



IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

EXPOSITION DE LA POPULATION FRANCAISE AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

Alain RANNOU, Bernard AUBERT, Pascale SCANFF
Rapport DRPH/SER 2006-02

DIRECTION DE LA RADIOPROTECTION DE L'HOMME
Service d'études et d'expertise en
radioprotection

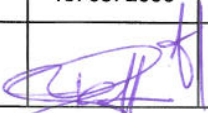
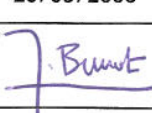
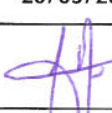
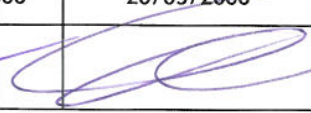
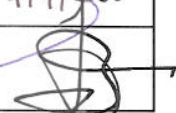
Demandeur	IRSN et DGSNR
Référence de la demande	Lettre DGSNR/DEP-SD7-0309-2005 du 23 septembre 2005
Numéro de la fiche programme	C08/H-01F1/01-02

**EXPOSITION
DE LA POPULATION FRANCAISE
AUX RAYONNEMENTS IONISANTS**

Service d'études et d'expertise en radioprotection

Alain RANNOU, Bernard AUBERT, Pascale SCANFF

Rapport DRPH/SER n° 2006-02

	Réservé à l'unité		Approbation		
	Rédacteur(s)	Vérificateur(s)*	Chef du SER	Directeur DRPH	Directeur Général de l'IRSN
Noms	A. RANNOU P. SCANFF	J. BRENOT	A. RANNOU	P. GOURMELON	J. REPUSSARD
Dates	15/03/2006	20/03/2006	20/03/2006	20/03/2006	4/4/2006
Signatures					

* rapport sous assurance de la qualité

RESUME

Les contributions des diverses sources de rayonnements ionisants à l'exposition de la population française sont évaluées. En France en 2005, on estime que la dose efficace individuelle moyenne s'élève à 3,3 mSv par an, valeur plus basse que celles estimées dans les années 90 car les doses associées au radiodiagnostic ont diminué. L'exposition au radon et l'exposition médicale représentent les trois quarts de la dose moyenne. Il existe une forte variabilité selon les régions et du fait des modes de vie. Selon les lieux, la dose efficace individuelle moyenne annuelle peut être inférieure d'un facteur 2 ou supérieure jusqu'à un facteur 5.

ABSTRACT

MOTS-CLES

Rayonnements ionisants, sources, dose moyenne, France

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Auteur	Pages ou paragraphes modifiés	Description ou commentaires

LISTE DES PARTICIPANTS

Nom	Organisme

LISTE DE DIFFUSION

Diffusion libre

Diffusion limitée

Nom	Organisme

1. INTRODUCTION

Les Français dans leur ensemble sont exposés en permanence à des rayonnements ionisants d'origines naturelle et artificielle.

Il existe quatre modes d'exposition aux sources naturelles de rayonnements ionisants (Rannou, 1999) :

- L'irradiation cosmique, due aux photons et particules venant de l'espace,
- L'irradiation tellurique, due aux éléments radioactifs présents dans la croûte terrestre depuis la formation de la Terre,
- L'incorporation d'éléments radioactifs naturels, dans l'air ou dans les aliments, présents depuis l'origine de la Terre ou recréés par le bombardement cosmique,
- L'inhalation de radon, gaz radioactif émanant du sol et pouvant se concentrer dans les locaux.

Les sources artificielles de rayonnements ionisants peuvent être rangées en deux grandes catégories :

- Les sources médicales,
- Les sources industrielles et militaires : rejets des installations nucléaires, retombées de particules radioactives libérées lors des accidents nucléaires (celui de Tchernobyl par exemple) et des tests d'armes nucléaires dans l'atmosphère (Etats-Unis, Sahara, Union Soviétique, Australie, atolls du Pacifique, Chine...), sols contaminés lors d'activités humaines impliquant l'utilisation de substances radioactives.

Des populations particulières sont soumises à des expositions supplémentaires, notamment les travailleurs à certains postes de travail et les patients traités par radiothérapie. **Les doses au travail et celles reçues en radiothérapie ne sont pas considérées dans le cadre de ce rapport qui traite de l'exposition de la population française en général.**

Les expositions, qu'elles soient naturelles ou artificielles, ont des points communs. En effet, l'industrie nucléaire génère des radionucléides que produit aussi l'environnement (tritium, carbone 14) et les expositions à certaines sources naturelles peuvent être notablement augmentées ou diminuées par l'activité humaine (le radon dans l'habitat par exemple).

La dose efficace, exprimée en millisievert (mSv), est utilisée pour toutes les expositions, si diversifiées soient-elles : exposition externe du corps entier par des rayonnements gamma, contamination interne par des radionucléides émetteurs de rayonnements alpha... Conçue par la CIPR (Commission Internationale de Protection Radiologique) comme un indicateur de risque d'effets stochastiques pour des expositions hétérogènes, la dose efficace convient pour comparer des expositions pouvant conduire à de tels effets.

