

de la qualité de la construction, envisagée dans toutes ses dimensions, y compris économique. Les observatoires seront évidemment associés à l'évaluation de l'efficacité des politiques de prévention que les pouvoirs publics ont l'obligation de réaliser pour les perfectionner ou les réorienter si nécessaire.

Le contrôle du respect de la réglementation est un volet particulier et indispensable de la mise en œuvre des politiques de santé publique. Les infractions constatées donnent lieu à des amendes qu'il appartient au juge de prononcer. Les services « santé-environnement » des DDASS recueillent et traitent les réclamations des usagers relatives au non-respect de la réglementation en vigueur. Ils sont habilités à dresser des contraventions pour non-respect de la réglementation

Les DDASS et les DDE se coordonnent pour surveiller les bâtiments à risque afin de vérifier que les travaux sont engagés et se réalisent dans les délais requis. Les services d'inspection du travail interviennent pour s'assurer des conditions de déroulement des travaux et notamment des dispositions relatives à la protection des travailleurs. Ils doivent s'assurer que les résultats des contrôles faits par les propriétaires ont bien été pris en compte par les entreprises qui réalisent des interventions d'entretien, de maintenance ou de démolition pour ce qui concerne le plomb et l'amiante. En cas de repérage d'une situation anormale (sus-

picion d'une exposition passive), les services de l'inspection du travail doivent alerter le service santé-environnement de la DDASS qui procède aux vérifications requises

### **Perspectives**

Parallèlement à l'important effort de recherche en cours à l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur et aux travaux de révision des règles de ventilation des bâtiments, il est indispensable que les professionnels de la construction se préoccupent davantage des performances des dispositifs de ventilation qu'ils installent ou qui équipent déjà les bâtiments qu'ils rénovent ainsi que de leur entretien et de leur maintenance dans le temps.

Compte tenu du nombre de corps d'état concernés, il convient d'envisager un accompagnement local soutenu de la part des DDASS et des DDE pour que le secteur de la construction soit prêt à faire face aux nouvelles exigences techniques et réglementaires qui s'imposeront à eux sous deux ans.

### **Circulaires conjointes santé et équipement**

Circulaires n° 2001/303 du 2 juillet 2001 relative à la gestion du risque lié au radon dans les établissements recevant du public et n° 99/46 du 27 janvier 1999 relative à l'organisation de la gestion du risque lié au radon.

# Quelques exemples d'actions des DDASS et DRASS en matière de gestion des risques liés au radon

par **Jean Jaouen**, Direction départementale des affaires sanitaires et sociales de la Haute-Vienne, **Delphine Caamano**, Direction départementale des affaires sanitaires et sociales de l'Essonne, **François Guiot**, Direction départementale des affaires sanitaires et sociales de la Haute-Marne et **Béatrice Grall**, Direction régionale des affaires sanitaires et sociales de Bretagne

Depuis la publication de la circulaire du 27 janvier 1999 des secrétaires d'Etat chargé de la santé et du logement, de nombreuses DDASS et DRASS ont investi le domaine du risque lié au radon. Les expériences locales sont aujourd'hui très diversifiées et souvent à des stades d'avancement très différents. Pour la revue Contrôle, il a été choisi de présenter quatre expériences, ceci afin de montrer la diversité des situations et des approches retenues, compte tenu de l'importance du problème du radon dans le département ou la région (Haute-Vienne, Bretagne), mais aussi de problèmes locaux plus spécifiques (Haute Marne, Essonne).

## La campagne de mesure de radon dans les établissements recevant du public (ERP) en Haute-Vienne

En janvier 1999, la DDASS de la Haute-Vienne possédait déjà une expérience sur le radon notamment dans l'habitat individuel, du fait d'une situation particulière caractérisée par un sous-sol granitique riche en uranium. La problématique radon commençait à être connue avec :

- l'organisation d'un Conseil départemental d'hygiène relatif au radon en 1989 ;
- la fermeture de l'école maternelle de Bessines pour cause de radon en 1993 ;
- une campagne OPRI/DDASS de mesure du radon dans des bâtiments recevant du public en 1994-1995 ;

- la campagne nationale de mesures IPSN/DGS en 1995-1996 ;
- l'expertise d'une habitation avec un relogement des occupants en 1997 ;
- la fermeture de l'école des Homérides à Limoges en 1997 ;
- l'étude OPRI/DDASS sur le radon dans l'habitat dans la commune de Saint-Sylvestre en 1998 ;
- l'élaboration d'une cartographie sur le département du potentiel d'exhalaison radon par l'Université de Limoges en 1998.

Sur la base de ces expériences, la campagne dans les ERP a commencé dans les établissements scolaires et s'est poursuivie dans les établissements sanitaires et sociaux ainsi que dans les bâtiments administratifs. Les mesures ont été réalisées à l'initiative des responsables des établissements selon les indications techniques qui leur ont été communiquées. Les résultats ont été transmis à la DDASS ; en cas de dépassement du niveau de  $400 \text{ Bq/m}^3$ , une enquête a été diligentée par la DDASS accompagnée soit des services techniques du Conseil Général (collèges), soit de la DDE (écoles et établissements de santé).

Les premiers dépassements des limites en radon ont concerné les collèges avec 4 établissements présentant des niveaux supérieurs à  $1000 \text{ Bq/m}^3$  ; ils ont conduit à faire réaliser une expertise par la Société Algade et l'OPRI. La procédure d'enquête s'est ensuite simplement attachée à repérer dans un premier temps les conditions de ventilation et d'aération du bâtiment ainsi que les défauts d'étanchéité du plancher.

L'objectif de cette analyse était de proposer des aménagements simples, de nature à faire diminuer la concentration en radon, tels que la réouverture de soupoux de vides sanitaires, la création d'entrées d'air dans les huisseries, la mise en place d'une ventilation simple voire à double flux selon l'importance du problème...

Le parti a été pris de procéder par étapes de façon à ne pas entraîner les collectivités dans des travaux coûteux dont on ne pourrait a priori évaluer le résultat. A chaque étape, un nouveau contrôle a été réalisé. Dans chaque cas, des propositions d'aménagements à réaliser ont été faites. Sur plus de 450 établissements contrôlés, 70 ont fait l'objet d'interventions.

➤ Cette campagne a fourni de nombreux enseignements avec une problématique différente de celle rencontrée précédemment dans l'habitat individuel ou dans des bâtiments de tailles modestes.

➤ **Les principales causes de la présence du radon**, outre la nature géologique du sous-sol, sont principalement les mauvaises conditions de ventilation (dans plus de 80 % des cas) et les défauts d'étanchéité du sol. Elles couvrent près de 99 % des cas rencontrés.

➤ **Les résultats dans un même bâtiment sont très variables d'une pièce à l'autre.** Les fortes teneurs en radon concernent le plus souvent une, deux, voire trois pièces du bâtiment et non le bâtiment dans son entier. Cette hétérogénéité des résultats, loin d'être une exception, constitue le plus souvent la règle. Les conditions de ventila-

tion et d'aération de la pièce, la nature des soubassements, la présence ou non d'une ouverture ou d'une fissure en provenance du sol expliquent cette hétérogénéité

➤ La géologie du sous-sol n'explique pas à elle seule la présence de radon. La valeur la plus élevée rencontrée lors de cette campagne n'a pas été mesurée dans une zone à fort potentiel d'exhalaison radon. D'autres causes sont à rechercher dans les conditions de ventilation des pièces concernées, dans l'existence ou non d'un vide sanitaire ventilé ou dans l'existence d'une source ponctuelle de radon dans le plancher.

➤ Les diagnostics réalisés ont conduit à des travaux, suivis eux-mêmes de nouvelles mesures. Le tableau suivant permet de juger de leur efficacité à partir de quelques exemples.

➤ Cette campagne a mis en évidence les mauvaises conditions de ventilation et d'aération des bâtiments et a pointé un autre problème sanitaire plus global, celui de la qualité de l'air intérieur. La présence de radon s'est révélée très souvent être un indicateur des conditions de renouvellement de l'air. Dans certains cas où des travaux d'amélioration des conditions de ventilation ont été réalisés, les occupants ont noté un mieux dans les conditions de confort de la ou des pièces concernées, voire (selon les dires de parents d'élèves) une diminution de la fréquence des affections ORL et irritations oculaires. Ce mieux est à mettre à l'actif non pas de concentrations en radon plus basses mais de conditions d'aération et de ventilation qui rendent les locaux plus sains.

Etablissements concernés	Résultats des mesures avant travaux en Bq/m <sup>3</sup>	Résultats des mesures après travaux en Bq/m <sup>3</sup>	Nature des travaux réalisés
Ecole	1 000 à 1 300	300 à 400	Ventilation double flux
Ecole	1 500	50	Ventilation double flux et étanchéité du plancher
Ecole	490 210	290 80	Amélioration de l'aération du vide sanitaire sous les classes
Collège	540	40 à 60	Changement du fusible de la VMC

**Conclusion** – Cette expérience nous a convaincus que l'on devait aborder la problématique du radon comme un élément de la qualité de l'air intérieur et le traiter dans une approche globale des polluants de l'air intérieur. La qualité de l'air intérieur constitue un vrai problème de santé publique dont l'impact sanitaire reste encore à préciser. Cette approche globale devrait permettre une cohérence entre les différentes solutions techniques afférentes à chaque polluant particulier (monoxyde de carbone, solvant, acariens...) et assurer un meilleur rapport coût/efficacité entre investissement dans les travaux de remédiation et amélioration de l'état de santé des occupants.

### **Une action de communication sur le radon dans la région Bretagne**

Dans le cadre de l'élaboration du plan régional de la qualité de l'air (PRQA), l'IRSN a évalué en 2000 l'impact du radon sur la santé de la population bretonne. Cette étude attribue ainsi chaque année au radon 185 décès par cancer du poumon en Bretagne.

Compte tenu de cet impact sanitaire important, le préfet de région a réagi en élaborant dès le début de l'année 2001 un plan de communication dont l'objectif était d'inciter la population à réaliser des mesures de radon dans son habitation afin de mettre en œuvre les éventuelles mesures de correction nécessaires et de prévenir ainsi les risques sanitaires.

Les élus de Bretagne ont été informés sur les risques liés au radon. En 1999 et 2000, ils avaient déjà été destinataires d'une plaquette d'information sur le radon éditée par les ministères chargés du logement et de la santé. En outre, la circulaire du 27 janvier 1999 leur demandait de réaliser des mesures de radon dans les établissements recevant du public (ERP).

Le plan de communication mené en 2001 a été le suivant :

- Organisation de conférences de presse - Une première conférence de presse a été organisée le 10 janvier 2001 dans les Côtes-d'Armor pour présenter les résultats de la

campagne de mesures dans les ERP et inciter les particuliers à réaliser des mesures de radon. Une émission a par ailleurs été réalisée par France 3 Bretagne sur la problématique radon.

Une seconde conférence de presse a été organisée par la préfecture de région le 10 mai 2001 afin de :

- sensibiliser une nouvelle fois sur cette thématique ;
- présenter les résultats de l'étude menée par l'IRSN ;
- inciter les particuliers à réaliser des mesures de radon dans leur habitation.

- Envoi aux élus d'un dossier sur le radon - Afin de les aider à sensibiliser la population, les maires de Bretagne ont été destinataires d'un dossier sur le radon. Ils étaient incités à publier un article dans leur bulletin municipal.

- Organisation de colloque ou de séminaire - Un séminaire a été organisé le 25 septembre 2001 à Rennes avec l'IRSN et la Direction générale de la santé. Les objectifs affichés étaient les suivants :

- sensibiliser les élus, responsables de lieux ouverts au public, et les professionnels du bâtiment à la problématique radon ;
- poursuivre la campagne de mesures dans les établissements recevant du public situés dans des zones prioritaires ;
- susciter la prise en compte des problèmes de radon par les particuliers.

