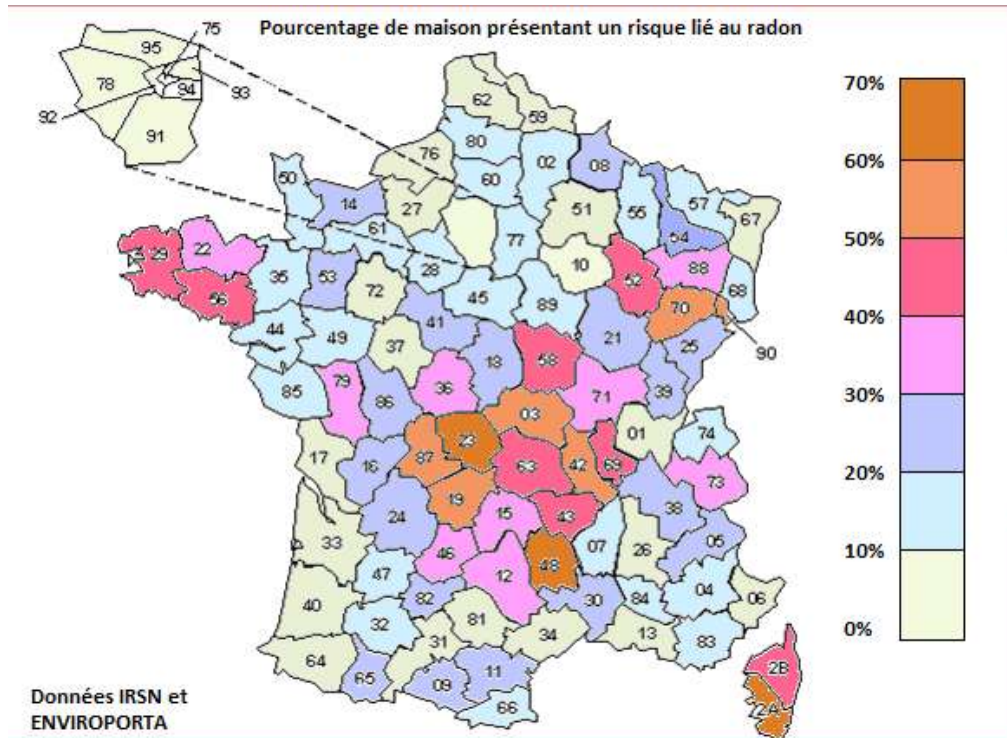




<sup>222</sup>  
**Rn**  
radon

# Risque et



## prévention sobre chez soi

À l'attention des préfets et gestionnaires de la santé.

2ème rapport quinquennal

Jean Dallaporta

anti-radon ©

# Sommaire

Le radon qui peut se concentrer chez soi est reconnu comme cancérigène certain depuis 1987 par le CIRC. Depuis 2009 l'OMS recommande aux pays membres de tenir leur population à des expositions en dessous d'un seuil à établir entre 100 et 300 Bq/m<sup>3</sup>.

Une maison avec une concentration trop forte de radon contribue à réduire les capacités pulmonaires des personnes qui y logent, y compris celles de nos athlètes olympiques. Outre l'impact sur des vies personnelles, si chaque cancer pulmonaire coûte annuellement 40 000 € en frais de santé, baisser l'exposition au radon de sa population offre la perspective de soulager les efforts et les dépenses de santé, de soulager d'autant l'économie d'un pays, et d'accroître sa performance et sa compétitivité économique face à d'autres qui s'y prennent moins bien. Avec 3 200 décès annuels lié au risque du radon après une moyenne de 3 ans de dépenses de santé pour le cancer du poumon totalisent 384 000 000 € annuels en frais de santé évitables lié au risque radon pour le pays.

Cette analyse indépendante non financée montre comment la France perd du sens dans sa façon de rendre disponible des informations sur le risque et la présence du radon dans les maisons. En découle un manque d'intérêt des journalistes et une méconnaissance du public. Une occasion manquée de réduire le nombre de vies pénibles qui pèsent sur notre système de santé et coûtent cher au pays en frais de santé évitables.

Le radon tue plus que la route et que le terrorisme intérieur. Contrer le radon c'est d'abord savoir dans quelles maisons il est trop présent. Un test de radon dans une maison coûte environ 20 €. Sans test de radon dans une maison ni le propriétaire ni l'expert ni la carte la plus précise ne peut prédire sa concentration.

Une campagne de tests de radon faits dans des maison tirées au sort sur un territoire fournie des données statistiques et on peut supposer combien de maisons à risque moindre entourent une maison où le radon est dangereusement concentré sans savoir où se trouvent les autres maisons dangereuses qui n'ont pas été testées.

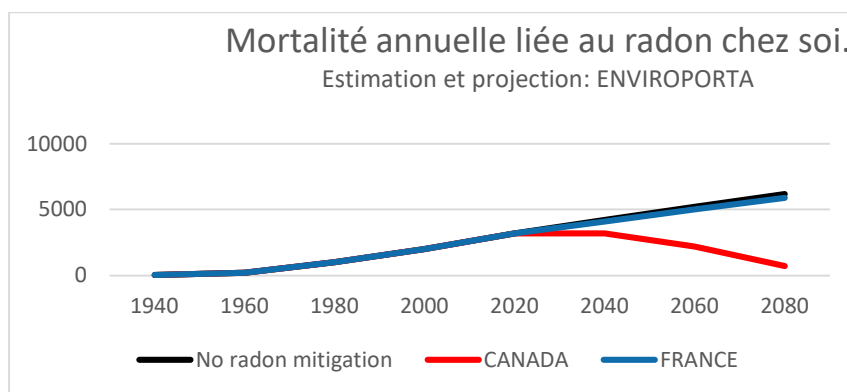
La France et le Canada ont organisé des campagnes d'envergure similaires (ANNEXE 7). La France peut se féliciter d'avoir aussi mis en place le "Plan national d'action sur le risque lié au radon", plans quadriennaux dont nous attendons l'aboutissement du 4ème en 2024 cependant malgré cet effort stratégique et prometteur le propriétaire de maison en France reste incomparablement moins concerné et engagé que son vis-à-vis Nord-Américain. Les pays d'Amérique du nord ont suivi une approche pragmatique, un message d'alerte clair et précis: "le radon est un tueur silencieux présent dans toutes les maisons, il s'agit de la tester pour savoir combien il y en a dans la vôtre et en cas de dépassement de contacter un professionnel du radon agréé qui viendra atténuer ce risque". Ainsi plus de nord-américains se préoccupent du radon chez eux et prennent des dispositions pour le mesurer et l'assainir. Il est admis que les frais d'assainissement du radon incombent au vendeur d'une maison et c'est un principe qui incite à agir tôt et protéger aussi sa propre famille plutôt que d'attendre et de ne protéger que les prochains occupants.

L'idée de solliciter l'attention des décideurs publics est déclenchée par la lecture d'un article sur une recherche française financée par des fonds européens, dirigée par le CEREMA. L'article scientifique en anglais montre aucune participation d'université française, la participation de trois organismes français, d'une université de l'étranger dans la communauté de communes du Pays de Vesoul et du Val de Saône (175 communes et 75 000 habitants). Comme seule considération éthique, l'article protège l'anonymat des volontaires - et des intervenants experts - sans égard au risque sanitaire encourus par les volontaires qui retournent chez eux prolonger leur exposition au radon. L'article élabore sur une méthodologie basée sur la science citoyenne et présente des résultats basés sur un public

réduit à 2 participants. N=2 tel que l'indique la figure 3 du rapport référencé plus loin (voir ANNEXE 17). Je trouve surréaliste et inquiétant que, 13 ans après l'alerte formelle de l'OMS et après les conclusions de 3 plans nationaux, le CEREMA puisse se féliciter de ce résultat sur son site internet.

L'examen des données et cartes de détail de l'IRSN disponibles en ligne suggèrent qu'au pays de Pascal on présente au public de l'information dissuasive et je voudrais attirer l'attention sur l'usage de moyennes et de statistiques avec des échantillons de taille 1 : N = 1 ; de taille 2 ; N=2 et de taille zéro : N = 0, mettre votre loupe sur l'usage du blanc dans une carte-histogramme dont la légende en indique 5 tons dont un résolument pale (voir ANNEXE 2). Au décideur public que vous êtes, revient de demander le remplacement d'une carte interactive ludique par un message clair tel que: "faire fi du radon chez soi commence par un test de radon chez soi". Appartiendrait-il au préfets de région et de département d'octroyer s'ils sont d'accord un budget de 300 000 € pour mieux documenter la présence du risque radon sur leur région ou département, ce qui fournira aux journalistes des données nouvelles plus fiables à rapporter et ce qui devrait lancer l'effort d'alerte qui a échoué.

La deuxième partie de ce deuxième rapport quinquennal compare les résultats de 30 travaux anti-radon récents à ceux obtenus en 2018, lors du premier rapport. Il propose en plus une opinion au risque de contredire plusieurs lectures proposées aux propriétaires de maison en France et au Canada. Une économie para-radon parasite pourrait prendre avantage de l'absence de représentation de défenseurs des citoyens pour institutionaliser des étapes incontournables au détriment du propriétaire de maison. Recommander des activités futiles comporte un élément cynique, anxigène et sinistre. L'ASN ne répond pas à ma demande d'agrément et confie à d'autres instances le contenu de guides, livres blancs aussi logiques qu'irréaliste. Je continue à suggérer qu'avant publication, les auteurs de consignes soient placés au pied du mur pour démontrer leurs résultats en Bq/m3. Je déplore que ce ne soit toujours pas fait mais je félicite la récente initiative de documentation au cas par cas menée plus sérieusement par l'IRSN. Dans ce sens je propose de recentrer le dossier du radon sur le grand absent, le propriétaire qui découvre que sa maison a trop de radon. Il m'importe de prendre date avec ce document avant que trop d'usagers soient ballotés entre des indications faites par un diagnostiqueur qui n'est pas confronté au réel s'il n'accompli pas la mise en place des dispositifs qu'il prescrit. Auquel du prescripteur ou de l'exécutant faire porter poids ou bénéfice du doute quand le résultat est insuffisant ? Combien d'autres décennies de retard et de vies ruinées ? J'interviens en pays qui ne brandissent pas l'apparence d'un conflit d'intérêt, je m'adapte aux observations et opportunités nouvelles découvertes en cours de travaux, je développe ainsi un savoir-faire dans une quête de sobriété, une approche spartiate et gagnante que m'inspire le principe ALARA.



Courbe de la mortalité annuelle liée au radon comparée pour 2 pays : le Canada et la France

À papa, Chevalier de la légion d'honneur et à mon petit fils à naître, tous deux de 23 et chevaliers en la légion de mon cœur.

# A

LARA, *As Low As Reasonably Achievable*: traduite de l'anglais, cette consigne vise *une exposition*

*aussi faible que raisonnablement possible*. C'est un principe qui guide les professionnels en milieu radioactif connus. Ce principe a aussi guidé mon activité professionnelle en travaux anti-radon chez mes clients. Beaucoup de maisons offrent un milieu malsain à cause de la présence trop élevée de radon.

Tester le radon chez soi est une initiative saine et un geste simple qui coûte environ 20 €. Tester le radon est d'autant plus utile qu'il existe des méthodes efficaces pour chasser le radon.

Cette première partie voudrait attirer l'attention des préfets de région et de département et des gérants des coûts de santé et couvre les ANNEXES 1 à 5 et 7.

Comme je vais le monter en détail en prenant l'exemple du département des Hautes-Alpes, tout se passe comme si l'État craignait de lancer l'alerte publique par manque de savoir-faire pour y remédier. Pourtant mon premier rapport et la deuxième partie du présent rapport devraient les avoir rassuré.

L'information sur le radon est bien présente sur les sites du ministère de la Santé et de la Prévention et celui de l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire) et un petit nombre de curieux peuvent y apprendre que le radon est la 2<sup>ème</sup> cause de cancer du poumon, et la première pour les non-fumeurs et que l'exposition la plus importante peut avoir lieu chez soi et y compris pendant son sommeil.

La notion de potentiel radon freine la décision de tester le radon dans les zones désignées 1 ou 2. Cela prête à confusion si l'on sait que des maisons à forte concentration de radon sont présentes dans ces 3 zones.

Insister sur le fait que le radon s'accumule dans les caves occulte la réalité qui est qu'il s'accumule aussi, à concentration moindre dans les niveaux supérieurs de tout bâtiment, là où sont les chambres, les salons et les bureaux et les autres pièces à vivre.

Le radon est un problème de santé et de société difficile à classer parmi d'autres. Contrairement à d'autres risques, celui posé par le radon s'inscrit dans une lente dégradation sur le long terme des cellules du corps humain soumis à ses radiations et aux radiations des produits-filles de sa chaîne radioactive. Lorsque le radon détonne d'une particule Alpha ce sont en fait 3 particules Alphas qui sont émises à forte célérité dans l'espace d'une demi-heure. On parle de radon en raccourci, les isotopes de polonium sont plus nocifs et les particules Alpha sont alors expulsées à partir de solides et non plus d'un gaz. Quand on ne peut plus respirer on part pour l'hôpital. Les décès surviennent pendant un accompagnement par le milieu hospitalier et ne donnent pas d'occasion de photo sensationnelle ni d'article médiatisé comme c'est le cas d'autres fléaux. Ainsi les statistiques contredisent notre imaginaire collectif

et en terme de risque il est plus prudent d'être sur la route que d'habiter dans chez soi si le radon y est trop concentré. Les moyens tels que la ceinture de sécurités obligatoires et les activités de surveillance policière sont disproportionnés alors que la route tue moins que le radon. Il en va de même des moyens mis en place pour prévenir les décès par incendies pourtant beaucoup plus rares et spectaculaires que ceux causés par le radon.

En France, le radon est documenté par le Ministère de la Santé et de la Prévention. Le radon, gaz radioactif est du ressort de l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire) assistée par l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire) et à moindre mesure du CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives). Ces organismes ont mission de faire avancer tout enjeu nucléaire, y compris le radon.

Ces organismes ont des épaules bien plus larges puisque public et gouvernement comptent sur leurs expertises pour encadrer toutes les activités nucléaires civiles et militaires. Le radon est pour eux un dossier parmi beaucoup d'autres. Il existe de nombreux organismes publics et privés qui les épaulent par exemple j'ai travaillé comme ingénieur à la conception d'un outil de test de résistance des bétons à des niveaux de radiations prévus dans les centrales nucléaires vers la fin des années 1980.

L'exposition prolongée au gaz radon est identifié comme cancérigène certain en 1987 par une instance de l'OMS, (Organisation mondiale de la santé). En 2009 l'OMS recommande aux pays membres de mener des actions pour réduire l'exposition au radon dans les bâtiments habités en dessous d'un seuil à fixer, entre 100 Bq/m<sup>3</sup> et 300 Bq/m<sup>3</sup>. Par exemple en France le seuil adopté est 300 Bq/m<sup>3</sup>, au Canada le seuil a été baissé à 200 Bq/m<sup>3</sup> et aux États-Unis d'Amérique qui utilisent le pCi/L le seuil est à 147 Bq/m<sup>3</sup>. L'objectif à long terme serait d'atteindre partout le seuil minimum à ne pas dépasser suggéré par l'OMS, soit 100 Bq/m<sup>3</sup> et c'est pourquoi je me sers aussi de cette valeur comme référence.

1 Becquerel (Bq) est 1 désintégration par seconde. Le Becquerel par mètre cube rapporte la radioactivité au volume d'air intérieur ou inspiré. Dehors le radon ne se concentre pas.

### **Campagnes de tests de maisons choisies au hasard.**

Suite à la recommandation de l'OMS, en France comme au Canada ont été réalisées à l'initiative des pouvoirs publics des campagnes de tests de radon dans des maisons tirées du hasard et réparties sur le territoire. Les plus grosses campagnes de cette envergure totalisent près de 13 000 tests de radon dans chacun de ces 2 pays ce qui les rend comparables (voir [ANNEXE 7](#)).

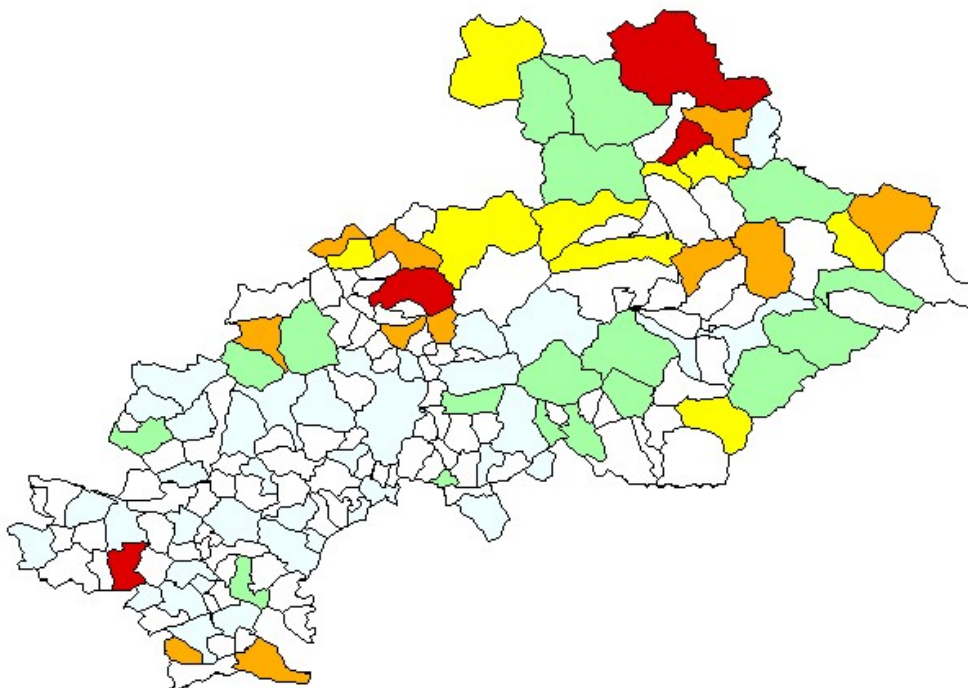
Si les résultats des 2 pays sont comparables, la présentation et la divulgation des résultats au public diffèrent d'un pays à l'autre. Au Canada, chaque année une campagne de communication publique sur le risque du radon est financée par le gouvernement et bat son plein pendant le mois de novembre, mois de l'alerte au risque du radon. En France la documentation disponible au public est nuancée et je suis au courant de quelques projets pilotes réalisés ici et là avec une participation du public d'autant plus faible que le risque est peu connu. Le 7 novembre pourrait avoir été la date adoptée par l'Europe pour parler du radon. On a trouvé 2 volontaires et aucune université française pour participer à une récente étude rendue possible par des fonds Européens, dirigée par le CEREMA dans la communauté de communes du Pays de Vesoul et du Val de Saône (voir ANNEXE 17). Cela montre une large méconnaissance du public français pour de ce risque sanitaire identifié depuis 1987.

