

**Un gaz radioactif mortel qui vient du sol le radon La France est touchée comme les autres pays**

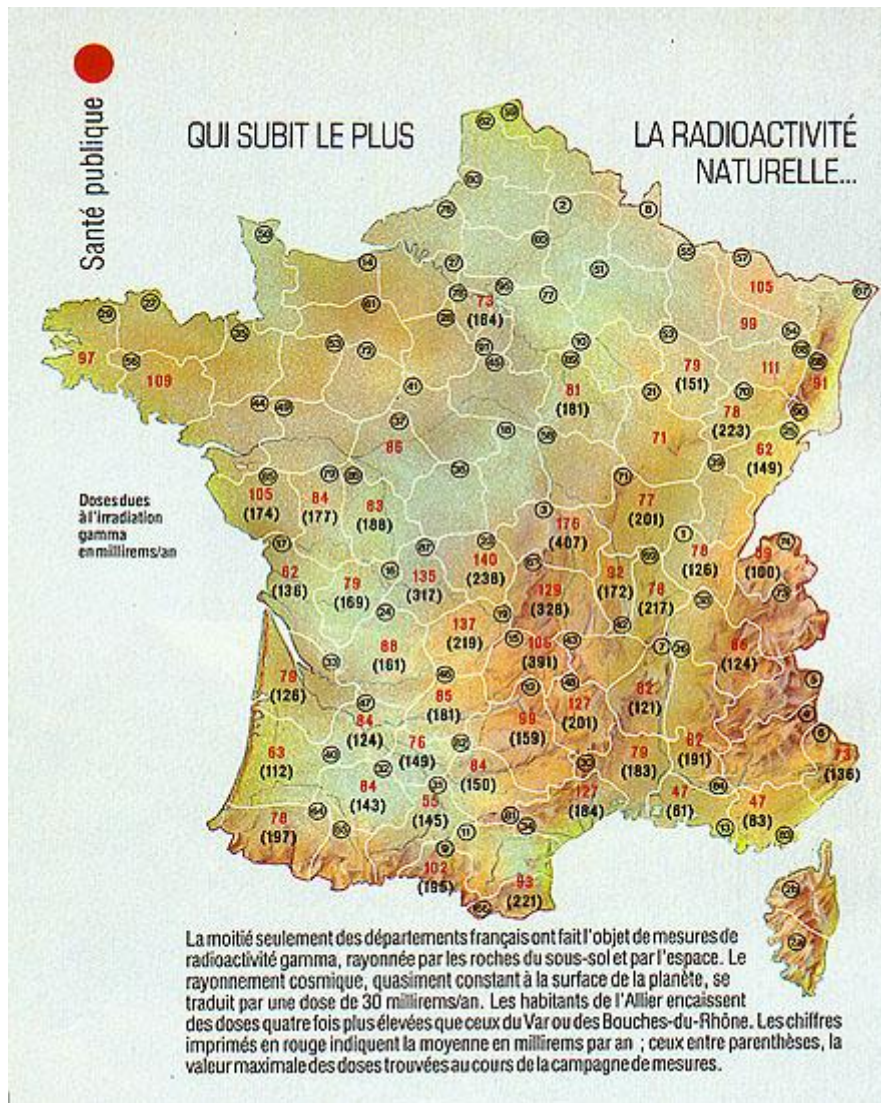


Le radon, gaz radioactif qui émane des roches du sous-sol, atteint dans certaines maisons des taux alarmants. La France est touchée comme les autres pays, mais sa population n'est pas avertie. Voici les chiffres, et les moyens de remédier à une menace que le monde entier prend enfin au sérieux.

Invisible et inodore, c'est le radon, responsable pour moitié environ de la dose radioactive moyenne que la nature nous inflige, et qui représente quelque 150 à 200 millirems par an. Car il existe aussi une radioactivité naturelle, dont une partie est due aux rayons cosmiques, et l'autre, plus de 80 %, émane des roches qui contiennent des minerais radioactifs, comme l'uranium.

