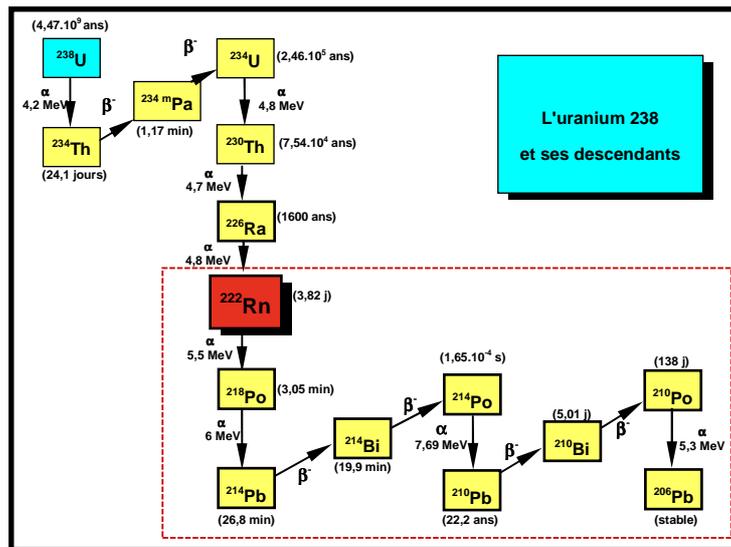


# RADON DANS L'EAU

## I - CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

Le radon est un gaz radioactif existant à l'état naturel et son principal isotope est le radon-222, qui a une durée de vie de 3,82 jours. Il s'agit d'un élément de la chaîne de désintégration de l'uranium-238 et sa présence dans l'environnement est essentiellement liée à celle, à l'état de traces, de son ascendant, le radium-226, dans les roches, les sols et les eaux. La désintégration du radon donne naissance à toute une série d'éléments solides, eux-mêmes radioactifs, qui se termine par du plomb stable.



Le radon est présent dans toutes les eaux naturelles de surface et souterraines mais à des niveaux d'activité volumique variables. Il a deux origines :

- la première, minoritaire, est due à la décroissance radioactive du radium 226 dissous dans l'eau ;
- la seconde résulte de la dissolution du radon présent dans la roche au travers de laquelle stagne ou circule l'eau, jusqu'à l'aquifère ou à l'émergence. La concentration du radon dans l'eau dépend de la teneur plus ou moins forte du radium dans la roche (source du radon), des conditions géochimiques plus ou moins favorables et du temps de séjour de l'eau au sein de cette roche.

La solubilité du radon dans l'eau décroît lorsque la température de l'eau augmente et dépend de la composition chimique de l'eau (elle est plus faible dans l'eau de mer que dans l'eau douce). Le radon est moins soluble dans l'eau que dans des composés organiques à grande chaîne carbonée (par exemple, le radon est 60 fois plus soluble dans l'hexane que dans l'eau). Il est, en revanche, beaucoup plus soluble dans l'eau que les gaz rares plus légers (environ 15 fois plus que l'hélium et le néon).

A l'air libre, le radon dissous dans l'eau est facilement volatil ; il en résulte un dégazage rapide vers l'atmosphère. Cette propriété de dégazage conduit souvent à un appauvrissement de la teneur initiale en radon dans l'eau, lors du transfert de l'eau, de son stockage et de son utilisation [1]. Les diverses utilisations (cuisine, douches, lessive, vaisselle, soins,...) de l'eau d'adduction, ou le cas échéant thermique, provoquent par brassage et dégazage une libération de radon dans l'air intérieur des bâtiments (habitations, bâtiments publics, hôtels, piscines, stations thermales, stations de

traitement des eaux...). Il est généralement admis que 10 becquerels par litre de radon 222 dans l'eau contribuent à générer 1 becquerel par mètre-cube de radon dans l'atmosphère intérieure [2] [3].

## LA MESURE DU RADON DANS L'EAU

La présence de radon dans les eaux est caractérisée par son activité volumique, exprimée en becquerels<sup>1</sup> par litre.

En France la mesure du radon est normalisée. La norme NF M60-761-1 donne des indications générales pour le prélèvement, le conditionnement, le transport et la mesure de l'activité volumique du radon 222 d'échantillons d'eau.

