à long terme organisé en 2004 par les médecins en faveur de l'environnement. Tous les groupes d'intérêts concernés par le thème de la téléphonie mobile ont été invités à une discussion, afin d'élaborer des ébauches de solution aux questions centrales liées à la téléphonie mobile. Les résultats ont montré que les avis et les intérêts divergeaient fortement à l'intérieur des groupes. La prise de connaissance des divers avis a finalement été le résultat le plus important pour tous les participants. Concernant les incertitudes existant au sujet de risques potentiels liés à la téléphonie mobile, les avis des acteurs diffèrent notablement. Du point de vue des mesures communes pouvant être prises, seul un consensus sur la création d'un Service de médecine de l'environnement a pu être trouvé.

### Recherche et acquisition de connaissances

Les points importants étaient constitués par la recherche d'expositions encore inconnues liées à des applications fortement répandues, d'une part, et par la question de la sensibilité particulière présentée par des groupes spécifiques de la population, d'autre part. Quelques projets de recherche sont décrits ci-après.

### Etude des effets exercés par la technologie UMTS sur la santé

Fin 2003, l'institut hollandais TNO a publié une étude concernant les effets de la téléphonie mobile sur la santé. Deux groupes de personnes ont été exposés au rayonnement à faible intensité de la téléphonie mobile du réseau GSM et du réseau UMTS. L'un des groupes était constitué de personnes se considérant comme électrosensibles, l'autre de participants non électrosensibles. Diverses fonctions cognitives ainsi que le bien-être des personnes ont été étudiés. Dans les deux groupes, l'étude a montré que le rayonnement respectivement GSM et UMTS, exerçait une influence significative sur diverses fonctions cognitives, et en outre, dans le cas du rayonnement UMTS, sur le bien-être. L'étude a soulevé d'intenses discussions et a reçu un accueil très favorable dans le monde entier. Il s'agit toutefois d'une étude unique dont le résultat peut être dû au hasard; de ce fait, elle doit être répétée. En raison des efforts déployés par diverses institutions comme l'OFSP entre autres, cette répétition se fera en Suisse. Elle se limitera à l'étude de l'influence du rayonnement UMTS sur le bien-être. La relation dose-effets sera également étudiée en regard d'une intensité de rayonnement accrue.

### Etude de faisabilité en rapport avec les stations de base pour téléphonie mobile

Pour clarifier les incertitudes relatives aux effets dus aux stations de base de téléphonie mobile, il est possible d'utiliser les résultats d'études épidémiologiques. Les études correspondantes existantes présentent toutefois des défauts méthodologiques majeurs et ne permettent pas de tirer des conclusions scientifiquement fondées. Pour ces raisons, à l'initiative de l'OFSP, la faisabilité d'une étude épidémiologique a été examinée. Les principaux points étaient constitués par la description des plans d'étude, l'établissement d'une liste des priorités de recherche concernant les effets exercés sur la santé ainsi que l'évaluation de méthodes numériques et de méthodes de mesures existantes utilisables en dosimétrie. La publication des résultats est attendue pour 2005.

### Expositions dues aux téléphones DECT et aux appareils sans fil LAN et Bluetooth

L'utilisation de plus en plus répandue d'appareils sans fil LAN et Bluetooth ainsi que l'utilisation très répandue de téléphones sans fil DECT entraînent un besoin accru d'informations au sujet de risques possibles pour la santé. Ces risques potentiels ne peuvent cependant pas être évalués à l'heure actuelle, les expositions correspondantes étant encore inconnues. A la demande de l'OFSP, des procédures expérimentales et numériques pour la détermination de l'exposition sont évaluées et

des déterminations d'expositions dues à des appareils représentatifs du marché sont réalisées. La publication des résultats est attendue pour 2005.