On savait que le radon pouvait déclencher des cancers du poumon. Les études épidémiologiques sur les travailleurs des mines d'uranium l'ont prouvé. Mais il serait, en fait deux à trois fois plus dangereux qu'on le supposait, Ainsi aux Etats-Unis, Il serait responsable de la mort de 10 000 à 20 000 personnes par an; 1000 à 1500 en Grande Bretagne; 900 en Belgique. La France, toujours prudente, n'avance aucun chiffre, mais nous verrons plus loin que les Français ont tout lieu d'être

inquiets, car leur sous-sol, riche en uranium, est aussi bien fourni en radon. Dans certaines régions granitiques, comme la Bretagne ou le Limousin, on atteint même des chiffres record!



On avait aussi cru que le radon se dégageait principalement des murs et des Matériaux de construction. En effet, ce sont des taux élevés de radon, mesurés il y a une quinzaine d'années, dans des maisons construites avec des déblais de mines d'uranium, qui avaient initialement alarmé les Américains. Mais depuis, on a fait un peu partout des mesures et on s'est aperçu que les matériaux jouaient un rôle mineur. Le vrai danger émane du sol.

**D'où vient donc le radon ?** Lorsque la Terre s'est formée, il y a quatre à cinq milliards d'années, la matière fortement "chahutée" sous forme de protons, de neutrons et d'électrons, s'est assemblée pour former des combinaisons appelées

nucléides, dont certaines étaient stables et d'autres instables. Ces derniers, ne répondant pas à certaines grandes lois naturelles, étaient condamnés à disparaître et se sont désintégrés jusqu'à ce qu'ils aient trouvé une forme stable. Certains d'entre eux, plus lents que les autres, n'ont toutefois pas encore achevé leur transformation. Ces corps qui continuent à se désintégrer sont responsables de la radioactivité naturelle du sous-sol. Il existe ainsi dans l'écorce de notre planète quatre retardataires dont certains hanteront encore la Terre dans des milliards d'années: l'uranium 238, l'uranium 235, le thorium 232 et le potassium 40. En réalité, ils représentent des grandes familles, hormis le potassium 40 qui a perdu ses parents depuis longtemps. Car, ces éléments en se désintégrant, donnent naissance à d'autres éléments, radioactifs eux aussi, que l'on nomme leurs descendants. Cette filiation se poursuit jusqu'au dernier maillon de la chaîne de désintégration qui aboutit à un élément stable.

Le radon est l'un des descendants de ces familles. Il donne naissance lui aussi à des fils et des petits fils aussi ravageurs que lui.

Il en existe trois formes, issues chacune d'une des trois grandes familles radioactives. Ce sont des isotopes, puisque seul leur nombre de neutrons varie. Le radon 219, descendant de l'uranium 235 et appelé également "*actinon*", est, tout comme son père, très peu répandu dans la nature. Il est également très éphémère puisqu'il suffit de moins de quatre secondes pour que sa radioactivité diminue de moitié, de quatre autres secondes pour qu'il n'en reste plus que le quart, et ainsi de suite.

Le radon 220, appelé également "*thoron*", est, lui, issu du thorium 232. Sa période de demi-vie radioactive est un peu plus longue que celle du radon 219, puisqu'elle frôle la minute. Ce n'est toutefois pas suffisant pour lui permettre de remonter des profondeurs de la terre jusqu'aux pièces de nos maisons, hormis dans certaines zones où des filons de thorium affleurent à la surface. En revanche, ce délai lui suffit quand il est présent dans les matériaux de construction. Il n'est donc pas totalement négligeable: il est responsable d'environ 10 % de la dose infligée aux poumons, alors que son activité représente environ le tiers de l'activité totale.