- Elaboration d'affiches et de dépliants - Une affiche et un dépliant sont en cours d'élaboration afin d'inciter une nouvelle fois les particuliers à effectuer des mesures de radon dans leur habitation. Ces documents seront disponibles en septembre dans les salles d'attente des médecins généralistes et des pneumologues ainsi que dans les mairies.

### *Conclusion*

Bien que les élus aient été largement informés sur cette problématique, ils sont très peu nombreux à avoir publié un article dans le bulletin municipal de leur commune ou à être venus aux séminaires. Beaucoup considèrent encore que le radon a un impact sanitaire faible, du fait de son origine naturelle. Il est ainsi souvent signalé que les anciens vivaient avec et n'ont

jamais eu de problèmes. D'autres problématiques de santé environnementale comme la mauvaise qualité de la ressource en eau sont largement prioritaires pour eux. Certains élus ne souhaitent pas communiquer sur le radon, de peur de dévaloriser leur commune. Les particuliers réagissent de la même façon de peur de voir leur patrimoine déprécié. L'impact de la campagne de communication semble donc faible pour l'instant. La campagne de communication qui sera menée à l'automne prochain devrait permettre de mieux sensibiliser les élus et les particuliers sur ce sujet par l'intermédiaire notamment des professionnels de santé.

### **Gestion du risque lié au radon dans un établissement thermal de la Haute-Marne**

L'établissement thermal de Bourbonne-les-Bains en Haute-Marne est le seul établissement thermal de la région Champagne-Ardenne mais il se situe dans le bassin thermal des Vosges (Contrexéville, Vittel...) et de la Haute-Saône (Luxeuil...). Les thermes sont alimentés en eau thermale par 4 forages ; les eaux issues de ces forages de mêmes caractéristiques physico-chimiques sont mélangées avant utilisation (le débit global de l'exploitation est de 400 m<sup>3</sup>/j). La station accueille 12 500 curistes par an.

Les eaux thermales se caractérisent par une température élevée (plus de 60°C à l'émergence), une teneur importante en sulfate (970 mg/l), sodium (2 300 mg/l), chlorure (3 150 mg/l) et calcium (410 mg/l). Elles contiennent de l'arsenic en quantité importante (260 µg/l) et certains oligo-éléments en quantité non négligeable (bore 5 mg/l et lithium). Le taux de radioactivité de l'eau se situe parmi le plus élevé des stations thermales françaises : son activité volumique alpha totale est 10,08 Bq/l, l'activité volumique bêta totale est de 8,92 Bq/l. Elle contient du radium 226 (2,8 Bq/l) et du radium 228 (1,60 Bq/l).

Les indications thérapeutiques principales concernant les pathologies sont l'ORL au moyen d'inhalations, d'aérosols, de séances en émanatorium, et les soins des

fractures et douleurs rhumatismales (bains, douches, illutations...).

A la suite d'une intervention commune de la DRIRE et de la DDASS, en 1997, l'exploitant a fait procéder à de nombreuses investigations sur les captages et l'ensemble des installations d'exploitation de l'eau thermale afin de dresser un état des lieux et de définir les travaux nécessaires pour assurer la pérennité de la ressource en eau. Au cours de ces investigations, une analyse complète de l'eau a été effectuée ; l'OPRI a conclu que les activités  $\alpha$  totale et  $\beta$  totale étaient très supérieures aux valeurs guides recommandées par l'OMS et déconseillé la consommation d'eau compte tenu des valeurs élevées en radium 226 et 228.

Etant donné ces conclusions ainsi que les teneurs élevées en arsenic, une mesure immédiate a été prise consistant à supprimer les buvettes à l'intérieur et à l'extérieur de l'établissement thermal.

D'autre part, la DGS a demandé à l'OPRI de procéder à une évaluation des impacts dosimétriques liés à l'utilisation de ces eaux et à la présence éventuelle de radon dans les locaux. Fin 2001, l'OPRI a dressé un rapport préliminaire d'intervention. Au vu des caractéristiques architecturales et fonctionnelles de l'établissement thermal, les sources de radon combinent les sources classiques du radon dans les bâtiments (sous-sol, matériaux de construction) et l'apport en radon issu de l'utilisation de l'eau thermale dans laquelle il est dissous.

Les premiers résultats indiquent que les personnels sont exposés à des doses non négligeables dues principalement aux fortes concentrations de radon dans l'air. Les employés les plus exposés sont ceux qui travaillent en ORL et à l'émanatorium (dose d'environ une dizaine de mSv/an). Pour les curistes, ce sont les mêmes types de soins qui représentent les activités les plus pénalisantes. L'évaluation de la dose due à l'inhalation de vapeur d'eau reste à faire.

De plus, la radiamétrie a mis en évidence une radioactivité sur un dépôt de sable de filtration en piscine stocké dans le sous-sol. Les analyses ont montré que ce sable concentrait les radioéléments naturels, notamment le radium 226, de manière

importante. Ce sable, s'il était stocké en sous-sol de façon pérenne, pourrait créer une exposition externe non négligeable.

A l'issue de cette première étude, des recommandations ont été émises :

- adapter l'organisation du travail pour que le personnel soignant passe le moins de temps possible dans les locaux présentant le plus de risque d'exposition (ORL, piscines, émanatorium, sous-sol technique) ;
- augmenter la ventilation dans le service ORL et dans les vestiaires de l'émanatorium (situé en sous-sol à proximité d'un captage) afin de diminuer la concentration en radon ;
- améliorer la gestion du sable de filtration des piscines en le changeant fréquemment, en le stockant de manière appropriée - en définissant une zone de sécurité à  $1 \mu\text{Sv/h}$  - avant son élimination par une filière préconisée par l'ANDRA ;
- se doter d'une personne compétente en radioprotection ;
- classer le personnel travaillant en ORL et à l'émanatorium en catégorie A ou B afin qu'il puisse bénéficier d'un suivi médical et dosimétrique.

L'IRSN a poursuivi l'étude et a défini, fin 2002, un protocole opérationnel en 2 étapes :

- caractérisation de la source radon imputable au sol sous-jacent aux bâtiments. Cette étude a été réalisée hors saison thermique (décembre 2002-février 2003) ; les conclusions en sont attendues ;
- détermination de l'apport du radon issu du dégazage de l'eau thermique. Cette évaluation sera effectuée durant l'activité thermique aux deuxième et troisième trimestres 2003.

En outre, compte tenu des travaux à faire sur les quatre forages actuels, l'établissement a décidé de réaliser un nouveau forage à proximité se substituant pour partie aux anciens. Les premières analyses ont mis en évidence une eau ayant les mêmes caractéristiques chimiques, mais présentant une radioactivité sensiblement plus faible (activité  $\alpha$  totale de  $4,4 \text{ Bq/l}$  et  $\beta$  totale de  $7,6 \text{ Bq/l}$ ). Il conviendra de suivre l'évolution de la mise en place de ce nouveau forage

qui pourra modifier les conditions d'exposition du personnel.

Il restera, à l'issue de ces études, à mettre au point un guide méthodologique pour les évaluations de doses dans les établissements thermaux et à aborder le problème de la gestion des déchets radifères créés par la filtration des eaux thermales et par les traitements médicaux à base de boues.

### **Un exemple d'exposition au radon liée à une contamination des terrains par le radium dans l'Essonne**

En 1998, à Gif-sur-Yvette, un particulier demande à l'Etat une indemnisation du fait de la contamination de son habitation par des substances radioactives résultant de l'activité passée et ancienne des laboratoires de la société nouvelle du radium. Le médiateur de la République demande au préfet de l'Essonne de déclarer insalubre cette habitation. Le préfet transmet le dossier à la DDASS, chargée d'évaluer la réalité de l'insalubrité ; l'OPRI est saisi en vue d'une évaluation de l'état radiologique de l'habitation.

Au vu des niveaux de radon très élevés mesurés par l'OPRI, dans un contexte de médiatisation, le préfet met en place un groupe technique opérationnel coordonné par la DDASS et regroupant l'IRSN, l'InVS et l'ANDRA. Ce groupe technique rédige d'abord un protocole d'investigation commun pour réaliser, chez les particuliers du quartier, des mesures radiométriques dans le jardin et la maison, un carottage dans les terrains au niveau des points de contamination relevés dans le jardin et des mesures intégrées de radon dans les habitations sur une période de trois mois.

Au total, 94 parcelles (maison + jardin) ont été contrôlées entre février 2000 et décembre 2001. Dans 4 maisons, des concentrations élevées en radon ont été détectées. Il s'agit de radon d'origine anthropique : une maison a été construite sur l'ancienne décharge des laboratoires, deux maisons occupent les locaux des anciens laboratoires où vraisemblablement les décontaminations successives furent insuffisantes, la dernière a été construite

sur un terrain nivelé par des remblais contaminés.

Dans ce contexte, un « diagnostic radon » a été réalisé par l'IPSN pour ces quatre habitations (recherche de l'origine du radon, examen des voies de transfert et propositions d'actions de remédiation). Par ailleurs, un dispositif provisoire de ventilation du sous-sol a été mis en place par l'IPSN chez un particulier pour en vérifier la faisabilité et l'efficacité. Ce dispositif a permis de réduire considérablement les concentrations de radon dans l'habitation, qui ont été stabilisées dans les pièces principales à des niveaux inférieurs à la valeur de référence de 400 Bq.m<sup>-3</sup>. L'efficacité du dispositif, initialement expérimental, a été testée après plus d'un an de fonctionnement. Il ressort que, malgré le vieillissement, le dispositif permet toujours d'atteindre des niveaux inférieurs à 400 Bq.m<sup>-3</sup>.

La contamination du quartier est désormais bien connue ; il s'agit d'une contamination perlée et dispersée de manière aléatoire en surface comme en profondeur, à l'extérieur mais parfois aussi à l'intérieur des habitations. Les niveaux de radioactivité mesurés sont généralement faibles ; il a été cependant procédé à une estimation des doses correspondantes pour en évaluer l'impact.

L'évaluation des doses individuelles a été confiée à l'IPSN, l'évaluation du risque collectif à l'InVS.

L'évaluation des doses permet d'estimer l'impact sanitaire de l'excès de radioactivité mesurée sur les terrains, dans les habitations mais aussi sur les voiries. Elle prend en compte 4 voies d'exposition : l'irradiation externe, l'ingestion (de terre ou de légumes contaminés), l'inhalation de particules radioactives, l'inhalation de radon. L'exposition due au radon a été intégrée à l'évaluation des doses individuelles, malgré l'existence de niveaux d'action, afin que les riverains concernés puissent disposer d'un résultat englobant l'ensemble des voies d'exposition. Elle fait ressortir que le radon constitue la principale source d'exposition ; pour quatre familles, les doses sont supérieures à 5 mSv/an pour les occupants.

L'évaluation du risque collectif indique que, du fait de la distribution très hétérogène de la contamination et donc des doses, l'essentiel du risque est supporté par un petit nombre de personnes, celles qui vivent dans les propriétés déjà identifiées comme justifiant des actions correctives. Un suivi épidémiologique n'est pas apparu pertinent.

Afin qu'un relais privilégié et durable soit mis en place pour les habitants du quartier sur ce thème, une réunion a eu lieu avec les médecins généralistes de Gif-sur-Yvette pour les informer des résultats de l'évaluation des doses et des effets sanitaires liés aux rayonnements ionisants et au radon.

La gestion récente de ce dossier s'est attachée à communiquer l'ensemble des informations aux riverains concernés, par le biais de réunions publiques, et l'envoi aux habitants de tous les travaux réalisés par le groupe technique opérationnel. Des entretiens individuels se sont tenus pendant une semaine en mairie de Gif-sur-Yvette, regroupant la DDASS, l'IPSN, l'InVS et l'ANDRA. Ils ont eu pour objet de faire le point des résultats d'évaluation des doses, avec chaque résidant, dans le cadre d'un dialogue singulier. Ces entretiens ont montré la difficulté de communiquer sur la notion de risque, et plus particulièrement sur la notion du risque individuel, en particulier pour une exposition au radon.

