



## 31. LE RADON

### 1. Le radon, un gaz radioactif qui vient du sous-sol.

#### 1.1. Description

Le radon a été découvert en 1900 par Friedrich Ernst Dorn en Allemagne. Le radon est un gaz noble, lourd, incolore et inodore. Il est chimiquement inerte mais présente une radiotoxicité importante. Il est cancérigène par inhalation. Le radon est un gaz radioactif, présent naturellement dans la croûte terrestre. Sa concentration, mesurée en becquerel par mètre cube ( $Bq/m^3$ ), varie selon la géologie, il émane surtout des sous-sols granitiques et volcaniques. Le radon est issu du radium et résulte de la décomposition radioactive de l'uranium, du thorium ou de l'actinium. Etant un gaz, il peut se déplacer dans les fissures du sous-sol et se retrouver à la surface. Le radon peut aussi provenir de certains matériaux de construction. Il est donc inévitable que nous soyons amenés à en respirer des traces.

Le danger sanitaire lié au radon s'explique par le fait qu'il traverse les voies respiratoires et pénètre dans les poumons. Seuls les noyaux de radon qui se désintègrent précisément au moment où ils se trouvent dans le système respiratoire contribueront à l'irradiation interne. Le phénomène d'irradiation interne est peu probable car, ne séjournant que quelques secondes dans notre organisme, la plupart des noyaux de radon se désintègrent dans l'air de l'habitation. Le problème se pose pour les descendants immédiats du radon (polonium, bismuth, plomb). Eux-mêmes radioactifs et n'étant pas des gaz nobles, ils ont tendance à se fixer sur des particules de poussières infimes (aérosols) présents dans l'air. Lorsqu'elles sont inhalées, ces fines particules peuvent se déposer sur les bronches et les parois des poumons. C'est la désintégration radioactive des noyaux (émission de rayonnement alpha) ainsi fixés sur les parois du système respiratoire qui constitue une importante source d'irradiation interne et cause des lésions dans les tissus pulmonaires (1).

#### 1.2. Où le retrouvons-nous ?

##### 1.2.1. Sources primaires

Cela fait vingt ans à peine que nous connaissons la pollution des bâtiments au radon. La mauvaise étanchéité à l'air des parois en contact avec le sol facilite l'infiltration de ce gaz par des fissures ou des passages de canalisations du logement ou du lieux de travail. Ce flux de gaz chargé en quantité variable de radon s'explique par les différences de pression qui s'établissent souvent entre l'intérieur et l'extérieur de l'habitation. C'est ce mécanisme qui fait du sol, la source principale de radon pour les bâtiments où des concentrations élevées sont mesurées.

##### 1.2.2. Sources secondaires

La contribution des **matériaux de construction pierreux**, tels que les blocs de béton, les panneaux de gypse la brique ou encore la pierre naturelle contiennent des produits de dégradation de l'uranium et émettent par conséquent, de faible concentration en radon. Elle varie selon la teneur en radium et le facteur d'émanation. Le radon émis par un matériau dont la concentration en radium est inférieure à 100 Bq/kg (radioactivité naturelle normale d'un produit de construction) ne dépassera pas la valeur guide (2) de 200  $Bq/m^3$  dans l'air intérieur des bâtiments neufs (3).

Le radon peut également se retrouver dans l'**eau à usage sanitaire**, pouvant provenir de sources souterraines (fontaines, puits ou forages). L'eau souterraine passe souvent à travers des roches renfermant de l'uranium naturel et du radium produisant du radon, qui se dissout facilement dans l'eau. C'est pourquoi l'eau provenant de puits profondément creusés contient normalement des concentrations de radon beaucoup plus élevées que les eaux de surface dans les rivières, les lacs ou les ruisseaux. L'OMS a mesuré des concentrations de 20 Bq/l, voire plus et parfois même jusqu'à 100 Bq/l, dans l'approvisionnement individuel en eau dans de nombreux pays.