L'IRSN renseigner le public par une carte interactive ludique qui retourne l'information sur le potentiel radon 1, 2 ou 3 de la commune pointée. Le concept de potentiel radon peut présenter un intérêt pour les pouvoirs publics pour orienter des efforts tels que des projets pilotes cependant ce n'est pas une information utile au propriétaire d'une maison. Des maisons présentent un risque radon en zone 1, 2 et 3 et il n'intéresse pas le parent vigilant qui loge dans une telle maison de savoir qu'elle est la seule parmi 3, parmi 10 ou parmi 30. En effet de nombreux habitants en zone de potentiel radon 1 ont un niveau de radon dangereux chez eux alors qu'à l'inverse un grand nombre d'habitants en zone 3 ont un niveau de radon qui ne dépasse pas le seuil.

Le choix d'utiliser des **moyennes de mesures** de radon risque toujours de minimiser un risque réellement présent. C'est un choix critique. La France (Voir [ANNEXE 1](#) et [ANNEXE 2](#)) et de nombreux autres pays utilisent des moyennes de mesure de radon mais pas le Canada qui présente pour chaque région de santé d'une Province et sur la base d'une centaine de tests de radon, le pourcentage de maisons en dépassement de seuil. Par exemple pour la Province du Nouveau-Brunswick, les couleurs sur la carte différencient les régions de santé de la Province et le pourcentage de maison qui y présentent un risque lié au radon est clairement inscrit dans la chaque zone colorée. Sous la carte et pour référence se trouvent les pourcentages pour l'ensemble du pays pour le comparer au pourcentage pour la totalité de la Province (voir [ANNEXE 6](#)). Chaque région de santé est représentée par un pourcentage de maisons à risque radon. Il n'y a aucun calcul intermédiaire et chaque pourcentage local est déterminé sur une centaine de tests.

## HAUTES-ALPES (05)

### CARTE DES ACTIVITES VOLUMIQUES DU RADON DANS LES HABITATIONS BILAN JANVIER 2000



Moyennes arithmétiques des mesures réalisées par commune  
Nombre de communes mesurées : 79    Nombre de mesures : 85  
Moyenne du département : 144 Bq.m<sup>-3</sup>

Activité volumique en Bq.m<sup>-3</sup>



### 🌟 Statistiques sur l'ensemble des mesures

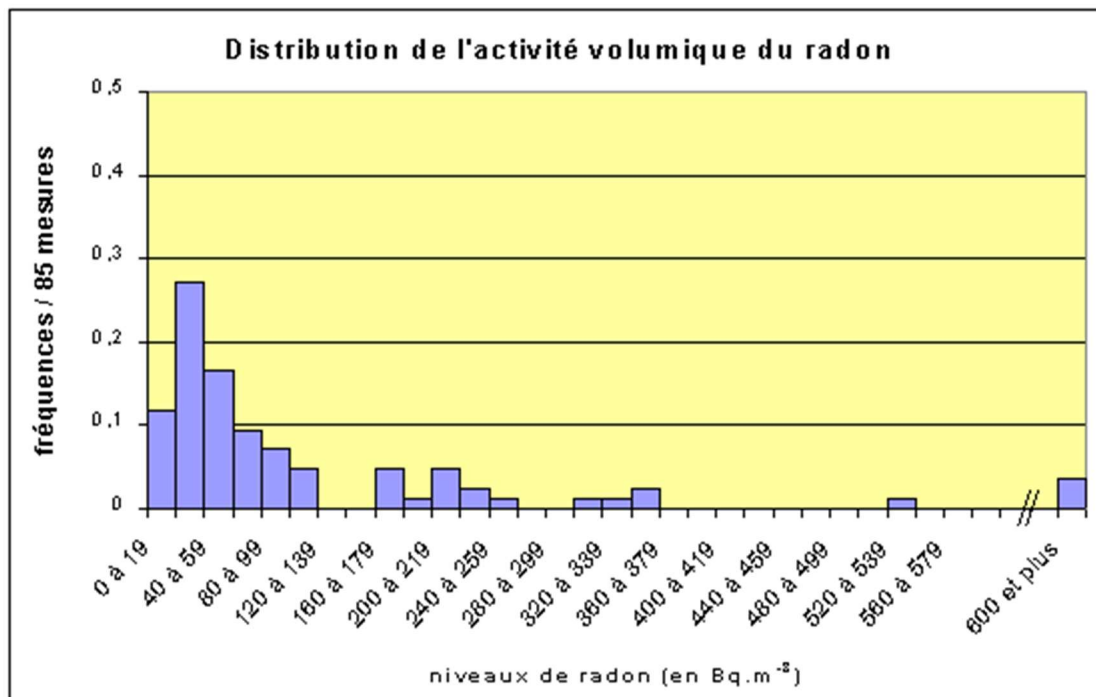
<b>Effectif :</b> 85	<b>Moyenne arithmétique :</b>	144 Bq.m <sup>-3</sup>	<b>Ecart-Type :</b>	321 Bq.m <sup>-3</sup>
<b>Minimum :</b> 6 Bq.m <sup>-3</sup>	<b>Moyenne géométrique :</b>	61 Bq.m <sup>-3</sup>	<b>Percentile 90 :</b>	255 Bq.m <sup>-3</sup>
<b>Maximum :</b> 2169 Bq.m <sup>-3</sup>	<b>Médiane :</b>	51 Bq.m <sup>-3</sup>	<b>Percentile 95 :</b>	349 Bq.m <sup>-3</sup>

Nombre de mesures au dessus de 200 Bq.m<sup>-3</sup> : 15 soit 17,6 %.

Nombre de mesures au dessus de 400 Bq.m<sup>-3</sup> : 4 soit 4,7 %.

Nombre de mesures au dessus de 1000 Bq.m<sup>-3</sup> : 3 soit 3,5 %.

## ★ Distribution des mesures



## ★ Répartition des mesures dans l'échantillon

Type de l'habitation	Emplacement du dosimètre
<b>Maison particulière construite avant 1945</b> 42,4 % (36)	<b>Séjour</b> 56,5 % (48)
<b>Maison particulière construite après 1945</b> 45,9 % (39)	<b>Cuisine</b> 28,2 % (24)
<b>Maison collective construite avant 1945</b> 8,2 % (7)	<b>Chambre</b> 5,9 % (5)
<b>Maison collective construite après 1945</b> 0 % (0)	<b>Cave</b> 1,2 % (1)
<b>Lieu public</b> 1,2 % (1)	<b>Autre</b> 8,2 % (7)
<b>Ecole</b> 0 % (0)	
<b>Autre</b> 1,2 % (1)	
<i>Information manquante = 1</i>	<i>Information manquante = 0</i>



Par ailleurs les cartes de radon de France semblent attribuer des zones de potentiel radon à chaque commune sur la base de zéro ou 1 test dans la très grande majorité des communes. J'ai compté 10 022 communes testées soit en moyenne 1.3 test par commune. Chaque commune a fait l'objet de zéro, de 1 ou de 2 tests pour la très grande majorité d'entre elles et probablement guère plus pour les plus grandes agglomérations excepté la capitale, Paris.

Le nombre de maisons en dessous du seuil de 300 Bq/m<sup>3</sup> est toujours bien plus grand que le nombre de maisons en dépassement de 300 Bq/m<sup>3</sup> observé dans un nombre bien moindre de maisons par conséquent tout usage de moyenne dans les pays qui pratiquent ce mode de calcul tant à minimiser la présence du radon.

Prenons l'exemple des Hautes-Alpes dont la valeur médiane est 51 Bq/m<sup>3</sup>, il y a autant de chance qu'une maison tirée au hasard donne un résultat inférieur à 51 Bq/m<sup>3</sup> qu'un résultat supérieur à 51 Bq/m<sup>3</sup> (voir ANNEXE 2).

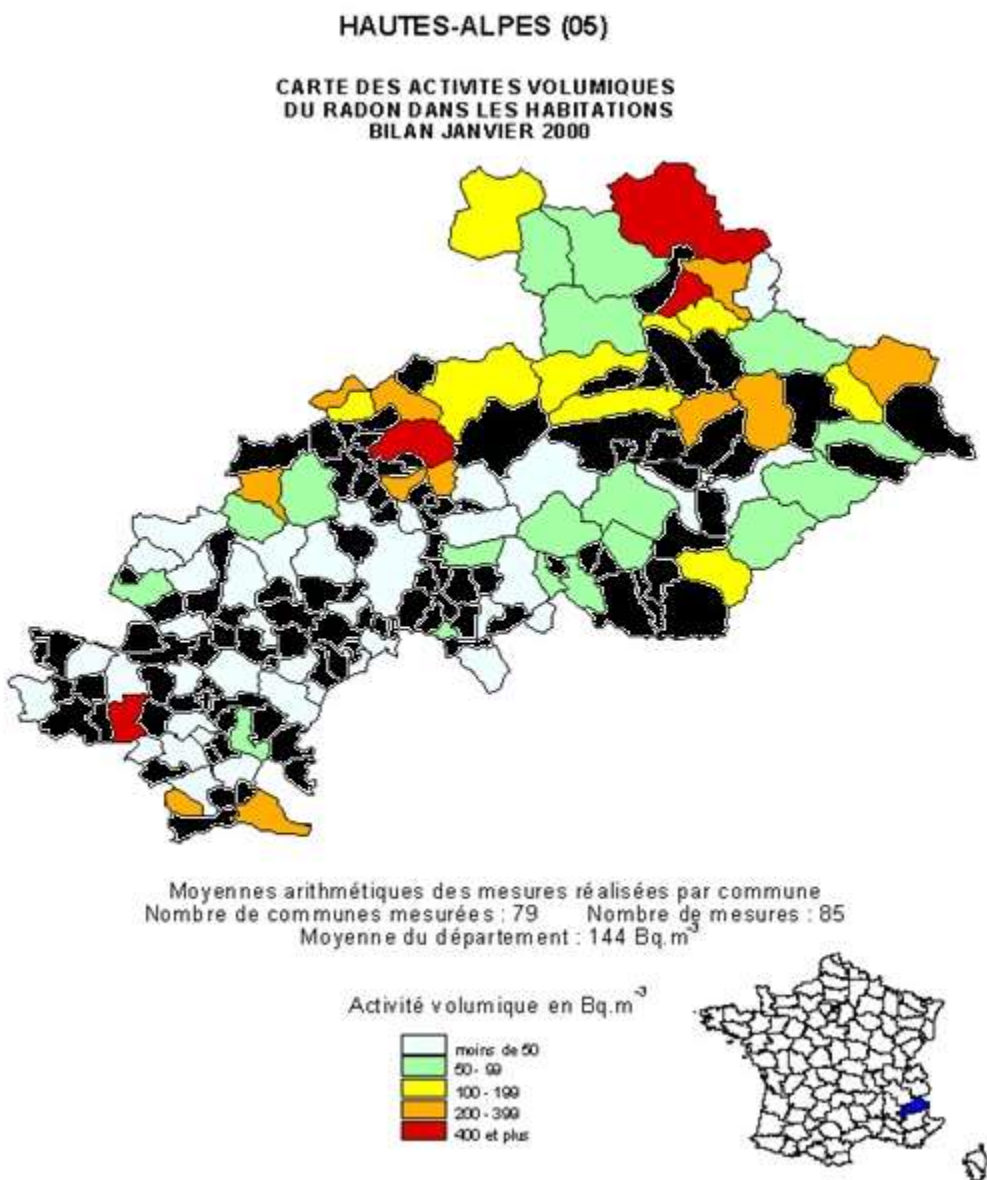
Prenons l'exemple d'une des rares commune où 2 mesures ont été faites au hasard de cette campagne de mesure de radon, l'une dans la maison A et l'autre dans la maison B. Il y a forte chance que les maisons A et B appartiennent toutes deux à la plus grande partition de maisons, soit celle avec peu de radon. Supposons que la maison A seulement appartienne à la plus grande partition de maisons avec du radon au niveau de trace, disons 28 Bq/m<sup>3</sup> et la seconde maison qui soit par chance représentative de l'autre partition et en dépassement de seuil, par exemple 472 Bq/m<sup>3</sup> la moyenne des 2 mesures  $(472 + 28) / 2 = 500 / 2$  soit 250 Bq/m<sup>3</sup> et la commune est alors répertoriée sur la carte avec une couleur orange, supérieur à 200 Bq/m<sup>3</sup> plutôt que rouge, supérieur à 400 Bq/m<sup>3</sup>. L'utilisation de moyenne de mesures de radon revient à un lissage vers une valeur plus faible en Becquerels par mètre cube (voir ANNEXE 7).

Avant calcul de la moyenne, 250 Bq/m<sup>3</sup> dans l'exemple, il aurait été aussi juste et plus intéressant pour le parent vigilant de préciser que 50 % des maisons de cette commune présentent un risque radon supérieur au seuil établi en France à 300 Bq/m<sup>3</sup> car dans la présentation du résultat cette information importante a disparue.

Le tableau proposé par ENVIROPORTA se base sur les cartes et informations que l'IRSN présente département par département. Certaines valeurs pour 100 Bq/m<sup>3</sup> et pour 300 Bq/m<sup>3</sup> ont été estimés en examinant chaque graphe de répartition des mesures alors que les valeurs dépassant 200, 400 et 1000 Bq/m<sup>3</sup> sont clairement indiquées dans un tableau. Aussi clairement indiqué est le nombre de communes testées et nous proposons un pourcentage de communes testées et une moyenne de mesure par commune testées. Ce premier pourcentage semble moins utile que le second puisque les communes sont de taille très variable et nous pouvons penser que les tests auront plutôt ciblés les plus grandes communes avant les plus petites.

Avec 1,1 test en moyenne par commune la carte d'un département permet de faire ressortir en couleur foncées les communes où le test a donné un gros résultat en plus pale les communes où le résultat a été plus faible et en blanc les communes noires, c'est à dire les communes avec zéro test. Le jeu de couleur de la carte départementale proposée dans le site de l'IRSN semble rapporter que les communes sans test sont par conséquent sans radon.

Paris et chaque département de France métropolitaine a sa page et celle-ci est la page disponible en ligne en 2023 pour le département des Hautes-Alpes (05). L'illustrateur a choisi un ton bleu très pâle et difficile à distinguer du blanc pour la région avec moins de 50 Bq/m<sup>3</sup> de moyenne. Mon avis sur l'usage de moyennes a déjà été présenté mais le choix du blanc plutôt que du noir pour repérer les zones sans test de radon est un choix éditorial qui n'est pas à mon avis sans conséquences sur le compatriote vigilant visuel qui n'aurait pas pris le temps de bien lire le détail de la légende et perçoit le blanc comme rassurant. La représentation de ces communes en blanc est un choix éditorial et il aurait été tout aussi juste et plus distinctif (vu que le bleu est très pâle) de représenter ces zones en noir, ce que j'ai pris la liberté de faire.



Certains préfets de région ou de département pourraient convenir que les données collectées dans leur territoire sont largement insuffisantes pour renseigner correctement leur population et que cela contribue à la méconnaissance du risque radon. Certains décideurs pourraient avoir l'initiative de campagnes de test au hasard de plus grande ampleur sur leur territoire. Si un test de radon individuel coûte 20 €, un achat en nombre devrait coûter moins encore. L'administration, la distribution, la collecte et l'analyse de 14 000 tests pourrait coûter autour de 300 000 €. Si le radon que certains désignent comme tueur parfait était assimilé à du terrorisme, le localiser demande un test de radon dans le niveau habité le plus bas de chaque bâtiment. La carte, aussi précise soit-elle ne suffit pas pour présumer de la concentration du radon dans un bâtiment donné. Cette meilleure connaissance devrait suscité le questionnement de parents vigilants lesquels à leur tour pourraient avoir l'initiative de tester le radon chez eux, cependant il convient de distinguer différemment le test fait de l'initiative d'un propriétaire vigilant d'une campagne de tests réalisées sur un grand nombre de maisons tirées au sort par une agence publique afin de mieux connaitre l'ampleur du risque lié au radon dans son territoire.

La France compte un très grand nombre de communes, considérons les 36 000 communes les plus peuplées à chacune desquelles serait attribué un potentiel radon à partir de quelques 13 000 mesures de radon cela fait environ 30% de communes non testées ce qui n'est pas une indication significative compte tenu de la grande disparité de taille des communes de France. Il est logique de supposer que les communes plus peuplées auront été testées avant les autres et avec 2 tests plutôt qu'un seul.

Les cartes radon de l'Ile de France ne montrent pas de risque radon sur la carte. Pourtant en Ile de France 0.3 % des tests sont en dépassement de 300 Bq/m<sup>3</sup> et compte tenu de la densité de maisons le risque est présent et le parent vigilant devrait y effectuer son test de radon. Si une maison sur 33 présente un risque lié au radon il est préférable qu'il s'assure que ce n'est pas justement la sienne qui l'est. Ainsi dans certains pays on a constaté que des lieux davantage testés avaient plus de chance de mettre à jour un problème de radon anciennement minimisé par la grande campagne de tests de radon.

S'il y a 1 522 000 logements individuels en Ile de France et que les 645 tests de radon faits au hasard montrent que 0.3% d'entre elles présentent un risque radon au sens de la France soit en dessus de 300 Bq/m<sup>3</sup>, cela fait 4 500 logements individuels en Ile de France au-dessus du seuil fixé en France et 123 000 en dépassement du seuil de 100 Bq/m<sup>3</sup>. Le problème est de savoir dans lesquels. Faire un test de radon chez soi est éclairant, la plupart des tests montrent une exposition très faible au risque du radon tandis que peu renvoient un résultat préoccupant. La cartographie n'incite pas du tout le francilien à faire son test de radon et c'est regrettable pour 4 500 foyers à risque radon probable. Cette réalité observée n'apparaît pas non plus dans certaines cartes plus récentes basées sur des considérations géologiques.