Il ressort également de ce dossier la difficulté de faire accepter aux riverains concernés des solutions de remédiation au radon de type ventilation-étanchéification, tous revendiquant la suppression des sources radioactives à l'origine de la contamination pour des raisons principalement liées à la préservation de la valeur de leur patrimoine. La situation des particuliers présentant des contaminations à l'intérieur des habitations est actuellement examinée par le comité de gestion du fonds radium, mis en place par les ministères chargés de l'environnement et de la santé pour participer aux actions de décontamination nécessaires.

# La protection contre l'exposition au radon dans le code technique espagnol de la construction

par **B. Frutos Vasquez, M. Olaya Adán**, Instituto de ciencias de la construcción, **J.P García Cadierno, J.L. Martín Matarranz, J. Serrano Renedo, E. Suarez Mahou**, Consejo de seguridad nuclear et **J.A. Fernández**, ENUSA Industrias avanzadas

## Introduction

Le code technique de la construction (CTE) est le nouveau cadre réglementaire qui identifie, codifie et complète la réglementation technique existante et définit les exigences applicables aux immeubles au regard des conditions élémentaires de sécurité et d'habitabilité imposées par la *Ley de Ordenación de la Edificación* (LOE - loi portant réglementation de la construction). Parmi les exigences en matière d'habitabilité, il a été proposé d'ajouter un alinéa relatif à la protection contre le radon à l'intérieur des immeubles, comportant des dispositions analogues à celles existant déjà dans d'autres pays.

La *Dirección General de Arquitectura y Urbanismo* (DGVA - Direction générale de l'architecture et de l'urbanisme) du *Ministerio del Fomento* (Ministère du développement du territoire) est responsable de la rédaction du CTE, avec l'assistance de l'*Instituto de Ciencias de la Construcción* « Eduardo Torroja » (IETcc - Institut des sciences du bâtiment « Eduardo Torroja »), qui dépend du *Consejo Superior de Investigaciones Científicas* (CSIC - Conseil supérieur de la recherche scientifique). Le *Consejo de Seguridad Nuclear* (Conseil de la sûreté nucléaire) a collaboré avec les organismes précités à la rédaction de l'alinéa concernant la protection contre les effets du radon.

## Fixation d'un niveau limite pour les projets de construction

La législation espagnole ne contenant aucune disposition en matière de protection contre le radon dans les bâtiments, on

s'est inspiré, au moment d'introduire dans le CTE un niveau limite pour les projets de construction, de la recommandation n° 90/143 Euratom de la Commission européenne, relative à la protection de la population contre les dangers résultant de l'exposition au radon à l'intérieur des bâtiments et des informations provenant d'autres pays.

Après examen de la documentation indiquée, il a été proposé d'inclure dans le CTE le texte suivant : « *La conception et la construction d'un bâtiment seront menées à bien de façon à garantir l'absence d'exposition de ses occupants à des concentrations de radon pouvant entraîner un risque pour la santé* ». Le niveau limite proposé est le même que celui recommandé par la Commission, soit 200 Bq/m<sup>3</sup>. Ce niveau ne doit pas être dépassé dans les parties habitées des immeubles mais, en tout état de cause, il convient de s'efforcer d'atteindre les concentrations en radon les plus faibles possibles dans les parties intérieures.

## Classification du territoire en fonction du risque d'exposition au radon à l'intérieur des bâtiments

La classification a été menée à bien, d'une part, à une échelle générale (nationale et provinciale) et, d'autre part, à une échelle plus spécifique, en fonction de la nature du sol dans la zone de construction.

### *Critère général de classification*

Ce sont les caractéristiques géologiques des sols qui ont été prises en compte pour



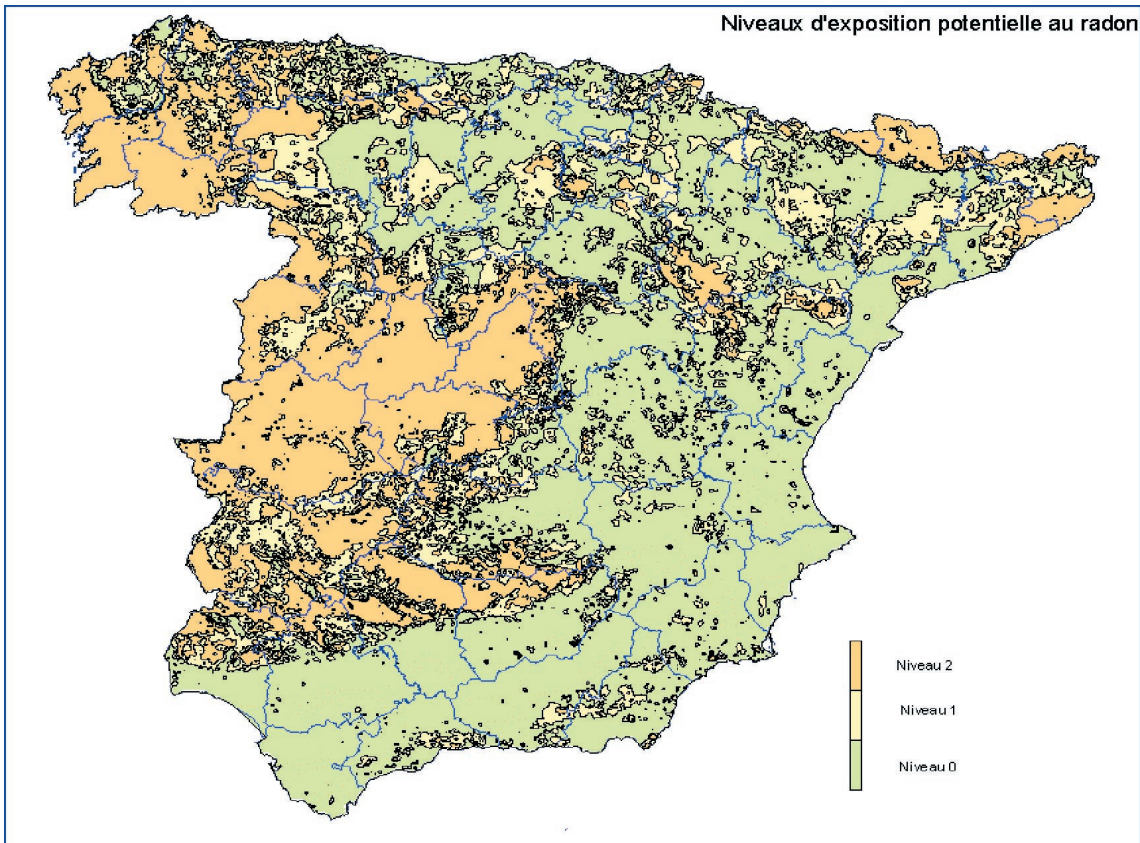


Fig 1. - Niveaux d'exposition potentielle au radon

la classification générale ; 1 500 000 mesures du niveau de radiation gamma ont été effectuées à ce jour dans le cadre du projet MARNA et 1 318 mesures de la concentration en  $^{40}\text{K}$ ,  $^{232}\text{Th}$  et  $^{226}\text{Ra}$ , représentatives du pays. Sur la base de ces constatations, on a procédé à une estimation, en chiffres moyens annuels, des concentrations et des taux d'émission potentiels à l'intérieur d'un logement type, en tenant compte de conditions normales pour le logement et la nature du terrain sous-jacent.

Les résultats obtenus ont été validés par les concentrations en  $^{222}\text{Rn}$  relevées à l'intérieur de 5 000 logements dans le pays dans le cadre du projet radon du CSN. Cette classification générale a permis de distinguer trois niveaux d'exposition potentielle.

Niveau	Exposition potentielle au $^{222}\text{Rn}$
0	Faible
1	Moyenne
2	Elevée

Le tableau 2 présente de façon synoptique les principales caractéristiques radiologiques des trois zones : les débits de dose moyens en radioactivité aux rayons gamma, les concentrations moyennes de  $^{226}\text{Ra}$  dans le sol, les taux moyens d'émission de radon et les valeurs moyennes annuelles estimées des concentrations de radon à l'intérieur des habitations. On a pu ainsi dessiner une carte générale de la péninsule, ainsi que 46 cartes correspondant aux provinces, faisant apparaître les communes. Etant donné la relation existant entre la géologie, le  $^{226}\text{Ra}$  et le  $^{222}\text{Rn}$ , on peut indiquer que les régions du pays présentant le plus haut risque potentiel correspondent aux zones comportant des formations granitiques et des roches sédimentaires dérivées, les zones de moindre risque comprenant des roches basiques et des formations sédimentaires d'origine marine ; dans ces dernières, présentant a priori un risque faible, on peut néanmoins rencontrer des teneurs élevées en  $^{222}\text{Rn}$  dans des failles ouvertes et des grottes qui peuvent constituer de larges voies de sortie du radon.

Tableau 2

Caractéristiques radiologiques des différentes zones

Niveau	Exposition potentielle	Débits de dose en nGy/h	Concentration de <sup>226</sup> Ra en Bq/kg	Taux d'émanation en Bq/m <sup>2</sup> .s	Concentration moyenne en Bq/m <sup>3</sup>
0	Faible	<75	<37,5	<0,053	<150
1	Moyenne	75-100	37,5-50	0,053-0,070	150-200
2	Elevée	>100	>50	>0,070	>200

Des études spécifiques devront être réalisées en fonction de la catégorie de risque correspondant à chaque zone, et la construction sera autorisée ou non en fonction du respect de certains critères de protection.

La figure n° 2 présente un diagramme indiquant les mesures à prendre pour les différentes catégories de risques établies par la classification générale.

*Critère spécifique de classification*

Ce critère sera applicable directement aux zones de construction, c'est-à-dire au ter-

rain même sur lequel est projetée la construction. Pour établir la classification spécifique des zones de construction, on a retenu essentiellement deux facteurs : la concentration de radon dans le terrain sous-jacent et la perméabilité de ce dernier, dont dépend la plus ou moins grande capacité du gaz à se propager par émanation et donc à pénétrer et à s'accumuler dans le bâtiment projeté, à défaut de recourir préventivement aux techniques de construction appropriées.

Les niveaux de référence adoptés pour la classification des zones de construction figurent au tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3

Classification des terrains destinés à la construction

Exposition potentielle		Concentration en <sup>222</sup> Rn en Bq/m <sup>2</sup>			Construction
		Perméabilité faible	moyenne	élevée	
Faible	0	<30 000	<20 000	<10 000	Normale
Moyenne	1	30 000-100 000	20 000 -70 000	10 000-30 000	Barrières de protection
Elevée	2	>100 000	>70 000	>30 000	Barrières de protection + Extraction

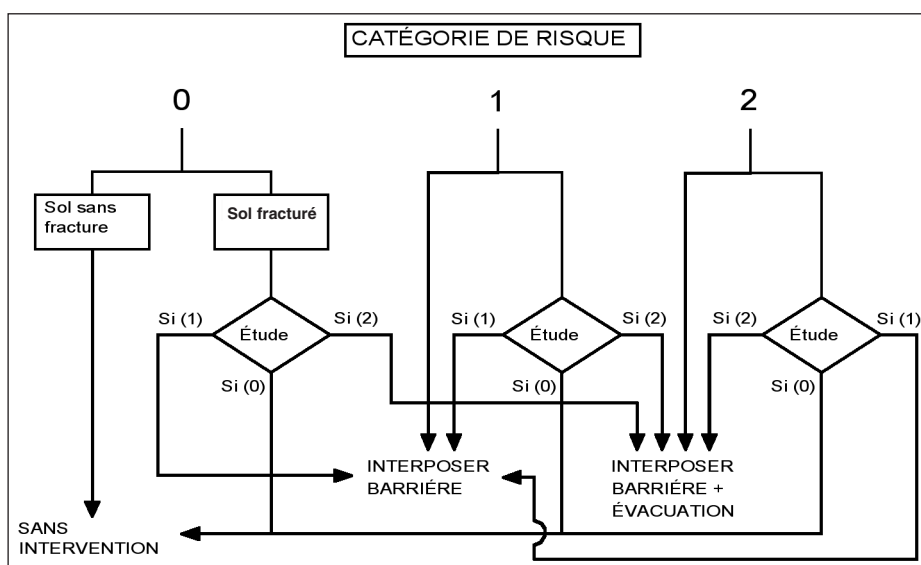


Fig 2.- Diagramme de décision dans les catégories de risque

## Protocoles de mesure

Deux protocoles ont été mis au point pour mesurer la teneur en radon dans les sous-sols et les bâtiments de construction récente, décrivant certains aspects comme les systèmes à utiliser, la façon de relever les mesures, la présentation des résultats et les règles de garantie de la qualité.

