

## Etat de l'Environnement wallon

Etudes - Expertises

# La problématique du radon en Région wallonne

Dossier scientifique réalisé dans le cadre de l'élaboration du  
Rapport analytique 2006-2007 sur l'état de l'environnement wallon

*Ce Rapport est réalisé sous la responsabilité exclusive de son auteur  
et n'engage pas la Région wallonne*

**Dr Louis de SAINT-GEORGES**  
Institut Santé, sécurité et environnement  
CEN/SCK



**Juin 2006**

**Louis de SAINT-GEORGES** est docteur en Sciences de l'Université de Louvain (UCL) où il fut assistant au laboratoire d'embryologie et d'anatomie comparée. Ses premières recherches portaient sur la morphogenèse et les interactions cellulaires au cours des premières étapes du développement embryonnaire. Radiobiologiste responsable du laboratoire de cytologie et de microscopie électronique au département de Radioprotection du CEN/SCK il y étudia des pathologies radio-induites telles la pneumonie et la leucémie. De 1988 à 1990 il fut détaché comme Chercheur Associé au département de Radiobiologie de l'Université d'Utah (USA). Chercheur qualifié à l'institut "Santé, Sécurité et Environnement" du CEN/SCK, ses recherches actuelles portent sur la radiosensibilité de l'organisme en voie de développement avec une attention particulière sur la réponse apoptotique induite dans le cerveau embryonnaire par les faibles doses de radiation.

Auteur de nombreuses publications dans la littérature spécialisée.

En outre:

Les chapitres "Environnemental Ionizing Radiation" et " Nuclear Waste management" pour l' "Encyclopedia of Life Support Systems" EOLSS (UNESCO),

Il est:

- Expert au Conseil Supérieur d'Hygiène (CSH).
- Membre de la Société Belge de Radioprotection.
- Secrétaire-Trésorier de la Société Européenne de Recherche sur les Radiations (ERRS).

Les Rapports sur "l'état de l'environnement wallon" sont établis par la Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement (DGRNE) du Ministère de la Région wallonne, en étroite collaboration avec les universités et les centres de recherche francophones de Wallonie et de Bruxelles (Art. 5 du Décret du 21 avril 1994 relatif à la planification en matière d'environnement dans le cadre du développement durable).

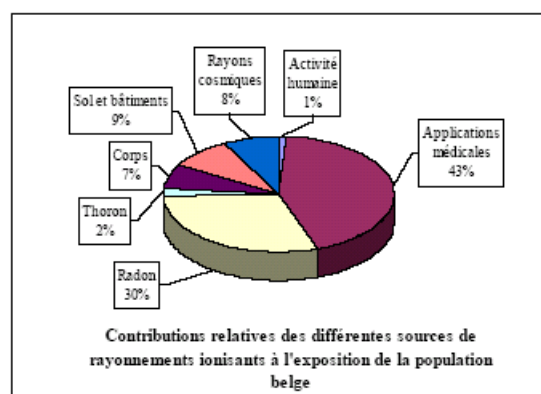
Le 31 mai 2002, le Gouvernement wallon a adopté une convention -cadre pour financer la mise en place d'une coordination inter-universitaire, fondée sur une équipe scientifique permanente et sur un réseau d'expertise. Cette convention-cadre a été passée avec le Centre d'Etude du Développement Durable (CEDD) de l'Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire (IGEAT) de l'Université Libre de Bruxelles (ULB). L'équipe scientifique est pluridisciplinaire et travaille avec la DGRNE qui assure la coordination générale. Les chercheurs comme les experts scientifiques sont issus de différentes universités.

<http://environnement.wallonie.be/eew/>

## Le radon, source naturelle de radioactivité

La surface terrestre, et par conséquent les êtres vivants qui l'occupent, sont constamment et depuis toujours exposés à des radiations ionisantes, dont l'intensité peut varier d'un endroit à l'autre. La plus grande partie de cette exposition est liée à des sources naturelles de radiations, comme le rayonnement cosmique, le rayonnement lié à l'exposition, à l'ingestion et à l'inhalation de radionucléides présents naturellement dans le sol, l'air, les aliments ou encore les matériaux de construction.

