

## Résumé

### A RAYONNEMENTS IONISANTS

Le 1<sup>er</sup> août 2001, la nouvelle du Décret sur la protection contre les rayonnements (StrlSchV) est entrée en vigueur (BGBl. I p.1714). Ainsi les demandes de la directive 96/29/EURATOM sur mesures fondamentales de la radioprotection et de la directive relative à la protection radiologique des personnes soumises à des examens médicaux 97/43/EURATOM ont été transposées dans la loi allemande. Des conséquences directes concernent, entre autres choses, l'évaluation de doses des rayonnements naturels dus aux produits de filiation de radon (Sect. I, 2) l'exposition due aux installations nucléaires (Sect. II), l'exposition professionnelle du personnel navigant due aux rayonnements cosmiques (Sect. III, 1), ainsi que la surveillance de l'incorporation (Sect. III, 2).

Les chiffres de radioactivité dans l'environnement humain trouvés par les stations officielles de mesure ont été publiés, sous forme de rapports trimestriels à partir de l'automne 1958, et de rapports annuels à partir de 1968. Ces rapports contiennent, en plus des résultats concernant le contrôle de la radioactivité de l'environnement, des données sur l'exposition de la population aux rayonnements due aux sources naturelles et artificielles. Ceci inclut des informations sur l'exposition aux rayonnements due

- aux sources naturelles, et aux sources naturelles changées par la civilisation
- aux applications médicales
- aux installations nucléaires
- à la manipulation de substances radioactives
- à l'activité professionnelle
- aux essais d'explosions nucléaires
- aux accidents radiologiques et événements exceptionnels
- aux conséquences après l'accident du réacteur de Tchernobyl.

Le tableau suivant indique l'exposition aux rayonnements moyenne de la population de la République fédérale d'Allemagne en 2001. Comparé aux années précédentes, la dose effective moyenne n'a pas changé dans la plupart des domaines.

#### DOSE EFFECTIVE MOYENNE REÇUE PAR LA POPULATION DE LA REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE EN 2001

		Dose effective moyenne mSv/an
<b>1.</b>	<b>Exposition naturelle aux rayonnements</b>	
1.1	due aux rayonnements cosmiques (au niveau de la mer)	env. 0,3
1.2	due aux rayonnements terrestres externes par séjour à l'extérieur (5 h/jour)	env. 0,4
	par séjour à l'intérieur des maisons (19 h/jour)	env. 0,1 env. 0,3
1.3	due à l'inhalation de produits de filiation radon par séjour à l'extérieur (5 h/jour)	env. 1,1
	par séjour à l'intérieur des maisons (19 h/jour)	env. 0,2 env. 0,9
1.4	due aux substances radioactives naturelles ingérées	env. 0,3
Chiffre total de l'exposition naturelle		env. <b>2,1</b>
<b>2.</b>	<b>Exposition artificielle aux rayonnements</b>	
2.1	due aux installations nucléaires	< 0,01
2.2	due aux applications médicales de rayonnements ionisants et de substances radioactives	env. 2
2.3	due à l'utilisation de substances radioactives et de rayonnements ionisants dans la recherche, la technique et chez les particuliers (sauf 2.4)	< 0,01
	2.3.1 produits industriels	< 0,01
	2.3.2 sources techniques de rayonnement	< 0,01
	2.3.3 émetteurs perturbateurs de rayonnement	< 0,01
2.4	due à l'activité professionnelle (contribution à l'exposition moyenne de la population)	< 0,01
2.5	due aux accidents et événements exceptionnels	0
2.6	due aux retombées des essais d'explosions nucléaires	<0,01
	2.6.1 de l'extérieur, en plein air	<0,01
	2.6.2 due aux substances radioactives incorporées	<0,01
2.7	Exposition aux rayonnements due à l'accident dans la centrale nucléaire de Tchernobyl	<0,015
Chiffre total de l'exposition artificielle aux rayonnements		env. <b>2</b>

### **Sources naturelles de radiation et sources naturelles, changées par la civilisation**

L'exposition naturelle aux rayonnements se compose d'une contribution externe et interne, causée par des substances radioactives naturelles dans l'environnement. La contribution externe est surtout l'exposition dans l'air et dans le sol du radioisotope naturel potassium-40, ainsi que les radionuclides des chaînes de désintégration de l'uranium-238 et de thorium-232. La contribution interne de l'exposition aux rayonnements est causée particulièrement par l'inhalation du gaz rare naturel de radon et de ses produits de filiation, et partiellement par l'absorption de substances radioactives naturelles avec l'eau potable et la nourriture. La contribution totale à la dose effective annuelle des sources naturelles de radiation est entre 1 et 6 millisievert. La valeur moyenne nominale est 2,1 millisievert, particulièrement en raison du radon à l'intérieur de maisons. Les contributions individuelles à la dose effective moyenne par an sortent du tableau mentionné ci-dessus.