## Techniques de construction

La solution qui sera retenue pour la construction dépend du classement de la zone d'implantation et du type de bâtiment à construire. A cet effet, ont été distingués essentiellement deux types d'immeubles, ceux situés à même le sol et ceux qui sont construits sur une dépression au-dessous de la cote du terrain. A chacun de ces types de bâtiments correspondent des éléments propres de conception et de construction destinés à assurer la protection exigée.

Le tableau 4 présente les différentes mesures devant être prises en fonction du risque détecté et des éléments de construction à intégrer au stade de la conception.

Plusieurs solutions ont été mises au point, chacune d'elles étant assortie d'une illustration, de conseils d'application et d'ob-

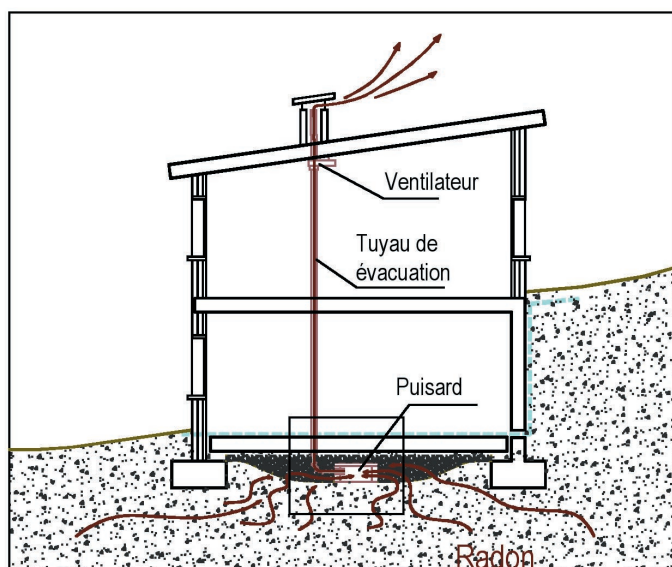


Fig 3. - Barrière sur dalle de plancher + évacuation.

servations concernant le passage des conduites, l'augmentation de la charge en certains points de la construction, les joints de dilatation, l'utilisation de bétons spéciaux afin de prévenir les fissures, etc.

La figure suivante donne l'exemple d'une des solutions mises au point (1.5.2.2), à savoir l'incorporation d'une barrière de protection construite sur une sablière, associée à un système d'extraction naturelle ou forcée.

Tableau 4

Système de protection contre le radon

BÂTIMENT	ÉLÉMENT CONSTRUCT	CATÉGORIE DE RISQUE		
		0	1	2
1. BÂTIMENT SUR LE SOL	DALLE DE PLANCHER	sans intervention	1.S.1.1. Barrière SOUS dalle de plancher 1.S.1.2. Barrière SUR dalle de plancher	1.S.2.1. Barrière SOUS dalle de plancher + évacuation 1.S.2.2. Barrière SUR dalle de plancher + évacuation
	PLANCHER SUR LE VIDE SANITAIRE	sans intervention	1.F.1.1. Barrière SOUS plancher sur le vide sanitaire 1.F.1.2. Barrière SUR plancher sur le vide sanitaire	1.F.2.1. Barrière SOUS plancher sur le vide sanitaire + évacuation /vent 1.F.2.2. Barrière SUR plancher sur le vide sanitaire + évacuation /vent
2. BÂTIMENT AVEC CAVE	DALLE DE PLANCHER	sans intervention	2.S.1.1. Barrière SOUS dalle de plancher 2.S.1.2. Barrière SUR dalle de plancher	2.S.2.1. Barrière SOUS dalle de plancher + évacuation 2.S.2.2. Barrière SUR dalle de plancher + évacuation
	PLANCHER SUR LE VIDE SANITAIRE	sans intervention	2.F.1.1. Barrière SOUS plancher sur le vide sanitaire 2.F.1.2. Barrière SUR plancher sur le vide sanitaire	2.F.2.1. Barrière SOUS plancher sur le vide sanitaire + évacuation /vent 2.F.2.2. Barrière SUR plancher sur le vide sanitaire + évacuation /vent
	MUR DU CAVE	sans intervention	2.M.1.1. Barrière de mur du cave	2.M.2.1. Barrière de mur du cave

## CONCLUSION

L'introduction de la protection contre les effets du radon dans le code technique de la construction constitue la première mesure adoptée par l'Espagne afin de protéger activement la population contre les risques découlant de la présence, à l'intérieur des habitations, de concentrations élevées de cet isotope et de ses descendants. Il est prévu de poursuivre la collaboration entre le CSN et l'Institut « Eduardo Torroja », afin d'entreprendre l'étude de mesures correctrices concernant les édifices existants.

## Références de l'article

Ley 38/1999 de 5 de noviembre de Ordenación de la Edificación (Loi n° 38 du 5 novembre 1999 portant réglementation de la construction), BOE du 6 novembre 1999.

The Building Regulations 2000. Statutory Instrument N° 2531. Department of the Environment and the Welsh Office. Londres HMSO. 2000.

Réglementations en matière de construction BBR. Dispositions contraignantes et recommandations générales. Office national suédois du logement. 2001.

Réglementations techniques adoptées dans le cadre de la loi sur le logement de 1997. Exigences en matière de travaux et de matériaux de construction. Office national norvégien de la construction HO-1/98.

Recommandation de la Commission du 21 février 1990 relative à la protection de la population contre les dangers résultant de l'exposition au radon à l'intérieur des bâtiments (90/143/Euratom).

Akerblom G. Législation et lignes directrices nationales relatives au radon. Autorité suédoise de radioprotection. Juillet 1999.

Circulaire n° 99/46 du 27 janvier 1999 relative à l'organisation de la gestion du risque lié au radon. Direction générale de la santé et Conseil supérieur d'hygiène publique de France.

Suárez Mahou E. ; Fernández Amigot J.A. Projet Marna. Mapa de radiación gamma

natural (Carte de la radiation naturelle gamma). Collection « Informes técnicos 5 ». 2000 CSN.

Cascón M. ; Suárez E. ; Fernández J.A. ; Quindós L.S. ; Villaseca C. ; García D. ; Predicción de la concentración de radón (Estimación de la concentración de radon). Projet MARNA. Atelier radon et environnement, 13 et 14 juillet. Groupe environnement. Projet ERRICCA-2. Suances. Juillet 2002.

García Cadierno J.P. ; Estimación de la concentración de radón en el interior de las viviendas a partir de las medidas de tasa de exposición natural (Estimación de la concentración de radon à l'intérieur des logements sur la base des relevés des taux d'exposition naturelle). (MARNA).CSN-SRA. Rapport interne. Janvier 2003.

Medidas de radón en viviendas españolas. Caracterización de sus fuentes. (Mesure du radon dans les logements espagnols. Caractérisation de ses sources). Collection « Otros Documentos » 6.1998. CSN.

Suárez Mahou E. ; La radiación natural en España: proyecto MARNA. Geología de España en imágenes (La radiation naturelle en Espagne : projet MARNA. Géologie de l'Espagne en images). CSN.1997.

I. Barnet ; Cartographie des risques liés au radon et aspects géologiques. Stage de formation sur les risques liés au radon et les mesures correctrices. Commission de la Communauté européenne. Autorité suédoise de radioprotection. SSI Stockholm. Septembre 1995.

Quindós L. ; Protocolo para la medida de la concentración de  $^{222}\text{Rn}$  en el interior del terreno (Protocole de mesure de la concentration des sous-sols en  $^{222}\text{Rn}$ ). Université de Cantabrique. Octobre 2002.

Martín Matarranz J.L. ; Protocolo para la medida de radón en edificaciones recién construidas (Protocole de mesure du radon dans les bâtiments de construction récente). CSN/TGE/AEIR/1002/1614. Octobre 2002.

Frutos B. ; Olaya M. ; Métodos para prevenir la entrada de radón en edificios de nueva construcción (Méthodes de prévention de la pénétration du radon dans les bâtiments de construction récente). Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción. Décembre 2002.

# Le radon en Suède : 50 années d'expérience

par **Lars Mjõnes**, coordonnateur du programme  
« Rayonnements naturels et non ionisants » - Autorité suédoise  
de radioprotection (SSI)

Il existe en Suède des régions relativement vastes où la radioactivité naturelle du sol est élevée. Les caractéristiques géologiques du pays, qui est constitué d'une grande quantité de granites et de pegmatites riches en uranium et en thorium, en sont la cause. La Suède possède également de vastes étendues de schiste alumineux riche en uranium.

La dernière campagne de mesure du radon dans les habitations suédoises a été conduite au début des années 1990 et ses résultats ont été rendus publics en 1993. D'après les mesures effectuées, la concentration moyenne en radon dans les habitations suédoises s'élève à 108 Bq/m<sup>3</sup>. La moyenne pour les maisons individuelles est de 140 Bq/m<sup>3</sup>, contre 75 Bq/m<sup>3</sup> pour les appartements situés dans des habitations collectives. Le radon présent à l'intérieur des bâtiments provient principalement du sol. Les matériaux de construction et l'eau du robinet riche en radon constituent deux autres sources d'émanation. Un béton léger à base de schiste alumineux a été utilisé comme matériau de construction dans près de 400 000 habitations en Suède. La contribution de ce matériau aux concentrations de radon à l'intérieur des bâtiments peut aller jusqu'à 1 000 Bq/m<sup>3</sup> si le taux de renouvellement de l'air est faible. Les niveaux de rayonnements gamma dans ces bâtiments sont généralement compris entre 0,3 et 1,0 microsievert par heure (µSv/h). Environ 200 000 puits forés sont utilisés toute l'année par des résidents permanents. On estime à 10 000 le nombre de puits dont la teneur en radon excède 1 000 Bq/l, et à 80 000-100 000 ceux dont la teneur en radon dépasse 100 Bq/l. En règle générale, une concentration de 1 000 Bq/l dans l'eau du robinet contribue pour environ 100 Bq/m<sup>3</sup> à la concentration en radon dans l'air intérieur des bâtiments.

## Historique

Le radon dans les habitations suédoises a été étudié pour la première fois au début des années 1950, lorsque Bengt Hultqvist, inspiré par Rolf Sievert, réalisa dans le cadre de sa thèse de doctorat une campagne de mesure des concentrations de radon dans 300 habitations de quatre villes du centre de la Suède. Cette campagne incluait également la mesure des rayonnements gamma à l'intérieur des bâtiments dans environ 1 000 habitations. Hultqvist trouva des concentrations en radon relativement élevées, allant jusqu'à 600 Bq/m<sup>3</sup>, dans les maisons construites en béton léger à base de schiste alumineux. Ce matériau de construction, qui présente une teneur élevée en radium 226, à savoir entre 600 et 2 600 Bq/kg, a été en effet très largement utilisé en Suède entre 1930 et 1975. Pour l'ensemble des habitations construites en 1975, il représentait environ 10 pour cent du volume total de matériau de construction utilisé.