La ville de Paris ne semble pas présenter de risque radon puisqu'aucun des 60 tests effectués dans l'ensemble des 20 arrondissements a donné une mesure de radon supérieure à 83 Bq/m<sup>3</sup>. Ma compréhension du radon suggère que les multiples réseaux souterrains aérés ou ventilés qui font partie des infrastructures de la ville dissipent une grande partie du radon qui sourd de terre pour l'acheminer en surface où il se dissout rapidement au niveau de trace. Le radon a ainsi plus de chance de libérer sa pression et de remonter à l'air libre plus facilement qu'à travers une dalle de maison située plus loin au-

dessus de ces galeries qui remontent à l'air libre. Il serait cependant complémentaire et utile à Paris de mesurer le radon dans des sections les plus profondes du métro et dans des rames de métro qui les traversent.

Pour les Hautes-Alpes on affiche une moyenne de 144 Bq/m<sup>3</sup> et il n'y a pas à matière à s'inquiéter davantage. Cependant les données du graphe de résultats en dessous de la carte montrent une autre réalité que la carte semble occulter. Le département des Hautes-Alpes se compose de 162 communes (ce nombre de communes est approximatif et fluctue dans le temps). 79 communes ont été testées soit presque la moitié avec 85 tests ce qui fait 1.1 test par commune testée. Les mesures de cet échantillon s'étalent de 2 Bq/m<sup>3</sup> à 2 169 Bq/m<sup>3</sup>.

22 mesures au-dessus de 100 Bq/m<sup>3</sup> soit 1 maison sur 4,

15 mesures au-dessus de 200 Bq/m<sup>3</sup> soit 1 maison sur 6,

8 mesures au-dessus de 300 Bq/m<sup>3</sup> soit 1 maison sur 11,

3 mesures au-dessus de 1 000 Bq/m<sup>3</sup> soit 1 maison sur 30.

Les informations utiles aux Hauts-Alpins sont rassemblées dans ce tableau.

Département	Ref	Nombre de tests de radon dans le département	Nombre approximatif de communes du département	Nombre de communes testées	% de communes testées	Nombre moyen de test de radon par commune testée	Minimum Bq/m <sup>3</sup>	Maximum Bq/m <sup>3</sup>	plus que 100 Bq/m <sup>3</sup>	plus que 200 Bq/m <sup>3</sup>	plus que 300 Bq/m <sup>3</sup>	plus de 1000 Bq/m <sup>3</sup>	% plus de 100 Bq/m <sup>3</sup>	% plus de 200 Bq/m <sup>3</sup>
Hautes-Alpes	05	85	162	79	48.8	1.1	2	2169	22	15	8	3	25.9	17.6

Parvenir à extraire ces informations utiles à mes compatriotes vigilants à partir de l'information disponible au public résulte de temps d'effort dont les propriétaires ne disposent pas dans la vie courante, d'autant plus que la notion de potentiel radon peut être perçue comme un raccourci facilitateur.

Le même travail de regroupement de données est effectué pour la région Ile de France et pour les autres départements de France métropolitaine. Cela me semble la plus petite entité sur laquelle des considérations statistiques peuvent s'appliquer. Les données de résultat des tests de radon et les cartes et graphes de représentation de la distribution de ces valeurs pour les valeurs de 200, 400 et 1 000 Bq/m<sup>3</sup> et est au crédit de l'IRSN alors que les partitions notamment à 100 Bq/m<sup>3</sup> et à 300 Bq/m<sup>3</sup> sont effectuées à l'estime par ENVIROPORTA à partir des graphes de distribution de l'activité volumique du radon présentés département par département. Il importe de montrer le nombre et le pourcentage de mesures en dépassement des seuils de l'OMS (100 Bq/m<sup>3</sup>) ou de la France (300 Bq/m<sup>3</sup>).

Le radon présente un risque à la santé. Le radon est naturel et sourd continuellement de terre. La concentration exagérée du radon dans nos maisons et nos bâtiments est de cause artificielle car tant

qu'il s'agit de l'air libre, le radon ne se concentre pas à des niveaux préoccupants pour la santé. Le radon se disperse rapidement dehors et se retrouve au niveau de traces.

Le radon peut être classé comme problème de santé public qui peut se trouver dans des lieux privés comme chez-soi ou au bureau. Le radon ne fait pas de bruit, il est incolore et ne pique pas les yeux, il est insipide et ne racle pas la gorge, ne sent rien et ne se voit pas. Le seul moyen de savoir si l'ambiance chez-soi ou au travail est dangereusement radioactive est de faire un test de radon.

La plupart des propriétaires qui font un test de radon ont une agréable surprise puisque dans toutes les régions, se trouve une majorité de maisons où le radon est à un niveau de traces ou trop faible pour qu'on s'en préoccupe davantage. Plus rares sont les maisons qui comportent un risque élevé et encore moins nombreuses mais plus dangereuses encore, celles avec un risque très élevé. Dans le cas des Hautes-Alpes, la médiane des mesures est 51 Bq/m<sup>3</sup>, c'est-à-dire qu'il y a autant de mesures inférieures que de mesures supérieures à 51 Bq/m<sup>3</sup>. Cette valeur médiane est encore bien en dessous de 100 Bq/m<sup>3</sup>. Pour ma part et contrairement au principe de chance habituellement accepté, le plus chanceux est à mon avis le propriétaire en dépassement de seuil car le voici maintenant averti d'un risque méconnu mais bien réel qui le guette, lui et sa famille. À mon sens je le trouve donc plus chanceux que bien d'autres propriétaires qui auront acquis et déployé leur test pour rien d'autre que leur tranquillité d'esprit.

**Ile de France** : données IRSN et autres (le nombre de commune varie entre le moment du test et le nombre retenu).

Région	Ref	Nombre de tests de radon dans le département	Nombre approximatif de communes du département	Nombre de communes testées	% de communes testées	Nombre moyen de test par commune testée	Minimum Bq/m <sup>3</sup>	Maximum Bq/m <sup>3</sup>	plus que 100 Bq/m <sup>3</sup>	plus que 200 Bq/m <sup>3</sup>	plus que 300 Bq/m <sup>3</sup>	plus de 1000 Bq/m <sup>3</sup>	% plus de 100 Bq/m <sup>3</sup>	% plus de 200 Bq/m <sup>3</sup>
Ile de France	IdF	645	1289	480	37.2	1.3	1	343	52	6	2	0	8.1	0.9

**France métropolitaine** : données IRSN et autres (le nombre de commune varie entre le moment du test et le nombre retenu).

Pays	Ref	Nombre de tests de radon dans le département	Nombre approximatif de communes du département	Nombre de communes testées	% de communes testées	Nombre moyen de test par commune testée	Minimum Bq/m <sup>3</sup>	Maximum Bq/m <sup>3</sup>	plus que 100 Bq/m <sup>3</sup>	plus que 200 Bq/m <sup>3</sup>	plus que 300 Bq/m <sup>3</sup>	plus de 1000 Bq/m <sup>3</sup>	% plus de 100 Bq/m <sup>3</sup>	% plus de 200 Bq/m <sup>3</sup>
France	Fr	12629	35418	10022	28.3	1.26	1	4964	2994	1137	543	58	23.7	9.0

L'utilisation de moyennes reflète différemment les résultats des campagnes de tests et en particulier les partitions par ENVIROPORTA à 100 et 300 Bq/m<sup>3</sup> plus significatives pour des considérations de risque en France. Il se trouve qu'une maison sur 4 ou 5 en France dépasse 100 Bq/m<sup>3</sup> et qu'une maison sur 23 présente un risque radon au selon la valeur de 300 Bq/m<sup>3</sup> choisie par la France. Ceci est le résultat des campagnes de mesures faites au hasard chez des habitants.

Je suggère que la population Française serait mieux renseignée par le pourcentage de maison qui présentent un risque radon, lequel pourrait être étagé en 7 niveaux de risque (Voir [ANNEXE 5](#)) et dont voici un récapitulatif.

Niveau 7 : plus de 60% des maisons y présentent une activité volumique du radon non négligeable d'après les campagnes de tests:

Creuse : 68.2% ; Corse du Sud : 67.9% et Lozère 63.7%

Niveau 6 : entre de 50% et 60% de maisons à risque d'après les tests :

Haute Vienne: 57.4%; Corrèze: 55.9% ; Loire: 55.2% ; Allier: 50.2%; Haute Saône et Territoire de Belfort : 50%

Niveau 5 : entre 40 et 50% des maisons y présentent une activité volumique du radon non négligeable d'après les campagnes de tests:

Haute Loire: 48.7%; Haute Marne: 46.8%; Finistère: 45.2%; Morbihan et Puy de Dôme: 42%; Nièvre, Rhône et Haute Corse: 40%

Niveau 4 : entre 30 et 40% des maisons y présentent une activité volumique du radon non négligeable d'après les campagnes de tests:

Savoie, Saône et Loire, Indre, Cantal, Cotes d'Armor, Vosges, Deux Sèvres, Lot et Aveyron.

Niveau 3 : entre 20 et 30% des maisons y présentent une activité volumique du radon non négligeable d'après les campagnes de tests:

Ardennes, Ariège, Cher, Vienne, Hautes Pyrénées, Aude, Doubs, Hautes-Alpes, Calvados, Charente, Tarn et Garonne, Isère, Jura, Meurthe et Moselle, Mayenne, Cote d'Or, Loir et Cher, Dordogne et Gard.

Niveau 2 : entre 10 et 20% des maisons y présentent une activité volumique du radon non négligeable d'après les campagnes de tests:

Lot et Garonne, Ille et Vilaine, Ardèche, Manche, Orne, Loire Atlantique, Yonne, Maine et Loire, Loiret, Pyrénées Orientales, Gers, Seine et Marne, Aisne, Vendée, Eure et Loir, Oise, Vaucluse, Meuse, Moselle, Haute Savoie, Alpes de Haute Provence, Essonne, Var, Somme et Haut Rhin.

Niveau 1 : entre 0 et 10% des maisons y présentent une activité volumique du radon non négligeable d'après les campagnes de tests:

Tarn, Indre et Loire, Seine Maritime, Gironde, Pyrénées Atlantique, Sarthe, Ain, Eure, Seine Saint Denis, Val de Marne, Alpes Maritimes, Pas de Calais, Drôme, Marne, Nord, Aube, Hérault, Charente Maritime, Hauts de Seine, Val d'Oise, Bouches du Rhône, Yvelines, Bas Rhin, Landes, Aube et Haute Garonne.

Signalons dans cette liste 13 départements ayant été le lieu de moins de 100 tests de radon; 9 départements avec moins de 75 tests ; 5 avec moins de 50 et 2 avec moins de 25 tests. Ils pourraient tout probablement être reclassés à la suite d'autres campagnes de tests d'envergure, toujours dans des maisons choisies au hasard.

À l'inverse les mesures de radon faites en très petit nombre en mériteraient une vérification plus approfondie et c'est le cas en Haute-Saône qui se trouve à niveau 6 après seulement 12 tests de radon effectués dans des maisons de ce département.

Pour moi la notion de zone sans radon est déraisonnable. Les 60 tests faits dans des maisons parisiennes pourraient me donner tort, cependant je pense que la présence de nombreux réseaux souterrains d'infrastructures en profondeur crée l'effet d'un gigantesque système d'atténuation du radon à l'échelle de la capitale de la France. Il serait intéressant de faire quelques points de mesures de radon dans les zones les plus profondes du métro pour en savoir davantage. Le radon ne cherche pas tant à entrer chez les Parisiens car Paris lui offre toutes sortes de chemin plus facile vers l'air libre.

Le tableau rassemble la répartition de toute ces mesures présentées dans un graphe de distribution pour chaque département. À partir des données de l'IRSN et de leur graphes le nombre de tests en dépassement de seuils a été établi ainsi que le pourcentage qu'il représente dans un département donné et avant tout calcul de moyenne. L'information qui protège mieux un parent vigilant est un pourcentage de maisons à risque, pourcentage établi sur la base d'un volume suffisant de données recueillies autour de chez lui. Chaque carte départementale documente les tests effectués dans l'air intérieur par exemple dans une salle de séjour où une chambre de nos concitoyens. Je présente en détail la démarche pour les données des Hautes-Alpes cependant les données pour chaque département sont rassemblées les dans un tableau. Chacun en France métropolitaine peut y trouver la ou les lignes qui l'intéresse (voir [ANNEXE 3](#)).

### **Radon et considérations géologiques et médicales**

Le radon se déplace de son site de production, là où se trouve l'uranium et le radium, jusqu'à l'air intérieur de la maison ou des eaux souterraines et de façon plus intime et préoccupante jusqu'à nos

voies respiratoires, nos capillaires sanguins ou le fœtus de la femme enceinte. Compte tenu de la notion de demi vie, plus le radon est loin de sa source et plus il a de chance de se désintégrer.

L'IRSN propose une carte de radon (Voir [ANNEXE 4](#)) dans laquelle les chercheurs ont fait des inférences géologiques pour déterminer les zones les plus à risque pour le radon.

Il est vraisemblable que l'origine du radon dépasse le cadre et la profondeur de la croûte terrestre. Le radon est un gaz rare qui ne se combine pas pour former des molécules plus grosses ou moins mobiles. Le radon se déplace comme un autre gaz et plus favorablement d'un lieu de plus forte pression vers un lieu de moindre pression.

Le mouvement du radon ne me semble pas possible quand il est engoncé dans une pierre ou un métal solide et dans ce cas il deviendra en une trentaine d'année du plomb stable au même lieu où il a été produit et par exemple dans une pépite d'uranium. Pour cela les gisements connus et pour l'exploitation de l'uranium me semblent ni plus ni moins suspects pour émaner du radon.

Quand le radon n'est pas à emprisonné dans un solide, il quitte son lieu de production souterrain où l'uranium est présent à différentes profondeurs. Le radon est lui-même naturellement radioactif et dispose d'un laps de temps limité pour se mouvoir comme un gaz avant de devenir un atome radioactif solide au moment où son noyau éjecte une particule Alpha.

Une particule Alpha est constituée de 2 neutrons et 2 protons. La vitesse de propulsion de cette particule peut dégrader la chaîne d'ADN de nos cellules. Avec l'ADN endommagé, la cellule ne se reproduit pas correctement et cela explique le cancer.

S'il est exact que radon peut se retrouver dans les capillaires sanguins, il importe de préciser au lecteur professionnel de la santé ou de l'environnement que le radon est un mot-véhicule simplificateur. Peu après une désintégration Alpha du radon, deux autres isotopes de polonium détonnent, soit un total de 3 désintégrations Alpha qui ont lieu habituellement en moins d'une heure, somme des demi-vies consécutives.

Voilà des questions pour la recherche en médecine, en maladies aléatoires ou inexplicables. Il semblerait qu'on remarque beaucoup de maladies neurodégénératives, certaines seraient inexplicables et apparentées à celle de Creutzfeld-Jacob dans la région du Canada où le radon est le plus virulent et je souligne que cette concordance de lieu ne prouve rien et que je n'y connais rien. Je me limite à rapporter cette observation. Le radon et les isotopes de polonium causant 3 projections de particules Alpha en moins d'une heure constituent une hypothèse, mais pas une preuve. La détonation du radon est la seule à partir d'un gaz. Toutes les autres désintégrations radioactives qui suivent émanent d'atomes solides dans les conditions de températures du corps humain. Au bout d'une grosse 20taine d'année le plomb stable donc non radioactif peut se fixer comme une autre toxine.



La durée de demi-vie du radon est de 3.82 jours. Cela signifie qu'au bout de 3.82 jours soit 3 jours et 19h, la moitié du radon produit se sera transformé en solide radioactif. Il ne reste alors que la moitié de la quantité de radon initiale pour poursuivre la course sous forme de gaz. Au bout de 7.6 jours la moitié du radon restant soit le quart de la quantité de radon initiale se sera transformée en solide et il n'en restera que la moitié de la moitié soit le quart de la quantité de radon initiale pour poursuivre la course et ainsi de suite. Au bout d'un mois, soit 8 demi-vies consécutives, il reste beaucoup moins de radon qu'au départ, cependant si la ressource en uranium est grande, cette quantité n'est pas négligeable.

L'uranium est dense et a plus de chance de s'être retrouvé près du centre de la Terre lorsqu'elle s'est amalgamée. Le magma mobile peut en charrier de grandes quantités sous la croûte terrestre. Cette abondante source continue de radon que constitue le magma sous la croûte terrestre cherche continuellement à se frayer un passage à travers son épaisseur de 30 kms par endroits. Un déplacement ascensionnel moyen de 75 centimètres par minute ou 1 cm/s permettrait à une quantité initiale de radon divisée 8 fois par 2 de percoler continuellement à la surface de la Terre. Compte tenu de l'abondance de l'uranium, métal lourd dans les profondeurs de la terre, il peut donc provenir en abondance et de très loin sous terre.

D'autres considérations géologiques peuvent aussi apporter des éléments relatifs à la composition mieux connue des sols et de la croûte terrestre. La bibliographie démontre une dizaine d'année de recherche en cartographie géologique visant le radon. À mon avis les tentatives géologiques resteront insuffisantes à cause du magma (voir ANNEXE 14).

La notion de demi-vie est connue dans le domaine de la radioactivité et permet d'établir qu'à partir d'un lieu de production possible en grande quantité dans le magma, une partie beaucoup moins importante mais non négligeable pourrait prendre un mois, soit 8 demi-vies bout à bout pour percoler à travers l'épaisseur de la croûte terrestre

Pour des raisons de sécurité publique je préfère à la notion ambiguë de zone de potentiel radon, celle de pourcentage de maisons à risque pour le radon basé sur des tests de radon fait dans des vraies maisons où mes compatriotes habitent, et tirées au hasard. Le radon essaye d'échapper aux fortes pressions souterraines pour migrer vers des lieux de pression plus faible.

Lorsque nous inspirons, notre cage thoracique exerce des efforts musculaires sur les côtes et sur le diaphragme, créant répétitivement une cavité de plus faible pression où le radon peut s'engouffrer. Le radon est très soluble dans les liquides et les recherches ont montré sa présence dans le fœtus, ce qui ouvre toutes sortes d'autres voies pour expliquer des maladies autres que le cancer du poumon et en particulier des maladies récentes.