L'intensité du dégagement de radon dépend également des **conditions atmosphériques et de la température**. C'est à l'automne que le dégagement est le plus intense après le réchauffement du sous-sol pendant tout l'été. Il y a aussi des fluctuations au cours de la journée : le maximum est atteint après le réchauffement du sol, donc la nuit.



### .1.3. Comment les teneurs en radon sont-elles mesurées

Le radon est incolore et inodore, il faut donc un appareil pour détecter sa radioactivité. Le propriétaire qui souhaite faire mesurer la concentration de radon chez lui peut faire appel à une entreprise commerciale. Les détecteurs commerciaux de radon les plus populaires sont la cartouche à charbon de bois, l'électret et le détecteur de trajectoire de particules alpha(1,4). Ils peuvent se présenter, selon usage, soit sous forme actifs, soit sous forme passifs. Ces dispositifs peuvent être obtenus à l'I.B.E.S. (5) sur simple demande, au prix de 30 euros, comprenant la pose et l'analyse du résultat.

## 2. Pourquoi s'en méfier ?

### .2.1. Quelques chiffres repères

La seule norme contraignante en Belgique ni dans l'Union Européenne concerne les lieux de travail. Cependant, la Directive Européenne de 1990 (2) recommande une action au-delà d'une concentration de :

- 400 Bq/m<sup>3</sup> pour l'air intérieur des bâtiments existants
- 200 Bq/m<sup>3</sup> pour l'air intérieur des bâtiments neufs.

En outre, la Commission Européenne stipule que dans les endroits où ont lieu des **activités professionnelles**, la présence de sources naturelles de rayonnements entraînant une augmentation notable de l'exposition des travailleurs, doit être identifiée. Ce qui revient à dire que dans les lieux de travail, le taux de radon doit être contrôlé. Bonne digestion

Concernant les **matériaux de construction** communs, il n'existe pas à l'heure actuelle, de surveillance de la radioactivité des ces matériaux en Belgique.

En ce qui concerne **l'eau de boisson**, les Directives de qualité pour l'eau de boisson de l'Union Européenne recommandent de mettre en place des contrôles, dosages répétés par exemple, si le radon dépasse 100 Bq/l dans le système public d'approvisionnement. Pour l'approvisionnement public ou commercial, la Commission Européenne recommande de prendre des mesures si la concentration dépasse 1000 Bq/l. Une teneur en radon de 1000 Bq/l dans l'eau du robinet donne 100 à 200 Bq/m<sup>3</sup> dans l'air intérieur, ce qui correspond aux niveaux d'intervention évoqués plus haut.

### .2.2. Les risques sanitaires ?

#### .2.2.1. Cancers pulmonaires

Le risque pour la Santé Publique constitué par le radon est essentiellement lié au confinement à l'intérieur des locaux. La teneur en radon et la durée de l'exposition sont deux paramètres qui influent sur le risque de développer un cancer du poumon(1,7). Une exposition à faible concentration en radon pendant toute une vie n'est probablement pas nul. Aujourd'hui ce risque est toujours difficile à estimer. Des études menées par le Centre International de Recherche contre le Cancer (C.I.R.C.) et Programme national de toxicologie des Etats-Unis sur des mineurs d'uranium semblent indiquer qu'une exposition de longue durée à des taux élevés de radon pourrait augmenter le risque de développer un cancer du poumon.

A forte concentration, le radon est la deuxième cause du cancer du poumon loin derrière le tabagisme. Il est classé comme **cancérogène pulmonaire de catégorie 1** chez l'Homme par le C.I.R.C. en 1987 (14). Selon de récentes estimations, 6 à 15% des cancers pulmonaires seraient imputables au radon, en plus d'une forte synergie avec la consommation de cigarettes. De plus, la récente analyse groupée des principales études européennes estime que le risque de cancer du poumon augmente de 16% par tranche de 100 Bq/m<sup>3</sup>. La relation dose-effet semble être linéaire, sans palier, ce qui signifie que le risque de cancer pulmonaire augmente proportionnellement avec l'exposition au radon (8).