*Une source radioactive est caractérisée par sa vitesse de désintégration ou sa demi-vie (Période). C'est-à-dire le temps nécessaire pour que cette source ait perdu la moitié de sa radioactivité. Des radionucléides ayant une demi-vie de plus de 500 millions d'années constituent avec le rayonnement cosmique la source de la radioactivité naturelle.*



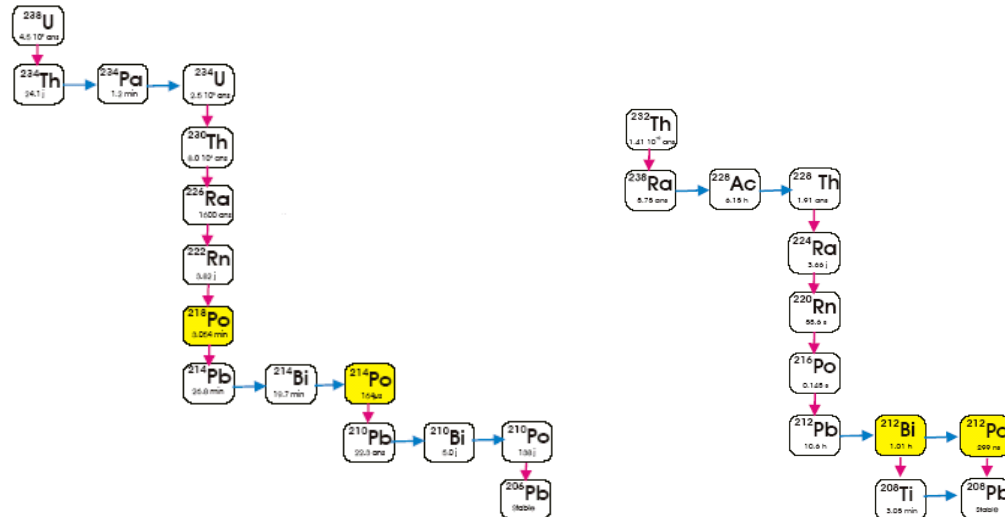
Si la dose annuelle moyenne de radiation ainsi reçue par la population reste globalement faible et ne pose donc généralement pas de problème direct, la grande variabilité de doses qui existe autour de cette moyenne d'exposition justifie l'étude de situations particulières dans les zones à risque. Dans certaines régions géographiques par exemple, la concentration en radon, gaz naturel radioactif, peut atteindre des valeurs critiques et il est alors nécessaire de s'assurer que les doses restent acceptables. Si les sources radioactives ne peuvent pas être complètement supprimées, il est en effet souvent possible de réduire leurs effets potentiels sur la santé.

## Le radon, produit de dégradation de l'uranium

D'un point de vue radioactivité, le radon est un produit de décroissance du radium et du thorium. Ils font tous deux partie de la longue chaîne de dégradation de l'uranium. L'uranium est présent partout dans le sol, dans quasi toutes les roches, les sols et les eaux. Il existe sous forme de différents isotopes, tous radioactifs ( $^{238}\text{U}$  ;  $^{235}\text{U}$ ). Sa décroissance radioactive très lente (demi-vie de  $^{238}\text{U}$  = 4,5 milliards d'années) fait qu'il reste aujourd'hui environ la moitié de ce qu'il y avait au départ sur la Terre. L'uranium se transforme de façon spontanée, mais n'atteint pas un état stable en une seule étape. Sa décroissance résulte en l'apparition successive d'autres atomes instables, qui se désintègrent à leur tour, jusqu'à atteindre l'état final stable qu'est le plomb-206.

On parle ainsi de la chaîne de désintégration de l'uranium en plomb. Il y a 14 étapes successives entre l'uranium-238 et le plomb-206, dont le radon-222 est l'un des stades intermédiaires.

De son côté, le thorium-232 a une demi-vie de 14,1 milliards d'années. Sa désintégration comprend 11 étapes pour atteindre l'état stable du plomb 208. Le thoron (radon 220) est la 5<sup>ème</sup> étape de la chaîne de désintégration du thorium en plomb.