Le radon ne présentait pas grand risque dans les maisons des siècles passés et décennies passés où l'hiver il faisait bon se tenir près d'un bon foyer car les courants d'airs, les jours de vent y remplaçaient rapidement l'air chaud. Ce balayage continu assainissait l'air intérieur et le radon mesuré à l'intérieur ou à l'extérieur n'aurait pas montré de grands écarts sauf pendant des périodes prolongées sans vent. Le radon était alors peu aspiré dans les huttes précaires construites à même le sol.

La délimitation en zone d'encouragement le propriétaire en zone moins affectée à faire son test et avec moins de résultats de tests disponibles on a moins de chance de trouver une activité volumique du radon dans les zones dites de moindre risque.

Il n'y a qu'à Paris que l'activité radon semble hors de crainte dans les maisons à la suite de 60 maisons testées. Partout ailleurs en France métropolitaine une certaine activité volumique du radon non négligeable a été décelée dans tout département où plus de 25 tests ont été effectués. Établir des valeurs statistiques avec moins de 25 tests sur un département semble peu fiable et risqué. C'était pourtant le cas de la Haute Garonne (31) et du Tarn (81).

Les pouvoirs publics en France comme au Canada déploient beaucoup de ressources visant le développement de cartes de radon et il n'est pas certain qu'elles soient utiles à un propriétaire de maison. Un parent vigilant peut habiter la seule maison de sa commune qui présente un risque radon à la santé de ses occupants d'une commune classé à risque radon faible. Le manque de mise en garde le met à risque, lui et sa famille. Il me semble que la compréhension du risque posé par le radon chez soi est un concept difficile à accepter et que les indications devraient aller dans le sens du bien commun et du bien-être du particulier qui est de connaître son exposition au radon chez lui à partir d'une mesure de radon faite chez-lui.

Si l'on n'y prend pas garde, le radon peut venir *"jusque dans vos bras, égorger vos fils, vos compagnes"* pour reprendre la Marseillaise y compris en des lieux où le géologue ne l'anticipe pas. L'IRSN à juste titre note que *"La cartographie ne peut donc en aucun cas se substituer à la réalisation de mesures"*. Le coût de l'inaction se mesure en perte de vies humaines, de qualité de vie, de baisse de performance de nos champions sportifs et de surcharge et coûts de santé. Les Nord-américains l'ont compris et on prit les moyens. Une maison qui a du radon peut dégrader la santé de tous ceux qui y séjourneront tant et aussi longtemps qu'elle restera habitée.

Des programmes de sensibilisation au radon existent avec plus ou moins d'envergure, de visibilité et de conviction. Les sites web publics offrent des consignes de précaution plus ou moins utiles sur leurs sites

internet. Ils offrent aussi des courtes vidéos explicatives souvent par un expert au texte élaboré et rassurant faisant référence à d'autres ressources documentaires.

Faire un test de radon soi-même est un geste de vigilance simple qui coûte dans les 20 Euro des fournisseurs agréés, aussi listés par exemple dans les sites IRSN.fr ou enviroporta.com et je ne décourage jamais quelqu'un de commencer un test de radon chez soi le jour où il y pense, toutefois il est recommandé de le faire en période de chauffage, puisque nous nous tenons plus à l'intérieur qu'en été et que c'est aussi en cette période que l'exposition prend plus d'ampleur.

Il y a du radon dans toutes les maisons et il est plus facile en hiver d'obtenir une valeur quantitative plus représentative de l'air intérieur. Les fournisseurs de tests de radon distribuent avec leurs dosimètres les indications à suivre. Il s'agit surtout de noter les dates de début et la fin du test et de choisir un lieu de test représentatif, soit à l'étage le plus bas où se trouvent une pièce de loisirs, d'exercices, de vie ou de repos, plutôt proche d'un mur central de la maison, ni trop bas, ni trop haut, à une hauteur moyenne de la bouche qu'on soit allongé, assis ou debout et de conserver le numéro de référence du test pour le retrouver en cas d'erreur dans l'adressage du rapport. Les dates de début et de fin d'exposition du dosimètre servent à déterminer l'exposition moyenne dans ce lieu et pendant la durée du test.

À ce stade je recommande au lecteur de commander son test de radon de l'un des laboratoires agréés. Le dosimètre expose une surface délicate que les particules Alpha éjectées avec énergie et vitesse dans sa direction peut venir marquer. C'est le même phénomène que celui redouté sur nos cellules puisque cette particule Alpha a assez d'énergie pour détruire sur impact la chaîne ADN d'une cellule. Qu'elle soit atteinte pendant que le radon traverse nos voies respiratoires ou soit véhiculé par le sang, une cellule qui se reproduit avec une chaîne ADN endommagée peut expliquer une évolution cancéreuse. La même percussion de particule Alpha éjectée du noyau de radon qui percute la zone sensible du dosimètre laisse la trace de son impact. Le nombre d'impacts rapporté au temps d'exposition du dosimètre sert à mesurer la radioactivité moyenne sur la période et en ce lieu en Becquerels par mètre cube. Mes explications sur les dommages du radon dans les voies respiratoires ou sur les organes irrigués par de fins capillaires sanguins restent succinctes puisque je ne suis pas médecin.

Ce qui suit peut expliquer le petit nombre de personnes qui se sentent concernés par le radon. Le prochain rapport pourrait être augmenté de vos informations fiables et traçables tout en continuant à respecter comme dans ce rapport l'anonymat de chacun. En aucun cas une carte de radon peut remplacer la tranquillité d'esprit d'un test de radon fait chez soi. Toutes les maisons ont du radon par conséquent le parent vigilant teste sa maison pour sa tranquillité d'esprit et celle de sa famille. Le parent vigilant ne prête pas une grande attention pour savoir si sa maison est la seule parmi 3 ou 9 ou 33 autour d'elle ayant un niveau de radon pas ou peu préoccupant. Tester le radon reste à ce jour le seul moyen de connaître son exposition et celle de sa famille au radon chez soi.

"Zone à potentiel radon" est un métalangage utilisé en France. Ce concept de zone à potentiel radon peut prendre les valeurs 1, 2 ou 3. À mon avis ces indices restent de petits chiffres si on les compare à d'autres échelles de phénomènes naturels mieux connus du public par exemple l'échelle Beaufort ou de Richter par exemple. 3 reste un indice faible dans l'esprit de plusieurs lecteurs de cet avis municipal (Voir [ANNEXE 13](#)).

Cette commune des Hautes-Alpes fait son devoir d'alerte de ses administrés cependant le lecteur reste insuffisamment informé et ne sait pas où chercher ailleurs d'autres précisions ni en quelle unité se mesure le radon ni ce qu'indique un niveau 3 (3 sur combien ?) ni les niveaux de radon mesurés dans l'école avant et après les travaux entrepris ni si l'école a été mise en sécurité pour le radon ou pas Personnellement je pense que non.

Cette seconde partie du rapport s'adresse au propriétaire de maison en prise avec un haut niveau de radon et discute des méthodes proposées en France aux propriétaires en cas de dépassement de seuil de radon. Le principe de séparation des tâches entre un prescripteur et un exécutant me trouble car on ne sait pas vers qui se tourner lorsque cela ne donne pas les résultats espérés, chaque tentative prend des ressources au propriétaire et le fournisseur de test sort grand gagnant sort le seul grand gagnant de demandes répétées pour ses services. Cet état de fait me dérangerait moins si certains n'opposait à mon activité en travaux anti-radon une perception de conflit d'intérêt. Dans la mesure où le client me contacte car il est en dépassement de radon et que je l'en débarrasse cette situation devrait être célébrée, non entravée,

Il se trouve que je me suis rendu dans cette école du Monétier les Bains dans les Hautes-Alpes pour visiter les lieux immédiatement après que la présence d'un haut niveau de radon avait fait l'objet d'un article dans le journal quotidien le *Dauphiné libéré*, en automne 2017. À ma grande surprise sur les lieux j'y ai constaté la présence d'un dispositif d'atténuation du radon étiqueté et en service depuis probablement 5 ans, lequel à mon avis venait amplifier l'appel de radon souterrains dans les lieux plutôt de le diminuer. J'en ai informé l'ARS (Agence régionale de santé) et proposé mon expertise à la commune sans suite. L'avis public n'indique pas si *le système de brassage de l'air important* a permis de baisser l'exposition au radon dans l'école sous le seuil acceptable. Ma demande d'information n'a pas abouti et je doute que les moyens mis en place aient permis de descendre sous le seuil de sécurité et l'avis municipal reste évasif sur le résultat atteint. Des travaux ont été fait et ce peut être la seule chose qui importe à l'ARS pour classer le dossier. Pourtant cette école abrite aussi quelques logements.

Mes tentatives d'assistance suggérées dès 2017 n'ont pas abouti avec ou sans énoncer un possible conflit d'intérêt là où d'autres pourraient voir du cynisme dans trop de retenue. Le fait que je sois un expert en travaux anti-radon n'est pas une tare. Que ce soit clair, mon but est d'aider la France à y voir plus clair d'autant plus que je vois s'afficher des modules de formation sur le radon et je n'ai pas pu me documenter davantage sur ce qu'on y enseigne. Mal former une génération d'expert en radon inscrirait la France dans d'autres décennies en errance et je m'en voudrais de ne pas avoir tout essayé pour en alerter les autorités. L'ASN, l'IRSN, l'ARS et la commune ne répondant pas ou plus je me tourne vers les préfets.

Chaque pays s'organise et fixe son objectif au niveau le plus proche de 100 Bq/m<sup>3</sup> qu'il croit réaliste d'atteindre. Chaque pays choisi aussi les façons d'atteindre son objectif.

L'effet du radon sur le corps est néfaste sur le long terme et d'autres dossiers peuvent, sans être plus préoccupants être plus urgents. Pour mieux s'organiser, la France renouvelle tous les 4 ans son Plan national d'action sur le risque lié au radon et devrait être plus avancée que les pays comparables puisque nous en attendons les résultats de sa 4<sup>ème</sup> mouture en 2024.

Cette lenteur a abouti aussi à une méconnaissance très générale du public rarement alerté sur l'existence même du radon comme menace possible chez eux. De fait les personnes auxquelles j'en parle quand je rentre en France ne comprennent pas la raison d'être de mon activité professionnelle.

Ce rapport quinquennal est conçu pour aider en apportant des données encourageantes et mon opinion dans la limite de mes moyens, je l'écris sans contraintes ni complaisance, sans prétention ni moyens, ce qui le rend le texte un peu décousu. Je souhaite que le prochain rapport abonde en expériences vécues par mes compatriotes aux prises avec trop de radon.

À l'air libre dehors, le radon se disperse rapidement à des niveaux de traces ainsi l'espèce humaine ne s'est pas adapté à des plus fortes concentrations du radon pendant ces millénaires puisque c'est en milieu artificiel bâti que le radon peut se confiner pour créer un danger ailleurs que dans des galeries souterraines. En principe une espèce s'adapte sur des millénaires à des modifications environnementales cependant le risque radon commence à devenir une préoccupation sanitaire peu après les chocs pétroliers et c'est à partir de ce moment-là que nos habitations ont changé pour devenir plus étanches au vent, limiter les courants d'air et moins énergivores.

Plus un bâtiment est résistant au vent et plus le radon qui y pénètre par son contact au sol peut générer une exposition néfaste à tout ce qui y respire. Ni l'expert ni le propriétaire ni une carte ne peuvent prédire s'il entre peu ou beaucoup de radon dans un bâtiment même avant sa construction mais le radon est plus facilement aspiré dans un bâtiment comme une maison que par un stationnement, une pelouse ou un trottoir avoisinant. Il y a du radon dans toutes les maisons et pour savoir combien il s'en accumule il faut y faire un test de radon. Chacun devrait faire un test de radon chez soi et en premier ceux qui habitent en sous-sol ou en rez-de-chaussée puisque le radon ne résulte pas d'une pollution de l'air ambiant mais bien d'un transfert de la terre vers les lieux clos bâtis et reposant sur la terre. La terre expulse du radon continuellement et du radon peut se concentrer sans qu'on s'en aperçoive.

### **Le point sur les actions correctrices**

Cette partie du rapport traite d'actions correctrices dans une maison où la concentration de radon est dangereuse puisqu'il en existe. Par exemple pour le moment j'ai su baisser le radon en dessous du seuil acceptable dans toutes les maisons où on m'a appelé pour corriger un risque initial faible, élevé, parfois même très élevé de radon. Ce travail est souvent appelé remédiation, mitigation ou atténuation du radon. De la conception au suivi de la baisse de la concentration du radon en Bq/m<sup>3</sup>. ENVIROPORTA rassemble les techniques qui donnent ce type de résultats sous le vocable de travaux anti-radon. Cette méthode déroge des diverses indications que l'on peut trouver au Canada et en France par le fait que je suis au pied de chaque lettre le principe ALARA éliminant chaque fois que possibles les étapes qui retarderaient la mise en sécurité de la maison. L'urgence n'est pas tant liée à l'exposition des clients au radon puisque les dommages causés par le radon sont sur le long terme. L'urgence est plutôt dans la recherche d'une intervention spartiate efficace et à bas prix. Des activités non nécessaires ou des obligations de choix de matériaux non justifiés ne peuvent que grossir une facture. Plus l'assainissement est cher et plus le propriétaire risque de retarder sa décision ou de renoncer tout sec à les faire. Le principe ALARA est pour moi un moyen d'épurer ce qui peut l'être et d'offrir une atténuation du radon efficace et au juste prix. Lorsque je rentre chez un client mon urgence devient la mise en sécurité durable

de l'air intérieur de la maison quant à l'exposition au radon. Sur ce plan je voudrais voir plus d'organismes de défense des consommateurs dans les panels qui décident des marches à suivre que tous doivent par la suite appliquer.

La séparation du diagnostic et des travaux proprement dits est un autre principe qui sera difficile à m'expliquer tant il est possible de prendre de raccourcis avant et pendant les travaux.

En attendant une souplesse dans la réglementation française qui encadre le radon, je souhaite dans mes prochains rapports inclure d'autres techniques concluantes et leurs résultats, une initiative salubre, plus informative et moins évasive qu'un guide, chaque maison étant différente d'une autre par bien des aspects. Mon principe de base est d'assister le plus grand nombre possible de propriétaires tout en respectant le cadre réglementaire français et européen. L'accord entre le Canada et l'Europe facilite l'échange de produits et de services. Le professionnel du radon s'occupe de tout un peu comme cela semble se passer en France pour l'activité de dératisation par exemple.

L'IRSN commence à documenter différentes approches avec leurs fiches-résultats ce qui me semble plus instructif et utile aux propriétaires que bien des ouvrages, guides et livres blancs disponibles en France sur le radon.

Pendant mes activités professionnelles et rencontres sociales j'ai personnellement incité de nombreuses personnes à tester le radon chez elles et la grande majorité ne l'a pas fait en m'indiquant des motifs que je sais non fondés: ma maison est vieille, ma maison est récente, je suis bâti sur du sable, sur de l'argile, sur du calcaire, ma voisine n'a pas de radon chez elle, ma dalle est saine et résistante, il n'y a pas de radon en ville, je n'en ai pas entendu parler et s'il y avait un réel problème les autorités publiques locales nous auraient informé et renseigné sur les conduites à suivre, j'ouvre souvent mes fenêtres, j'ai fait installer un bon échangeur d'air, etc. Des personnes sensibilisées font le test de radon la suite de mon message d'alerte et j'ai remarqué que ce sont celles en dépassement de seuil qui se souviennent de moi comme de la personne les ayant conseillé de se procurer un test. Pour ma part j'ai l'impression de faire ce que j'ai à faire et de parler plus volontiers d'un sujet que je connais mieux et dans un rapport d'aide.

Bien souvent je parle aussi du radon à des professionnels qui ont affaire avec des clients pour d'autres soins de corps qu'ils soient coiffeurs, podologues, en pédicure ou en manucure, et ceux qui offrent des soins de proximité et je partage avec eux l'idée que de parler du radon, un sujet méconnu du public,

peut fidéliser une partie de leur clientèle. Si grâce à une telle discussion son client fait un test de radon il ne s'en souviendra pas longtemps dans la plupart des cas, cependant si le résultat est haut et révèle qu'il y a danger d'exposition au radon chez lui, ce client-là se souviendra longtemps de la personne qui l'a convaincu de faire le test de radon au tout début.

Je suis aussi souvent appelé pour mes services par des médecins et des professionnels de l'environnement et souvent référé pour des travaux anti-radon par des gens qui ont fait leur test à la suite de la recommandation de leur médecin, naturopathe ou physiothérapeute qui ont aussi été une importante proportion de mes premiers clients.

Les sportifs de haut niveau ont besoin de toute leur capacité pulmonaire et certains groupes d'intérêt public au Canada ont eu l'idée de faire appel à des hockeyeurs célèbres, attaquants comme défenseurs comme ambassadeur du risque du radon auprès du public. La tenue en France des Jeux Olympiques de 2024 pourrait être une occasion d'amplifier le message de prévention du radon. Ces athlètes ont tout à gagner à garder leurs poumons dans une santé optimale.

Il m'arrive souvent de demander à mes clients en prise avec une concentration importante pourquoi ils ont fait un test de radon chez eux et ils se souviennent presque toujours de la personne clé ou de l'autre élément déclencheur telle qu'un avis dans les médias ou une mise en garde postée chez eux par le gouvernement.

Deux maisons qui auraient le même apport en radon provenant du sous-sol, c'est celle avec les murs extérieurs et en général l'enveloppe extérieure la plus scellée, la plus étanche au vent qui confine le radon à des niveaux plus hauts que l'autre. Les chocs pétroliers se sont répercutés sur le prix de l'énergie qui s'est mis à monter rapidement au cours des décennies 1970, 1980 et depuis. Cela peut expliquer pourquoi ni nos parents ni nos enseignants ni nos médecins ont mis en garde ou alerté à propos du radon. En France et au Canada les maisons ont été bâties ou rénovées pour qu'elles consomment moins d'énergie de chauffage. La résistance au vent de l'enveloppe de la maison fait partie des la liste de améliorations apportées à un nombre de plus en plus grand de maisons neuves ou existantes. La conséquence sur la concentration du radon dans l'air intérieur a été spectaculaire et correspond à une augmentation progressive dans le temps de ce risque jusqu'à sa désignation comme cancérigène certain en 1987 et comme second vecteur de cancer du poumon après le tabagisme, risque évitable si on fait le nécessaire d'après l'OMS en 2009, année de création d'ENVIROPORTA.