#### .2.2.2. Autres cancers ?

Selon des rapports de l'O.M.S.(8), on suspecte que le radon dans l'eau de boisson entraînerait un faible risque mais les quelques études épidémiologiques menées à ce jour n'ont pas encore permis d'établir un lien entre **l'eau de boisson et des cancers du système digestif ou d'autres organes**. Il faudra toutefois obtenir davantage d'informations pour mieux quantifier ce risque inhérent à la présence de radon dans l'eau de boisson.



Selon une étude de la société damoise du cancer réalisée en 2008, le risque de leucémies aiguës lymphoblastiques chez les enfants augmente avec leur exposition au radon. Il augmente de 63% entre une exposition supérieure à 890 Bq/m<sup>3</sup> et une exposition inférieure à 260 Bq/m<sup>3</sup>. La hausse du risque n'a été associée avec aucun autre type de cancer (9).

### 3. Populations Concernées

#### .3.1. La population générale...

Ce gaz étant lié à la nature du sous-sol, certaines régions sont donc plus touchées. Celle de **Bruxelles-Capitale n'est pas concernée** par ce problème de Santé Publique. Est surtout concernée par ce gaz, toute habitation possédant des niveaux proches du sol. Une étude basée sur l'analyse de données individuelles dans 13 pays européens a permis de mettre en évidence le lien entre le risque accru de cancer du poumon et des concentrations élevées de radon (10).

#### .3.2.... et en particulier les fumeurs.

Les fumeurs courent un risque plus important lorsqu'ils sont exposés aux produits de filiation du radon: les effets nocifs combinés du tabac et du radon se renforcent en effet l'un l'autre. D'après les résultats de la même étude, lorsqu'un non-fumeur est exposé à des concentrations en radon de 0,100 et 400 Bq/m<sup>3</sup>, le risque de cancer pulmonaire à l'âge de 75 ans est respectivement de 4, 5 et 7 pour 1000. Pour les fumeurs cependant, le risque est multiplié par un coefficient de 25 environ, c'est-à-dire qu'il atteint respectivement 10%, 12% et 16% pour les fumeurs ou ex-fumeurs de cigarettes (8,11). La plupart des cancers pulmonaires induits par le radon surviennent chez les fumeurs.

### 4. Conseils pratiques de mesures correctives et préventives

Un Arrêté royal décrit les mesures de protection. Il est adapté régulièrement aux progrès scientifiques et techniques. Il s'agit de l'Arrêté royal du 26 février 1963, lequel a été modifié par celui du 20 juillet 2001.

Le premier conseil à fournir pour réduire les teneurs en radon à l'intérieur des bâtiments concerne une **ventilation suffisante et régulière** des locaux, particulièrement les pièces où l'on passe le plus de temps. Une aération de 15 minutes au moins deux fois par jour, ou au moins 30 minutes 2 fois par jour en position oscillante (12).

#### .4.1. Des mesures correctives

Des mesures correctives sont à prendre en compte pour réduire les risques dans les **habitations existantes**:

- Rénover les planchers de sous-sol, surtout s'ils sont en terre battue.
- Obstruer les voies de passage : il est conseillé de rendre les parois (murs, dalles,...) en contact avec les sols aussi étanche que possible pour réduire le flux de radon vers l'intérieur. Ne pas omettre de sceller les fissures autour des tuyaux et des drains.
- Penser à la ventilation intensive ou l'aération abondante pendant et après l'utilisation de plâtre phosphoré. En activité normale, opter pour une ventilation par air pulsé ou la ventilation mécanique contrôlée à double flux (avec récupérateur de chaleur).
- Sachant que le radon a tendance à se fixer sur des particules de poussières infimes présentes dans l'air, il est important de **ne pas remettre en suspension les poussières**. Passer la serpillière (chiffon humide) avant l'aspirateur. Plusieurs types d'aspirateurs sont préconisés dont les aspirateurs avec filtres HEPA, qui retiennent jusqu'à 98% des particules de 0,3 µm.