Lors de l'estimation des doses, il existe des incertitudes liées à la variabilité des sources (flux de rayonnement à la surface du globe et concentrations en radon dans les maisons, par exemple), des modes de vie (temps passé à l'intérieur et régime alimentaire, par exemple) et même des règles de conversion des expositions en doses efficaces (c'est le cas pour le radon, par exemple). Ces incertitudes sont généralement modérées par rapport à celles associées à la variabilité temporelle, à la variabilité spatiale ou à la variabilité d'une pratique à une autre ; en effet, les expositions peuvent dépendre très fortement du lieu de vie (cas du radon), ou d'autres facteurs démographiques ou sanitaires (cas des expositions dues au radiodiagnostic). Il faut souligner le fait qu'une valeur de dose moyennée pour la France n'est qu'un indicateur macroscopique, qui ne s'applique pas nécessairement bien à un groupe particulier de personnes et *a fortiori* à une personne particulière.

La synthèse de toutes les données disponibles sur les expositions est effectuée tous les quatre ans environ par l'UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation). Cette synthèse de l'UNSCEAR à l'échelle mondiale peut se révéler inadaptée à la situation d'un pays donné. Elle est cependant assez représentative des situations rencontrées dans les pays développés.

2. L'EXPOSITION MEDICALE

Au sein de la population, de nombreuses personnes sont exposées aux rayonnements ionisants dans un contexte médical. Les doses sont reçues lors :

- d'examens de radiologie à visée diagnostique (radiographie conventionnelle, mammographie, scanographie, radiologie interventionnelle) qui délivrent une exposition externe,
- d'examens et de traitements de médecine nucléaire (diagnostic ou thérapie par radionucléide) qui délivrent une exposition interne,
- de traitements de radiothérapie.

Les ordres de grandeur des doses reçues lors d'examens diagnostiques apparaissent sur la figure 1 (pour la comparaison des examens, l'échelle représente les doses efficaces associées à ces examens). Cependant, pour un même examen, il existe une grande disparité des doses reçues selon la pratique médicale, la qualité des appareils, la morphologie des patients...

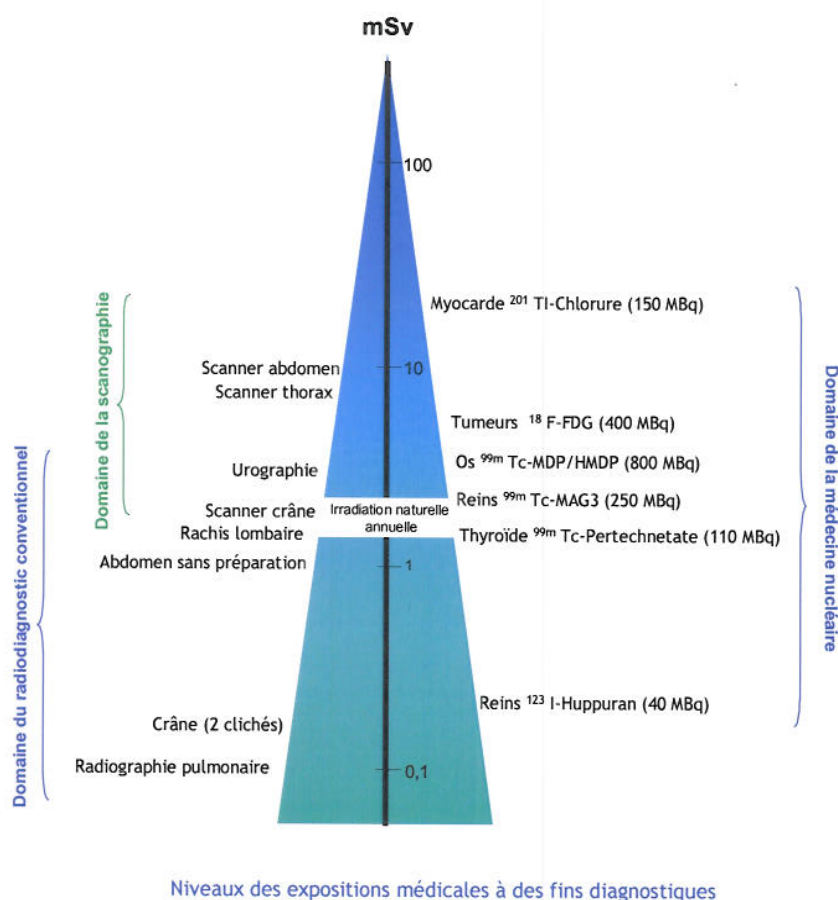


Figure 1 - Quelques ordres de grandeur des doses efficaces reçues lors d'examens diagnostiques

Pour évaluer l'exposition médicale de la population, il faut :

- connaître la nature et la fréquence des actes réalisés sur une période donnée,
- estimer la dose efficace moyenne associée à chaque acte.

Pour un examen et une période donnés, la dose collective est obtenue en multipliant le nombre d'actes sur la période par la dose efficace moyenne. La dose collective totale sur la période est la somme, sur l'ensemble des examens, des doses collectives par examen. En divisant la dose collective

par l'effectif de la population, on obtient une " dose efficace moyenne par personne " (« dose per caput ») exprimée en mSv.