J'ai eu la chance de connaître le docteur feu Arthur Scott, inventeur d'une méthode adaptée par plusieurs pays et présentée comme la meilleure ou parfois reléguées en situation de dernier recours y compris dans le premier règlement sur le radon de l'ASN. Le Canada a suivi une politique pragmatique axée sur des campagnes d'information du public sur le risque du radon, un message simple et clair: si vous avez une demeure, testez le niveau de radon ou faites-la tester par un professionnel agréé. Chaque mois de novembre est décrété *mois de l'alerte du radon*, est c'est une occasion supplémentaire de battre tambour auprès de la population. L'Europe a décrété une journée d'alerte radon aussi en novembre, le 7 je crois. De plus, au Canada, une dizaine de professionnels du radon ont été agréés par le gouvernement fédéral dans chaque province : un peu plus dans les grosses provinces de l'Ouest et un peu moins dans

les petites provinces de l'Est pour aider les propriétaires en dépassement de seuil de radon dans l'air intérieur. Cet agrément, à la fois ardu à obtenir et à renouveler rassure le public et a créé une communauté d'atténuateurs du radon professionnels et passionnés qui s'impliquent dans des événements et dans des rassemblements, temps propices aux échanges d'idée et de partage de nouveaux savoirs dans le domaine très particulier et par de nombreux aspects contrintuitifs des travaux d'atténuation du radon. Le prochain aura lieu précisément à Moncton au Nouveau-Brunswick, la province de loin la plus virulente pour le radon d'après les résultats de la plus grande enquête pan canadienne jamais réalisées pour mesurer le radon (Voir ANNEXE 6).

La demande de service reste fluctuante et lorsque point avait été fait entre nous, aucun de ces professionnels ne faisaient que de l'atténuation du radon. Chacun d'entre nous avaient menons des occupations professionnelles complémentaires en parallèle. Chaque chantier d'atténuation du radon exécuté chez un client est une occasion d'affiner son savoir-faire, de le confronter au réel d'observer mieux et de s'améliorer.

Il serait théoriquement possible à un professionnel en travaux d'atténuation du radon d'assainir une centaine de maisons par an et donc de traiter dans l'ensemble un total de 20 000 maisons par an lorsque la demande sera plus abondante. Le Canada compte 7,5 millions de maisons individuelles dont une moyenne de 6.9% présentent un problème de radon soit environ 500 000 maisons ce qui pourrait nous occuper pendant les 25 prochaines années. Cette perspective canadienne est représentée par la ligne rouge (voir ANNEXE 8)

En France si on a un peu plus de 20 millions de maisons individuelles, 4.4% soit 880 000 présentent une exposition au-dessus du seuil de 300 Bq/m<sup>3</sup> et 4.8 millions présentent une exposition qui dépasse 100 Bq/m<sup>3</sup>, seuil plancher de l'OMS et probable seuil commun à long terme.

Le Canada réagit de façon pragmatique là où la France choisi une approche résolument théorisée et méthodique qui la maintient, tant que les ressources restent évasives, dans un immobilisme que je trouve préoccupant.

Ce rapport quinquennal voudrait s'adresser aux propriétaires vigilants en prise avec une concentration dangereuse de radon cependant ils sont en trop petit nombre ceux qui ont déjà testé et qui se savent en danger. Connaissant le radon comme risque bel et bien présent chez eux, ils peuvent maintenant faire le nécessaire pour le contrer. Dedans comme dehors, il reste toujours du radon en traces alors on cherche à réduire son exposition. On ne parle pas d'élimination mais plutôt d'atténuation, de mitigation ou de travaux anti-radon.

Dans mon premier rapport quinquennal, en 2018, j'ai publié un graphe montrant les niveaux de radon avant et après mes travaux anti-radon sur 30 maisons (voir [ANNEXE 10](#)). La réglementation Canadienne permet au professionnel de s'occuper de l'ensemble des travaux d'atténuation de la conception jusqu'à la mise en service. La mesure de radon post atténuation est effectuée par un tier.



Je me suis livré au même exercice, 5 ans plus tard, en rassemblant les récentes données avant après l'atténuation du radon dans 30 maisons dont les propriétaires m'avaient confié les travaux. Les résultats de cette récente compilation sont présentés dans les graphes. (Voir [ANNEXE 11](#))

Pour simplifier la comparaison visuelle des graphes établis à 5 ans d'écart (voir [ANNEXE 12](#)), j'ai utilisé la notion d'efficacité.

L'efficacité d'une atténuation du radon est définie par  $E = ( 1 - ( \text{Finale} / \text{Initiale} ) ) * 100$

E est sans unité et présenté en %

Finale et Initiale sont en Bq/m<sup>3</sup> les mesures de radon avant et après les travaux anti-radon.

L'Europe semble prendre en main ses avancées en matière de radon et des structures nationales et internationales s'interrogent sur les aspects éthiques de collection de données qui rendent compte de ce qui se passe dans les lieux privés que sont les maisons ou sur des thématiques de recherches nouvelles en physique nucléaire. Le radon est traité comme un domaine très vaste avec des recherches en laboratoires et dans les accélérateurs de particules mais il me semble que l'aspect remédiation dans les bâtiments progresse trop lentement.

L'approche méthodique de la France conduit à la publication de livres, de guides et de livre blancs sur le radon. Ces guides sont les ressources vers lesquelles les autorités nationales ou locales telles que les ARS (Agences régionale de santé), orientent les propriétaires de bâtiments recevant du public pour des conseils, les agences sont dotées de personnel qui comprennent bien les enjeux du radon mais qui manquent d'expérience en travaux d'atténuation du radon car il n'est pas de leur attribution de se prononcer ni de suivre des chantiers. Ils distribuent ces guides par devoir et parce qu'ils n'ont pas d'autre choix, plutôt qu'en connaissance. Ils n'ont souvent pas plus d'expérience sur le radon que les personnes qu'ils aident car ils n'ont pas non plus mandat à l'être. Ils connaissent les risques du radon sur la santé et distribuer des guides.

Comme expert en travaux anti-radon je trouve que les guides, et livres blancs et autres feuilles d'audits distribuées à présent aux propriétaires en France ne leur sont pas utiles. Je souhaite que les agences qui participent à la distribution de ces guides telles que les ARS protègent mieux les gens qu'ils aident et qu'elles établissent avec eux des rapports fondés sur l'amélioration du savoir. Je leur suggère d'établir un contact vrai donnant donnant avec les propriétaires qui les sollicitent et de les servir tout en favorisant des retours d'information afin qu'elles soient mieux documentées pour mieux renseigner avec des informations plus utiles que futiles par la suite, lorsqu'une quantité critique de retour sur expérience

aura été accumulée. L'atténuation du radon est une expérience quasiment unique pour un propriétaire et au niveau d'une ARS, le responsable radon peut faire à mon avis une réelle différence sur le moyen terme et le long terme s'il s'organise dans une démarche de cueillette et une séparation de l'utile et du futile dans ce domaine.

Ces guides et feuilles d'audit radon sur lequel nos instances françaises travaillent depuis 1987 ou depuis 2009 devrait être rédigé, éprouvés, révisé et corrigés depuis longtemps si les moyens mis en place au niveau national avaient fait preuve de sérieux et de compétence mais les guides se succèdent et se ressemblent comme si quelqu'un ou quelque chose ou une pression, d'un cortège d'intervenants par exemple, s'y oppose et se sont succédés ces guides sur le radon qui ne sont pas plus qu'une liste de vœux sans référence à aucun changement attendu en Bq/m<sup>3</sup>. Une course à obstacles qui ramène souvent à la case de départ : il est temps de recommencer votre test de radon. Cette situation maintient l'inquiétude du propriétaire vigilant vis-à-vis de son exposition au radon.

Le propriétaire se retrouve perdu dans son exposition néfaste et inquiétante surtout s'il y a des bébés ou d'autres personnes qui quittent rarement la maison. Le recours aux professionnels de test et de diagnostics sont aussi autant de dépenses qui ne règlent pas son problème. Ces professionnels peuvent proposer des recommandations. Lorsqu'elles ne fonctionnent pas le propriétaire ne peut pas faire porter la responsabilité sur l'expert qui s'est prononcé ni sur le guide qu'il a suivi puisque la réalisation des recommandations est laissée au propriétaire ou à d'autres intervenants auxquels on peut jeter l'opprobre.

La pertinence des conseils proposés par les guides qui doivent aussi servir à la formation des diagnostiqueurs n'est ni démontrée dans le texte ni vérifiée dans mon expérience sur le terrain. Les guides ne comportent pas d'exemple réel démontrant l'efficacité des conseils qui y sont consignés. Selon moi, les étapes préconisées prennent du temps, de l'énergie et des ressources aux propriétaires, et les plus endurants ou opiniâtres d'entre eux en viendront à demander une série de tests dits de niveau 2 (N2) à propos desquels je compte aussi partager ma lourde suspicion.

J'avais suggéré depuis longtemps que chaque maison étant différente, une approche au cas par cas me semblait la plus rationnelle. L'IRSN semble en avoir tenu compte et se singularise avec la publication de fiches d'atténuation du radon. Chaque fiche d'atténuation du radon présente des caractéristiques principales d'une maison, les actions correctives mis en œuvre et l'effet de ces dispositions avec les mesures en Bq/m<sup>3</sup> avant et après les travaux de mitigation du radon. Une maison, une fiche et le contenu expérimental est de rigueur scientifique. Ces fiches sont informatives, car leur résultat est quantifié en Bq/m<sup>3</sup>. J'approuve cette approche humble qui s'éloigne de l'esprit d'un guide fourretout qui ne tient pas compte des différences d'une maison à une autre.

Dans ma pratique, à tout rapport écrit ou verbal qui ne sert à rien, je préfère appliquer ALARA et accompagner le propriétaire jusqu'à l'atténuation efficace et mesurés du radon dans sa maison. Je ferme le dossier lorsque la famille de mon client est en sécurité chez elle.

Mon inquiétude est accentuée lorsque j'ai été surpris par la figure 3 de l'Étude menée conjointement par le CEREMA, le CEPN et une université étrangère dans la communauté de commune du Pays de Vesoul et du Val de Saône en Franche-Comté, un article facile à trouver sur internet à partir du titre mais disponible en anglais seulement (voir ANNEXE 17).

INSERER TOUT VESOUL ICI

Cette récente recherche financée par l'Europe et menée en France était dirigée par le CEREMA (Centre d'étude et de d'expertise sur les risques, la mobilité et l'aménagement) et mené par le CEPN (Centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire), pas d'université française mais une université de la Confédération helvétique et la communauté de communes du Pays de Vesoul et du Val de Saône (175 communes pour 75 000 habitants). Un projet recherche en sciences citoyenne avec des participants volontaires. La participation citoyenne a été de 2 individus lors de plusieurs étapes pour un maximum de 6 personnes ainsi qu'il est indiqué dans la figure 3 de l'article en référence.

Les conclusions ne permettent pas d'établir combien de participants sont toujours en présence de hauts niveaux de radon chez eux parce que ce n'était pas le but de l'étude. Le but de l'étude était de déterminer lequel d'un guide pratique ou d'un expert en personne était le plus approprié d'après les participants. L'article s'étend sur des considérations éthiques et la protection de l'anonymat est centrale. Je remarque l'anonymat protège aussi bien le public que les deux experts. La question de danger pour la santé des participants dangereusement exposés au radon chez eux n'est pas envisagée or ma priorité ALARA aurait d'abord été la mise en sécurité de chaque participant volontaire et de sa famille avant de prendre leur réponse à cette question. Je ne suis pas rémunéré pour mon temps pris pour rassembler et analyser les données, rédiger ni communiquer mon rapport et présenter ce rapport. Il me semble cruel de replacer des souris de laboratoire dans une cage contaminée une fois l'expérience et l'activité de recherche terminée. Je partage ici m'inquiétude sur le manque de jugement d'un tel projet jusqu'à sa finalité attendue. Sa mise en train par un organisme sérieux comme le CEREMA me pose des doutes ainsi que la mise en œuvre de notre capacité de recherche pour une telle étude. Je me représente la situation dans la carlingue d'un avion de passager en avarie au sol et dans laquelle une enquête serait menée sur un échantillon de passagers volontaires pour déterminer combien préfèrent avoir un document plutôt qu'une personne dite qualifiée pour leur expliquer la panne. Après avoir répondu ils retournent s'asseoir avec les autres.

À première vue cette difficulté pour trouver des volontaires confirme l'impression que le public est mal informé sur le radon. C'est d'autant plus troublant que cette communauté française avait été le lieu d'un projet pilote antérieur de test de radon d'envergure. On parle d'un lieu où le radon et son risque n'est pas présenté pour la première fois et où plus de volontaires se sachant en dépassement de seuil auraient pu participer.

Ma tentative de commentaire n'a pas abouti mais elle a donné lieu à une réponse des chercheurs (voir ANNEXE 13). Ce travail non rémunéré est une occasion de faire connaître mes commentaires en toute liberté et j'ai pris soin de partager le refus dûment circonstancié.

Cette étude révèle un large désintérêt du public en France pour ce qui touche au radon, même si on en a trop chez soi. Sans générer de crise de panique, les capacités des organismes compétents et des chercheurs pourraient viser en mode urgent à contrer la méconnaissance générale du radon comme matière à risque léthal.

Ce désintérêt peut être entretenu - et c'était un sujet de ma première partie de ce rapport- une conséquence de la documentation existante à propos du radon et sur des choix mathématiques et éditoriaux dont les tendances convergent vers une minimisation du risque. Tout se passe comme si l'État craignait de lancer l'alerte publique par manque de savoir-faire pour y remédier or cette partie démontre qu'il est possible de maîtriser le radon et de l'atténuer.

Seules les personnes qui ont eu la curiosité de mesurer le radon chez elles peuvent donc se savoir en milieu fortement radioactif et pourraient avoir fait appel à mes services pour assainir leur maison. Pas les autres, soit qu'elles ne se sentent pas concernées, soit que le radon chez elles soit au niveau de traces, ce qui reste le résultat le plus probable d'un test de radon dans une maison.

La France cherche à faire la lumière sur le radon et à avancer avec une approche méthodique. Ainsi plusieurs projets pilotes aboutissent chacun et au mieux à un petit nombre possible d'essais et de réussites tandis que le Canada s'est doté de la capacité de régler la menace du radon dans 200 maisons à la fois.

Au rythme actuel où si peu de Français mesurent spontanément le radon chez eux et peu corrigent une situation d'exposition dangereuse au radon avec succès, la courbe de mortalité liée au risque du radon en France peut être représentée par la courbe bleue avec une croissance liée au temps vécu dans des maisons de plus en plus étanches au vent. Il faut plusieurs années à pour une personne exposée avant de déclencher peut-être un cancer du poumon trop souvent diagnostiqué quand il est trop tard et trop souvent léthal en peu d'années. Le schéma (voir [ANNEXE 8](#)) est mon interprétation de l'incidence sur la mortalité annuelle en lien au radon dans les décennies précédentes et futures et un appel au réveil de la France en matière de tests de radon et de méthodes d'atténuation du radon.

La France semble opter par une approche réglementaire et de fait très peu de gens se sentent concernés par le radon. Pour le résidentiel, par exemple, la seule obligation consiste à ajouter une phrase à propos du radon sur un document légalisé lors de transaction immobilière ou de location de logement, celles-ci ne s'appliquent qu'en zone dites à potentiel radon 3, à l'exclusion des 2 autres et aucune des dispositions ne nécessitent de mesurer le radon chez-soi.

Afin d'aider mes compatriotes tout en me conformant à la réglementation française j'envisage de recueillir de documenter de façon traçable mais anonyme dans le prochain rapport. Cela me semble un moyen parmi d'autres pour comparer si le travail lui-même peut favorablement être confié à d'autres, non habitués avec le radon. Nous saurons alors si ce mode d'opération, nouveau pour ENVIROPORTA puisque nous effectuons de A à Z tous nos travaux anti-radon au Canada, incluant la conception et sa mise en place dans la maison donne des résultats comparables lorsque les travaux sont effectués en deux temps, soit par le propriétaire soit par une autre entreprise.

La réglementation canadienne n'autorise pas cette éventualité qui peut placer à leur insu des personnes ou des travailleurs en milieu fortement radioactifs et désire s'assurer que celui qui est au front durant les travaux soit suivi de la même façon que s'il travaillait dans une zone radioactive d'une centrale nucléaire.

Chaque maison diffère et l'espérance qu'un guide permettra d'enrayer plus rapidement le problème lié au radon dans un bâtiment me semble plus improbable que le fleurissement et le succès en affaires des cabinets de mesure du radon. En effet plus le propriétaire effectue d'essais inopérants sur son exposition excessive au radon, plus il a besoin de recommencer souvent un test le radon chez lui.

De façon imagée, je me représente le propriétaire en prise à un problème de radon comme une bille lancée dans un flippeur, ballotant d'une lecture de guides à une grille d'audit radon, d'un conseil à une autre avec plus ou moins de succès ou de revers en lien à les actions correctives qu'il choisit et dont il fait les frais. Ses fréquents recours à des services de mesures de radon pour leur validation seraient autant de poussoirs construits dans le jeu et donc infaillibles. Le jackpot correspond au recours du propriétaire à une batterie de tests de radon dits de niveau 2 (N2).

## N2

De toutes ses consultations, aucune ne sera jamais futive puisque l'implémentation de ces conseils est laissée dans les mains du propriétaire ou à l'entreprise de son choix qui réalise les travaux préconisés. Ces entreprises ne doivent pas avoir de compétence en radon où alors les autorités y verraient semble-t-il un conflit d'intérêt.

(BROUILLON)

Le milieu de la recherche médicale ne voit pas d'avenir dans le radon, une matière qui décentrerait la capacité de recherche de la production de résultats "in labo", le but qu'il lui importe d'optimiser. Les

cortèges de patients passent à travers les protocoles de tests de leurs machines diagnostique puis rentrent chez eux où le radon peut les piéger. Il y a bien des recherches ici et là dont celle qui indique la présence de radon dans le fœtus, donc au-delà du poumon. Le transfert du gaz radon du côté gazeux vers le côté sanguin des alvéoles pulmonaires et le bombardement des particules Alpha du radon et des poloniums ne fait pas de doute à quelqu'un comme moi qui n'y connaît rien mais qui constate dans sa région du Canada et peut être de l'Amérique et du monde qu'il semble y avoir plus de problèmes de santé qu'ailleurs. Je ne suis pas épidémiologiste et ceci ne sont que mes hypothèses. Il faut savoir que les 3 agressions par fission atomique de particules Alpha se suivent dans l'espace d'une demi-heure. On parle de radon mais ce sont les isotopes de poloniums qui sont des solides qui sont redoutables et peut être le plomb stable s'il n'a pas été évacué du corps.