Les mesurages effectués aux cours des dernières années ont mis en évidence les considérables différences régionales de l'exposition naturelle aux rayonnements, du fait des différentes concentrations de substances radioactives naturelles dans le sol et l'air. La construction de bâtiments sur du terrain avec une teneur élevée d'uranium et de radium et, d'une façon insignifiante, l'utilisation de matériaux de construction, avec une teneur élevée en substances radioactives naturelles, ont provoqué une augmentation de l'exposition aux rayonnements de la population, due aux produits radioactifs de décomposition qui en résultent. Actuellement des études épidémiologiques nationales et internationales sont effectuées pour estimer et limiter le risque de la population résultant des expositions aux produits de filiation de radon.

Une concentration élevée du radon dans l'air respirable auprès du sol, provenant des mines, n'a été observée que dans l'environnement proche des installations minières, mais elle diminue rapidement à une plus grande distance. En tout, il en résulte des mesurages, que des concentrations de radon élevées se présentent dans les régions minières de l'exploitation de l'uranium et du schiste cuivreux, qui sont pourtant observées également dans des régions avec une géologie comparable, donc partiellement d'origine naturel. La dérivation de l'uranium et du radium et ses produits de désintégration provenant des mines dans les grandes canaux émissaires des régions minières présente aucune différence, ou seulement une différence insignifiante du niveau naturel de ces radionuclides.

### **Exposition artificielle aux rayonnements**

#### **Application médicale**

La plus grande partie à la dose effective moyenne de l'exposition artificielle aux rayonnements de la population résulte de l'application de rayonnements ionisants et de substances radioactives en médecine. Cette contribution en médecine de l'exposition aux rayonnements est environ 2 millisievert par an.

Les enquêtes de l'Office fédéral de radioprotection (BfS) sur l'exposition aux rayonnements dans la diagnostique aux rayons X, fournissant la plus grande contribution, résultait dans une grande distribution des valeurs de dose pour les examens individuels de plus de deux ordres de grandeur, dus aux situations individuelles de chaque patient et aux différents standards techniques. Malgré l'application fréquente de méthodes de diagnostique alternatives (ultrason, endoscopie, NMR) des enquêtes indiquent une augmentation légère des fréquences d'examens, surtout en ce qui concerne les examens à hautes doses de scanographie et angiographie, y compris la radiologie d'intervention. Dans les années suivantes la valeur de la dose effective moyenne devrait augmenter tout au plus légèrement en raison de la réalisation des mesures assurance qualité et contrôle qualité en diagnostique aux rayons X et en médecine nucléaire. Les enquêtes sur l'exposition aux rayonnements pour chaque examen indiquent une dose diminuée par examen. A partir de 1991, des enquêtes correspondantes pour actualiser les données sur le débit de doses sont faites continuellement à l'Office fédéral de radioprotection avec la subvention sur le domaine de l'hygiène sanitaire par les caisses d'assurance-maladie.

En radiothérapie, c'est grâce à l'application de nouvelles méthodes d'exposition, ainsi qu'aux meilleurs possibilités de projeter l'exposition, qu'on peut parvenir à optimiser l'administration de la dose thérapeutique nécessaire sur la partie du corps à traiter (dose de tumeur), tout en limitant l'exposition aux rayonnements des autres parties du corps. Des efforts supplémentaires seront nécessaires dans le soin postérieur de tumeurs.

En médecine nucléaire, les scintigraphies de la glande thyroïde et du squelette sont les examens les plus fréquents. L'utilisation des anticorps monoclonaux marqués par radionucléides devient plus important dans le cadre de la diagnostique de réactions inflammatoires et des tumeurs, ainsi que dans la thérapie des tumeurs. La tomographie à émission de positrons (PET) acquiert également une plus grande importance dans les procédures d'examens en médecine nucléaire.

Le nouveau Décret sur la Protection contre les rayonnements étant en vigueur depuis le 1er août de l'année du rapport a des effets sur le domaine de la pratique médicale, surtout par le règlement sur l'indication justificative, les personnes autorisées aux applications, la compétence en radioprotection et les experts en physique médicale. Le BfS sera engagé dans de nouvelles tâches comme le développement et la publication de valeurs de référence diagnostiques et, sur le domaine de la recherche en médecine, les permissions des applications de substances radioactives ou des rayonnements ionisants chez l'homme.