#### .4.2. Des mesures préventives

Des mesures préventives sont à prendre en compte pour les **constructions neuves**, une simple information à l'entrepreneur suffit :

- Mesurer le taux d'émanation de radon dans la parcelle à bâtir (Cf. 1.3.), puis calculer le risque de radon dans la maison à construire. Le taux d'émanation de radon permet également d'orienter les mesures à prendre lors de la construction afin d'empêcher l'entrée de gaz radon,
- **Installer une ventilation certifiée** par l'Institut Belge de Normalisation (I.B.N.): dispositifs de



ventilation dans les bâtiments d'habitation 'NBN D 50-001' depuis Octobre 1991 (13),

- mettre en surpression des locaux ou mettre en dépression du sol (utilisé en cas d'échec des méthodes basées sur la ventilation),
- préférer l'achat de produits de construction sains, à faibles émissions radioactives. Utiliser du gypse naturel, ou du gypse de désulfuration au lieu du phosphogypse, surtout dans les locaux mal ventilés.
- Préférer les constructions sur sous-sols ou vides sanitaires ventilés.

« Un grand bol d'air reste le meilleur remède pour combattre la pollution intérieure. Pour faire respirer l'habitation, il faut l'aérer et la ventiler »

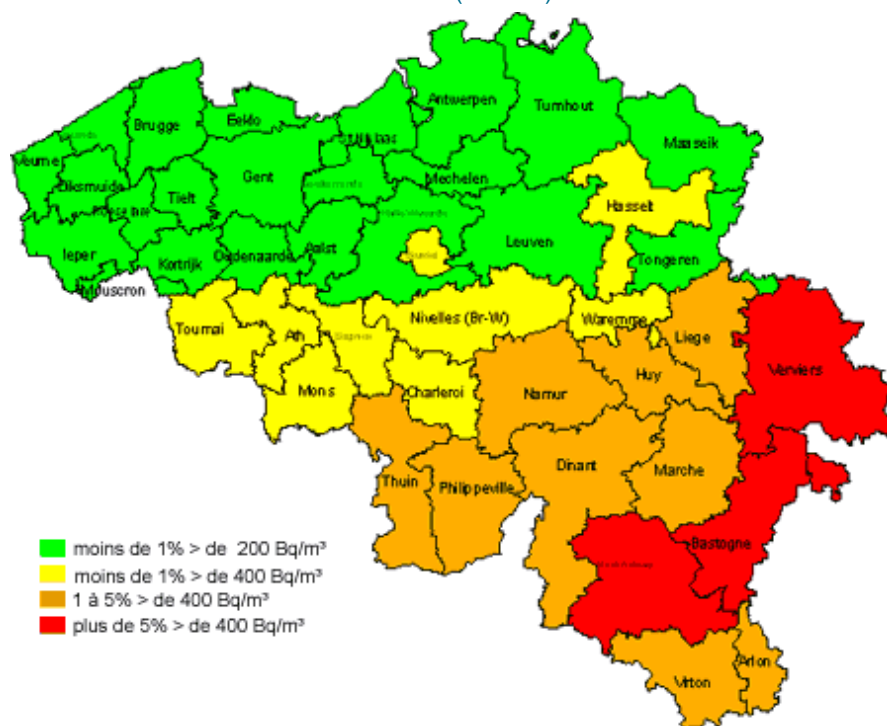
## 5. Le sous-sol de la région de Bruxelles-Capitale, source de radon?

Dans le cadre du programme belge du radon, des mesures ont été effectuées dans plus de 8000 habitations (5). La concentration moyenne en Belgique est de  $53 \text{ Bq/m}^3$ . Cependant, dans certaines régions, la concentration en radon dans les habitations est nettement plus élevée (Cf. carte ci-dessous). Notamment dans la haute Belgique, les zones correspondant approximativement aux arrondissements de Bastogne, Neufchâteau et Verviers comportent un nombre non négligeable de maisons qui présentent des concentrations en radon au-dessus de  $400 \text{ Bq/m}^3$ . En effet, la présence de roches uranifères, proches de la surface et l'existence de nombreuses failles géologiques, grottes ou galeries de mines peuvent servir de cheminées au radon.