### **Champs magnétiques à basse fréquence dans les automobiles**

A la demande de l'OFSP, la haute école spécialisée de Bienne a effectué un programme de mesures concernant la charge électromagnétique dans les voitures. La mesure des champs électromagnétiques à haute fréquence n'a révélé aucune charge significative. D'importants champs magnétiques à basse fréquence ont toutefois pu être mesurés au pied des sièges avant et sur le siège arrière de voitures en circulation. L'intensité des champs magnétiques était en moyenne de 3 microteslas, des maxima de 10 microteslas ayant pu être mesurés. On a pu montrer que des pièces magnétisées en acier, présentes dans les pneus, constituaient les principales sources de ces champs magnétiques. Suite à une démagnétisation des roues, les champs avaient pratiquement disparu. Comme les champs magnétiques à l'intérieur des voitures se situent loin en dessous des valeurs limites recommandées au niveau international, il n'est pas nécessaire de prendre des mesures de précaution. Les champs magnétiques apparaissant à l'intérieur des voitures dépassent cependant les charges électromagnétiques usuelles de la vie quotidienne, qui se montent à 0,1 à 0,2 microtesla. Même si actuellement les effets éventuels des champs magnétiques à l'intérieur des voitures ne peuvent pas être évalués, il serait souhaitable, d'un point de vue préventif, de se poser la question d'une réduction des champs magnétiques des roues de voitures.

### **Projet OMS**

La Suisse participe au projet WHO-EMF concernant les effets des champs électromagnétiques sur la santé, mis en pratique par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). A l'heure actuelle, on travaille beaucoup sur une évaluation globale des risques liés aux champs électromagnétiques statiques et à basse fréquence. Pour de plus amples informations à ce sujet, on consultera le site Internet [www.who.int/peh-emf](http://www.who.int/peh-emf) offrant également des notices sur les différents thèmes liés aux CEM.

### **Projet COST-281**

La Suisse participe au projet de recherche européen Potential Health Effects from Emerging Wireless Communication Systems (COST-281). Durant l'année sous revue, des séminaires ont été organisés sur les thèmes de l'électrosensibilité, des effets biologiques potentiels exercés par les nouvelles technologies ainsi que les effets exercés par les rayons électromagnétiques sur les fonctions cérébrales et les protéines du stress. L'OFSP

est représentée au sein du COST-Management Committee. Des informations au sujet du projet COST se trouvent à l'adresse [www.cost281.org](http://www.cost281.org).

## **Rayonnement optique**

### **Information au sujet de l'index UV**

Dans le cadre du programme de partenariat concernant la publication de l'index UV (OFSP, MétéoSuisse et Ligue suisse contre le cancer), une campagne basée sur un présentoir ainsi qu'une campagne d'affichage dans les exploitations de téléphériques et de chemins de fer à crémaillère ont été lancées durant l'année écoulée. Un présentoir offrant la brochure d'information L'index UV et indiquant l'estimation de l'index UV actuel dans la région concernée a été offert gratuitement aux pharmacies, drogueries et magasins d'optique, aux médecins ainsi qu'aux hôtels des régions de sports d'hiver. Les exploitants de ces présentoirs ont en outre reçu un abonnement de courrier électronique pour l'estimation de l'index UV. Presque 500 de ces présentoirs ont été placés. Par une campagne d'affichage annuelle effectuée dans 130 exploitations de téléphériques et de chemins de fer à crémaillère, la population est rendue attentive à l'index UV lors de la pratique des sports d'hiver et d'été et lors d'excursions en montagne, soit en des endroits à rayonnement UV accru.

Cette année, l'estimation de l'index UV a été proposée dès le début du mois de février. Ainsi cette prestation est à disposition durant toute la période pendant laquelle les mesures de protection contre les UV peuvent s'avérer nécessaires (février à octobre). Comme durant les années précédentes, l'estimation de l'index UV a été publiée principalement à l'adresse Internet [www.uv-index.ch](http://www.uv-index.ch). Malheureusement, les médias imprimés et les médias électroniques ont peu fait usage de cette prestation gratuite.

En complément aux actions évoquées, des informations et des remarques au sujet de l'index UV ont également été diffusées durant cette année via les médias, des manifestations publiques, des présentations et le site Internet.

### **Prévention à l'école**

Dans la série de matériel didactique Rayonnement UV et santé, l'avant-dernier module est constitué par un document intitulé Voyage avec le soleil, destiné aux classes de 5<sup>e</sup> et de 6<sup>e</sup> des écoles secondaires. Au moyen de ce module, les élèves apprennent à planifier de petits et de grands voyages. Ils sont ainsi confrontés avec le climat des destinations préférées ainsi qu'avec le climat mondial et apprennent à connaître les risques qui leur

sont liés. En complément au document de travail, il existe, depuis ce printemps, 10 coffrets expérimentaux Temps et rayonnement UV pouvant être empruntés gratuitement. Ils contiennent des appareils de mesure en rapport avec le temps et le rayonnement UV ainsi que des modes d'emploi d'expériences, des vidéos, des DVD et autre matériel. Le dernier module de la série didactique Rayonnement UV et santé sera publié au printemps 2005. Il est destiné aux élèves des classes de 7<sup>e</sup>, 8<sup>e</sup> et 9<sup>e</sup> années ainsi qu'aux écoles professionnelles et aux lycées et consacré au thème Lifestyle. Le programme complet de prévention pour l'école a été présenté à des spécialistes lors d'une rencontre internationale, au cours de laquelle il a reçu un accueil très favorable.