### **Technique nucléaire**

L'émission de matières radioactives, provenant des installations nucléaires et de l'ancien dépôt final de déchets radioactifs à faible et moyenne activité de Morsleben (ERAM), n'a augmenté l'exposition aux rayonnements de la population que d'une façon insignifiante. Les radionucléides trouvés dans le cadre de la surveillance de l'exploitation minière d'Asse sont de l'origine naturel, ou quand il s'agit de strontium-90, une conséquence du fallout naturel. Les valeurs maximaux des émissions de l'exposition aux rayonnements pour des individus, déterminés selon le Règlement administratif général au paragraphe 45 du Décret sur la Protection contre les rayonnements (Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 45 Strahlenschutzverordnung), sont nettement restés inférieurs aux limites de dose fixées par le Décret sur la protection contre les rayonnements. En général, les valeurs calculées pour l'exposition aux rayonnements n'ont pas changé considérablement par rapport à 2000. En 2001, la contribution des installations nucléaires internes, ainsi que dans les pays voisins à la dose effective moyenne de la population de la République fédérale d'Allemagne (Tableau p. 23 - 2.1), était aussi inférieure à 0,01 millisievert par an.

### **Manipulation de substances radioactives dans la recherche, la technique et chez les particuliers**

L'application de rayonnements ionisants et de substances radioactives à des fins techniques et dans la recherche n'a presque pas changé dès l'année précédente. On utilise aussi des instruments qui présentent des sources radiologiques relativement faibles, comme récepteurs de télévision, moniteurs, détecteurs de fumée et dispositifs antistatiques. L'exposition aux rayonnements des individus et de la population générale, due à l'emploi d'appareils techniques, est limitée et maintenue le plus bas possible par les stipulations du Décret sur les Rayons X et du Décret sur la protection contre les rayonnements. La contribution moyenne à l'exposition radiologique de la population fournie par l'application de substances radioactives dans la recherche, la technique et chez les particuliers est inférieure à 0,01 millisievert par an.

### **Exposition professionnelle aux rayonnements**

La dose effective moyenne due aux rayonnements externes pour toutes personnes surveillées avec des dosimètres individuels (environ 316.000) a été environ 0,15 millisievert en 2001. Pendant toute l'année, une dose effective de 0 millisievert avait été mesurée chez environ 86% des personnes surveillées. Chez le reste des personnes surveillées avec une dose annuelle à 0,1 millisievert ou plus (environ 45 000), il en résulte une dose moyenne individuelle de 1,0 millisievert. Ainsi la contribution de l'exposition professionnelle aux rayonnements à la dose effective moyenne au total de la population était, également en 2001, inférieure à 0,01 millisievert.

### **Essais d'explosions nucléaires**

En 2001, aucun essai d'explosions nucléaires n'a été effectué. Les substances radioactives de longue vie, décelables dans l'atmosphère et dans la nourriture, proviennent principalement des essais d'explosions nucléaires sur sol des années soixante. En 2001, on peut estimer la contribution à la dose effective moyenne de la population de la R.F.A. des radionucléides émis à cette époque à moins de 0,01 millisievert par personne.

### Accidents et incidents radiologiques

Grâce aux strictes dispositions juridiques en matière de radioprotection, des incidents radiologiques avec personnes, survenant au cours de la manipulation de rayonnements ionisants et de substances radioactives, sont rares. Pour la vue d'ensemble des incidents radiologiques voir partie III 4. Notamment il faut mentionner le vol des objets avec contamination radioactive venant de l'atelier de retraitement du combustible irradié de Karlsruhe (WAK). Au cours de cet incident, trois personnes ont été contaminées sérieusement par incorporation de substances radioactives. La dose engagée effective de ces personnes était de 5,5 Sv, 0,38 Sv et 0,18 Sv.

### Accident du réacteur de Tchernobyl

Après l'accident du réacteur dans la centrale nucléaire de Tchernobyl en 1986, les chiffres sur la contamination de l'environnement mesurés en République fédérale d'Allemagne étaient documentés et évalués du point de vue de la radiohygiène. En 2001, l'exposition aux rayonnements en conséquence de cet accident a continué à diminuer et, due au césium-134 et césium-137, la dose moyenne effective était en dessous de 0,015 millisievert. Elle était ainsi largement en dessous d'un pourcent de l'exposition aux rayonnements naturelles, et résulte d'environ 90 % de l'exposition terrestre du césium-137. Pour l'année 2001, l'estimation de la dose effective moyenne, due au radiocésium incorporé avec la nourriture, était en dessous de 0,002 millisievert. En Allemagne du Sud, cette exposition aux rayonnements peut être élevée d'une ordre de grandeur.

## B RAYONNEMENTS NON IONISANTS

Par rayonnements non ionisants (NIR) nous entendons les champs à basse fréquence électriques et magnétiques, les champs à haute fréquence électromagnétiques et les rayons optiques, dont les rayonnements ultraviolets.