Le double jeu d'enquêtes permettant d'estimer les nombres d'actes et la dose associée à chacun d'entre eux, n'a été réalisé qu'une seule fois en France en 1982 (Maccia et al., 1988). Postérieurement à cette enquête, seules des réactualisations ponctuelles ne portant que sur le dénombrement de certains actes (scanographie par exemple) ou sur l'intégration de nouveaux facteurs de pondération tissulaire (passage de la CIPR 26 à la CIPR 60) ont été réalisées. Les résultats successifs de ces travaux ont conduit à estimer plusieurs fois la dose efficace moyenne en France due aux pratiques de radiodiagnostic ; les estimations sont comprises entre 1 et 1,6 mSv par personne et par an ; la dernière valeur date de 1998 et est de 1,15 mSv (Maccia, 1998). Cependant cette dernière valeur a été obtenue à partir des résultats d'un rapport de 1994 pour ce qui est du nombre des actes. Les doses correspondantes avaient été reprises des études de 1982 et 1988 pour la radiologie conventionnelle et d'un rapport de 1997 pour la scanographie (Maccia et al., 1997). Or, les techniques utilisées en radiologie ont beaucoup évolué : la part des actes de scanographie s'est considérablement accrue, l'utilisation de la radiologie interventionnelle s'est développée... Des transferts de procédures se sont effectués vers d'autres techniques d'imagerie utilisant des rayonnements non ionisants (imagerie par résonance magnétique et par ultrasons). Compte tenu de ces évolutions, l'estimation française nécessitait donc d'être reconsidérée.

Très récemment, l'IRSN et l'InVS ont dressé un état des lieux de l'exposition médicale de la population française aux rayonnements ionisants à partir de l'exploitation des données institutionnelles (Scanff et al., 2005). Les données utilisées relatives à la nature et à la fréquence des actes sont les données 2002 de la Statistique Annuelle des Etablissements de santé (SAE), celles de la Caisse Nationale d'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés (CNAM-TS) qui couvrent le secteur de la radiologie libérale et celles de l'Agence Régionale d'Hospitalisation (ARH) d'Île de France. L'analyse des données recueillies conduit à un nombre global d'actes de radiologie compris entre 61 et 74 millions (actes dentaires compris) pour l'année 2002, selon les hypothèses de calcul retenues (tableau 1).

Tableau 1 : Estimation du nombre d'actes pratiqués en France en 2002 (données CNAM-TS, SAE)

	Etablissements de santé	Pratique libérale
Radiologie conventionnelle (dentaire compris)	14,5 – 25 millions	40,9 millions
Scanner	2 – 3,8 millions	2,2 millions
Médecine nucléaire	850 000	nd
Radiologie interventionnelle	892 000	nd
Total	61,3 – 73,6 millions	

nd = non disponible

Les seules données françaises relatives aux doses associées aux actes de radiologie conventionnelle ou de scanographie sont issues de la campagne de mesures 2001-2003 pour l'établissement des niveaux de référence diagnostiques (NRD). Elles ne fournissent des valeurs de dose efficace que pour environ 20 % des actes. Pour les autres examens, le calcul a été effectué avec les doses efficaces données par la Commission européenne (Commission européenne, 2002) ou par le NRPB (Hart et Wall, 2002). L'évaluation à l'aide de ces données conduit à une dose efficace moyenne comprise entre 0,66 et 0,83 mSv par personne et par an en France.

La radiologie conventionnelle représente environ 90% des actes et ne contribue qu'à environ 36% de la dose efficace totale moyenne due aux expositions médicales aux rayonnements ionisants. Avec seulement 7 à 8% des actes, la scanographie contribue à environ 40% de la dose. La médecine nucléaire représente environ 1% des actes mais 7 à 8% de la dose. Quant à la radiologie interventionnelle, avec un peu plus de 1% des actes, elle contribue entre 15 à 19% de la dose totale.

La dose efficace annuelle moyenne est un indicateur global de l'exposition médicale qui ne permet que de situer le niveau de cette exposition par rapport à celles dues aux autres sources de rayonnements. En effet, la dose due à l'exposition médicale n'est pas uniformément reçue par la population mais concerne plutôt des sous-populations (tranches d'âge, maladies particulières...). En excluant les actes très peu dosants tels que la radiographie de la tête et du cou, du thorax, des membres et la radiographie dentaire (dose par acte < 0,1 mSv), il a été réalisé, en 2002, entre 21 et 29 millions d'actes de radiologie conventionnelle ou de scanographie (dose par acte > 0,1 mSv) qui sont à l'origine

d'une dose efficace individuelle annuelle moyenne estimée à 1,3 mSv chez ceux qui ont subi ces examens.

3. L'EXPOSITION AU RADON

Le radon, produit des chaînes de désintégration de l'uranium et du thorium présents dans la croûte terrestre, est un gaz radioactif qui émane du sol. L'émission vers l'atmosphère dépend de la nature du sol et des conditions météorologiques. L'exposition à l'air libre varie d'un lieu à un autre mais elle reste marginale par rapport à l'exposition à l'intérieur de l'habitat, parce que le radon se concentre dans les bâtiments clos, et que l'homme passe l'essentiel de son temps à l'intérieur (habitat, lieu de travail, bâtiments recevant du public).