### **Nouvelle brochure pour la prévention UV des petits enfants et des enfants**

La brochure Protection solaire pour les bébés, petits enfants et enfants a été spécialement conçue pour les parents et les personnes s'occupant de petits enfants et d'enfants. Cette brochure souligne l'importance particulière, à ces âges, de la protection contre le soleil étant donné l'extrême sensibilité au rayonnement UV de la

peau et des yeux des enfants. En outre, les coups de soleil subis durant l'enfance augmentent de manière significative le risque de développer plus tard un cancer de la peau. La brochure présente également des mesures de protection simples et appropriées.

### **Solarium**

Les brochures Solarium – rayonnement et santé, et les notices gratuites sont toujours très demandées.

### **Intersun**

WHO-Intersun est un projet de l'OMS ayant pour objectif de réduire, dans le monde entier, les atteintes à la santé dues au rayonnement ultraviolet ([www.who.int/peh-uv](http://www.who.int/peh-uv)). Des rencontres internationales organisées régulièrement constituent la principale raison du succès d'Intersun et favorisent la collaboration entre les diverses nations. L'OFSP participe activement à ce projet.

### **EUROSKIN**

La société European Society of Skin Cancer Prevention a pour objectif de réduire l'incidence du cancer de la peau et la mortalité y afférente, très élevées en Europe ([www.euroskin.org](http://www.euroskin.org)). Elle s'emploie donc à favoriser et à coordonner la collaboration entre les spécialistes européens de la recherche et de la prévention en matière de cancer de la peau. L'OFSP est membre actif d'Euroskin.



Fig. 36: Brochure Solarium.

## Son

### **Révision de l'ordonnance son et laser**

Dans le domaine du son, la révision de l'ordonnance son et laser (OSL) a été poursuivie. Le point principal de la révision consistait en l'élaboration d'un nouveau concept basé sur des notions de doses. Néanmoins, la protection du public contre des niveaux sonores trop élevés et des rayons laser trop intenses continue d'être au centre des préoccupations. Comme l'OSL concerne principalement les loisirs (discos, concerts, etc.), la responsabilité propre du public joue un rôle important. Ce dernier doit toutefois disposer des moyens lui permettant d'exercer cette responsabilité propre. Afin que, lors de l'élaboration du concept, la relation avec la pratique soit garantie, diverses autorités cantonales ont été accompagnées par le responsable du domaine lors de leurs contrôles de nuit.

### **Prévention dans les écoles**

La prévention auprès des élèves constitue une base importante pour la perception ultérieure de la responsabilité propre. C'est la raison pour laquelle mandat a été donné d'élaborer des documents pédagogiques appropriés à l'école secondaire (5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup>). Ces documents ont été

testés avec succès par la suite. Au printemps 2005, ce premier module devrait être prêt à l'emploi. Outre des documents papiers, ce module comprend également un CD acoustique, un CD interactif ainsi qu'un coffret expérimental (coffret bruit).

### **L'organe de l'ouïe est menacé par le bruit lié aux loisirs**

Une étude, financée par l'OFSP et effectuée à la Clinique universitaire d'oto-rhino-laryngologie de Bâle, portait sur l'observation à long terme de patients ayant subi une lésion de l'ouïe ou un traumatisme acoustique suite à une unique exposition au bruit. Elle a révélé que deux tiers des patients souffraient durablement d'acouphènes. Cette part est de 2 %, soit nettement moindre pour une population sans aucune atteinte à l'ouïe. Ces résultats montrent que l'organe de l'ouïe est menacé par le bruit lié aux loisirs et qu'il est nécessaire de mettre en œuvre un programme de prévention approprié.

### **L'exposition «Lärm- und Hörwelten» présentée dans des écoles de Suisse centrale**

L'objectif de l'exposition «Lärm- und Hörwelten» est de sensibiliser les élèves au thème du bruit et aux fortes intensités lors des écoutes musicales. A cet effet, des journées d'action sont effectuées dans les écoles. Durant l'année sous revue, l'OFSP a soutenu la présentation de cette exposition dans des écoles de Suisse centrale. Le thème rencontre un grand intérêt de la part des élèves et des maîtres.