Mais, le plus vigoureux des trois frères, c'est le radon 222, celui qu'on évoque en général lorsqu'on parle du radon. Son ancêtre est l'uranium 238 et son père direct le radium 226. Or, l'uranium 238 est relativement abondant dans l'écorce terrestre, qui contient en moyenne 3 g par tonne d'uranium naturel formé à 99,27% d'uranium 238 et à 0,73 % d'uranium 235. C'est beaucoup si l'on songe que les minerais d'or d'Afrique du Sud ne recèlent pas plus de 6 g d'or par tonne! On pourrait presque exploiter la croûte terrestre, mais l'uranium n'a pas encore la valeur de l'or et on se contente d'exploiter les gisements qui contiennent plusieurs centaines de grammes par tonne. Cette abondance d'uranium 238 explique en partie celle du radon.

Par ailleurs, le radon 222 ne perd la moitié de sa radioactivité qu'au bout de quatre jours ou presque. C'est plus qu'à n'en faut pour que ce gaz inerte et non réactif se faufile à travers les failles, diffuse à travers certains terrains poreux ou se dissolvent dans l'eau avant de gagner la surface du sol.

Il est transporté des profondeurs parfois sur plusieurs centaines de mètres, par des masses d'air animées de mouvements de convection, commandés par les conditions météorologiques extérieures et les écarts de température entre le sol et les maisons. Dans certains cas, ces mouvements entraînent un véritable drainage des roches.

Un autre phénomène, encore à l'état d'hypothèse, favoriserait la libération du radon par les roches. Au moment où son père direct le radium, se désintègre pour lui donner naissance en émettant une particule alpha (2 protons et 2 neutrons), le nouveau noyau de radon recule comme la bouche d'un canon qui vient de lancer un obus. Ce mouvement de recul serait, semble-t-il, suffisant pour permettre à un certain nombre d'atomes de radon de s'échapper de ces véritables labyrinthes de pores et de grains que représente un réseau cristallin comme celui du granite par exemple.

Les quantités de radon dégagées diffèrent sensiblement suivant la géologie du lieu. L'activité des roches est primordiale, mais d'autres facteurs comme la perméabilité ou la porosité du sol ou encore son degré de fissuration entrent en jeu. Ce qui explique que l'on puisse trouver des régions où le taux d'irradiation naturelle, provenant du rayonnement gamma (photon) dégagé par les roches radioactives,

soit parfois très élevé sans que le taux de radon soit proportionnellement aussi élevé et vice versa. Il existe également des fluctuations saisonnières. Ainsi, les taux de radon sont plus élevés en été qu'en hiver. Au cours d'une même journée, ces taux varient et sont maximaux la nuit.

Quelques données chiffrées, en becquerels (Bq), une unité que les français ont appris à connaître après Tchernobyl. Un becquerel équivaut à une désintégration par seconde, et un becquerel de radon 222 représente 476 000 atomes.

Au niveau du sol, on trouve en moyenne dans l'atmosphère 6 Bq/m<sup>3</sup> de radon. Ces concentrations décroissent en altitude, au fur et à mesure que le radon se dilue et que sa vie s'achève. En cas d'inversion de température, ce qui a pour effet de piéger le radon dans une masse d'air stagnante, les concentrations peuvent atteindre, la nuit, dans certaines régions de France 200 à 500 Bq/m<sup>3</sup> ! Mais si l'on creusait un simple trou dans un jardin, on s'apercevrait que la terre contient quelque 10 000 Bq/m<sup>3</sup> ! Et nos ancêtres qui vivaient dans des cavernes ont dû respirer des milliers de becquerels/m<sup>3</sup>. Nous nous contentons aujourd'hui d'en respirer une cinquantaine dans le métro parisien.



Mais ce radon hante aussi nos maisons. Une partie y arrive par simple apport d'air extérieur, mais la majeure partie traverse les dalles de béton, les fissures, les joints, passe par les canalisations et aboutit dans les pièces où nous vivons, et où il est piégé et s'accumule.

Nous le respirons donc, mais comme c'est un gaz inerte, il ne se fixe pas dans les poumons et comme il n'y séjourne pas plus de quelques secondes, il y a peu de chances pour qu'il s'y désintègre et qu'il crée ainsi des dégâts. Il n'en est pas de même en revanche des produits de filiation qu'il engendre. Ce ne sont pas des gaz, mais des métaux, bismuth, plomb et surtout polonium, qui se retrouvent en suspension dans l'air et peuvent aussi être inhalés.