La connaissance des expositions repose sur deux types d'enquêtes et un calcul :

- Enquêtes avec pose de dosimètres dans les habitations et les bâtiments,
- Enquêtes pour connaître les temps passés dans les divers lieux de vie,
- Conversion des expositions (concentrations x temps passés) en doses efficaces.

En France, les campagnes de mesures du radon 222 ont été conduites par l'IPSN, la DGS et les DDASS de 1980 à mars 2002. Les mesures ont été effectuées dans des pièces de vie (caves et sous-sols exclus), avec des dosimètres Kodalpha LR-115 installés pendant 2 mois (Gambard et al., 2000). Pour estimer l'exposition de la population française, les concentrations de radon ont été corrigées d'un facteur saisonnier et pondérées par la proportion d'habitat, de type pavillon ou immeuble, construit avant ou après 1948 dans le département concerné (Billon et al., 2004).

Pour les habitations, la moyenne nationale pondérée (calculée à partir des moyennes des mesures par département pondérées par sa population lors du recensement INSEE 1999) est de 63 Bq.m⁻³, valeur supérieure à la moyenne mondiale (40 Bq.m⁻³) estimée par l'UNSCEAR (UNSCEAR, 2000). Pour les locaux professionnels, la moyenne a été prise égale à celle calculée pour les habitations. Les concentrations de radon 222 à l'extérieur ont aussi été mesurées par l'IRSN. Variant de 10 à 100 Bq.m⁻³, elles sont plutôt supérieures à la moyenne mondiale de 10 Bq.m⁻³. Il est retenu ici la valeur de 16 Bq.m⁻³ en admettant que le ratio des concentrations moyennes du radon à l'extérieur et à l'intérieur en France est identique à celui cité dans l'UNSCEAR.

Le temps passé à l'intérieur a été estimé à 90% en moyenne sur l'année (Beaugelin-Seiler et al., 2002). Par ailleurs, le radon 220, autre isotope du radon moins souvent mesuré, contribue légèrement à la dose. La dose due au radon 220 est estimée, là encore, d'après les données de l'UNSCEAR (tableau 2). Enfin, les conversions en dose ne sont pas les mêmes selon que l'on retient les préconisations de l'UNSCEAR ou celles de la CIPR, les premières étant majorantes. Les coefficients de dose retenus ici sont ceux fixés par l'arrêté du 1^{er} septembre 2003 (JO du 13 novembre 2003), eux-mêmes issus de la publication 65 de la CIPR (ICRP 1993). L'exposition de la population est alors égale à 1,43 mSv par an dont 86% dû au radon 222 à l'intérieur des locaux.

Tableau 2 : Dose efficace due au radon, en supposant que 90% du temps est passé à l'intérieur de locaux

		Concentration (Bq.m ⁻³)	Dose efficace (mSv/an)
Radon 222	Intérieur	63	1,23
	Extérieur	16 ^a	0,05
	Total		1,28
Radon 220	Intérieur	16 ^b	0,15
	Extérieur	16 ^b	< 0,01
	Total		0,15
Total			1,43

^a Ratio moyen extérieur/intérieur pour le Rn 222 = 0,25 (d'après UNSCEAR 2000)

^b Rn 220 intérieur = Rn 220 extérieur = Rn 222 intérieur (d'après UNSCEAR 2000)

L'incertitude sur la concentration moyenne est faible, comme celle sur les temps passés à l'intérieur et à l'extérieur de locaux. La conversion des concentrations en dose introduit une incertitude plus importante, quoique limitée à 30% environ.

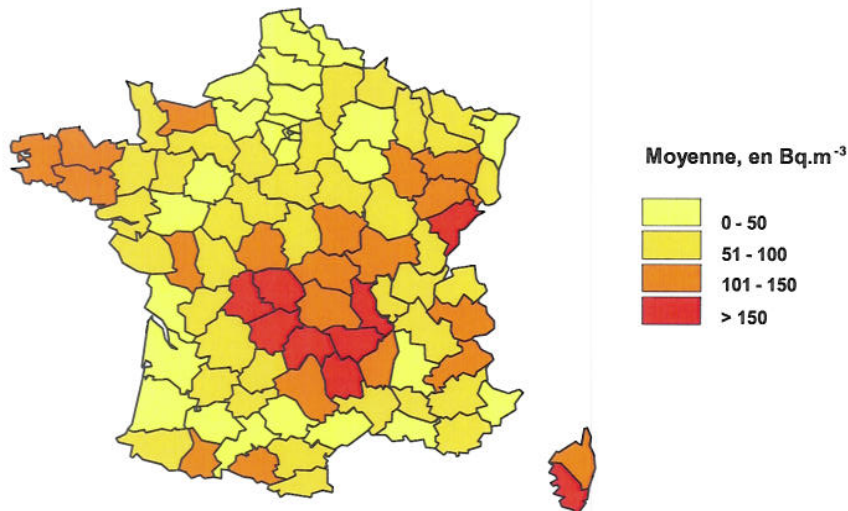


Figure 2 - Moyennes départementales de la concentration en radon dans l'habitat (valeurs corrigées en tenant compte de l'effet saisonnier et de la structure de l'habitat) [Billon et al., 2004]