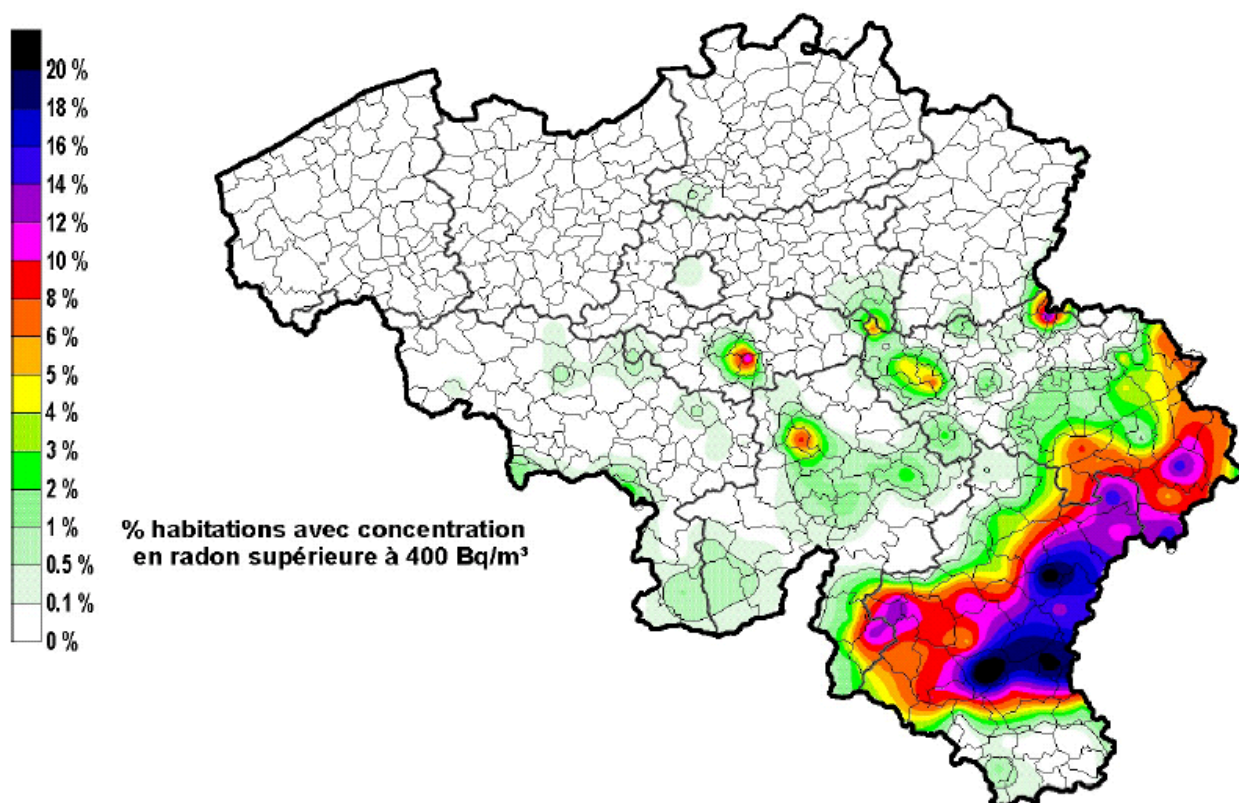


Les premiers éléments de ces chaînes de désintégration sont des solides qui se dispersent peu. Ils restent donc dans le sol là où ils sont apparus. Le radon par contre est un gaz chimiquement neutre et particulièrement mobile. Il existe sous plusieurs formes isotopiques, dont les plus abondants sont les isotopes 222 et 220. Le radon a une demi-vie courte, c'est-à-dire qu'il se dégrade rapidement. Il émet une particule alpha lors de sa décroissance en polonium. Les descendants du radon, non gazeux, retombent très vite vers la surface du sol. Etant donné qu'ils sont eux-mêmes radioactifs, ils contribuent aussi à l'exposition.