Figure 31.1 :

### Répartition des valeurs moyennes de la concentration de radon en Belgique

Source : International Bureau for Environmental Studies (I.B.E.S.)



Concernant la région Bruxelles-Capitale, des mesures de radon ont été réalisées dans 278 bâtiments (364 mesures) (6, 15). Les mesures ont été réparties entre caves, rez-de-chaussée et étages. Les bâtiments sélectionnés sont répartis au sein du territoire de la région. Aucun cas de dépassement du chiffre de référence européen ( $400 \text{ Bq/m}^3$ ) n'a été relevé, la moyenne géométrique des mesures est de  $19 \text{ Bq/m}^3$ . On peut considérer la région bruxelloise comme une zone globalement pas affectée par le radon (6, 15). En effet, le sous-sol bruxellois appartient aux couches géologiques du cénozoïque pour lesquelles aucun problème grave d'émanation de radon n'est à prévoir.

Les résultats montrent que les mesures effectuées dans les étages ne sont pas différentes des mesures aux rez-de-chaussées. Des variations sont observables concernant les caves. Toutefois certaines habitations présentaient des taux de radon nettement plus élevés et dépassaient la norme



européenne de conception des bâtiments de 200 Bq/m<sup>3</sup>. Une analyse des sous-sols indique la présence d'argile, de limons, de sable, de remblais ou d'alluvions, comme couche de surface sous la construction. En corrélant la nature de la couche de surface et les résultats des analyses des détecteurs, dans les caves, deux facteurs de risque ont été relevés sans prendre en compte la contribution des matériaux de construction aux de radioactivité. Il s'agit de la combinaison entre une couche de surface à fine granulométrie et un manque structurel d'aération.

Il est important de remarquer que en Région de Bruxelles-Capitale, la concentration de radon dans les pièces habitées dépend autant de la construction du bâtiment (présence d'un vide ventilé d'une cave,...) du choix des matériaux, que de la nature du sol et du sous-sol (6, 15).

## 6. Quelques adresses utiles

### 6.1. Information et prévention

- Direction de l'Inspection Régionale du Logement  
City Center  
Boulevard du Jardin Botanique, 20, 6ème étage  
1035 Bruxelles, Belgique  
Tel : 02/800.38.88
- Service Géologique de Belgique (C.G.B.)  
Rue Jenner, 13  
1000 Bruxelles, Belgique  
Département VII de l'Institut royal des Sciences Naturelles de Belgique (IRSNB)  
Tel: 02/788.76.00-01
- Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC)  
Rue du Lombard, 42  
B-1000 Bruxelles, Belgique  
Tél : 02/502.66.90
- Service de Protection contre les Radiation Ionisantes  
Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire (AFCN)  
Rue Ravenstein, 36  
1000 Bruxelles  
Jean-Paul SAMAIN (Directeur général)  
Tél. : 02/289.21.36 (Information générale et demande de mesures)
- Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN) pour obtenir des informations scientifiques et techniques sur le radon  
Avenue de la Division Leclerc, 31  
92260 Fontenay-aux-Roses, France  
Tél : +33 (0)1 58 35 88 88

### 6.2. Intervention

- International Bureau for Environmental Studies (IBES), [www.ibes.be](http://www.ibes.be) traite des problèmes environnementaux liés au radon en Belgique  
Leuvensesteenweg 4 ; B-3080 TERVUREN, Belgique  
Tél : 02/784 30 63 ou 02/767 74 09  
E-mail : [radon@ibes.be](mailto:radon@ibes.be)