La norme NF M60-761-2 décrit la mesure directe du radon dans l'eau par spectrométrie gamma. La détermination de l'activité volumique du radon dans l'eau est basée sur la mesure par spectrométrie gamma d'un échantillon conditionné dans un récipient approprié de géométrie et volume connu. L'activité volumique du <sup>222</sup>Rn est déterminée à partir de l'analyse des raies d'émission gamma émises par le <sup>214</sup>Bi et/ou le <sup>214</sup>Pb. Le comptage est effectué, sur une chaîne de spectrométrie gamma équipée d'un détecteur (de type NaI, Ge, etc.). La mesure est réalisée lorsque le radon est en équilibre radioactif avec ses descendants, soit au moins 3 heures après l'échantillonnage.

La norme NF M60-761-3 décrit la mesure indirecte après dégazage du radon dissous dans l'eau. Le but de cette technique est de transférer le radon dissous dans l'eau dans la phase air afin de le détecter et le quantifier. Afin d'accélérer ce dégazage, il est procédé soit à l'agitation de l'échantillon d'eau soit au bullage forcé à partir d'un fritté qui permet en créant de petites bulles d'augmenter la surface d'échange. Le dégazage peut être également obtenu à partir d'une différence de pression créée dans le volume contenant la phase air. Ensuite, plusieurs techniques de détection peuvent être utilisées : scintillation alpha, chambre d'ionisation ou détecteur silicium.

Ces normes sont en cours de transposition au plan international par l'Organisation internationale de normalisation (ISO).

## LES NIVEAUX DE RADON DANS L'EAU OBSERVES EN FRANCE ET A L'ETRANGER

L'activité volumique du radon dans l'eau d'un aquifère dépend de deux facteurs : les caractéristiques lithologiques de la roche encaissante (concentration en uranium et en radium, porosité et densité) et le temps de résidence de l'eau dans l'aquifère. La variabilité des concentrations en uranium des roches associée à des temps de résidence plus ou moins longs engendre une gamme d'activités volumiques de radon dans l'eau très étendue à l'échelle d'un territoire. Les valeurs d'activité volumique les plus élevées sont généralement associées à de fortes concentrations d'uranium dans les roches constituant le réservoir de l'eau.

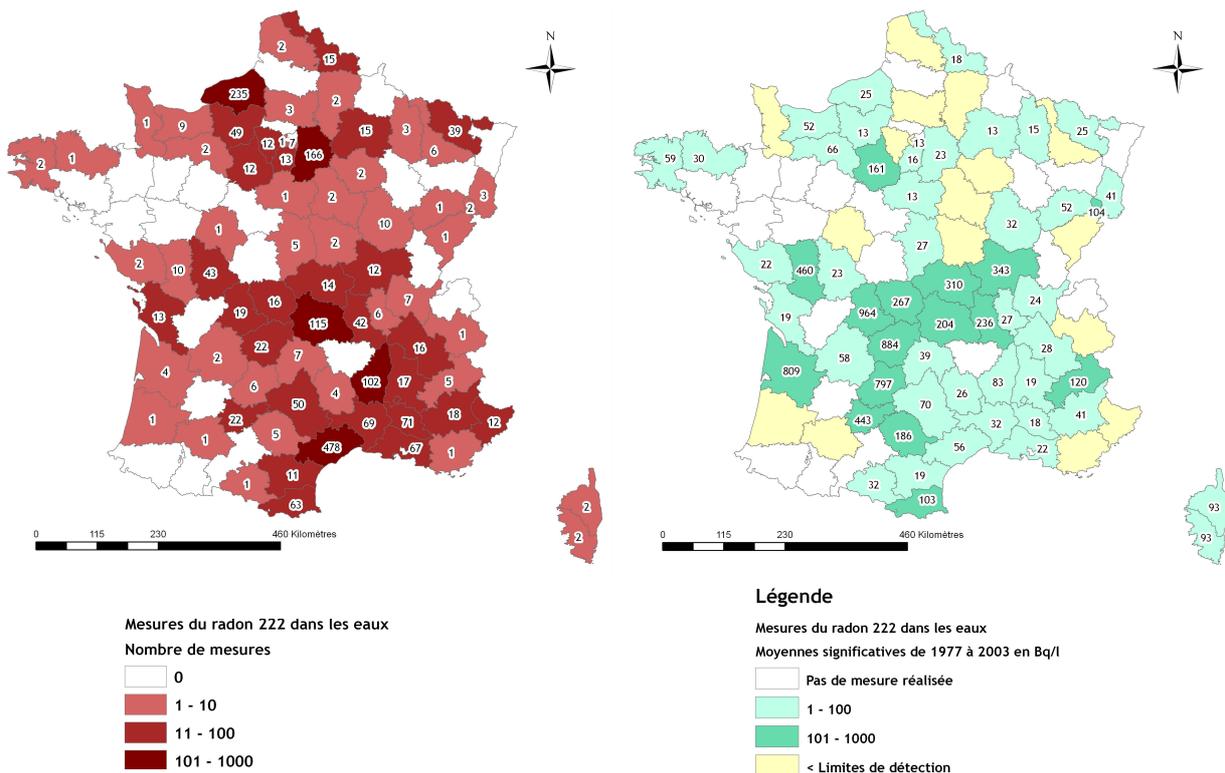
Selon les mesures réalisées par l'IRSN et les différentes études rapportées dans la littérature technique et scientifique, les valeurs d'activité volumique de radon dans les eaux de surface (rivières, lacs...) sont très basses, généralement très inférieures à 1 Becquerel par litre (Bq.l<sup>-1</sup>), en raison d'une part du dégazage et d'autre part de l'influence des eaux de pluie très pauvres en radon. Pour les eaux souterraines, en fonction du contexte géologique, elles peuvent varier de 1 à