D'un point de vue physico-chimique, le radon est un gaz naturel radioactif présent à faible concentration dans presque tous les types de sol et de roches. De par sa nature gazeuse il diffuse partout et se retrouve naturellement dans nos habitations à des concentrations qui dépendent de la situation géographique de l'habitat, du type de construction et des conditions météorologiques. Le radon est un gaz noble c'est à dire qu'il est essentiellement inerte d'un point de vue chimique, il est incolore et inodore, ne se combine avec aucun autre élément et circule donc particulièrement librement. Ce gaz peut donc facilement, s'il ne se désintègre pas auparavant, cheminer par les anfractuosités ou la porosité du sol jusqu'aux nappes aquifères, où il est dissous, ou se retrouver dans l'atmosphère, où on le trouve dispersé en quantité généralement très faibles mais variables selon les régions.

## Etat des lieux pour la Région wallonne

En Belgique les concentrations en radon sont en moyenne relativement faibles. La région wallonne, en raison de son sous-sol rocailleux, est la partie du pays où les concentrations sont les plus élevées (70 Bq/m<sup>3</sup> en moyenne, contre 35 Bq/m<sup>3</sup> en Flandre). En Région wallonne les valeurs varient cependant fortement d'un endroit à un autre, comme le montre la carte de la dispersion des valeurs du radon.



### Exposition de la population et risques pour la santé

Le radon s'accumule à l'intérieur d'endroits clos tels des grottes, des mines, mais aussi des maisons, des écoles et autres bâtiments. De nombreux facteurs influent sur sa concentration: la nature du sol, les facteurs météorologiques (température, pression, humidité, vent), le type de construction, l'occupation et le mode de vie des habitants. La température comme la ventilation étant fonction des saisons, la quantité de radon fluctue au cours de l'année, elle est généralement plus élevée en hiver qu'en été, et peut même varier d'heure en heure avec l'ouverture de portes ou de fenêtres.

Dans les habitations, le radon peut s'infiltrer à travers une dalle ou des joints de dallage poreux, une fissure ou le passage mal colmaté d'une canalisation. En raison des écarts de température intérieure et extérieure et des mouvements d'air que cela entraîne, il peut se produire un effet dit "de cheminée" par lequel le gaz radon pénètre encore plus facilement. Si les bâtiments ne sont pas suffisamment aérés, le radon peut se concentrer pour y atteindre des valeurs élevées. Le radon provenant du sol, sa concentration est généralement plus élevée dans les caves et au rez-de-chaussée qu'aux étages.

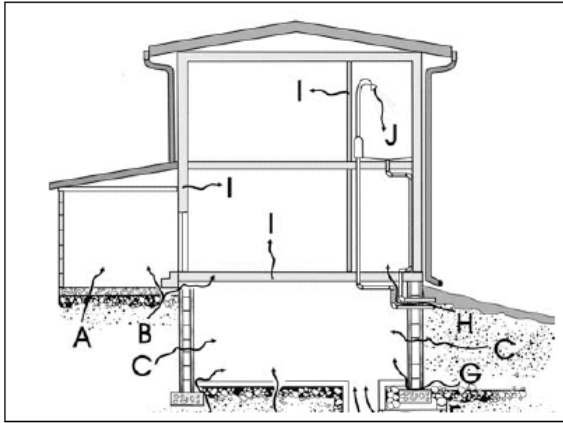


FIG. : INFILTRATION DU RADON DANS UN BÂTIMENT:

**Du sous-sol (A-H)**

A et B: Fissures dans les dalles coulées ou préfabriquées

C et G: fissures et joints entre les murs des fondations

D: joints entre la dalle et la paroi

E: terre non couverte

F: drain

H: ouverture des canalisations

**Des matériaux de construction (I)**

**De l'eau potable (J)**

La plus grosse part de l'exposition (irradiation) de la population n'est pas due au radon lui-même. Le radon, seul élément gazeux dans la chaîne de désintégration de l'uranium, est le facteur critique qui permet la dispersion des radionucléides. Les produits de dégradation, solides à courte demi-vie, peuvent adhérer à la poussière en suspension dans l'air, à la fumée de cigarette, aux vapeurs d'aérosol, et autres vapeurs domestiques, et se retrouver dans les poumons après inhalation. Ces radionucléides se désintègrent vite et produisent d'autres radionucléides qui tous contribuent à endommager le tissu pulmonaire. Des fumeurs exposés au radon ont donc un risque de cancer du poumon significativement plus élevé, de même que les personnes souffrant de tabagisme passif.