En France, la variabilité spatiale est grande. Les moyennes départementales corrigées varient entre 19 et 297 Bq.m⁻³, respectivement à Paris et en Lozère. Les variations ne sont pas qu'aléatoires, et à cette échelle, il est facile de reconnaître les grandes formations géologiques granitiques (figure 2). A l'intérieur des départements, la variabilité est encore plus grande (variation d'un facteur 5 en plus ou en moins) et, comparativement, les différences de modes de vie jouent peu. Selon les régions, les doses efficaces individuelles annuelles varient ainsi de 0,5 mSv à 10 mSv, sans que puissent être exclues des doses individuelles encore plus élevées.

4. L'EXPOSITION AU RAYONNEMENT DU SOL

Les radionucléides naturels présents dans le sol sont à l'origine d'une irradiation externe par le sol. Il s'agit des radionucléides dits primordiaux, de périodes suffisamment longues devant l'âge de la Terre (~ 4,5 milliards d'années), c'est-à-dire l'uranium 238, l'uranium 235, le thorium 232 ainsi que leurs descendants et le potassium 40.

La démarche suivie pour connaître les expositions est identique à celle utilisée pour le radon : enquêtes avec pose de dosimètres à l'intérieur et à l'extérieur des maisons, couplées avec l'estimation des temps passés à l'intérieur et à l'extérieur.

Les campagnes de mesures conduites par l'IPSN à partir de 1977, puis la DGS et les DDASS, ont recueilli plus de 8000 mesures dans l'habitat, et plus de 5000 à l'extérieur. Plusieurs types de dosimètres ont été utilisés au cours des différentes campagnes de mesures : dosimètres thermoluminescents (tube de sulfate de calcium, dosimètre PGP1, dosimètre PANASONIC) et radiamètre SAPHYMO. Pour estimer l'exposition de la population française, les débits de dose moyens mesurés ont été corrigés de l'effet du rayonnement cosmique (cf. chapitre 5) puis ont été pondérés pour tenir compte des caractéristiques de l'habitat dans le département concerné (Billon *et al.*, 2004). Des mesures ont été effectuées à l'intérieur de l'habitat dans 59 départements ; les moyennes départementales varient de 23 à 96 nSv/h (figure 3-A) et la moyenne nationale tenant compte de la densité de population est égale à 54 nSv/h. Il existe des mesures à l'extérieur de l'habitat dans 38 départements ; les moyennes départementales varient de 25 à 85 nSv/h (figure 3-B) et la moyenne nationale tenant compte de la densité de population est égale à 46 nSv/h.

Avec 90% du temps passé à l'intérieur et 10% à l'extérieur, la dose efficace individuelle moyenne calculée est de 0,47 mSv par an, valeur quasiment identique à la moyenne mondiale, soit 0,46 mSv par an, estimée par l'UNSCEAR (UNSCEAR, 2000).

L'incertitude associée à cette valeur moyenne est faible compte tenu du grand nombre de mesures réalisées et de la variabilité spatiale du rayonnement tellurique, plus faible que celle observée pour le radon (un facteur 5 au lieu d'un facteur 15 entre les départements les plus exposés et les moins exposés).

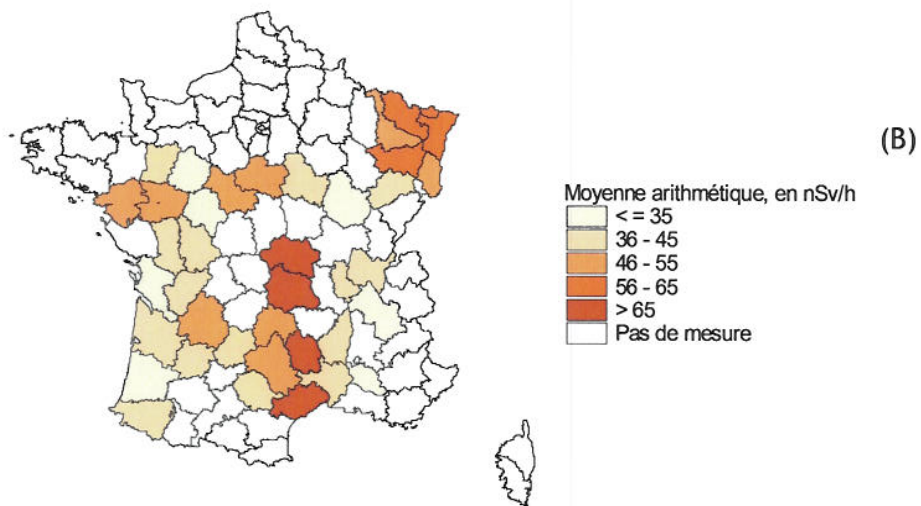
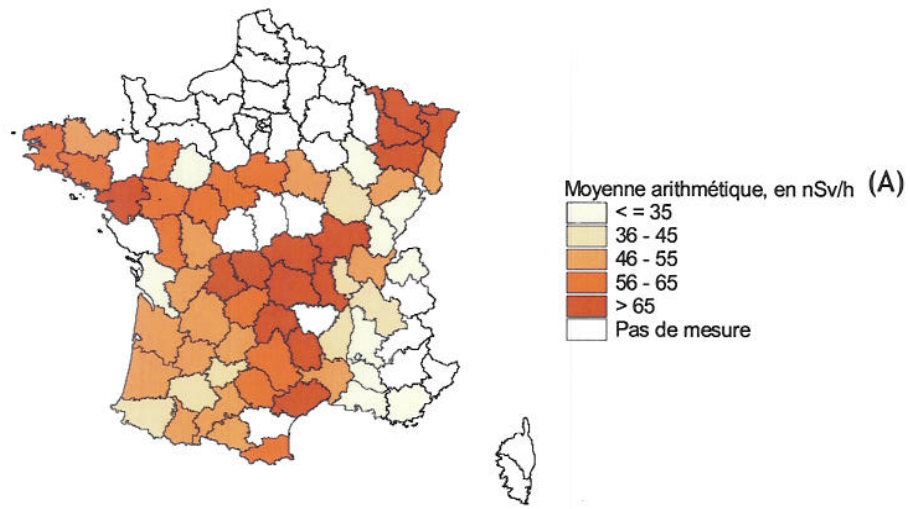