En 1956, lorsque Hultqvist publia ses résultats, les autorités de radioprotection estimèrent que les doses d'irradiation relativement faibles provoquées par les rayonnements gamma et le radon dans les habitations ne présentaient qu'un risque mineur pour la santé. Ce n'est que plus tard, vers la fin des années 1960, qu'un lien a pu être établi entre les teneurs élevées en radon et le cancer du poumon chez les mineurs. Ainsi, les résultats publiés par Hultqvist n'entraînèrent la mise en œuvre d'aucune mesure de protection particulière, hormis quelques recommandations concernant l'importance de bien ventiler les habitations.

Après les travaux de Hultqvist, les campagnes de mesure du radon furent interrompues en Suède. A la fin des années 1960 et au début des années 1970 néan-

moins, la publication de rapports établissant un lien entre l'exposition au radon dans les mines et la prévalence du cancer du poumon chez les mineurs suscita un regain d'intérêt pour cette question et les campagnes de mesure du radon dans les habitations reprirent. Dans les années 1970, l'Autorité suédoise de radioprotection (*Swedish Radiation Protection Authority – SSI*) conduisit un vaste programme de mesure du radon dans les habitations. A l'époque, l'accent fut mis sur les habitations construites en béton léger à base de schiste alumineux. En 1978, des concentrations élevées de radon, jusqu'à 10 000 Bq/m<sup>3</sup>, furent constatées à Tidaholm, une petite ville du sud-ouest de la Suède, dans des habitations construites sur des résidus de combustion de schiste alumineux (les concentrations en radium allant de 3 000 à 6 000 Bq/kg). Cet événement, qui reçut une large publicité à la radio, à la télévision et dans les journaux suédois, provoqua de vives inquiétudes au sein de la population. Une commission gouvernementale chargée d'examiner les mesures de protection à mettre en œuvre contre les risques d'exposition dans les bâtiments, connue sous le nom de « Commission radon », fut alors créée en 1979 à l'initiative de la SSI. Un peu plus tard la même année, cette commission présenta un rapport préliminaire, à la suite duquel des niveaux d'action obligatoire (fondés sur une estimation de la moyenne annuelle) furent introduits en 1980 pour les bâtiments neufs (70 Bq/m<sup>3</sup>), les bâtiments en reconstruction (200 Bq/m<sup>3</sup>) ainsi que les bâtiments existants (400 Bq/m<sup>3</sup>).

En 1985, le gouvernement confia à la SSI la responsabilité générale du suivi de l'évolution des rayonnements dans les habitations, et notamment la mise au point de techniques de mesures et d'évaluation des risques. L'Office national du logement (*National Board for Housing, Building and Planning*) fut chargé d'établir une réglementation pour la construction des bâtiments neufs, et l'Office national de la santé et de la prévoyance (*National Board for Health and Welfare*) de publier des niveaux d'action et des recommandations pour les bâtiments existants. La responsabilité directe de réduire les concentrations

en radon fut décentralisée et confiée aux autorités municipales. La Suède est divisée en 290 communes. Certaines communes sont très grandes, par exemple Stockholm qui compte près de 700 000 habitants, tandis que d'autres sont très petites, avec une population de seulement quelques milliers d'habitants. Toutefois, chaque commune, quelle que soit sa taille, possède une autorité sanitaire responsable de la santé des habitants dans leurs foyers ainsi qu'une autorité chargée de la construction, responsable, entre autres, de l'octroi des permis de construire pour les bâtiments neufs et les travaux de reconstruction importants. La plupart de ces communes ont établi des cartes locales du risque lié au radon qui s'appuient essentiellement sur des informations géologiques. Des cartes des régions présentant des concentrations élevées en uranium et en thorium sont également disponibles, ainsi que des cartes des régions où le sol est très perméable, c'est-à-dire constitué de dépôts de graviers et de sables grossiers, souvent sous la forme d'eskers. Des sols très perméables augmentent en effet la probabilité d'une présence de radon dans les bâtiments.

En 1990, le niveau de référence pour la mise en œuvre de mesures correctives dans les bâtiments existants fut abaissé de 400 Bq/m<sup>3</sup> à 200 Bq/m<sup>3</sup> et, en 1994, de nouveaux niveaux réglementaires exprimés en concentration de radon furent publiés. Dans le cadre du programme suédois de réduction des concentrations de radon à l'intérieur des bâtiments, des protocoles de mesure furent introduits en 1980. Ces protocoles fournissent des instructions techniques propres à chaque méthode en précisant, pour chacune d'elles, les modalités de réalisation des mesures et d'évaluation de la moyenne annuelle qui doit être mise en rapport avec les niveaux d'action requis. Les protocoles de mesure ont été révisés à plusieurs reprises. La dernière version date de 1994 et doit être revue courant 2003. Depuis 1988, les propriétaires de maisons individuelles peuvent recevoir du gouvernement une aide financière à hauteur de la moitié du coût des mesures correctives mises en œuvre, la contribution maximale étant fixée à 15 000 couronnes suédoises (soit environ 1 600 euros).

## Le radon sur les lieux de travail

Aucune campagne représentative de mesure du radon sur les lieux de travail ordinaires, situés au-dessus de la surface du sol, n'a été conduite en Suède. Néanmoins, en 1996, l'Autorité suédoise chargée de l'environnement de travail (*Work Environment Authority – VA*) a mené une enquête sur environ 150 lieux de travail. Les locaux inspectés (sélectionnés selon des critères précis) étaient situés dans des bâtiments où l'on pouvait s'attendre à des concentrations de radon élevées, essentiellement en raison des émanations de radon provenant du sol. Des mesures ont également été réalisées dans des locaux professionnels construits en béton léger à base de schiste alumineux. Dans près de 10 pour cent des lieux de travail inspectés, les concentrations de radon étaient supérieures à 400 Bq/m<sup>3</sup>. Il conviendrait d'organiser de nouvelles campagnes de mesure du radon sur les lieux de travail. C'est la mission de l'Inspectorat de l'environnement de travail (*Work Environment Inspectorate*).

Des mesures du radon dans les mines suédoises sont réalisées depuis la fin des années 1960. Lorsque les campagnes de mesures ont commencé, les concentrations de radon dans certaines mines étaient très élevées. A cette époque, on dénombrait en Suède 55 mines qui employaient près de 5 000 mineurs. Quatre années de travaux intensifs et de mise en œuvre de mesures correctives ont permis de réduire de manière significative les concentrations de radon. Aujourd'hui, la situation des mines suédoises au regard du radon est satisfaisante. L'exposition à ce dernier est normalement bien en deçà de la limite d'exposition. Les mines souterraines sont à présent au nombre de 25 environ et l'on compte 3 500 mineurs. La concentration en radon dans les autres installations souterraines telles que les centrales hydroélectriques, les installations de télécommunication, etc., est contrôlée par le Conseil national de la sécurité et de la santé au travail (*Board of Occupational Safety and Health – BOSHS*) et l'Inspection du travail (*Labour Inspectorate*), tandis que les installations de défense sont contrôlées par une unité spéciale de l'armée. La plupart de ces

locaux sont suffisamment ventilés mais un contrôle continu demeure nécessaire.

Des concentrations élevées de radon ont été constatées à l'intérieur de plusieurs installations d'adduction et de distribution d'eau. Dans le centre de la Suède, des concentrations moyennes de radon allant jusqu'à 18 000 Bq/m<sup>3</sup> ont en effet été trouvées à l'intérieur d'installations d'adduction et de distribution d'eau utilisant de l'eau souterraine, alors que l'eau brute ne présentait qu'une teneur en radon de 100 Bq/m<sup>3</sup>. Une étude plus approfondie des concentrations de radon à l'intérieur de ces installations et d'autres installations professionnelles utilisant d'importants volumes d'eau souterraine, telles que les établissements thermaux et l'industrie des denrées alimentaires, est en cours de réalisation.

## Le thoron dans l'air intérieur des bâtiments

Des mesures du <sup>220</sup>Rn ont été réalisées dans une centaine de bâtiments. La teneur habituelle en descendants radioactifs du <sup>220</sup>Rn dans les habitations est comprise entre 0,1 et 1 Bq/m<sup>3</sup>. La teneur moyenne en descendants radioactifs du <sup>220</sup>Rn dans les habitations suédoises est estimée à 0,5 Bq/m<sup>3</sup>, ce qui implique une dose efficace annuelle moyenne par habitant de 0,1 mSv.

## Le radon dans l'eau potable

L'Office suédois de l'alimentation (*Swedish Food Administration*) a établi en 1997 des niveaux d'action obligatoire pour le radon dans l'eau potable. En pratique, la teneur maximale pour l'eau potable issue d'installations publiques d'adduction et de distribution d'eau s'élève à 100 Bq/l ; la teneur maximale recommandée pour les puits privés est de 1 000 Bq/l. Pendant deux ans, en 1998 et 1999, les entreprises responsables des installations d'adduction et de distribution d'eau et les propriétaires de puits privés ont pu bénéficier d'une aide financière du gouvernement destinée à couvrir le coût des mesures correctives. Les installations d'adduction et de distribution d'eau pouvaient obtenir une aide équivalente à 100 pour cent du coût de ces mesures, tandis que la contribution aux

frais des propriétaires de puits privés se limitait à 50 pour cent du coût, avec un plafond de 5 000 couronnes suédoises (soit 600 euros).

### Objectifs de qualité écologique

En avril 1999, le *Riksdag* (Parlement suédois) a adopté des objectifs de qualité écologique dans 15 domaines. Ils précisent à quelles conditions la qualité et la situation de l'environnement en Suède, en particulier celles de ses ressources naturelles et culturelles, contribueront à une évolution écologiquement viable sur le long terme. Au printemps 2001, le gouvernement a proposé des objectifs intermédiaires pour chacun des domaines, en précisant les orientations et le calendrier des actions à entreprendre. Le projet de loi du gouvernement spécifiant ces objectifs a été adopté par le *Riksdag* en novembre 2001. Le gouvernement entend atteindre la plupart de ces objectifs en l'espace d'une génération, c'est-à-dire d'ici 2020.

Deux de ces objectifs sont « Un environnement radiologiquement sûr » et « Un urbanisme raisonné ». Dans le cadre de ce dernier, un objectif intermédiaire spécifique pour l'environnement intérieur, intitulé « D'ici 2020, les bâtiments et leurs caractéristiques ne doivent pas avoir d'impact négatif sur la santé », a été adopté par le *Riksdag* au printemps 2002. Cet objectif intermédiaire pour l'environnement intérieur a été précisé pour deux paramètres : le radon dans l'air intérieur des bâtiments et la ventilation.

S'agissant du radon, deux objectifs ont été fixés : la concentration en radon devra être inférieure à 200 Bq/m<sup>3</sup> dans les établissements scolaires et préscolaires d'ici 2010, et inférieure à 200 Bq/m<sup>3</sup> dans les habitations d'ici 2020. Le niveau d'action actuel choisi par l'Office national de la santé et de la prévoyance pour le radon dans les habitations et les établissements scolaires est de 400 Bq/m<sup>3</sup>. L'Office national du logement est l'organisme responsable de la réalisation de l'objectif intitulé « Un urbanisme raisonné ».

Une des conséquences immédiates de la décision du *Riksdag* a été l'abaissement de la limite d'attribution de l'aide financière

pour les problèmes de radon dans les habitations privées de 400 Bq/m<sup>3</sup> à 200 Bq/m<sup>3</sup>. Le montant de cette aide est resté inchangé. Il est fixé à 50 pour cent des frais engagés, avec un plafond de 15 000 couronnes suédoises. Le gouvernement estime en effet que les améliorations recherchées en matière de concentration en radon et de ventilation peuvent être obtenues sans modification substantielle de la répartition des responsabilités et de la réglementation actuelle. En complément, un système de spécifications de construction normalisées prévoyant, en particulier, des informations sur les concentrations en radon et les conditions de ventilation, ainsi que sur l'utilisation de l'énergie, a également été proposé. A travers ces spécifications, l'objectif est de stimuler l'intérêt porté à l'environnement intérieur et de sensibiliser la totalité du secteur de la construction et de l'immobilier à cette question. Des spécifications doivent être élaborées tant pour les bâtiments neufs que pour les bâtiments existants. La nature exacte de ces spécifications sera étudiée par une commission d'enquête spéciale qui doit achever ses travaux d'ici 2004. Dans le cadre de cette enquête, la possibilité de créer un registre national de données sur le radon et sur l'état de la ventilation sera également examinée. Les spécifications de construction et le registre serviront à la fois à garantir le respect des objectifs environnementaux et à constituer une source d'information pour les acheteurs et les locataires de logements. Le gouvernement insiste, en particulier, sur la nécessité de renforcer la rigueur des inspections destinées à vérifier que les exigences en matière de radon et de ventilation pour les bâtiments neufs sont bien respectées.