- Institut de Recherche de l'Institut Supérieur Industriel de Bruxelles (IRISIB) peut aider à la mise en oeuvre et à l'adaptation des technologies dans la pratique industrielle, en particulier sur le radon.  
François Tondeur, Isabelle Gérardy  
150 rue Royale – 1000 Bruxelles, Belgique  
Tél : 02/217 45 40
- VITO (Institut Flamand pour la recherche technologique)  
VITO NV  
Boeretang 200  
BE-2400 MOL, Belgique  
Tél : 02 /143 35 511
- Service Géologique de Belgique (SGB)  
Département VII de l'Institut royal des Sciences Naturelles de Belgique (IRSNB)  
13, Rue Jenner  
BE-1000 Bruxelles  
Tel: 02/788 76 00 01 (secrétariat)
- Faculté Polytechnique de Mons  
9, rue de Houdain  
B-7000 Mons, Belgique  
Tél: 02/065 37 41 11

## Références

1. *Cohilis P., chercheur à la division physique du bâtiment et climat intérieur du Centre Scientifique et Technique de la Construction, le radon dans les habitations, Belgique, Bruxelles, 1991*
2. *Commission des Communautés Européennes, Recommandation de la Commission relative à la protection de la population contre les dangers résultant de l'exposition au radon à l'intérieur des bâtiments paru dans le Journal officiel n° L 080 du 27/03/1990 p. 26–28 , Bruxelles, février 1990.*
3. *Mustonen R. et al, Rapport STUK : Enhanced radioactivity of buildings materials Report n° 96-ET-003-EC, décembre 1997*
4. *Ministère de la Santé du Canada, Juin 2007, [http://www.hc-sc.gc.ca/iyh-vsv/envIRON/radon\\_f.html](http://www.hc-sc.gc.ca/iyh-vsv/envIRON/radon_f.html)*
5. *International Bureau for Environmental Studies (I.B.E.S.)*
6. *Tondeur F., Gerardy I., Christiaens D., Hallez S. and Flemal J.M. 1999, Indoor radon in the region of Brussels, Health Physics Society, 77(6) : 697-702.*
7. *Centre Canadien d'Hygiène, et de Sécurité au travail, [http://www.cchst.ca/reponsesst/phys\\_agents/radon.html](http://www.cchst.ca/reponsesst/phys_agents/radon.html)*
8. *Organisation Mondiale de la Santé, Indoor air Quality a risk-bases approach to health criteria for radon indoors, Avril 1996*
9. *Raaschou-Nielsen et al., Domestic radon and childhood cancer in Denmark, Epidemiology. 19(4): 536-543, juillet 2008*
10. *Darby, S., D. Hill, A. Auvinen, J.M. Barros-Dios, H. Baysson, et al., Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. BMJ, 330: 1-6, janvier 2005*
11. *Darby S et coll. Radon in homes and risk of lung cancer : Collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. BMJ. British Medical Journal. 330, 223 - 227. 2005 et Krewski D et coll. Residential radon and risk of lung cancer : a combined analysis of 7 North American case-control studies. Epidemiology. 16:137-45. 2005*



12. *Bruxelles-Environnement, Outil d'aide 'Aération et ventilation naturelle de logements existants et de rénovations à Bruxelles', mai 2008*
13. *Institut Belge de Normalisation (IBN), NBN D50-001 Dispositifs de ventilation dans les bâtiments d'habitation. Bruxelles, 3ème édition, 1993.*
14. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans VOLUME 100: A REVIEW OF HUMAN CARCINOGENS, 2007*
15. *Tondeur F., Gerardy I., Christieans D., Flemal J.M. et Hallez S., 1998, Le radon dans la région bruxelloise, Institut Supérieur Industriel de Bruxelles et Institut Scientifique de la Santé Publique – Louis Pasteur, étude commanditée par l'Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement, 21pp.*

## Autres fiches à consulter

- 7. Cancer du poumon

## Auteurs(s) de la fiche

SACHOT Aurélie, BOULAND Catherine,

Relecture

MEURRENS Annick, BLADT Sandrine, LOGGHE Pieter

Date de mise à jour : Septembre 2008