D'autre part, le radon se dissout très aisément dans l'eau. Dans les régions où la teneur en radon dans le sol est élevée, les concentrations peuvent aussi être importantes dans les eaux souterraines, et notamment dans l'eau pompée directement du sol, comme par exemple d'un puits privé. Si le radon se dissout facilement dans l'eau, il s'en échappe tout aussi facilement lorsque l'eau est exposée à l'air, surtout si il y a agitation. Ainsi il y en a très peu dans les lacs et les rivières.

### En pratique : détection du radon, et remédiation

En Région wallonne, dans certaines régions de la province de Liège et de Luxembourg, la concentration en radon dépasse  $400 \text{ Bq/m}^3$  dans 10% des habitations et  $1000 \text{ Bq/m}^3$  dans environ 4% des habitations. Le niveau d'exposition au radon doit être maintenu aussi bas que possible. Des limites ont été définies. Une directive européenne fixe la limite à ne pas dépasser pour les habitations existantes à  $400 \text{ Bq/m}^3$ . Pour les nouvelles constructions, cette valeur a été ramenée à  $200 \text{ Bq/m}^3$ .

Comme on ne peut ni le voir ni le sentir, le seul moyen de savoir si l'exposition au radon dans un bâtiment est importante est d'abord de tester la présence de radon avec un détecteur approprié. C'est une opération très simple et peu onéreuse. La mesure sera généralement effectuée dans la ou les pièce(s) le plus souvent occupée(s) de la maison.





Fig. 5: Détecteur de radon

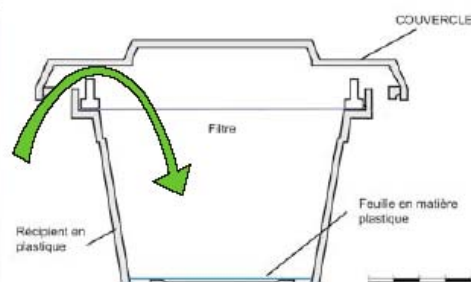
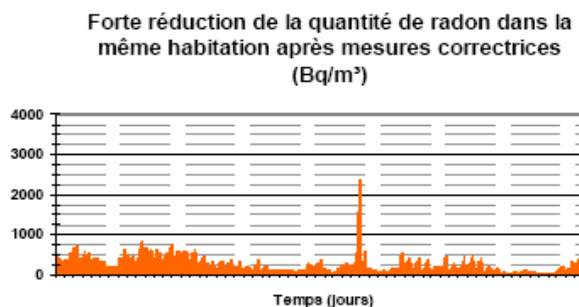
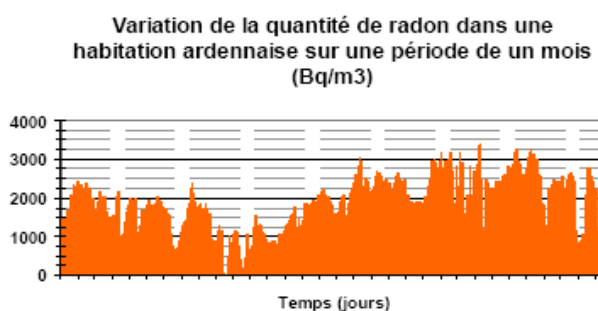


Fig. 6: Détecteur de radon: vue en coupe

Si le résultat du test indique des valeurs supérieures à  $400 \text{ Bq/m}^3$ , différentes méthodes peuvent être mise en œuvre pour les faire baisser. Ces techniques reposent généralement sur les trois approches suivantes:

- colmatage du sous-sol ;
- ventilation du sous-sol ;
- dilution du radon en augmentant le renouvellement de l'air dans les pièces. Dans l'habitation, cela concernera plus particulièrement les pièces des niveaux inférieurs, en contact avec le sol.