### **Le Nouveau-Brunswick au Canada**

Au Canada, une vaste campagne de mesure du radon dans les maisons a eu lieu. Une centaine de maison choisies au hasard dans chaque région de santé soit un total quelques 13 000 mesures de radon. Les résultats en ont été publiés en 2012 : c'est *l'Enquête pan canadienne sur la mesure du radon*. Il appert que toutes les régions comptent des maisons où le radon est un risque dans des maisons autrement dit il n'existe pas de région sans risque. Le Canada dans son ensemble compte 6.9% de maisons présentant un risque radon à leurs occupants compte tenu que ce pays a adopté 200 Bq/m<sup>3</sup> comme seuil. Cela fait 1 maison sur 8 à l'échelle du pays. Si le Canada avait adopté 300 Bq/m<sup>3</sup> comme la France ce serait 1 maison sur 18. Au contraire, en appliquant la valeur 100 Bq/m<sup>3</sup> de l'OMS, ce serait 29.5% des maisons soit une sur 3 ou 4 ce qui est un résultat comparable à la proportion correspondante pour la France.

Dans toutes les zones, la plus grande classe est celle représentée par les maisons où le radon est mesuré au niveau de trace. La tentation est alors grande et c'est le choix de certains pays de le faire de présenter à leurs populations des résultats établies sur des moyenne de radon mesuré. En général, tout utilisateur de moyenne de radon induit un biais rassurant. Ce sont bien les plus rares maisons où le radon est en fort dépassement qui posent le plus grave danger à ceux qui y logent.

Le Nouveau-Brunswick se démarque des autres provinces canadiennes comme celle présentant le plus haut pourcentage de maisons à haut risque pour le radon. (Voir [ANNEXE 6](#)) Le Nouveau-Brunswick comporte 7 régions de santé. Celles situées dans la moitié sud ont toutes des pourcentages de maisons à risque en dessous de 20% avec une région au sud-ouest à 10% ; celles situées dans la moitié nord de la Province ont un pourcentage au-dessus de 20% avec une région à 40% dans le coin Nord-Est. Celle-ci est vis-à-vis d'une partie de la Gaspésie au Québec de l'autre côté de la Baie des Chaleurs et cette région du

Québec affiche 37% de maisons à risque pour le radon. La création d'ENVIROPORTA dans la région présentant 40% de maisons à risque était donc à son démarrage, atout à fait fortuite.

Pour aller plus loin dans l'analyse des données j'ai fait la demande des données brutes pour les analyser. Il se trouve que le Nouveau-Brunswick, une petite province du Canada Atlantique, représente 6% des presque 14 000 mesures de radon mais aussi 30% de toutes les mesures du Canada qui dépassent 947 Bq/m<sup>3</sup>. Dans une distribution normale 6% et non pas 30% serait attendu dans n'importe quelle classe mais ce n'est pas le cas pour le pic de radon au Canada.

L'enquête Pan Canadienne de mesure du radon reste la plus grande de cette envergure et avec des maisons tirées au hasard. Depuis, de nombreuses régions et communautés ont été le lieu d'activités de mesure plus intenses révélant davantage de régions préoccupantes pour le radon et donnant lieu à des décisions des pouvoirs publics adaptées aux résultats obtenus localement. C'est ainsi que des régions en Colombie Britannique et des villes telles que Guelph ou Kanata dans la province d'Ontario ont adopté des règlements spécifiques visant les maisons neuves et les maisons existantes. Il semble moins probable que des décisions soient prises au niveau municipal qui ne tirent aucun avantage financier direct de la baisse de coûts de santé auxquelles peuvent aboutir à long terme toute stratégies anti-radon. Il est remarquable que quelques élus aient ainsi joué un rôle de pionnier dans ce domaine pour faire une grande différence et protéger leurs administrés.

Personnellement j'ai pu alerter la Ministre de la Santé l'Honorable Jeanne Philpott et une conseillère municipale de la ville de Bathurst au Nouveau-Brunswick, Madame Anne-Marie Gammon. La Conseillère a été bouleversée aux larmes pensant que la région allait continuer à se vider et je l'ai immédiatement rassurée en lui disant que les techniques existent pour réduire le radon et assainir les lieux où le radon présente un danger. Elle a compris que le message du radon doit véhiculer l'alerte sanitaire et l'optimisme en lien au savoir-faire des professionnels du radon agréés par le gouvernement. À l'époque j'étais le seul professionnel certifié pour le radon et personne ne me demandait des services malgré trois conférences organisées coup sur coup par le Ministère fédéral de la santé dans la ville. Un petit nombre d'une quinzaine de personnes y participait chaque fois. J'ai averti la Ministre que cela ne donnait rien car le message était trop abstrait et par la suite, avec le support de cette élue municipale Bathurst, Nouveau-Brunswick a obtenu quelques 500 tests de radon gratuits à distribuer à sa population. C'est ainsi que localement l'effort d'alerte jusque-là incompris devenait pour les participants une réalité, chacun recevant quelques mois plus tard le résultat de la mesure du radon prise pendant la période de chauffage.

J'ai aussi eu l'occasion de parler du radon à l'Honorable Justin Trudeau, Premier ministre du Canada lors de son exercice de relation publique Q&A (Questions and Answers) à Miramichi qui est disponible sur youtube. Il se proposait alors de répondre de chic aux questions du public et je lui ai posé une question sur le radon l'informant qu'il était dans un endroit où il est plus fort que partout ailleurs au pays. Plus précisément je lui demandé où sont les murs où on peut afficher les posters d'alerte du Ministère Santé Canada puisque notre bureau régional est situé à Halifax en Nouvelle-Écosse soit à 4 ou 5h de route de chez là. Il a d'abord félicité le Ministère de la Santé de se préoccuper de ce problème qu'il ne connaissait pas. 2 jours après son retour à Ottawa, un message twitter du Ministère de la Santé du Canada indiquait qu'une formation en ligne sur le radon était mise à disposition en français et en anglais avec inscription

gratuite pour tous les médecins du Canada. Le Canada mise sur l'éducation du public pour répondre au risque posé par le radon. Si le message d'alerte au radon peut être relayé par les fournisseurs de soin de santé, il devient plus crédible et mieux véhiculé que s'il est uniquement relayé par des entrepreneurs agréés pour s'occuper du radon.

En France, je suis intervenu à l'initiative de l'IRSN sur quelques maisons en dépassement de radon dans le cadre de projets pilotes. J'ai pu faire la démonstration de mon approche et indiquer comment je m'y prendrais pour chasser le radon de ces maisons. Ma démarche pragmatique ne cadrait visiblement pas avec les idées mises en avant par un organisme de recherche appliquée auquel le dossier radon reste confié depuis de nombreuses années et en lequel l'ASN semble avoir toute confiance. De ces échanges sur site et à distance un article est paru comme complément en ligne à la revue de l'IRSN, Repères No 32 de février 2017. Page 20 se trouve un article d'intérêt public sur le radon et sur la gauche de la page se trouve la mention d'un renvoi en rouge vers ce complément, uniquement disponible sur internet et intitulé: *Métier d'atténuateur du radon au Canada* (Voir [ANNEXE 9](#))

Au cours des années j'ai essayé de prendre contact avec des responsables à plusieurs niveaux, leur indiquant ma grande réserve quant à la réponse de la France au problème causé par le radon. La grande inquiétude semblait être une apparence de conflit d'intérêt de la France et si j'ai bien compris, il devait être interdit à toute entreprise agréée pour le radon d'effectuer des travaux d'atténuation du radon qu'elle préconise.

Là encore les données ont été arrangées par ordre croissant de valeur finale. Pour assurer une meilleure comparaison des deux graphes, la valeur 4800 Bq/m<sup>3</sup> d'une maison avant travaux a été tronquée à 3000 Bq/m<sup>3</sup>. Ceci n'a pas été nécessaire dans le graphe suivant utilisant l'échelle logarithmique.

Pendant ce temps la France a créé une situation où les seuls professionnels reconnus dans le domaine du radon s'appliquent à sa mesure. Mesurer le radon est une démarche simple que peut facilement faire soit même un propriétaire de maison cependant la mesure du radon dans des grands bâtiments qui accueillent du public peut nécessiter leur validation par un organisme compétent et reconnu. Ces entreprises reconnues dans le domaine du radon sont donc celles vers lesquelles les décideurs semblent s'être tournés pour leurs avis et leurs stratégies pour diminuer le radon dans les grands bâtiments.

Il me semble ainsi avoir assisté pendant des années à une lente mais sûre mainmise des professionnels de la mesure dans le domaine du radon en France. Mes interventions pour renverser la vapeur sont restées vaines jusqu'à présent et on m'a fait espérer tous les 4 ans les résultats du prochain Plan national d'action 20xy, 20xy+4 sur le risque lié au radon sans aucun changement de vision pour les parents vigilants tandis que les micro-projets pilotes aux aboutissements concrets évasifs passaient d'un beau paysage à un autre beau paysage dans notre belle France.

Mes tentatives de me faire connaître des chercheurs en oncologie que je pensais responsable du volet médical de ce plan national d'action sont restées lettres mortes. Ils auraient pourtant été les premiers à mesurer le radon chez eux et à avoir besoin de mes services.



Ce rapport est l'occasion pour moi de faire le point. En France comme au Canada je remarque des dérapages et il me faut de temps à autres prendre plume ou le cellulaire pour exprimer mon désaccord lorsque l'évolution contrevient au principe ALARA. Il me faut dénoncer les tentatives qui rendent mon travail moins fluide plus lent et donc et plus cher au final car une augmentation de coût devenus arbitrairement obligatoires rendrait mon travail moins abordable pour et des clients qui pourraient les trouver trop chers, les retarder ou y renoncer tout net. De la même façon des choix de méthodes et de matériaux semblent s'imposer progressivement dans mon domaine d'expertise et je voudrais voir diminuer la représentation de vendeurs et de fabricants et augmenter la représentation d'instances de protection du public au moins temporairement pour pousser le balancier dans ce qui me semble le bon sens.

**L'**uranium est un élément solide présent dans la terre. Sa caractéristique radioactive fait en sorte que l'uranium se dégrade 14 fois dans le temps jusqu'à devenir du plomb stable. Dans cette chaîne de radioactivité naturelle de l'uranium, seul le radon est un gaz dans les conditions courantes (voir [ANNEXE 15](#)).

Le radon est un gaz rare qui ne cherche pas à s'associer à d'autres atomes pour former de plus grosses molécules.

Le radon peut se retrouver à des concentrations de dizaines de milliers de Bq/m<sup>3</sup> dans les eaux souterraines. Dans les maisons alimentées par un puits, le dégazage du radon a lieu aux points de services. Le temps de la douche peut alors être l'occasion d'en inhaler davantage à cause de la proximité entre le point de décharge et les voies aériennes qui conduisent aux poumons et au réseau sanguin. L'eau de ville qui a eu le temps de décanter à pression atmosphérique ne présente pas cet inconvénient car le radon se dissipe rapidement dans l'air ambiant et surtout s'il y a aération par brassage mécanique.

Le but de cette section est d'expliquer pourquoi le radon se trouve confiné chez vous et non pas chez vos voisins immédiats. Même si vos maisons du même quartier se ressemblent et datent de la même époque, c'est dans la vôtre que le radon se concentre davantage. Ce n'est jamais le choix du propriétaire ni celui du spécialiste. C'est le résultat de la situation entre le lieu de production et les voies de passage offertes au radon plus ou moins profondément sous terre qui fait la différence entre une maison et une autre.

L'uranium est un métal lourd qui peut se retrouver en plus ou moins grande quantité partout dans et sous la croûte terrestre. Je propose de revoir l'idée de cantonner le radon à des sites connus des géologues par exemple pour être granitiques. Sur le plan géologique, ce qui m'intéresse n'est pas tant la quantité d'uranium que contient une roche mais davantage la surface exposée de l'uranium. Dans un massif solide avec beaucoup d'uranium et de radium, seuls les atomes en surface sont capables de libérer le radon de sorte qu'il échappe au substrat. À l'inverse, l'uranium et le radium saisi dans la masse du roc se trouve et reste en forme de gaz radon prisonnier pendant toute la durée de vie de ce gaz et ne pourra pas présenter de danger au niveau du sol. Toujours dans ma représentation il s'agit de la majorité de l'uranium constituant un massif granitique. L'uranium en fragment qui se trouve en traces dans ou au-

dessous d'anciens alluvions ou tout autres sols pourraient présenter une quantité moindre d'uranium et de radium, mais une densité granulaire ou surfacique comparable et pourquoi pas supérieure, même si de tels sols ne constituent pas des gisements propices à l'exploitation de l'uranium. Ces considérations sont pour l'uranium située dans la partie explorée de la croûte terrestre. Pour le radon des plus grandes profondeurs la connaissance de voies de passage pour un gaz me semble tout aussi importante.

De manière générale plus on s'éloigne de la source, plus on se rapproche de la fin de la période de vie du radon et plus le radon a de chance de produire une réaction nucléaire, de projeter une particule Alpha et le prochain solide radioactif de sa chaîne. Nos mouvements d'inspiration créent dans la maison une pression plus basse et c'est ainsi que l'air et le radon pénètrent dans nos voies respiratoires. L'alvéole pulmonaire est le lieu de moindre pression et le radon qui s'y trouve peut passer comme gaz rare dans le sang en suivant le même trajet que les molécules d'oxygène ambiantes. Le radon peut se faire charrier par le sang, déclencher dans un fin capillaire ou atteindre l'artère pulmonaire le cœur s'engage dans une autre artère, un autre capillaire et le système de veines et torpiller de façon aléatoire dans le sang, le cœur ou dans tout autre organes visités (voir [ANNEXE 14](#)).

Deux paramètres peuvent appeler les gaz souterrains vers une maison plutôt que de se diriger vers un espace vert et de se libérer directement dans l'atmosphère dans laquelle le radon se diluerait en traces. Une distance d'autant plus courte à franchir que le sous-sol a été creusé profondément, et une pression plus faible au niveau du contact air sol d'une maison. Cette pression plus faible s'explique par plusieurs facteurs qui peuvent être expliqués différemment. Cette explication peut devenir d'autant plus compliquée que l'on prend en compte de nombreux facteurs.

Pour commencer me semble plus simple de ramener la maison à un lieu clos posé sur ou dans la terre. Dans ce volume clos se produit des mouvements de convection de l'air. Une ascension des gaz chauds et plus légers se produit constamment laissant la place à de l'air plus froid et plus dense en bas. Ce mouvement continue maintient une dépression au niveau bas et une surpression au niveau des plafonds de l'étage supérieur. Cette dépression au niveau du sol aspire le radon souterrain vers cette route qui lui permet de libérer plus vite sa pression d'autant plus que ce chemin est souvent plus courte dans le cas de sous-sols ou vides sanitaires creusés.

Cette explication rudimentaire s'appuie sur un principe physique, et à l'extrême, l'effet de la montgolfière qui s'installe naturellement en milieu artificiel: que ce soit un volume cousu ou construit en dur. Pour y voir plus en détail, le scientifique propose la notion simplifiée de plan neutre. Le plan neutre qui n'est jamais plan est d'abord horizontal et à la hauteur dans un volume clos où la pression est égale à la moyenne de la pression extérieure. Dans la montgolfière bien haute de notre imagination il n'y a pas de plan neutre à l'intérieur tant que la flamme est vive et l'air y est chaud. Cette surface neutre ressemble à un hyperboloïde de révolution fermé vers le haut sur la lèvre inférieure du ballon autour de l'ouverture du ballon et fermée quelque part autour et sous la flamme. Lorsque la flamme est éteinte, un plan neutre prend place à la base du ballon et y monte très progressivement à l'intérieur au fur et à mesure que l'air refroidit, l'air chaud plus léger monte par le centre puis descend en longeant la toile par les bords là où il se refroidit pour passer en dessous du plan neutre, l'air chaud au-dessus et l'air froid en-dessous de lui. Lorsque le plan neutre atteint le haut du ballon il n'y a plus assez de pression pour

soutenir le poids du tissu et le tout descend, le ballon se vide et se dépose sur le sol. Le poids de la toile vidant le ballon de son air.

La maison en dur reste debout et le plan neutre y monte ou y descend, s'incline en cas de vent, il monte côté au vent et descend du côté sous le vent en raison des courants d'air par ses fissures ou par des ouvertures volontaires. L'effet d'ouvrir ou de fermer une fenêtre dépend de la position de l'ouvrant par rapport au plan neutre et le modifie. La différence de température entre l'intérieur et l'extérieur ouvre une tout autre fenêtre de discussion à considérer pour déterminer plus précisément l'impact des courants d'air sur le plan neutre. Par exemple s'il fait froid dehors, l'ouverture de fenêtres libère l'air chaud vers l'extérieur d'autant plus que la fenêtre est à un étage élevé et le remplace par un volume équivalent d'air froid.

En période de chauffage, l'air neuf augmente la demande au niveau des thermostats ou des aquastats et sollicite plus de production de chaleur.

La chaleur produite augmente le mouvement d'ascension de l'air chauffé qui monte en réduisant la pression au niveau le plus bas de la maison.

Pour simplifier notre maison peut être schématisée comme une grosse paille plantée dans la terre avec laquelle on vient aspirer les gaz souterrains d'autant plus qu'il fait froid. Le radon entre encore plus facilement en hiver et plus encore une fois qu'on a aéré en ouvrant les fenêtres et que la demande de production de chaleur augmente. Nos maisons ont des portes et des fenêtres et d'autres ouvrants plus petits désirables et indésirables, elles sont aussi parfois équipées de dispositifs et de machines ayant chacun et localement des effets sur l'air intérieur, sa pression et sa température. Ainsi le principe de l'ascension des gaz chauds peut être compliqué en tenant compte de chacun de ces facteurs créant localement ou généralement leur turbulence durables ou temporaires.

Pendant qu'au Canada, l'exposition au radon chez soi diminue grâce à environ 200 professionnels certifiés en atténuation du radon, la France propose des guides et la finalité du domaine du radon me semble davantage viser une mise en forme globale de l'atténuation du risque lié au radon plutôt que sur le fond, soit l'obtention de résultats tangibles en Bq/m<sup>3</sup>. L'utilisation de ces guides est génératrice de besoin de multiplier des tests de radon et le fait de savoir que les seuls experts du domaine du radon en France œuvrent dans le domaine du test et non pas de la correction du problème peut expliquer ma remarque.