Le premier objectif, à savoir ramener les concentrations de radon dans les établissements scolaires et préscolaires à des niveaux acceptables, devrait pouvoir être atteint d'ici 2010, grâce aux efforts soutenus des communes suédoises. En revanche, des efforts considérables seront nécessaires pour réaliser l'objectif concernant les habitations, notamment s'agissant des maisons individuelles. La SSI a estimé qu'environ 150 000 foyers en Suède présentent des concentrations en radon supérieures à 400 Bq/m<sup>3</sup>, et que près d'un demi-



million d'habitations ont des concentrations supérieures à 200 Bq/m<sup>3</sup>.

Depuis le début des années 1980, des efforts résolus ont été entrepris, en particulier dans les communes, pour réduire les concentrations de radon dans les habitations et les écoles. Au cours de ces 20 dernières années, des mesures du radon ont été réalisées dans environ 400 000 habitations, ce qui correspond à 10 % de l'ensemble des habitations, et des mesures correctives ont été mises en œuvre dans près de 30 000 habitations dont la teneur en radon dépassait la limite de 400 Bq/m<sup>3</sup>. Les objectifs récemment adoptés par le gouvernement impliquent donc qu'environ un demi-million d'habitations, dont 300 000 maisons individuelles, devront être identifiées et que des mesures correctives devront être appliquées sur une période de 20 ans. Pour atteindre les objectifs fixés, le rythme d'application des mesures correctives liées au radon devra être au moins multiplié par dix.

L'Office national du logement est l'organisme chargé de la réalisation de l'objectif intitulé « Un urbanisme raisonné ». A présent que des objectifs chiffrés ont été adoptés pour les concentrations en radon dans l'air intérieur des bâtiments, l'Office sera clairement chargé de traiter les problèmes liés au radon. La SSI conservera la

responsabilité des questions d'évaluation des risques et des mesures, tandis que l'Office sera plus spécifiquement chargé des questions techniques concernant les mesures correctives liées au radon ainsi que les mesures préventives pour les nouvelles constructions. L'Office national de la santé et de la prévoyance, qui assume la responsabilité générale des questions de santé dans le cadre des travaux sur les problèmes environnementaux, continuera naturellement à jouer un rôle clé dans le futur.

Le rôle des communes dans la résolution des problèmes liés au radon restera prépondérant. Les conseils de comté et les communes doivent élaborer des programmes régionaux et locaux définissant les moyens d'atteindre les objectifs, tant finals qu'intermédiaires, dans le respect des délais fixés. Ces programmes doivent faire l'objet d'un suivi et d'une évaluation réguliers. Le Conseil sur les objectifs environnementaux (*Environmental Objectives Council*), composé de représentants des administrations publiques et du secteur privé, doit publier, à l'attention du gouvernement, un rapport annuel présentant une évaluation globale des progrès effectués en termes de réalisation des objectifs nationaux de qualité écologique. Tous les quatre ans, le Conseil publiera également un rapport plus approfondi sur ce sujet.

# Mise en place et renforcement d'activités de surveillance des expositions et des risques associés à l'inhalation du radon

par **P. Pirard**, médecin épidémiologiste – Institut de veille sanitaire (InVS)

Le radon 222 est une des principales sources d'exposition aux rayonnements ionisants de la population générale du fait qu'il s'accumule dans l'atmosphère des bâtiments où la population passe en moyenne 90 % de son temps (6). C'est un cancérogène pulmonaire avéré (5) et le deuxième facteur de risque connu de cancer du poumon après le tabac en termes d'impact sur la population générale (2;11). Or ce risque peut être diminué en réduisant les niveaux de radon dans les bâtiments par l'adoption de mesures techniques désormais disponibles pour le neuf et l'existant. Ces arguments justifient la mise en place d'une politique de gestion fondée sur des caractérisations objectives des expositions et des risques associés.

La mise en place d'une politique de gestion de ce risque en France, initiée par la DGS depuis 1992 et continuée par la DGSNR à partir de 2002 (1;3;4;7;8) et la parution du décret 2003-296 du 31 mars 2003 du Ministère chargé du travail (9) sont ou vont être à la source d'une production importante d'informations sur le radon. Il est nécessaire aujourd'hui de mieux les structurer afin qu'elles puissent être partagées par l'ensemble des acteurs impliqués dans la gestion de ce risque en France.

En réponse à ces préoccupations, à la demande de la DGS puis de la DGSNR, l'InVS a constitué et animé un groupe de travail réunissant les organismes impliqués dans le domaine des mesures des niveaux de radon et des risques associés (BRGM, CSTB, DGS, DDASS 87, DGSNR, ENSP, MEDD/DPPR, InVS, IRSN). Ce groupe a eu pour mission de faire le bilan de ce qui se fait dans le domaine du radon puis de proposer des recommandations pour la mise

en place d'un système de surveillance des expositions au radon et des risques associés.

Ce travail a fait l'objet d'un rapport réunissant les recommandations du groupe de travail, en cours de publication (10), dont les principaux points sont listés ci-dessous.

\*\*\*

Le groupe de travail recommande la constitution d'un système de surveillance qui devra répondre aux objectifs suivants :

- connaître et suivre l'évolution des expositions au radon et des risques associés permettant :
    - de quantifier et surveiller l'impact sanitaire en France et selon les régions,
    - d'identifier les populations cibles prioritaires en termes de risques liés au radon (en matière d'exposition et/ou de niveau de risque de cancer du poumon),
    - d'orienter les politiques de santé publique quant au radon,
    - de faciliter la réalisation des études épidémiologiques ;
  - pouvoir détecter l'apparition d'un nouveau facteur pouvant modifier les expositions au radon ou l'impact associé afin d'adapter les recherches ou les mesures de surveillance et de gestion des risques ;
  - suivre spécifiquement l'efficacité des mesures de gestion des risques.
- Pour atteindre ces objectifs, le groupe de travail considère qu'il faut renforcer les actions existantes en :
- complétant les mesures de radon existantes par des mesures de qualité ;
  - mettant en place un système de centralisation et de suivi des informations ;

- poursuivant les recherches ;
- facilitant le partage d'une veille scientifique et technique;
- renforçant les compétences sur le terrain.

### **Compléter les mesures de radon existantes par des mesures de qualité**

Afin de compléter l'information existante, le groupe de travail recommande que :

- des mesures complémentaires de radon soient effectuées dans les bâtiments français pour mieux caractériser la distribution des expositions ;
- priorité soit donnée aux bâtiments résidentiels qui concernent 70 % du budget temps des Français ;
- soit fait le point des méthodologies et des informations disponibles pour identifier les zones à fort potentiel radon afin d'optimiser les réalisations des mesures.

Afin de renforcer la qualité de l'information apportée par les mesures, il recommande que :

- soit rendue obligatoire l'application des normes AFNOR pour la mesure du radon ;
- les mesures soient géocodées ;
- des mesures visant à caractériser la distribution du radon dans les bâtiments soient réalisées régulièrement pour tenir compte des évolutions.

### **Mettre en place un système de centralisation et de suivi des informations**

L'objectif à terme est d'obtenir un système d'information et de suivi multidisciplinaire et permanent.

Pour cela, le groupe de travail recommande que les organismes qui sont en charge du recueil des mesures du radon veillent à assurer la centralisation et l'informatisation des données.

Pour mener à bien cette centralisation et permettre la valorisation de ces données, il recommande que :

- soient analysées les conditions juridiques de recueil de l'information produite, de sa centralisation et de son informatisation

d'une part, de propriété des informations et de leur mise à disposition de tiers d'autre part ;

- soit créé un comité technique inter-organismes ayant pour mission la mise en cohérence des informations apportées par les différentes bases de données ;

- soit constitué un comité directeur chargé de définir les règles et objectifs de partage de l'information.

Enfin, afin d'orienter et de suivre les politiques publiques, le groupe de travail recommande :

- de définir des indicateurs pertinents permettant de mesurer l'atteinte des objectifs des politiques publiques et d'en intégrer une partie dans les bases de données.

### **Poursuivre les recherches scientifiques**

Les connaissances actuelles sont suffisantes pour justifier la mise en place d'actions pour gérer le risque lié à l'exposition domestique au radon. Cependant, il est important de poursuivre les recherches sur le radon afin d'apporter des connaissances pour améliorer la prévention du risque radon (adaptation de la surveillance et des mesures de gestion).

Aussi, le groupe de travail recommande :

- un ciblage des recherches sur les effets des expositions au radon durant l'enfance ;
- le lancement de recherches sur des sensibilités particulières de certaines populations aux effets des rayonnements alpha et sur les moyens de les identifier ;
- la réalisation de recherches poussées pour mieux connaître les formes de l'interaction entre le tabac et le radon ;
- l'intégration d'estimations des expositions cumulées au radon lors de la réalisation des futures études épidémiologiques sur les relations entre cancer du poumon et facteurs de risque ;
- la poursuite des recherches en évaluation des risques pour affiner les méthodes de caractérisation des risques au niveau régional ou local ;
- la poursuite des recherches pour identifier et définir les zones prioritaires quant au mesurage ;

- le renforcement des recherches sur l'influence des caractéristiques du bâtiment sur les niveaux de radon ;
- le lancement de recherches appliquées sur la perception des risques, les attitudes et les comportements adoptés par les différents acteurs à l'égard du radon et de sa gestion.

### **Assurer et partager une veille scientifique et technique**

Une bonne connaissance de l'avancement de la recherche scientifique et de l'expertise technique est un des éléments indispensables pour permettre aux experts de la surveillance de sélectionner et structurer les outils nécessaires, de motiver les acteurs du système pour le recueil des informations pertinentes, et d'apporter une information utile aux différents acteurs de la gestion des risques.

Pour répondre à cet objectif, le groupe de travail propose :

- que les différents organismes étudient les modalités de mise en commun des différentes activités de veille scientifique de façon à pouvoir les mettre à disposition de ceux qui en ont besoin ;
- que soit utilisée comme outil la parution régulière, chaque fois sur un thème différent sélectionné par un comité scientifique et d'experts, d'une synthèse critique des publications concernant les recherches sur les expositions au radon, ses effets sur la santé ou les déterminants de la gestion de ce risque.

### **Renforcer les compétences sur le terrain, la formation et l'information des acteurs**

Les campagnes de mesure du radon, comme les travaux de réduction des niveaux de radon entrepris, nécessitent la mise à contribution de différentes compétences provenant de différents organismes et d'acteurs locaux.

Pour sensibiliser les différents acteurs au risque radon, le groupe de travail recommande :

- la tenue de séminaires de sensibilisation locaux ;
- l'apport d'une information adaptée aux populations cibles ;

- l'apport d'une information rendue accessible aux acteurs soit sous forme synthétique, soit sous une forme permettant la réalisation d'analyses locales.

Pour former les acteurs sur les risques liés au radon, son mesurage, sa gestion et sa surveillance, le groupe de travail propose :

- la poursuite des actions déjà lancées dans ce sens par l'IRSN, la DGS, l'InVS, ou l'ENSP, de manière renforcée et élargie à d'autres partenaires ;
- la réalisation d'un guide méthodologique pour la caractérisation des risques au niveau local afin de permettre de mieux maîtriser les méthodes employées et de présenter l'intérêt et les limites des résultats ainsi que l'accès aux sources d'informations complémentaires nécessaires.