Une partie (30 à 50 %) de ces produits de désintégration, radioactifs eux aussi, restent à l'état libre dans l'air. Très mobiles, ils ont tendance à se déposer rapidement sur les murs ou ailleurs. L'autre partie s'attache aux aérosols ambiants et aura davantage de chance de se fixer sur les parois des poumons comme de vulgaires particules. Là, en se désintégrant, ils relâcheront de petites bouffées d'énergie qui peuvent endommager gravement les tissus pulmonaires, allant jusqu'à déclencher parfois un cancer. Plus le taux de radon est important et plus grand est le risque. Avis aux fumeurs: aux 1000 à 5 000 particules/cm<sup>3</sup> habituellement présentes dans l'air d'une pièce, ils ajouteront 100 000 à 1 million de matières particulaires contenues dans la fumée de leurs cigarettes, autant de pièges pour les descendants du radon susceptibles ensuite d'être inhalés. Selon des études américaines récentes, les risques du radon sont encore plus élevés pour les fumeurs, car au lieu de simplement s'ajouter, les deux risques sont multipliés. L'Agence pour la protection de l'environnement (EPA) aux Etats-Unis, évalue ainsi les risques de mort par cancer du poumon après une exposition au radon durant 70 ans: 1 à 5 % pour 150 becquerels par mètre cube ; 6 à 21 % pour 740 Bq/m<sup>3</sup>; 44 à 77 % pour 7 400 Bq/m<sup>3</sup>.

Ce qui se traduit par des doses respectives de 2, 10 et 100 rems par an. La norme, rappelons-le, à ne pas dépasser pour l'industrie nucléaire est de 0,5 rem par an pour les populations et 5 rems par an pour les travailleurs en milieu ionisant Les mineurs d'uranium en France reçoivent des doses de 0,5 à 2,5 rems/an.

Or, partout dans le monde, on découvre des maisons où le taux de radon est inquiétant Aux Etats-Unis, où la moyenne nationale se situe autour de 60 Bq/m<sup>3</sup> il y aurait un million de maisons qui poseraient problème, certaines dépassant 4 000 Bq/m<sup>3</sup> (53 rems/an). L'une d'entre elles, située en Pennsylvanie dans une zone particulièrement critique - elle est traversée par une veine d'uranium -, atteint le taux record jamais encore égalé dans le monde, de 100 000 Bq/m<sup>3</sup> ! Y respirer durant une journée équivaut à fumer... 135 paquets de cigarettes, selon les estimations des chercheurs américains. Pas facile à vendre, cette maison! Des centaines de sociétés proposent d'ailleurs, pour 500 à 2 500 dollars, un "diagnostic radon".

En Suède, où 40 000 maisons ont été étudiées, 4 600 dépassaient 400 Bq/m<sup>3</sup> (5 rems), ce qui leur a valu d'être déclarées insalubres. Pour plusieurs centaines, le taux était supérieur à 2 000 Bq/m<sup>3</sup> (25 rems/an).

En Grande-Bretagne, où 3 000 maisons ont fait l'objet de mesures et où 3 000 autres seront passées au crible au cours des deux prochaines années, la moyenne se situe autour de 22 Bq/m<sup>3</sup>. Mais dans le Devon et surtout en Cornouailles, il n'est pas rare de rencontrer des taux de radon supérieurs à 100 Bq/m<sup>3</sup>, voire atteignant 1000 Bq/m<sup>3</sup>.

**Et en France ?** Le Service central de protection contre les radiations ionisantes (SCPRI) chargé de tous les problèmes de santé qui touchent le domaine nucléaire, ne semble pas s'être intéressé de très près à la question. A moins qu'il ne garde, comme il l'a fait au moment de Tchernobyl, les données au fond d'un tiroir.