Par exemple l'article sur l'étude française menée à Vesoul sur Saône et à laquelle aucune université de France n'a collaboré me semble une représentation typique de la lenteur des avancées en France.

Je reçois un avis m'invitant à commenter un article publié par une équipe française, autour du CEREMA, le CEPN (Centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaires) qui semble être une association réunissant des gros joueurs de l'industrie et de la recherche nucléaire, une université de Suisse. Le projet se passe à Vesoul sur Saône et l'article rappelle les dates clés, soit le radon déclaré cancérigène certain en 1987 et l'avertissement officiel du radon par l'OMS en 2009.

La contribution de la France a été publiée dans un article paru en été 2023 lequel fait état de méthode de recherche en sciences à participation citoyenne sous le titre: *When citizen science meets radon building diagnosis: Synthesis of a French pilot project developed in the framework of the European RadoNorm research project [version 1; peer review: 1 approved]*

La figure 3 de l'article indique le nombre de citoyens participants au stade des besoins en atténuation du radon: seulement 2 participants étaient présents à certaines des phases. Avec de si petits effectifs la question se pose de l'indifférence générale du public français 36 ans et 13 ans après les avis formel de l'OMS sur le radon.

Ma tentative de commentaire a donné lieu à un refus motivé ainsi (Voir [ANNEXE 17](#)).

De son côté le CEREMA dans son site internet se félicite sur 3 pages de sa réussite dans la communauté de commune du pays de Vesoul et du Val de Saône. Ce que plusieurs pourraient trouver troublant.

Ma considération éthique considère davantage l'effet reconnu du radon sur la santé des occupants d'une maison en dépassement de seuil. Je suis surpris que l'éthique considérée par la recherche autour du radon s'inquiète de leur anonymat et délaisse l'aspect protection de la santé des participants. S'il s'agissait de souris, qu'on les remette dans une cage contaminée pourrait déranger la morale de plusieurs. Des volontaires qui se sont prêtés à des campagnes de tests de radon dans le cadre d'une campagne de mesure ou dans le cadre de toute recherche relative à l'atténuation du radon préféreraient être protégé du radon dans leur domicile s'il est connu qu'il y en a trop.

### **Monte le radon, tombe la pluie**

Mon activité professionnelle en travaux d'atténuation du radon applique pour chaque maison deux principes directeurs que sont ALARA et la recherche de sobriété énergétique et de matériaux. De plus mon intérêt pour la recherche m'a conduit à une veille des savoir-faire des mes méthodes et une prise en compte de ce qui se passe dans d'autres pays et en France en particulier. J'aurais voulu venir en aide à beaucoup plus de propriétaires lors de mes déplacements en France, en Europe et ailleurs. Je me sens 10 ans en avance et bientôt 20 tout en maintenant mes efforts d'alerte des fonctionnaires, des politiciens et des chercheurs surtout en France et au Canada.

Les organismes telles que les ARS ne peuvent rien faire d'autre que de distribuer guides et feuilles d'audit radon à ceux qui ont besoin d'aide.

Puisse ce texte aider des propriétaires vigilants de maison avec trop de radon. Plusieurs auront déjà essuyés des revers cependant ils pourraient contribuer au bien commun en élargissant l'esprit critique des intermédiaires qui pourraient jouer un rôle plus important que de se limiter à la propagation de ces guides et de ces feuilles d'audit et ou de suggérer l'intervention de compétences qui ne mettront pas la main à la pâte pour assainir le radon. Ces intermédiaires peuvent orienter le devenir de ce domaine vers davantage de résultats tangibles en Bq/m<sup>3</sup>.

Mon rapport s'adresse à ces intermédiaires qui peuvent documenter des succès et aux propriétaires qui devraient se trouver en sécurité sans avoir à réinventer la roue ni à devenir experts en radon eux même. Si par hasard il est lu par un expert, je lui souhaite de l'utiliser pour réviser certaines des lapalissades concernant le radon. Je leur souhaite de se rendre compte que le propriétaire ou parent vigilant qui le consulte a besoin d'aide et qu'il y a du cynisme à leur apporter des recettes qui n'en sont pas.

Avant d'en lister quelques-unes, et pour simplifier le propos à la hauteur de tous, imaginons qu'une fuite du toit laisse s'écouler l'eau de pluie qui se mette à tomber goutte à goutte dans votre salon tandis que vous lisez cette page.

Nul doute que vous interrompez votre lecture, fermez ce livre et placez un récipient sous la fuite, ce que je comparerai plus bas à la recommandation qui vous est faite d'ouvrir les fenêtres si vous avez trop de radon. Par la suite vous contactez un couvreur lequel vous donnera rendez-vous. Il sera incapable de chiffrer le montant des réparations nécessaires au téléphone et vous ne lui en voudrez pas. En attendant son arrivée vous pouvez essayer de colmater la fuite par-dessous en montant à l'échelle. Ce que je comparerai plus tard à la recommandation de colmater les voies d'entrées du radon. Lorsque le couvreur arrive sur place pas grand-chose d'utile ne peut être dit avant qu'il soit monté sur le toit pour examiner la situation. S'il est bien organisé il aura apporté de quoi faire une réparation de fortune temporaire et pris ses mesures sur le toit pour une réparation définitive plus tard et de préférence par beau temps, une réparation dont il peut alors chiffrer le montant.

Le couvreur considère de l'eau qui s'abat sur le toit de la maison à toute volée, se déplace par gravité ou poussé par le vent et s'égoutte par gravité du haut vers le bas. Sa mission s'explique simplement et en quelques mots: il suffit pour régler le problème que l'eau de pluie ruisselle vers le bord du toit pour tomber soit par terre soit dans un système de gouttières et de descentes de gouttières. Tout aussi simplement j'explique aux clients ce que je dois faire chez lui. Je dois examiner la maison et comprendre ses contacts avec la terre d'où sourd le radon et que je dois capter le radon pour le chasser vers dehors où il ne gêne personne. Tâche facile à décrire en théorie, comme celle du couvreur, mais dont la conception dépend d'une maison à l'autres et dont le succès dépend de l'attention aux détails qui eux aussi varient toujours. Le couvreur a affaire à un liquide qui tombe du haut vers le bas et moi à gaz rare radioactif sous pression relative qui sourd continuellement de terre.

### **Ouvrir les fenêtres: ouvrez-les donc vous-même et rapportez-nous en l'effet en Bq/m<sup>3</sup>**

La recommandation d'ouvrir des fenêtres ressemble à une lapalissade. Je ne recommande ni d'ouvrir ni de garder les fenêtres fermées. Si vous le faites, faites-le comme vous en avez envie mais pour d'autres raisons que le radon.

Garder les fenêtres ouvertes à journée longue rapporterait la maison au concept ancien où le radon ne peut pas se concentrer, énergivore en hiver. C'est en tout cas une recommandation qui garde le propriétaire occupé et qui peut avoir tendance à amplifier son inquiétude face au radon.

“J’ai encore trop de radon chez-moi”, dira-t il à la réception de son test de contrôle du radon. J’ouvre pourtant bien les fenêtres et les ferme 10 minutes après pour chasser le radon. Par la suite s’il a la curiosité de recommencer son test de radon il risque fort de se trouver quand même en dépassement pour des raisons que je peux essayer d’expliquer. Le guide-livre-blanc ou l’expert ne commettent pas d’erreur et si le propriétaire n’est pas parvenu à corriger son problème de radon c’est peut-être qu’il a sauté des journées ou qu’il n’était pas présent certaines fins de semaines qu’il les a ouvertes trop longtemps ou pas assez longtemps ou qu’il a oublié parfois celles du sous-sol. Suivant l’analogie du couvreur ouvrir les fenêtres pour atténuer le radon peut correspondre à mettre un sceau là où la fuite tombe et le vider avant qu’il déborde. Si le nouveau test de radon revient encore positif, en dépassement du seuil de radon toléré, il est alors temps de passer au conseil suivant.

### **Colmater les voies d’entrées : colmatez les vous-même et rapportez nous en l’effet en Bq/m3**

Boucher les voies d’entrées. Plutôt que de me lancer dans des explications savantes autant laisser parler mon illustration qui montre l’effet nul ou presque de cette méthode. Persévérant dans mon analogie avec la fuite d’eau cela correspond à des tentatives de réparer la fuite du côté intérieur de la maison en faisant tout ce qu’on peut en dessous du plafond et en bout d’échelle.

Représentation par ENVIROPORTA de l’effet de boucher les voies d’entrées en vue contre plongeante sous le niveau de la dalle (voir [ANNEXE 16](#)).

Compte tenu du guide, le propriétaire vigilant fera lui-même ou fera effectuer ses travaux d’étanchéisation pour colmater les voies d’entrées du radon qui seront suivi de tests pour leur validation.

“J’ai encore trop de radon chez-moi”, dira-t il à la réception de son test de contrôle du radon.

Bien des chances qu’au final il n’obtienne pas de grand changement dans les niveaux de radon cependant le guide a toujours raison et les travaux suggérés auront malheureusement été mal réalisés ou incomplets chez-lui. Un autre test de radon sera nécessaire toutefois pour s’en rassurer c’est au tour du vrai expert diagnostiqueur de se déplacer sur place pour faire d’autres recommandations dans la foulée du guide. Lui aussi reste à l’abris de critiques puisque les recommandations de son rapport n’auront surement pas été appliquées comme il le fallait en cas de nouvel échec.

### **Modifier la ventilation : modifiez-la vous-même et rapportez-nous en l'effet en Bq/m3**

Les systèmes de ventilation présent seront revus, nettoyés et possiblement repensés pour diminuer le radon. La qualité de l'air intérieur est bien l'effet recherché par ces appareils et la logique veut que si le radon est trop concentré c'est que l'installation d'échange d'air s'il y en a une, ne suffit pas.

Il existe plusieurs techniques et je pourrais entrer dans de plus amples détails dans un texte un peu plus rébarbatif pour ceux qui veulent bénéficier de mon observation et de mon avis de professionnel en travaux d'atténuation du radon. Simplement dit, agir sur les appareils de ventilation d'une maison peut augmenter le radon ou le diminuer. Habituellement entre + 25% et – 30% du niveau de radon initial.

Je ne me prononce avec plus d'humilité si l'échangeur d'air résidentiel est dimensionné de type industriel et remplace plusieurs fois l'air du volume de la maison chaque minute car mon travail s'inscrit dans la sécurité ALARA mais aussi dans la sobriété.

"J'ai encore trop de radon chez-moi", dira-t il à la réception de son test de contrôle du radon.

S'il y a des recommandations touchant la circulation de l'air par des moyens mécaniques d'échange d'air de tirage ou par insufflation, les impacts sur la concentration du radon devront être mesurés par un autre test de radon N1, lequel, dans la plupart des cas restent en dépassement. Le diagnostiqueur ne peut pas être fautif puisqu'il ne réalise pas les travaux qu'il recommande. Au contraire, les professionnels en ventilation n'auront pas suivi toutes les consignes et par exemple le nettoyage de tous les conduits d'air.

### **Reniflez le radon par un test de Niveau 2, qu'il disaient**

Pour tirer tout cela au clair une campagne de test de radon dits de génération N2 est enfin envisagée pour comprendre vraiment ce qui se passe dans cette maison. Il s'agit forcément de tests plus coûteux puisque les appareils mis en œuvre le sont aussi. Leur futilité reste à être démontré et c'est aussi ce que j'envisage de faire dans un développement cependant moins facile à lire. Il s'agit de tests dont les résultats peuvent aussi être anxiogènes pour le propriétaire pour lequel le radon est nouveau. Je n'ai pas grands commentaires à proposer à ce stade puisque je n'ai jamais utilisé tels tests. Si je peux apprendre quelque chose utile à mes approches ALARA et sobriété, je suis toujours preneur. De la même façon si quelqu'un veut partager une expérience réussie là où je reste stupéfait, je suis aussi preneur pour améliorer cette prochaine édition dans 5 ans.

#### Campagne de tests reniflant le radon ou dit de Niveau 2 ( N2)

Il s'agit d'un test forcément cher puisqu'il met en jeu des instruments qui le sont. Pour en revenir à mon histoire d'eau vous voici avec une équipe de professionnels qui vont percer vos plafonds pour y mesurer l'humidité et pourront par la suite et grâce à ces tests vous indiquer les travaux requis lesquels seront faits par d'autres. Le diagnostiqueur comme le guide n'ont jamais tort et si les travaux n'ont pas suffi c'est qu'ils assurément parce qu'ils auront été mal faits. De plus et pour re revenir aux travaux à engager sur le toit il y a toutes les chances qu'ils soient surdimensionnés, ce qui augmente les coûts et possiblement l'investissement. Telles approches s'éloignent de la mienne qui se veut en recherche d'ALARA et de

sobriété. Je n'ai jamais examiné les résultats de tests N2. J'attends pour le faire de rencontrer quelqu'un qui puissent m'en présenter ou mieux encore, m'en démontrer l'avantage.

Dans mon activité le client m'appelle connaissant son niveau de radon. Je me rends sur les lieux pour les examiner et établir mon devis de travaux et s'ils sont acceptés je les réalise. 100% des clients ont vu leur niveau de radon baisser en zone acceptable. Les autorités de France ne m'ont pas convaincu de leur énoncé de conflit d'intérêt alors que le propriétaire fait les frais de ce que je dénonce comme un parti pris qui protège de nouveaux corps de métier. Qu'il y ait conflit d'intérêt à se dire expert en radon et à toucher aux travaux dont la maison à besoin s'apparente à un certain cynisme et le temps pris pour alerter la population et à mettre en œuvre des moyens réels pour aider le propriétaire ou le parent vigilant à se délivrer de ce mal aussi.

Le protocole qui attend le propriétaire vigilant en prise avec un excès d'exposition au radon chez lui peut être représenté par un réseau de Pétri (voir [ANNEXE 18](#)). À ce parcours alambiqué je propose celui-ci plus simple (voir [ANNEXE 19](#)).

Selon les recommandations du Ministère de la santé du Canada, les propriétaires de maisons sont encouragés à faire atténuer le radon par un professionnel agréé dans les 2 ans qui suivent la mesure du radon pour les expositions inférieures à 600 Bq/m<sup>3</sup> et dans l'année pour celles en dépassement de 600 Bq/m<sup>3</sup>.

Il me semble préférable qu'un organisme tel que l'IRSN ou l'ASN centralise les données sur les compétences des professionnels en travaux d'atténuation du radon plutôt que ce soit confié localement puisque comme je l'ai indiqué et comme les recherches sur le sujet du radon le démontrent les compétences en radon présentes sur le territoire sont spécialisées en mesures. Seuls des organismes maîtrisant parfaitement les aspects du nucléaire tels que l'ASN et l'IRSN devraient lister les professionnels qui peuvent aider car ils ont prouvé leur compétence dans le domaine de l'atténuation du radon comme il s'en est fait pour les aspects mesure du radon. À mon avis l'ASN et l'IRSN ont les capacités de reprendre en main le contrôle du domaine du radon et d'éviter des déviations qui vont à l'encontre de l'intérêt public. J'ai récemment contacté l'ASN pour envisager une accréditation équivalente à mon accréditation Canadienne et j'en attends la réponse.

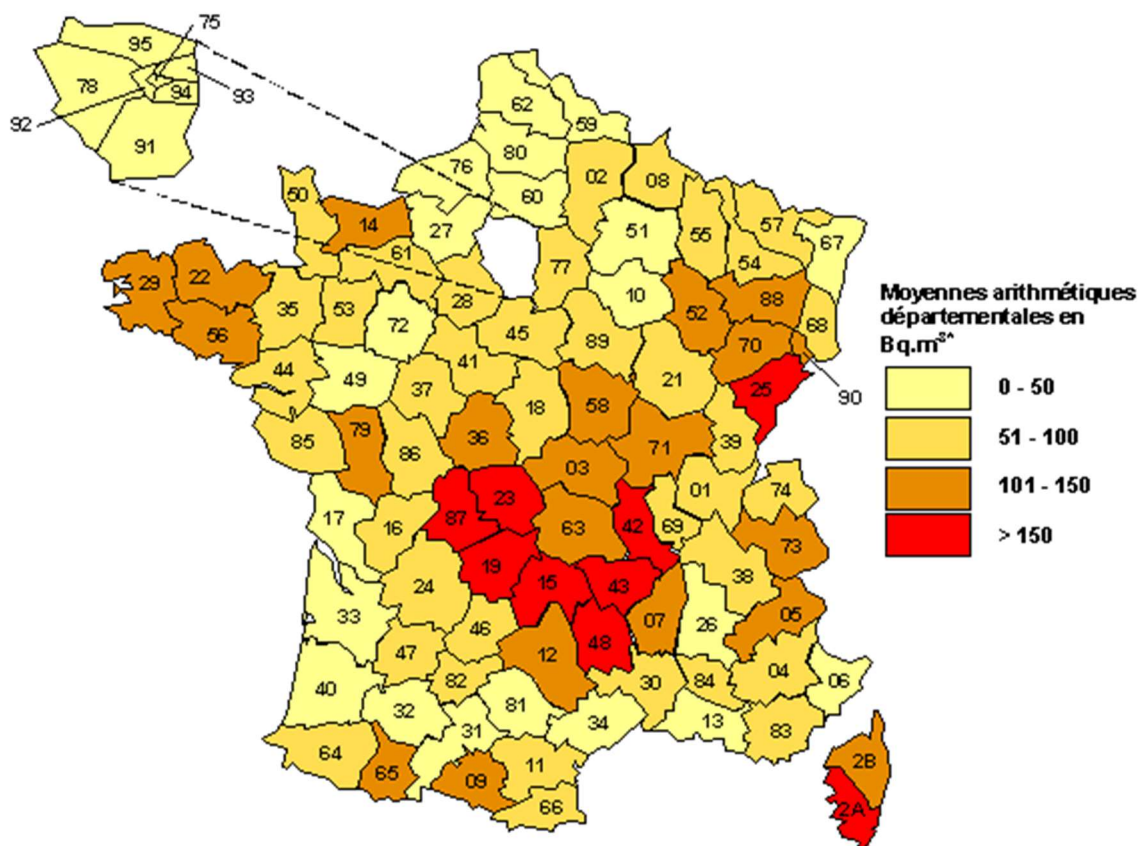
Le développement de petites listes locales me semble ajouter une autre couche hors compétence au clair-obscur déjà installé. Dans le domaine du radon la France semble patauger. Loin d'aider les propriétaires concernés elle semble compter sur eux pour entrer dans un processus d'essai erreur pour en tirer tous les enseignements. L'École du Monétier des Bains peut servir d'exemple où une commune dépassée par le problème s'en est remis à des intervenants qui ne l'ont pas résolu. Il faut attendre 10 ans pour s'en apercevoir par un test de radon et pour envisager d'autres interventions. L'utilité ou la futilité des derniers travaux n'est pas indiquée mais le public peut se sentir satisfait de savoir que quelque chose y a été entrepris. Je ne suis pas convaincu de leur utilité ni que l'école soit en dessous du seuil à présent.