\*\*\*

La mise en œuvre de ces actions repose sur une coordination et sur une cohérence des travaux des différents organismes qui seront impliqués dans la réalisation des actions proposées et qui sont concernés par la radioprotection ou la santé publique. Elle suppose que les moyens financiers et humains nécessaires à l'atteinte de ces objectifs soient dégagés.

---

### Références de l'article

- (1) Ordonnance n° 2001-270 du 28 mars 2001 relative à l'introduction dans le code de la santé publique de l'article L1333-10. article L1333-10 du code de la santé publique. 2003.
- (2) Committee on Health Risks of Exposure to Radon, Board on Radiation Effects Research, Commission on Life Sciences, National Research Council. Health effects of exposure to radon. Beir VI. Washington: 1999.
- (3) DGS-DGUHC. Circulaire conjointe n° 99/46 du 27 janvier 1999 relative à l'organisation de la gestion du risque lié au radon.
- (4) DGS. Circulaire n° 289 du 20 mai 1999 relative à l'interprétation sanitaire des mesures en concentration de radon : actions à prendre. Circulaire n° 289.

(5) IARC. Evaluation of carcinogenic risk to humans: man made mineral fibers and radon. Lyon IARC Monographs, editor. 43. 1988.

(6) Métivier H, Robé M-C. Le radon. De l'environnement à l'homme. 1998.

(7) Ministère de l'Emploi et de la Solidarité. Circulaire DGS n° 2001/303 du 02 juillet 2001 relative à la gestion du risque lié au radon dans les établissements recevant du public. Circulaire DGS n° 2001/303.

(8) Ministère de l'Emploi et de la Solidarité. Décret n° 2002-460 du 4 avril 2002 relatif à la protection générale des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants. Décret n° 2002-460.

(9) Ministère des affaires sociales, du travail, et de la solidarité. Décret n° 2003-296 du 31 mars 2003 relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants.

(10) Pirard P, Ameon R, Bonijoly D, Cochet C, Dryssenne D, Gay D, Glorennec P, Hubert P, Ielsch G, Jouan M, Jaouen J, Ledrans M, Robé MC, Rougy C, Tirmarche M. Propositions pour la mise en place et le renforcement d'activités de surveillance des expositions et des risques associés à l'inhalation au radon. InVS, editor. 1-59 + annexes. 2003.

(11) Pirard P, Hubert P. Le radon en Bretagne. Evaluation de l'exposition et du risque associé. IPSN, editor. 1-69. 2000.

# La stratégie de gestion des risques liés au radon en France

par **Jean-Luc Godet**, chargé de la sous-direction « Santé et rayonnements ionisants » et **Christel Rougy**, ingénieur du génie sanitaire – Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (DGNSR)

La publication de la circulaire conjointe des secrétaires d'Etat chargés de la santé et du logement du 27 janvier 1999 constitue le point de départ officiel, en France, des actions menées par les pouvoirs publics pour réduire le risque lié au radon. La démarche de gestion du risque ainsi définie va conduire les services de l'Etat à réaliser ou à faire réaliser des mesures de radon dans de nombreux établissements recevant du public, à développer l'information en direction des collectivités territoriales et des particuliers, puis à mettre en place un nouveau cadre réglementaire pour préciser les obligations des propriétaires des établissements situés dans les zones géographiques où la concentration en radon est susceptible d'atteindre un niveau élevé dans les bâtiments.

La DGNSR a repris, pour le compte du ministre chargé de la santé, les attributions de la direction générale de la santé (DGS) dans le domaine de la radioprotection depuis la publication du décret n° 2002-255 du 22 février 2002, et notamment les missions concernant la gestion du risque lié au radon. Elle poursuit les actions déjà engagées par la DGS pour mieux connaître les expositions au radon puis réduire le risque associé et poursuit le travail de mise en place du cadre réglementaire.

## La campagne de mesure du radon dans les établissements recevant du public (ERP)

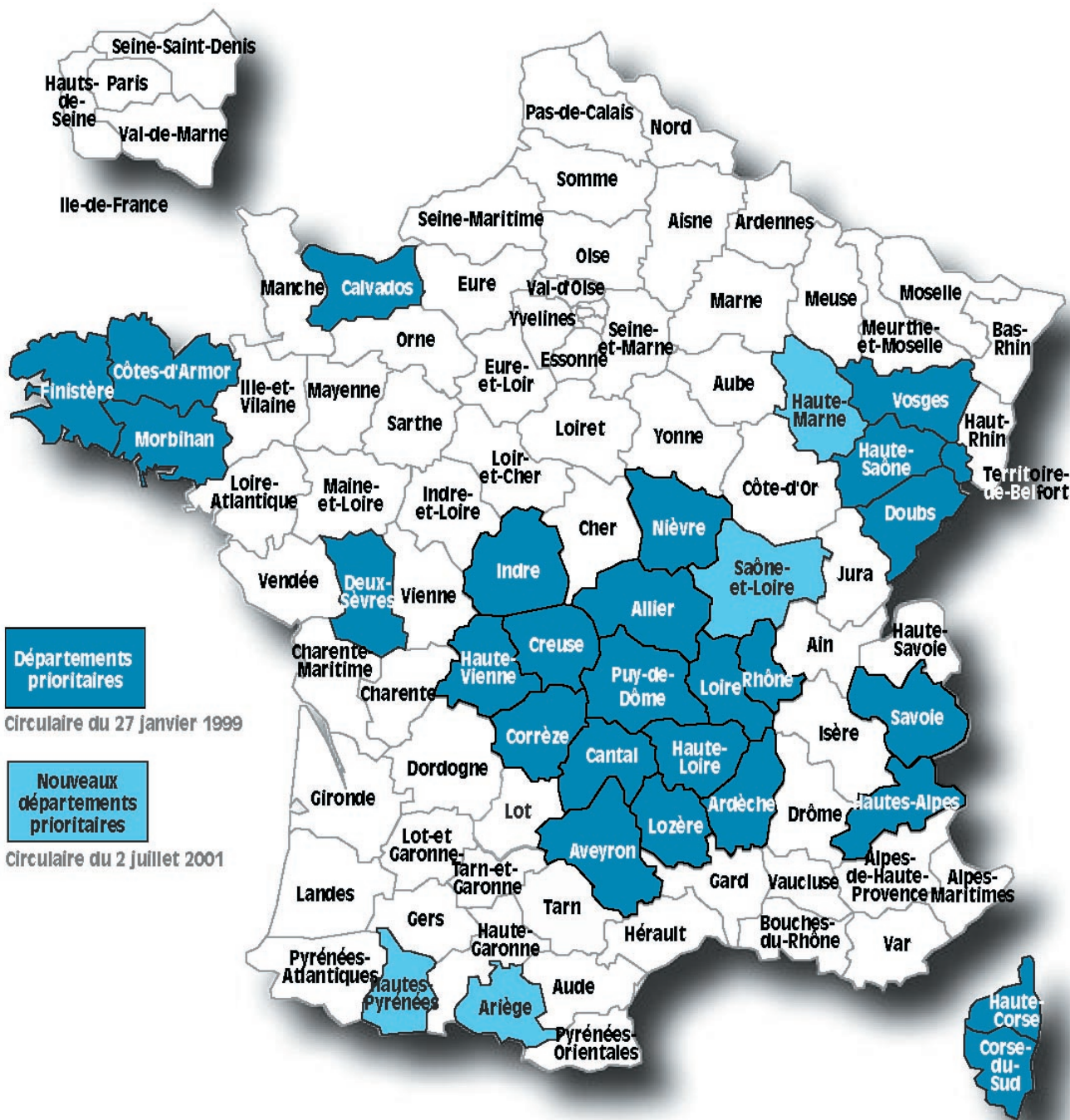
En 1999, une campagne de mesure du radon dans les établissements recevant du public (ERP) a été lancée sous l'autorité des préfets de départements et coordonnée par la direction générale de la santé.

Poursuivie jusqu'en 2003, elle a conduit à réaliser des mesures systématiques de radon dans les établissements recevant du public, notamment dans les établissements d'enseignement des zones géographiques les plus concernées situées dans les départements dits « prioritaires ».

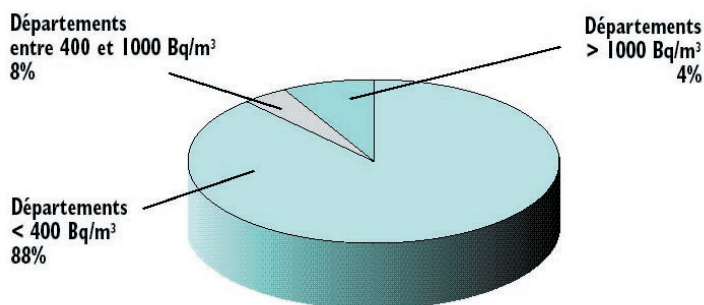
Les départements prioritaires ont été déterminés sur la base des résultats de la campagne de mesures du radon dans l'habitat menée par l'IPSN et les DDASS à partir de 1992. Les départements ont été classés prioritaires lorsque la moyenne départementale était supérieure ou égale à 100 Bq/m<sup>3</sup>. La liste de ces départements (31) a été mise à jour par la circulaire du 2 juillet 2001 (voir carte ci-contre).

En parallèle, des campagnes d'information ont été dirigées en particulier vers les collectivités locales (mairies, conseils généraux et régionaux) et vers les directeurs d'établissements scolaires. Dans plusieurs départements, ont été organisées également des campagnes d'information vers les particuliers, les professionnels de santé et les professionnels du bâtiment.

En novembre 2001, le nombre total d'établissements contrôlés depuis le début de la campagne en 1999 s'élevait à 13 099. Il aura fallu réaliser 36 415 mesures pour effectuer ces contrôles. Ces résultats de mesures permettent de classer les établissements par rapport aux niveaux d'action fixés par la circulaire du 27 janvier 1999 : 8% sont situés entre 400 et 1 000 Bq/m<sup>3</sup> et 4% dépassent 1000 Bq/m<sup>3</sup>. Ainsi, pour 12% des établissements contrôlés, il sera nécessaire de mettre en œuvre des actions pour réduire l'exposition des personnes au radon, voire de réaliser des travaux.



Carte des départements prioritaires



Camembert de classement des établissements en fonction des niveaux d'intervention

A terme, tous ces résultats des mesures sont destinés à être réunis dans une base de données (Appliradon) en cours d'élaboration dans le cadre d'un projet commun partagé entre la DGS et la DGSNR. Ce projet devra permettre une meilleure exploitation des questionnaires qui accompagnent les résultats de mesure. Cette application devrait également faciliter l'échange de données entre DDASS/DRASS/DGS/DGSNR, en particulier pour

l'établissement de bilans annuels. La centralisation des informations au niveau national permettra, de plus, d'envisager leur mise à disposition, en cas de besoin, vers des organismes partenaires tels que l'IRSN, l'InVS ou l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI).

Il est également envisagé une mise à disposition de ces informations, sous une forme synthétique et conviviale, vers le public au travers d'un site Internet. Un lien pourra également être établi avec la base de données de l'IRSN où sont regroupés les résultats des campagnes de mesure du radon dans l'habitat de façon à pouvoir confronter, par exemple sur une même commune, les résultats des deux campagnes.

### **Le nouveau cadre réglementaire en cours d'achèvement**

#### *La protection du public*

La transposition de la directive Euratom 96/29 fixant les normes de base relatives à la protection de la population et des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants a permis d'introduire par voie d'ordonnance (ordonnance n° 2001-270 du 28 mars 2001) un nouvel article dans le code de la santé publique. Cet article (L.1333-10) traite des questions relatives à l'exposition aux rayonnements naturels. Il introduit l'obligation, pour les propriétaires de lieux ouverts au public, de « mettre en œuvre des mesures de surveillance de l'exposition, lorsque celle-ci est de nature à porter atteinte à la santé du public ».