Figure 3 - Débits de dose dus aux rayonnements gamma d'origine tellurique à l'intérieur (A) et à l'extérieur de l'habitat (B) (mesures effectuées par l'IRSN) [Billon et al., 2004]

5. L'EXPOSITION AU RAYONNEMENT COSMIQUE

Le système solaire est continuellement bombardé par des particules chargées de haute énergie (protons, particules alpha, électrons et ions lourds) constituant le rayonnement cosmique dit primaire. Il est admis que ces particules ont une origine galactique (soleil, étoiles à forte activité, explosions de supernovae, rayonnements des pulsars) et une origine extragalactique. En pénétrant dans l'atmosphère terrestre, les particules primaires incidentes interagissent avec les constituants de l'air en donnant un ensemble complexe de particules secondaires (protons, neutrons...) et de photons. Les particules produites réagissent à leur tour pour donner des phénomènes de cascades nucléoniques dans l'atmosphère.

Les expositions ne sont pas mesurées, mais calculées, car les débits de dose en fonction de la latitude et surtout de l'altitude sont bien connus. En s'appuyant sur les travaux de l'UNSCEAR (2000), le calcul utilise les données d'altitude de l'Institut Géographique National pour l'ensemble des communes françaises et prend en compte un facteur d'atténuation par les matériaux égal à 0,8 dans les bâtiments (figure 4). A partir des temps passés à l'extérieur et à l'intérieur, la dose efficace moyenne due aux rayonnements cosmiques est de 0,28 mSv par personne et par an (Billon et *al.*, 2004). Elle est légèrement inférieure à la valeur moyenne mondiale de 0,38 mSv par personne et par an publiée par l'UNSCEAR. Pour rappel, la dose efficace moyenne au niveau de la mer est de 0,27 mSv par personne et par an.

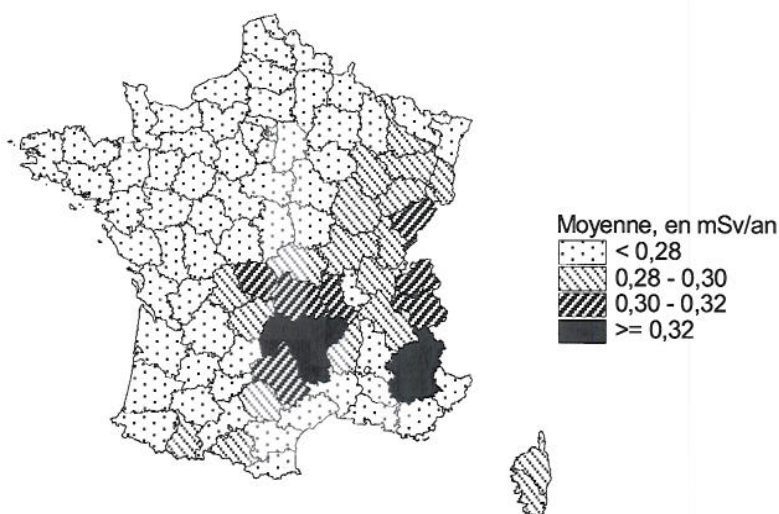


Figure 4 - Doses efficaces individuelles dues aux rayonnements cosmiques pondérées par la densité de population des communes [Billon et *al.*, 2004]

L'incertitude sur la dose moyenne est minimale. En France, la variabilité est assez faible car il y a peu de communes en altitude. Les doses efficaces moyennes dans les départements varient de 0,27 à 0,38 mSv par personne et par an selon l'altitude des communes.

Il existe toutefois certains groupes de population plus exposés, comme le personnel navigant des compagnies aériennes, mais dans ce cas les expositions doivent être considérées comme des expositions professionnelles.