Le Commissariat à l'énergie atomique, en revanche, qui ne l'a pas non plus crié sur les toits, connaît le problème depuis une dizaine d'années. Certaines de ses équipes, chargées d'étudier l'exposition professionnelle des quelque 1500 mineurs d'uranium et qui mesuraient également les environs des mines, avaient relevé dans certaines maisons des valeurs égales ou supérieures à celles rencontrées dans les galeries où l'on ne passe que 8 heures par jour. En 1976, on trouva dans une salle d'eau du limousin plus de 50 000 Bq/m<sup>3</sup> ! Ce qui se traduirait par 100 fois la dose maximale annuelle tolérée, pour les mineurs!... Idem pour les prospecteurs qui, pour repérer les filons, mesuraient le taux de radon sur de vastes régions. En 1981, une centaine de mesures effectuées dans le Limousin indiquaient une moyenne de 81,4 Bq/m<sup>3</sup>, tandis qu'on relevait jusqu'à 555 Bq/m<sup>3</sup> à Saint-Junien, 592 à Uzerches, 740 à La Souterraine, 851 à Guéret...

**Où en est-on dix ans plus tard ?** " Il y a peut-être 15 000 ou 150 000 personnes du public qui se situent sans le savoir dans la même gamme que les mineurs, soit 0,5 à 2,5 rems ", a écrit récemment M. Zettwoog du Commissariat à l'énergie atomique " et 1 500 ou 15 000 qui reçoivent sans le savoir des doses supérieures à 5 rems par an ". Peut-être aurait-il fallu le leur faire savoir!



Suscité par les Communautés économiques européennes, un programme national a été lancé. Aujourd'hui, 1 552 habitations situées dans 32 des 95 départements ont fait l'objet de 1 800 mesures de la part du CEA (voir carte ci-dessous). Il nous a été impossible d'obtenir la moyenne de ces valeurs, le CEA ayant refusé de nous la communiquer. En revanche, la valeur médiane, entre la plus petite et la plus grande, est de 44 Bq/m<sup>3</sup>. La moyenne serait plus élevée. Il y a quelques années, alors que 800 maisons seulement avaient été examinées, cette moyenne était de 76 Bq/m<sup>3</sup>

Les heureux élus, dont la maison a bénéficié en France d'un diagnostic radon, ont généralement été choisis par la Direction de la protection civile. Pompiers, gendarmes, membres du corps enseignant ou médical, ont été les premiers cobayes. Pas tous consentants si l'on en croit le taux de perte des appareils de détection. Dans certains départements peu coopératifs, il y en aurait eu jusqu'à 30 à 50% qui ne sont jamais revenus...

Pour doser le radon, il existe plusieurs méthodes. En France on se sert du dosimètre dit "passif", simple rectangle de film Kodak LR-115 15 de 9 cm sur 2,5 cm, qui enregistre les particules alpha. Au bout d'un ou deux mois d'exposition, dans un coin de salle à manger ou sur le haut d'une armoire, il suffit de faire subir au film un traitement chimique qui transformera les traces des particules en minuscules trous. On compte ensuite ces trous au microscope électronique et on en déduit l'activité volumique en radon. Pour vérifier certaines mesures, on se sert parfois d'un dosimètre "actif", plus complexe et plus coûteux, où l'air est prélevé en continu.

Premières observations: certains départements semblent plus défavorisés que d'autres et leurs habitants subissent parfois des taux supérieurs aux normes. C'est le cas notamment de la Loire, de la Haute-Saône, du Doubs, du Finistère et de la Haute-Vienne, ce dernier département détenant le record avec 4 687 Bq/m<sup>3</sup>(voir carte ci-dessous), les valeurs minimales de l'ordre de 2 Bq/m<sup>3</sup> étant trouvées dans la région parisienne.