En application de l'article L.1333-10, le décret n° 2002-460 du 4 avril 2002 relatif à la protection générale des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants (articles R.43-10 et R.43-11 du code de la santé publique) apporte les précisions complémentaires suivantes :

- l'obligation de surveillance du radon est applicable dans des zones géographiques où le radon d'origine naturelle est susceptible d'être mesuré en concentration élevée et dans des locaux où le public est susceptible de séjourner pendant des périodes significatives ;

- les mesures seront réalisées par des organismes agréés par le ministre chargé de la santé, ces mesures devant être répétées tout les 10 ans et à chaque fois que seront réalisés des travaux modifiant la ventilation ou l'étanchéité du bâtiment vis-à-vis du radon ;

- les résultats des mesures sont communiqués aux personnes qui fréquentent l'établissement, au chef d'établissement, aux représentants du personnels et aux médecins du travail lorsque l'immeuble comporte des locaux de travail ; ils sont tenus à la disposition des agents de services de l'Etat concernés, des inspecteurs du travail et de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire.

Deux arrêtés d'application sont prévus par ce décret.

Un premier arrêté définira les modalités de gestion durisque lié au radon dans les lieux ouverts au public. Outre la définition des niveaux d'action de 400 et 1 000 Bq/m<sup>3</sup>, il précisera les zones géographiques et les lieux ouverts au public pour lesquels les mesures de radon sont rendues obligatoires : les zones géographiques correspondent aux 31 départements classés comme prioritaires ; les catégories de lieux ouverts au public concernés sont les établissements d'enseignement, les établissements sanitaires et sociaux, les établissements thermaux et les établissements pénitentiaires.

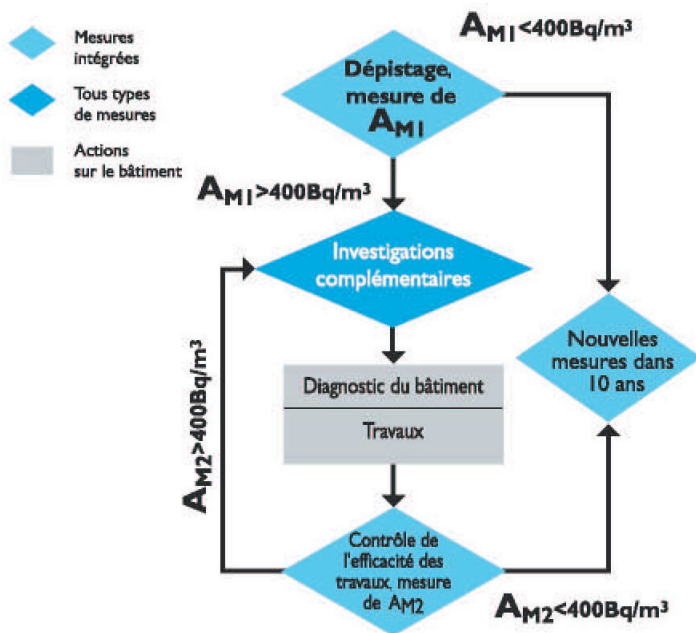
Pour la réalisation des mesures, le recours à des méthodes normalisées (AFNOR) est rendu obligatoire.

Les obligations du propriétaire de l'établissement seront également précisées :

- si un des résultats de mesure est supérieur à 1 000 Bq/m<sup>3</sup>, le propriétaire fait réaliser simultanément des actions immédiates pour abaisser l'exposition des personnes (rectification des dysfonctionnements des systèmes de ventilation, étanchement de voies de pénétration du radon dans le bâtiment) et des investigations complémentaires pour identifier la source, les voies d'entrée et de transfert du radon dans le bâtiment ;

- si au moins un des résultats dépasse le niveau d'action de 400 Bq/m<sup>3</sup>, le propriétaire fait réaliser des actions immédiates





pour abaisser l'exposition des personnes et, ensuite, si les nouvelles mesures de radon sont confirmées au-dessus de 400 Bq/m<sup>3</sup>, il fait effectuer des investigations complémentaires pour identifier la source, les voies d'entrée et de transfert du radon ;

- sur la base des investigations complémentaires et d'un diagnostic du bâtiment, le propriétaire fait ensuite réaliser les travaux dans un délai de 1 an.

Un second arrêté définira les conditions d'agrément des organismes habilités à procéder aux mesures d'activité volumique du radon dans les lieux ouverts au public.

Deux niveaux d'agrément sont retenus : un premier pour les étapes de dépistage (cf. schéma ci-dessus) et de contrôle de l'efficacité des travaux, et un deuxième pour les investigations complémentaires qui demandent de maîtriser toutes les techniques de mesures du radon (intégrée, ponctuelle, en continu). Les organismes seront agréés selon deux critères principaux qui sont la mise en place d'un système d'assurance qualité et la formation ou la qualification du personnel pour la mesure du radon.

L'agrément est accordé ou refusé après avis d'une commission d'agrément composée de représentants des ministères concernés, d'organismes techniques (IRSN, CSTB, CSHPF), des professionnels du bâtiment ainsi que des professionnels concernés par la mesure du radon.

### La protection des travailleurs

Le décret n° 2003-296 du 31 mars 2003 relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants introduit une disposition nouvelle pour prendre en compte le risque lié au radon dans les établissements relevant du code du travail. Le nouvel article R.231-115 oblige le chef d'établissement à procéder à des mesures de l'activité en radon et à mettre en œuvre les actions nécessaires pour réduire les expositions lorsque les résultats des mesures mettent en évidence une concentration moyenne en radon supérieure à 400 Bq/m<sup>3</sup>. Un arrêté d'application est attendu pour définir les catégories d'établissements concernés par cette nouvelle disposition.

### Perspectives

Les prochains textes réglementaires, dont la publication est prévue courant 2003, vont permettre d'assurer un meilleur encadrement de la réalisation des mesures de radon par la mise en place d'un agrément pour les organismes chargés de ces mesures et l'obligation d'appliquer les normes AFNOR en vigueur. La DGSNR compte également poursuivre la politique d'information engagée avec la publication de la circulaire du 27 janvier 1999. Il s'agit notamment d'élaborer des plaquettes nationales d'information à destination des médecins généralistes et du milieu scolaire.

Les DDASS ont été également invitées à poursuivre en 2003 la campagne de mesures afin de poursuivre l'identification des établissements susceptibles de présenter des concentrations élevées en radon.

En parallèle, la DGSNR s'interroge sur la nature des actions qui seraient à mener dans les habitations où la durée de séjour et donc la durée de l'exposition au radon sont beaucoup plus longues que dans les lieux ouverts au public. Ainsi convient-il de s'interroger sur l'opportunité de mettre en place une politique plus incitative pour la mesure du radon dans l'habitat privé existant. De la même manière, la mise à jour des règles de construction pour les bâtiments neufs prenant en compte le risque radon serait de nature à réduire progressivement, à l'avenir, les expositions. Ces

interrogations rejoignent les réflexions qui ont été menées par le groupe technique national chargé par le ministre chargé de la santé de définir les objectifs et les indicateurs à prendre en compte dans le projet de loi d'orientation en santé publique transmis récemment au Conseil d'Etat.

Avant de prendre toute décision sur ces questions, sont particulièrement attendues :

1°) les suites qui seront données aux conclusions du groupe de travail animé par l'Institut de veille sanitaire, en ce qui

concerne l'amélioration de la surveillance des expositions liées au radon ;

2°) les recommandations du groupe d'experts présidé par le Professeur Constantin Vrousos, à qui la DGSNR a demandé en décembre 2002 de réfléchir aux priorités d'actions dans le domaine de la radioprotection, ceci afin d'arrêter les principales orientations qui devront permettre d'engager durablement, pour les années à venir, les actions des services de l'Etat et, en particulier, celles dirigées vers l'inspection confiée à l'ASN ;

### La définition des niveaux de référence selon les pays

Tous les pays ayant défini une politique nationale pour la gestion du risque lié au radon se sont dotés de niveaux de référence (nommés niveaux d'action en France). Cependant, ces niveaux peuvent non seulement avoir des valeurs différentes selon les pays mais aussi recouvrir des notions très variées allant d'une obligation à une simple incitation. Ainsi, un niveau de référence pourra correspondre à une simple valeur guide (Etats-Unis) ou à une obligation liée à une procédure d'insalubrité (Suisse). Les valeurs peuvent également différer selon la fonction des lieux considérés : habitat, établissements publics (écoles), lieux de travail (voir tableau ci-contre).

Certains pays ont aussi adopté un système à double niveau, comme la Suède, l'Allemagne et les Etats-Unis : la valeur la plus élevée est la valeur au-dessus de laquelle il est conseillé d'agir dans tous les cas ; la valeur la plus basse est la valeur qu'il faut essayer d'atteindre, en fonction des circonstances techniques ou économiques (valeur guide), lorsque sont engagées des actions pour réduire la concentration de radon.

Ces valeurs sont liées aux « habitudes réglementaires » de chaque pays mais également à la situation vis-à-vis de ce risque au vu des campagnes de mesures

déjà effectuées et du nombre estimé de bâtiments à gérer. Par exemple, le niveau de référence pour l'habitat a été fixé en Angleterre à 200 Bq/m<sup>3</sup> tandis que celui de la Finlande a été fixé à 400 Bq/m<sup>3</sup>. Il semble que les moyennes des mesures réalisées dans l'habitat pour ces pays, respectivement 20 Bq/m<sup>3</sup> et 123 Bq/m<sup>3</sup>, puissent avoir influencé la différence entre ces valeurs.

Ces exemples montrent que la fixation des niveaux de référence répond à une double contrainte, d'une part ne pas fixer un niveau trop bas pour éviter d'avoir un nombre de cas trop important à gérer engendrant des coûts prohibitifs pour la société, et d'autre part ne pas fixer un niveau trop haut d'où pourrait résulter un risque individuel trop élevé.

Ceci est aussi le reflet de la doctrine internationale. Ainsi, la CIPR 65 préconise de ne pas se limiter à des critères sanitaires pour fixer la valeur du niveau de référence mais de fixer une valeur permettant d'avoir un nombre significatif mais non ingérable de bâtiments à prendre en considération. Par ce principe d'optimisation, la CIPR laisse à chaque pays le soin de fixer les valeurs de ses niveaux de référence en fonction du niveau de risque rencontré.

(d'après IRSN « Politiques publiques de gestion du risque radon : analyse de cas internationaux, décembre 1996)

3°) les conclusions du groupe de travail créé en février 2003 et réunissant des représentants des services déconcentrés de l'Etat (DDASS, DRASS, DRIRE) et de la DGSNR afin de délimiter les missions des services déconcentrés du ministère de la santé dans ce domaine.

Les conclusions de ces travaux devront être rassemblées et analysées dans le but de préparer un plan national d'actions en cohérence avec les orientations qui seront définitivement adoptées dans la loi d'orientation de santé publique.

Organisations internationales (date de publication des recommandations)			Niveaux de référence (niveaux obligatoires en rouge)		
			Habitat existant	Ecoles	Lieux de travail
OMS (1987)			200 à 600	Pas de valeur définie	1000
CEE (1990)			400	Pas de valeur définie	Pas de valeur définie
CIPR (1993)			200 à 600	200 à 600	500 à 1500
Pays (date de fixation des niveaux)	Concentration moyenne de radon dans l'habitat (Bq/m <sup>3</sup> )	Dominante de la politique publique			
Etats-Unis (1988)	50	Incitation	150 75	150 (qq. Etats)	Pas de valeur
Allemagne	50	Incitation	1000 250	Pas de valeur	Pas de valeur
Angleterre (1990)	20	Incitation	200	400	1000 400
Finlande (1992)	123	Incitation	400	400	400
Suède (1993)	100	Obligation	400 200	400	400
Suisse (1994)	70	Obligation	1000 400	400	3000
France (1999- 2003)	90	Obligation	Pas de valeur	1000 400	400