6. INCORPORATION DE RADIONUCLÉIDES NATURELS

L'exposition par ingestion de radionucléides naturels (potassium 40, chaînes de l'uranium et du thorium, carbone 14) présents dans l'eau et dans la chaîne alimentaire conduit à une dose efficace moyenne estimée à 0,23 mSv par personne et par an (UNSCEAR, 2000).

Les quantités de radionucléides naturels incorporées et les doses qui en résultent varient en fonction des régimes alimentaires et des types de sols. Le fait que la contribution du potassium 40, égale à 0,18 mSv par personne et par an, ne varie pas d'une personne à une autre, limite la variabilité des doses individuelles.

Comme il n'existe actuellement pas de bilan pour la France, la valeur publiée par l'UNSCEAR a été retenue.

7. LES EXPOSITIONS ASSOCIÉES AUX SOURCES ARTIFICIELLES DE RAYONNEMENTS IONISANTS

Les expositions sont dues aux rejets d'effluents radioactifs sous forme gazeuse ou liquide effectués par les installations nucléaires, les centres hospitaliers, et plus généralement par les activités humaines générant des effluents radioactifs. Elles sont aussi associées à des « situations héritées du passé », telles que les essais nucléaires aériens et l'accident de Tchernobyl dont l'impact est à l'échelle continentale, et les sites contaminés lors d'activités nucléaires anciennes dont l'impact est local.

Les doses dues aux rejets radioactifs des installations peuvent être calculées à partir d'une modélisation des transferts dans l'environnement des rejets maximum autorisés, ou sur la base des mesures de radioactivité réalisées dans l'environnement. Les doses calculées pour les groupes de population les plus exposés (du fait de leur localisation, de leur mode de vie, de leurs habitudes alimentaires), sont de l'ordre de quelques microsieverts à quelques dizaines de microsieverts.

La dose efficace individuelle moyenne reçue actuellement en France due aux retombées de l'accident de Tchernobyl est estimée entre 0,010 et 0,030 mSv (IRSN, 2001).

Enfin, les doses dues aux retombées des tirs atmosphériques n'ont pas fait l'objet d'évaluation pour la période récente. En 1980, elles étaient de l'ordre de 0,020 mSv par personne et par an (Vray et Renaud, 2004). Avec une décroissance d'environ un facteur 2 en 10 ans, les doses actuelles reçues du fait des retombées des tirs sont estimées largement inférieures à 0,010 mSv par an.

La moyenne des doses, à l'échelle du pays, dues aux différentes situations énumérées ci-dessus est difficile à connaître avec précision. La valeur retenue ici, qui peut être considérée comme une estimation raisonnablement majorante, est de 0,030 mSv par personne par an.

8. SYNTHÈSE

La dose efficace reçue en moyenne en France du fait des sources naturelles de rayonnements s'élève à 2,4 mSv par personne et par an. Pour ce qui concerne les sources médicales de rayonnements, la dose efficace reçue en moyenne en France est prise égale à 0,84 mSv par personne et par an ; c'est la borne supérieure de l'estimation la plus récente qui s'appuie sur des données recueillies en 2002. Pour les autres sources artificielles de rayonnements ionisants, la contribution est faible, de l'ordre de 0,03 mSv par personne et par an. Au total, la dose efficace reçue en moyenne par la population en France est de 3,3 mSv par personne et par an (tableau 3 et figure 5), soit une valeur très proche de la moyenne mondiale égale à 3,4 mSv selon l'UNSCEAR.

Tableau 3 : Exposition aux rayonnements ionisants de la population en France

	Doses annuelles (mSv)
Radon	1,43
Rayonnements telluriques	0,47
Rayonnements cosmiques	0,28
Eaux et aliments	0,23
Médical	0,84
Autres (rejets des installations, retombées des essais...)	0,03
TOTAL (arrondi)	3,3

L'exposition médicale et l'exposition au radon représentent environ 70 % de la dose efficace moyenne.

Il convient de rappeler encore une fois qu'il existe une forte variabilité selon le lieu et les modes de vie. En effet selon les régions, la dose efficace individuelle moyenne due aux sources naturelles peut être inférieure d'un facteur 2 ou supérieure jusqu'à un facteur 5, soit de 1 mSv environ à plus de 10 mSv par an. De la même façon, la dose due à l'exposition médicale n'est pas uniformément reçue par la population ; elle peut varier de moins de 0,1 mSv à plus de 1 mSv par an en moyenne selon les groupes de population considérés.