LA RADIOACTIVITÉ EN HAUTE-VIENNE  
ET EN DORDOGNE :  
DEUX POIDS, DEUX MESURES



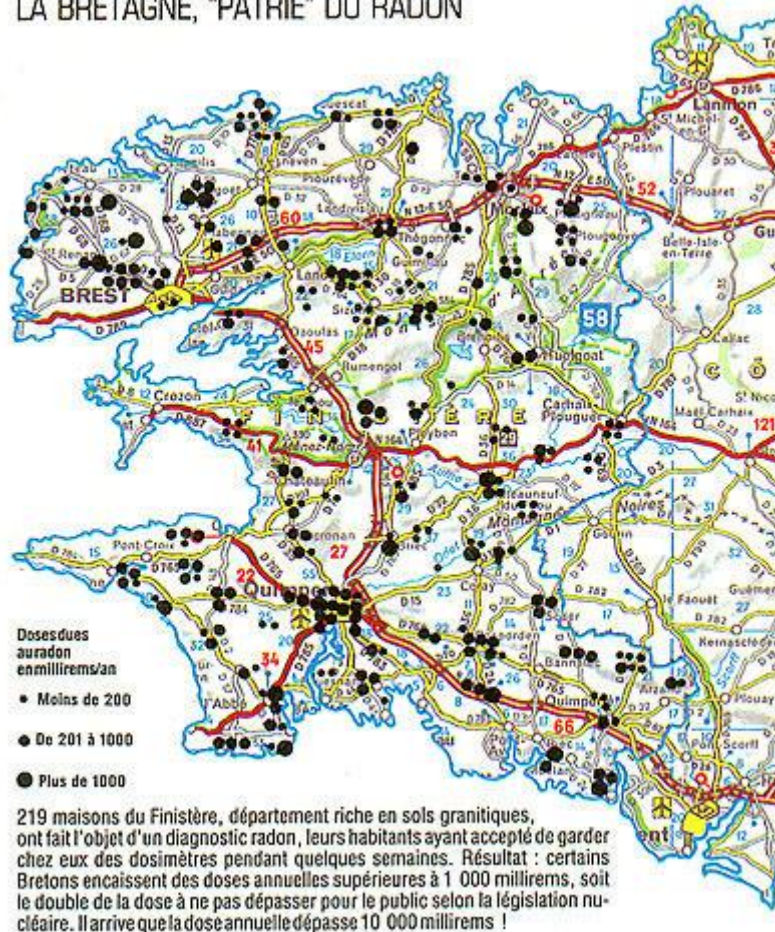
Pourtant voisins, ces deux départements, étudiés de plus près que les autres par le Commissariat à l'énergie atomique, sont inégaux devant l'irradiation naturelle. Il s'agit ici de radioactivité gamma, rayonnée par les roches du sous-sol, sans qu'il y ait transport de matière radioactive (contrairement à la radioactivité bêta, due à l'émanation de radon). Ces disparités s'expliquent : en Haute-Vienne, le sol est gorgé de granite, naturellement radioactif, alors qu'en Dordogne ce sont les roches sédimentaires qui dominent. C'est aux alentours des mines d'uranium que les taux sont les plus élevés. Nous avons également indiqué sur cette carte les quelques mesures concernant le radon (en becquerels par mètre cube) dont nous disposons.

Nul doute que si la Bretagne était passée au peigne fin, on y trouverait des valeurs extrêmes. Une étude indépendante réalisée en 1984 par Erwan Naour, pour le Comité scientifique et technique des industries du chauffage, de la ventilation et du conditionnement d'air, portait sur 180 maisons de Ploumanac'h (Côtes-du-Nord), près de Perros-Guirec. La moyenne y est de 138,6 Bq/m<sup>3</sup>; 20 % des habitations accusent 500 Bq/m<sup>3</sup> et 10 % dépassent 1000 Bq/m<sup>3</sup>; certaines atteignent le chiffre faramineux de... 8 000 Bq/m<sup>3</sup>. Le granit rose de La Clarté, extrait des carrières proches, n'y est pas étranger.