### **NOPHER**

NOPHER (Noise Pollution Health Effects Reduction) est une action de la Commission européenne à laquelle participent 51 partenaires provenant de 16 pays européens, ayant pour but de réduire les effets du bruit sur la santé. Le Noise Research Network (NRN) a pour objectif de favoriser la collaboration et la coordination en Europe pour ce qui est de la prévention des atteintes dues au bruit. A cet effet, il existe deux plates-formes servant à l'échange d'informations sur les actions de prévention et la législation en matière de manifestations publiques utilisant de la musique amplifiée électroniquement ([www.ucl.ac.uk/noiseandhealth](http://www.ucl.ac.uk/noiseandhealth)).

## Evaluation

### **Toujours de gros efforts de recherche en matière de CEM**

On ne sait toujours pas dans quelle mesure les champs électromagnétiques constituent un risque en cas d'expositions à de faibles doses. Afin de pouvoir répondre à cette question, d'importants efforts de recherche sont

encore nécessaires. Durant l'année sous revue, de nombreuses études ont été publiées n'apportant cependant aucune réponse claire aux questions ouvertes. La problématique s'aggrave du fait de la rapidité avec laquelle les nouvelles technologies apparaissent sur le marché. La question de savoir s'il existe des groupes de population particulièrement sensibles, comme les enfants par exemple, est également ouverte. La population et les médias ont besoin d'informations neutres et objectives en particulier au sujet des technologies existantes et à venir de la communication sans fil.

### **Taux de cancer de la peau: tendance à la hausse**

La Suisse a un des taux de cancer de la peau le plus élevé d'Europe, la tendance étant à la hausse. La raison en est probablement un comportement nouveau durant les loisirs, avec des activités de plein air plus fréquentes et des séjours plus nombreux dans des pays ensoleillés, impliquant en partie des bains de soleil excessifs. Les coups de soleil jouent un rôle particulier. Les études semblent indiquer que les coups de soleil subis notamment durant l'enfance augmentent énormément le risque de cancer de la peau. Outre le mélanome malin (20 cas annuels pour 100 000 personnes) apparaissent surtout le basaliome et le spaliome (à eux deux, 157 cas annuels pour 100 000 personnes). Ces derniers conduisent rarement à la mort, mais il ne faut pas les sous-estimer en regard de la charge psychique et des coûts générés. Environ un cinquième des patients atteints de mélanomes meurent des suites de la tumeur. Au vu de ce contexte, un travail de prévention efficace est toujours nécessaire. Il est toutefois encore trop tôt pour se prononcer sur les résultats concernant l'efficacité de la prévention.

### **Son: incitation à l'exercice de la responsabilité personnelle**

Une forte protection sanitaire dans le domaine des loisirs ne peut pas simplement reposer sur une base légale mais doit également être recherchée par le biais d'un exercice accru de la responsabilité propre des personnes concernées. A cet effet, il faut surtout prendre des mesures de prévention destinées aux jeunes. Il est en outre nécessaire de soutenir davantage les autorités d'exécution et d'inclure les organisateurs de manifestations.

### **Impressum**

© Bundesamt für Gesundheit (BAG)  
Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit  
Publikationszeitpunkt: Juni 2005

Weitere Informationen und Bezugsquellen:  
BAG, Direktionsbereich Verbraucherschutz,  
Abteilung Stahlschutz, 3003 Bern  
Telefon +41 (0)31 323 02 54, Telefax +41 (0)31 322 83 83  
E-Mail: [str@bag.admin.ch](mailto:str@bag.admin.ch), [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch), [www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

BAG- Publikationsnummer: BAG VS 6.05 3000 d-f-kombi 40EXT05004

### **Impressum**

© Office fédéral de la santé publique (OFSP)  
Editeur: Office fédéral de la santé publique  
Date de publication: juin 2005

Informations supplémentaires et diffusion:  
OFSP, Unité de direction Protection des consommateurs,  
Division Radioprotection, 3003 Berne  
Téléfon +41 (0)31 323 02 54, téléfax +41 (0)31 322 83 83  
E-Mail: [str@bag.admin.ch](mailto:str@bag.admin.ch), [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch), [www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

Imprimé sur papier blanchi sans chlore

Numéro de publication OFSP: BAG VS 6.05 3000 d-f-kombi 40EXT05004