L'exposition du public aux rayonnements non ionisants, principalement aux champs de basse fréquence provenant du réseau électrique et aux champs de haute fréquence issus des réseaux de transmission sans fil est en forte augmentation par suite des continuelles avancées technologique dans ce domaine. En Allemagne, le déploiement prévu des réseaux de téléphonie mobile et, en particulier, l'introduction de la technologie UMTS ont provoqué une discussion publique sur les éventuels risques pour la santé liés à l'utilisation des nouvelles technologies de transmission.

De même, l'exposition du public aux UV ne cesse d'augmenter face aux habitudes de loisirs au soleil et à la mode du "wellness" - celle-ci se manifestant par un usage accru des solariums. La diminution de la couche d'ozone laisse également craindre une intensification de l'exposition aux UV.

### Mécanisme fondamental des effets des rayonnements non ionisants

Les champs électriques, magnétiques et électromagnétiques exercent des forces sur les charges électriques. Cet effet induit, dans le corps, la production de courants qui, selon leur fréquence et leur intensité, peuvent provoquer des effets de stimulation ou des hausses de température. Contrairement aux radiations ionisantes, les rayonnements de basse et haute fréquence compris entre 0 et 300 GHz ne produisent pas suffisamment d'énergie pour libérer des radicaux nuisibles dans le système biologique par phénomène d'ionisation et pour altérer durablement la structure du patrimoine héréditaire, l'ADN – cette altération étant une des causes d'induction du cancer.

### Valeurs limites et recommandations sur les valeurs limites

Etablies sur la base confirmée par des conséquences pour la santé, des recommandations pour limiter l'exposition ont été données par les comités internationaux de radioprotection. Celles-ci ont été adoptées par le Conseil de la Communauté Européenne. En Allemagne, les valeurs limites valables aujourd'hui pour les installations fixes de haute et basse fréquences basent sur ces recommandations et sont stipulées dans le 26e décret d'application de la loi fédérale de protection contre les émissions; décret relatif aux champs électromagnétiques (BImSchV 26, 26. Verordnung zur Durchführung des Bundeslmissionsschutzgesetzes; Verordnung über elektromagnetische Felder) en vigueur depuis le 1er janvier 1997.

L'application des valeurs limites pour les installations à haute fréquence, comme celle par exemple du service de radiotéléphonie mobile, est soumise au contrôle de l'agence de réglementation de la télécommuni-

cation et poste (Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post, RegTP), dans le cadre de la procédure de délivrance des licences d'installation et selon la réglementation relative aux télécommunications en vigueur. Le RegTP confirme que, pour l'année 2000, les valeurs limites ont été respectées.

L'exposition publique aux champs magnétiques de basse fréquence, comme ceux émis par les installations fixes à basse fréquence et par les appareils ménagers est, selon une étude de Bavière, en moyenne largement en dessous des valeurs limites stipulées par la loi.

Au niveau national et international, de fréquents échanges d'informations sur les derniers résultats de la recherche scientifique permettent de vérifier la validité et d'actualiser continuellement les recommandations relatives aux limites d'exposition. Cette évaluation a révélé qu'il existe des indications scientifiques de risques éventuels rendant nécessaire la prise de mesures de précaution. Dans un même temps, un programme de recherche ciblé est déployé pour confirmer et affiner les connaissances scientifiques dans ce domaine.

### **Surveillance de la radiation UV solaire**

La surveillance des radiations UV est assurée en Allemagne par l'Office fédéral de radioprotection et l'Office fédéral de l'environnement, qui enregistrent quotidiennement les taux de rayonnements UV. Dans l'année du rapport, pour la période d'avril à août, les valeurs cumulées par jour maximales ont dépassé  $3000 \text{ J/m}^2$  et les valeurs minimales ont atteint  $1000 \text{ J/m}^2$  au maximum. L'analyse statistique des données mesurées permet de conclure à une légère augmentation des taux de radiation UV. Cependant, en raison de la multiplicité des facteurs d'influence, il n'est pas possible de prouver un effet relatif à l'ozone.

### **Thèmes d'actualité en 2001**

Les rayonnements non ionisants et, en particulier, les conséquences pour la santé de la radiotéléphonie mobile firent l'objet d'une vive discussion publique dans l'année du rapport. A également dominé les débats, la question du rapport de causalité entre les rayonnements électromagnétiques de basse fréquence et les cas de cancer observés chez les soldats de l'armée fédérale qui ont opéré et entretenu des systèmes radar. La radiation incriminée ici dans le développement du cancer chez les personnes concernées est la radiation ionisante aux rayons X (voir section A, chapitre III, 4, exposition aux rayonnements chez le personnel s'occupant des systèmes).