On peut d'ailleurs s'étonner que le Commissariat à l'énergie atomique n'ait pas commencé par la Bretagne. Qu'à cela ne tienne. Bientôt nous aurons les chiffres, car une étude régionale a été lancée. Elle est menée par le laboratoire de physique

des aérosols et de radioactivité atmosphérique de la Faculté des sciences de Brest (en collaboration avec le CEA). Dans le Finistère, 219 maisons ont été étudiées aboutissant à 300 mesures (voir carte). Une étude similaire sur le Morbihan devrait être publiée bientôt. Ensuite, ce sera le tour des Côtes-du-Nord.

### LA BRETAGNE, "PATRIE" DU RADON



Y a-t-il un réel danger à vivre dans ces maisons à radon ? Selon une étude épidémiologique faite dans certains départements français, que le CEA nous a également refusée, on n'aurait pas observé de taux de cancer du poumon supérieurs dans les départements où les taux de radons sont les plus forts. Ce qui, pour le moment, ne signifie rien. Comment repérer les cancers dus au radon parmi ceux qui sont dus au tabac ?

Ce qui est certain, c'est que depuis septembre dernier, le Centre international de recherche sur le cancer a classé le radon parmi les agents cancérigènes. Par ailleurs, deux études américaines parmi d'autres, ont montré des taux élevés de

morts par cancer du poumon chez des mineurs d'uranium. La première, sur 1 415 mineurs suédois, a révélé 50 décès par cancer du poumon là où les statistiques n'en prévoyaient que 12,8. La seconde a révélé que sur 32 Indiens navajos, qui ont pour règle de vie de ne pas fumer, 23 étaient morts par cancer du poumon: c'étaient d'anciens mineurs d'uranium.

Alors que faire ? La plupart des pays ont proposé d'établir des seuils maximaux, au-delà desquels il faudrait agir, car nous verrons qu'il est possible de réduire les doses. Ces seuils se situeraient au-dessus de 200 à 400 Bq/m<sup>3</sup>. L'Organisation mondiale de la santé et les pays nordiques, plus sévères, fixent cette limite à 100 Bq/m<sup>3</sup>. En revanche, tous les pays sont plus stricts en ce qui concerne les terrains à bâtir: la construction devrait être interdite si le niveau dépasse 70 à 100 Bq/m<sup>3</sup>.

Aux Etats-Unis, L'Agence pour la protection de l'environnement conseille d'entreprendre des travaux dans les années qui viennent si le taux de radon dépasse 150 Bq/m<sup>3</sup>, dans les mois qui suivent au-dessus de 740 Bq/m<sup>3</sup> et dans les semaines à venir au-dessus de 7 400 Bq/m<sup>3</sup>.

En France, aucune recommandation. C'est dommage, car on peut prendre des mesures, parfois simples, parfois plus onéreuses, mais toujours indispensables. La première consiste à aérer, voire ventiler, les pièces "à risque". Une simple dilution suffit parfois à diviser par 2 ou 5 les concentrations de radon. Mais attention, la création d'une dépression à l'intérieur de la maison peut augmenter l'infiltration de l'air contaminé du sous-sol. A revoir: les programmes; visant à économiser l'énergie par calfeutrage des ouvertures, qui ont quadruplé le risque d'accumulation du radon.

Le deuxième type de mesures consiste à empêcher le radon de pénétrer dans la maison. Pour cela, il faut boucher hermétiquement toutes les fissures, les ouvertures ou les murs en contact avec le sol, voire recouvrir le revêtement existant avec une dalle étanche. Il faut parfois songer à installer des siphons sur les drains ou les puisards d'un sous-sol ou encore ventiler le vide sanitaire qui existe sous la plupart des maisons. Enfin, des installations plus étudiées s'imposent dans les cas très critiques; elles consistent à entourer la maison de conduites perforées par lesquelles l'air vicié est évacué à l'aide d'un ventilateur. En Suède, où elles ont

été installées, ces méthodes ont permis de diviser le taux de radon par 8 environ. Aux Etats-Unis, des systèmes de dépressurisation installés dans le sous-sol, ont réduit la concentration de radon de 95 %.

Tout cela n'est possible que si l'on est informé. Pour le moment, on ne l'est pas!

Jacqueline Denis-Lempereur,  
Science & Vie n° 846, mars 1988