---

<sup>1</sup> Le becquerel (Bq) est l'unité d'activité d'une substance radioactive. 1 Bq représente 1 désintégration nucléaire spontanée par seconde.

50 Bq.l<sup>-1</sup> pour les roches sédimentaires, et de 50 à 1 000 Bq.l<sup>-1</sup> pour les roches granitiques. Les valeurs d'activité volumique de radon dans les eaux thermales, mesurées à l'émergence, sont très variables et s'échelonnent entre la centaine et plusieurs dizaines de milliers de becquerels par litre [4] [5].

A titre d'exemple, l'historique des mesures de radon 222 réalisées par l'IRSN de 1977 à 2003 sur 2000 captages d'eau d'adduction parmi les 30 000 exploités en France est illustré par le graphique ci-dessous [5]. L'exploitation de ces résultats de mesure, sans être représentatifs de tous les captages, permet de mettre en évidence que seuls 1% du nombre total de mesures disponibles dépassent 1000 Bq.l<sup>-1</sup>. Dans 91% des cas, les résultats de mesure obtenus sont inférieurs à 100 Bq.l<sup>-1</sup>.



Un déséquilibre radioactif est généralement constaté dans l'eau entre l'activité volumique du radium 226 et celle du radon 222. Il est dû principalement à une différence de solubilité, nettement supérieure pour le radon que pour le radium. A titre comparatif, les valeurs d'activité volumique du radium 226 dans les eaux minérales varient de quelques millibecquerels à quelques becquerels par litre d'eau [1].

## LES TECHNIQUES PERMETTANT DE RÉDUIRE L'ACTIVITÉ DU RADON DANS L'EAU

Il est possible de diminuer facilement l'activité volumique du radon dans les eaux selon deux principes : le dégazage forcé par bullage et l'adsorption du radon sur des granulés de charbon actif. Selon les études comparatives menées pour évaluer l'efficacité de ces deux techniques, le bullage de l'eau permettrait d'éliminer 99% du radon dissous dans l'eau, contre 95% pour le charbon actif.

Le bullage de l'eau présente également l'avantage de ne pas générer de problème de pollution radioactive de la station de traitement de l'eau, contrairement à la seconde technique pour laquelle le lit de charbon actif doit être décontaminé.

- [1] Améon, R., 2003. Le radon dans les stations thermales : une source d'exposition aux rayonnements ionisants. *Radioprotection*, **38**, 2, pp201-215.
- [2] Nazaroff W.W., Doyle S.M., Nero A.V., Sextro R.G., 1987. Potable water as a source of airborne  $^{222}\text{Rn}$  in U.S. dwellings. A review and assessment. *Health Phys.*, **52**, 281-295.
- [3] UNSCEAR (2000) United Nations. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. Report to the General Assembly, with annexes, New York.
- [4] Remy M.L. et Lemaitre N., 1990. Eaux minérales et radioactivité. *Hydrogéologie*, **4**, 267-278.
- [5] [Loyen J., 2010. Mesure du radon 222 dans l'eau des captages AEP : bilan historique des mesures réalisées entre 1977 et 2003. Rapport IRSN/DEI/STEME-2010-03.](#)