## Glossaire

### Radioactivité :

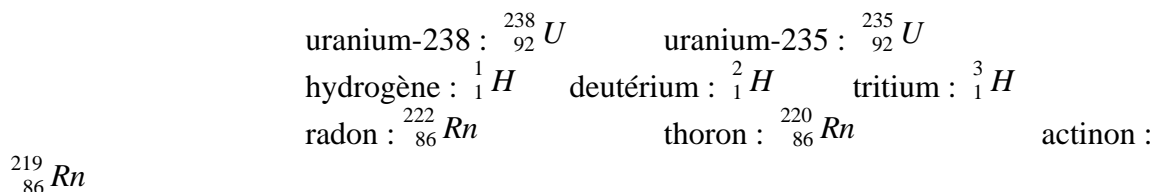
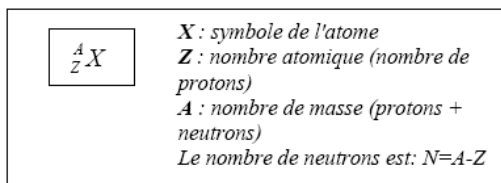
Les atomes sont les éléments fondamentaux constitutifs de toute matière. Ils sont classés, selon le nombre (fixe) de protons que contient leur noyau, dans le Tableau périodique des éléments<sup>1</sup>. Le plus simple, l'hydrogène, a par exemple 1 proton. Le noyau de chaque atome contient par ailleurs un nombre variable de neutrons qui, additionné au nombre de protons, détermine le nombre de masse (A) de l'atome. Pour un même atome des masses différentes sont ainsi possibles, et correspondent aux différents isotopes sous lesquels cet atome peut se présenter.

Certains isotopes sont stables et n'évoluent pas au cours du temps. D'autres sont instables et recherchent un état d'équilibre stable, qu'ils obtiennent après transformation par émission de particules et/ou de rayons. Ce sont les isotopes radioactifs, ou radionucléides.

<sup>1</sup> <http://www.periodictableonline.org>

## Isotopes (radioactifs) :

Les isotopes d'un même atome sont le plus souvent désignés sous le nom de l'atome, ou par leur symbole, auquel on ajoute le nombre de masse. Certains isotopes sont gratifiés d'un nom propre comme les isotopes de l'hydrogène ou du radon.



Becquerel (Bq) : unité d'activité. 1 becquerel = 1 désintégration par seconde

Demi-vie, ou Période radioactive : temps après lequel la valeur initiale de l'activité d'un radionucléide, par sa décroissance, s'est réduite de moitié. La période radioactive est une caractéristique pour chaque radionucléide.

## **Références bibliographiques**

Groupe de recherche « radon » du Centre d'Etude de l'énergie nucléaire (SCK-CEN, Mol) : [http://www.sckcen.be/sckcen\\_fr/activities/research/radiationprotection/radon/index.shtml](http://www.sckcen.be/sckcen_fr/activities/research/radiationprotection/radon/index.shtml)

Brochure « radon » éditée par le Centre d'Etude de l'énergie nucléaire (SCK-CEN, Mol) : [http://www.sckcen.be/sckcen\\_fr/activities/research/radiationprotection/radon/radon\\_brochure/index.shtml](http://www.sckcen.be/sckcen_fr/activities/research/radiationprotection/radon/radon_brochure/index.shtml)

Sheppard, S.C., 2005. High levels of natural radiation and radon areas : radiation dose and health effects. Tsutomu Sugahara *et al.*, Editors, Elsevier International Congress Series No. 1276 (2005) ISBN 0-444-51431-7

Paridaens, J., de Saint-Georges, L. and Vanmarcke, H., 2005. Mitigation of a radon-rich Belgian dwelling using active subslab depressurization. Journal of Environmental Radioactivity 79(1) : 25-37

Orlando, P., Trenta, R., Bruno, M., Orlando, C., Ratti, A., Ferrari, S. and Piardi, S., 2004. A study about remedial measures to reduce  ${}^{222}Rn$  concentration in an experimental building. Journal of Environmental Radioactivity 73(3) : 257-266