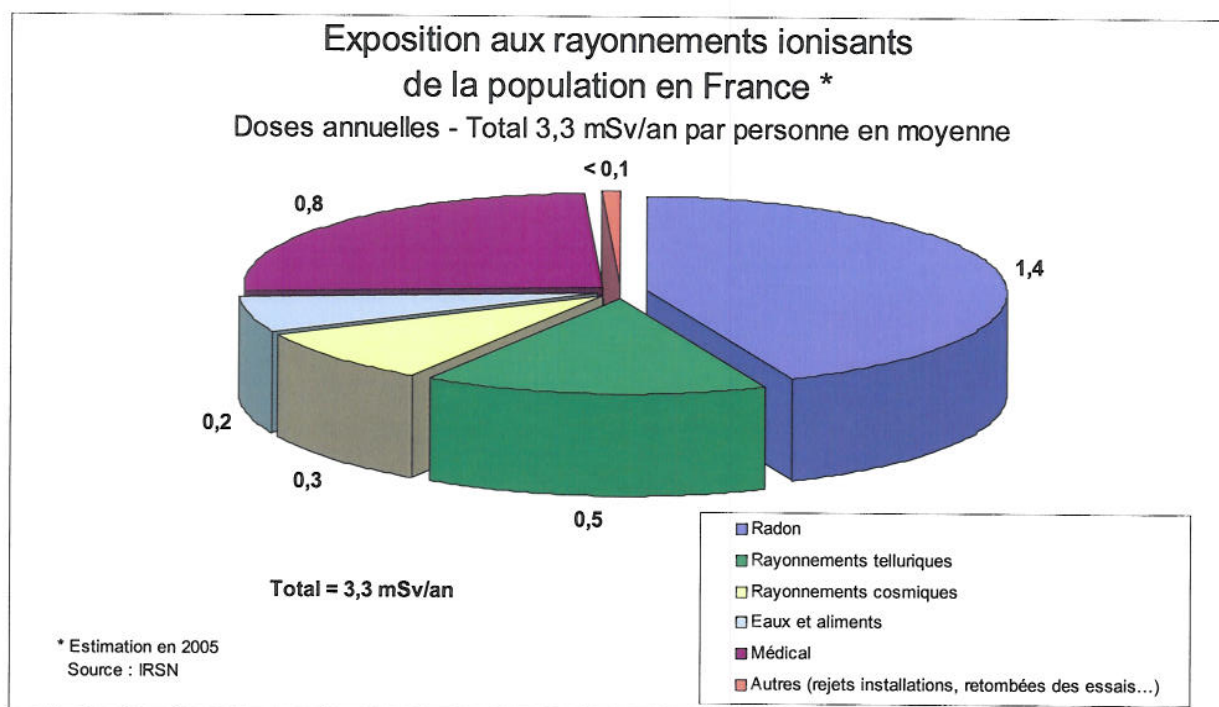


Figure 5 - Contributions des diverses sources de rayonnements ionisants à la dose efficace individuelle annuelle moyenne

Références

Beaugelin-Seiler K., Cessac B., Marot F., Chartier C., Deportes I., Métivier J.M., Morin A., Murlon C., Vincent G. (2002) La banque de données CIBLEX, une compilation de paramètres d'exposition de la population française au voisinage d'un site pollué. In: Première rencontre nationale de la recherche sur les sites et sols pollués, bilan et perspectives, 12-13 décembre, 2002, ADEME, Paris.

Billon S., Morin A., Caër S., Baysson H., Gambard J.P., Rannou A., Tirmarche M., Laurier D. (2004) Evaluation de l'exposition de la population française à la radioactivité naturelle, Radioprotection, vol.39, n°2, 213-232.

Commission Européenne (2002) Recommandations en matière de prescription de l'imagerie médicale. Radioprotection 118. Office des publications officielles des communautés européennes.

Gambard J.P., Mitton N. et Pirard P. (2000) Campagne nationale de mesure de l'exposition domestique au radon IPSN-DGS. Bilan et représentation cartographique des mesures au 1^{er} janvier 2000. Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire, <http://www.irsn.org>.

Hart D. et Wall B.F. (2002) Radiation exposure of the UK populations from medical and dental X-rays examinations. Rapport NRPB - W4.

ICRP 1993 Publication 65. Protection against radon-222 at home and at work. Vol. 23, n° 2.

Inserm Expertise collective (1995) Imagerie médicale en France dans les hôpitaux publics. Rapport INSERM, Ed. INSERM.

IRSN (2001) Tchernobyl, 15 ans après.

J.O. (2003) Arrêté du 1er septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants. Journal officiel du 13 novembre 2003.

Maccia C., Benedittini M., Lefaure C. et Fagnani F. (1988) Doses to patients from diagnostic radiology in France. Health Phys., 54, 397-408.

Maccia C., Pages P. et Benedittini M. (1997) Etude des doses d'irradiation délivrées au patient lors des examens tomodensitométriques. Rapport DGS-CAATS 1997.

Maccia C. (1998) Evaluation de l'irradiation collective due aux pratiques de radiodiagnostic en France en 1994. CAATS. Rapport CAATS 1998.

Rannou A. (1999) Connaissance actuelle des sources d'irradiation naturelle. Radioprotection, vol. 34, n°4, 505-520.

Scanff P., Pirard P., Aubert B. et Donadieu (2005) J. Exposition médicale de la population française aux rayonnements ionisants. Etat des lieux dans la perspective de la mise en place d'un observatoire des pratiques médicales en radiologie. Rapport IRSN-InVS/DRPH 2005-10.

United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (2000) Sources and effects of ionising radiation. Report to the general assembly, with scientific annexes. United Nations, New York.

Vray F. et Renaud Ph. (2004) Rapport IRSN DEI/SESURE 2004-19.