## ANNEXE 1



### Campagne nationale de mesure de la radioactivité naturelle dans les départements français



CARTE DES ACTIVITES VOLUMIQUES DU RADON DANS LES HABITATIONS (BILAN DE 1982 A 2000)

\* 1 Becquerel (Bq) = 1 désintégration par seconde

Nombre de départements mesurés : 96

Nombre de mesures : 12641

Moyenne arithmétique nationale brute : 90 Bq.m<sup>-3</sup>

Moyenne arithmétique pondérée par la population de chaque département : 68 Bq.m<sup>-3</sup>

Extrait du site internet de l'IRSN

## ANNEXE 2



### Carte de France

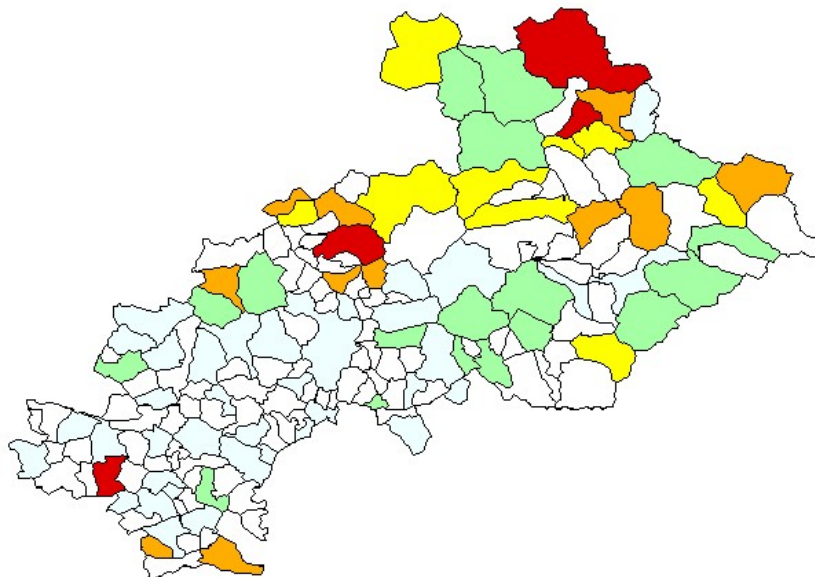
## HAUTES-ALPES (05)

Les mesures de l'activité volumique du radon ont été réalisées du 17 janvier 1995 au 31 janvier 1996.

Dans le département des Hautes-Alpes, 85 mesures ont été réalisées dans 79 communes.

### HAUTES-ALPES (05)

#### CARTE DES ACTIVITES VOLUMIQUES DU RADON DANS LES HABITATIONS BILAN JANVIER 2000



Moyennes arithmétiques des mesures réalisées par commune  
Nombre de communes mesurées : 79    Nombre de mesures : 85  
Moyenne du département : 144 Bq.m<sup>-3</sup>

Activité volumique en Bq.m<sup>-3</sup>



## 🌟 Statistiques sur l'ensemble des mesures

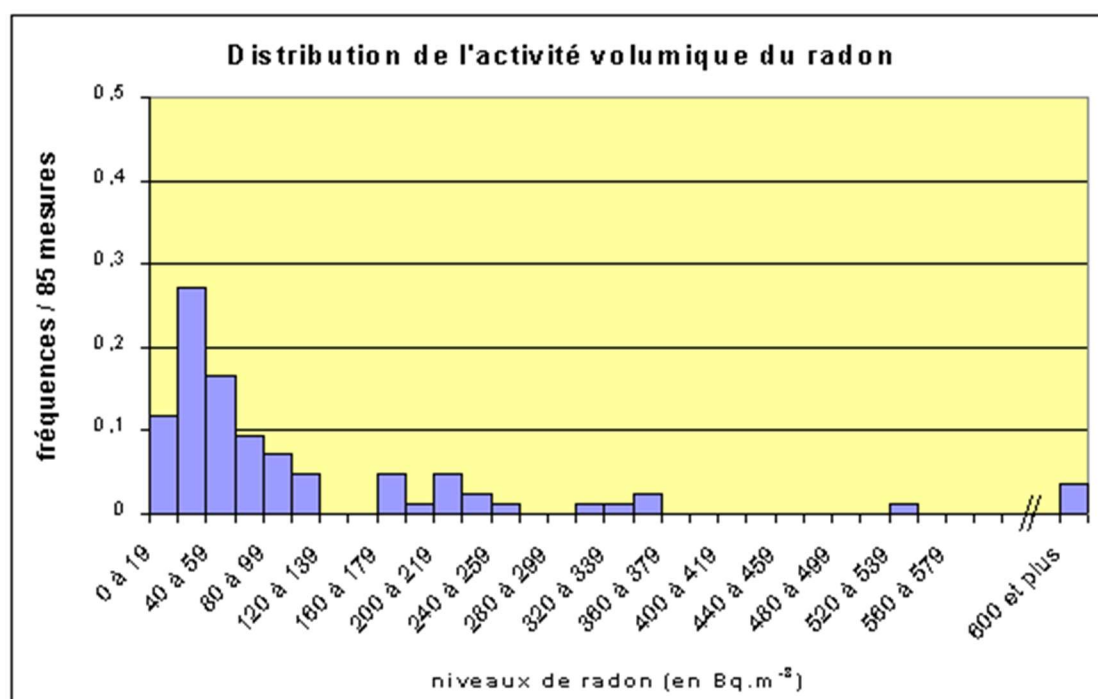
**Effectif :** 85      **Moyenne arithmétique :** 144 Bq.m<sup>-3</sup>      **Ecart-Type :** 321 Bq.m<sup>-3</sup>  
**Minimum :** 6 Bq.m<sup>-3</sup>      **Moyenne géométrique :** 61 Bq.m<sup>-3</sup>      **Percentile 90 :** 255 Bq.m<sup>-3</sup>  
**Maximum :** 2169 Bq.m<sup>-3</sup>      **Médiane :** 51 Bq.m<sup>-3</sup>      **Percentile 95 :** 349 Bq.m<sup>-3</sup>

Nombre de mesures au dessus de 200 Bq.m<sup>-3</sup> : 15 soit 17,6 %.

Nombre de mesures au dessus de 400 Bq.m<sup>-3</sup> : 4 soit 4,7 %.

Nombre de mesures au dessus de 1000 Bq.m<sup>-3</sup> : 3 soit 3,5 %.

## 🌟 Distribution des mesures



## 🌟 Répartition des mesures dans l'échantillon

Type de l'habitation	Emplacement du dosimètre
Maison particulière construite avant 1945 42,4 % (36)	Séjour 56,5 % (48)
Maison particulière construite après 1945 45,9 % (39)	Cuisine 28,2 % (24)
Maison collective construite avant 1945 8,2 % (7)	Chambre 5,9 % (5)
Maison collective construite après 1945 0 % (0)	Cave 1,2 % (1)
Lieu public 1,2 % (1)	Autre 8,2 % (7)
Ecole 0 % (0)	
Autre 1,2 % (1)	

Information manquante = 1

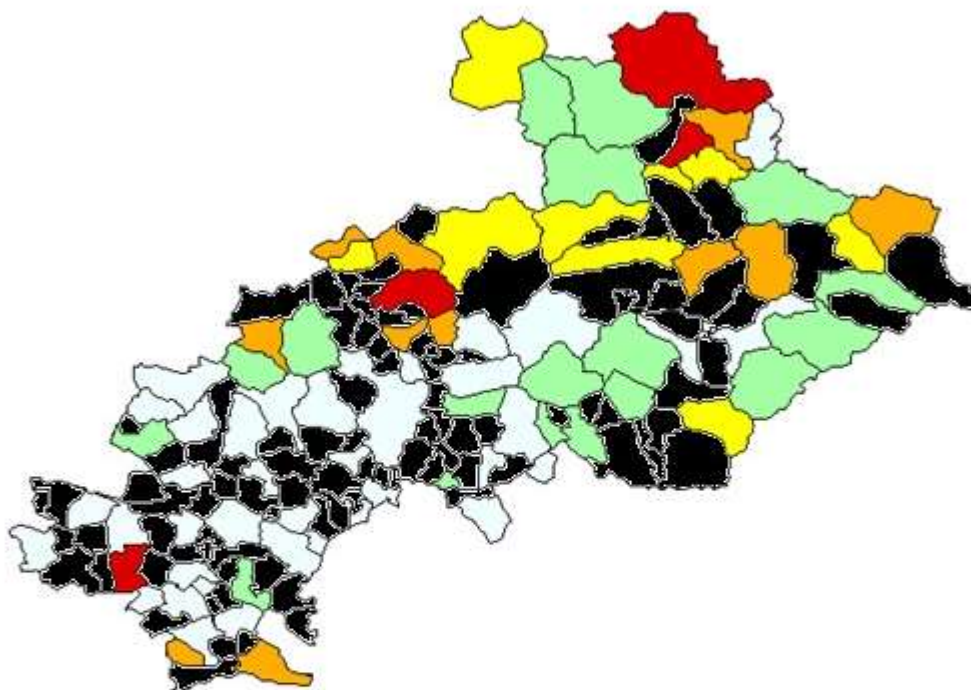
Information manquante = 0

Information copiée du site internet IRSN.fr

La carte suivante et la précédente sont les mêmes sauf que celle-ci présente en noir plutôt qu'en blanc les communes non testées.

### HAUTES-ALPES (05)

#### CARTE DES ACTIVITES VOLUMIQUES DU RADON DANS LES HABITATIONS BILAN JANVIER 2000



Moyennes arithmétiques des mesures réalisées par commune  
Nombre de communes mesurées : 79    Nombre de mesures : 85  
Moyenne du département : 144 Bq.m<sup>3</sup>

Activité volumique en Bq.m<sup>3</sup>



## ANNEXE 3

Département	Ref	Nombre de tests de radon dans le département	Nombre approximatif de communes du département	Nombre de communes testées	% de communes testées	Nombre moyen de test par commune testée	Minimum Bq/m3	Max Bq/m3	plus que 100 Bq/m3	plus que 200 Bq/m3	plus que 300 Bq/m3 du graphe	plus de 1000 Bq/m3	% plus de 100 Bq/m3	% plus de 200 Bq/m3	% plus de 300 Bq/m3	% plus de 1000 Bq/m3
<b>Ain</b>	01	148	392	131	33.4	1.1	8	<b>727</b>	12	2	<b>1</b>	0	<b>8.1</b>	1.4	<b>0.7</b>	0.0
<b>Aisne</b>	02	200	798	179	22.4	1.1	11	<b>379</b>	30	9	<b>2</b>	0	<b>15.0</b>	4.5	<b>1.0</b>	0.0
<b>Allier</b>	03	169	317	154	48.6	1.1	4	<b>1477</b>	85	35	<b>15</b>	2	<b>50.3</b>	20.7	<b>8.9</b>	1.2
<b>Alpes de Haute Provence</b>	04	124	198	118	59.6	1.1	7	<b>327</b>	13	3	<b>1</b>	0	<b>10.5</b>	2.4	<b>0.8</b>	0.0
<b>Hautes-Alpes</b>	05	85	162	79	48.8	1.1	2	<b>2169</b>	22	15	<b>8</b>	3	<b>25.9</b>	17.6	<b>9.4</b>	3.5
<b>Maritimes</b>	06	30	163	17	10.4	1.8	4	<b>451</b>	2	1	<b>1</b>	0	<b>6.7</b>	3.3	<b>3.3</b>	0.0
<b>Ardèche</b>	07	133	335	122	36.4	1.1	5	<b>2061</b>	26	21	<b>11</b>	2	<b>19.5</b>	15.8	<b>8.3</b>	1.5
<b>Ardennes</b>	08	181	449	162	36.1	1.1	5	<b>929</b>	54	23	<b>6</b>	3	<b>29.8</b>	12.7	<b>3.3</b>	1.7
<b>Ariège</b>	09	92	326	87	26.7	1.1	13	<b>1922</b>	27	13	<b>8</b>	2	<b>29.3</b>	14.1	<b>8.7</b>	2.2
<b>Aube</b>	10	174	433	159	36.7	1.1	4	<b>274</b>	9	1	<b>0</b>	0	<b>5.2</b>	0.6	<b>0.0</b>	0.0
<b>Aude</b>	11	134	433	123	28.4	1.1	2	<b>1377</b>	35	8	<b>4</b>	1	<b>26.1</b>	6.0	<b>3.0</b>	0.7
<b>Aveyron</b>	12	166	304	155	51.0	1.1	1	<b>1714</b>	50	19	<b>10</b>	1	<b>30.1</b>	11.4	<b>6.0</b>	0.6
<b>Bouches du Rhône</b>	13	92	119	64	53.8	1.4	6	<b>156</b>	3	0	<b>0</b>	0	<b>3.3</b>	0.0	<b>0.0</b>	0.0
<b>Calvados</b>	14	144	706	137	19.4	1.1	5	<b>1880</b>	37	17	<b>12</b>	3	<b>25.7</b>	11.8	<b>8.3</b>	2.1
<b>Cantal</b>	15	121	260	117	45.0	1.0	19	<b>2410</b>	44	23	<b>17</b>	3	<b>36.4</b>	19.0	<b>14.0</b>	2.5
<b>Charente</b>	16	150	404	140	34.7	1.1	9	<b>831</b>	38	16	<b>9</b>	0	<b>25.3</b>	10.7	<b>6.0</b>	0.0
<b>Charente Maritime</b>	17	159	472	146	30.9	1.1	2	<b>286</b>	7	2	<b>0</b>	0	<b>4.4</b>	1.3	<b>0.0</b>	0.0
<b>Cher</b>	18	148	297	137	46.1	1.1	11	<b>332</b>	41	10	<b>3</b>	0	<b>27.7</b>	6.8	<b>2.0</b>	0.0

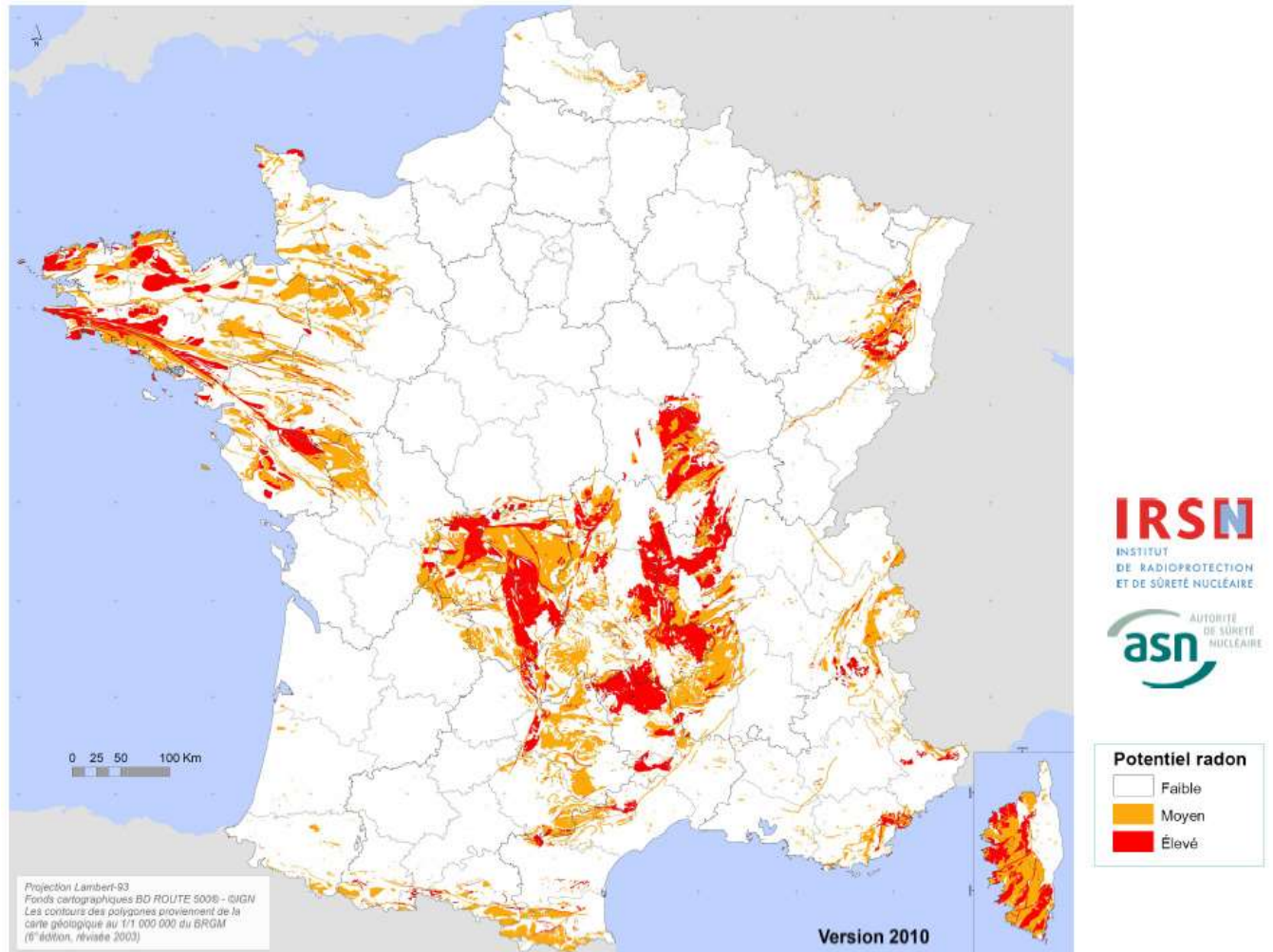
<b>Correze</b>	19	143	286	126	44.1	1.1	17	<b>1594</b>	80	45	<b>11</b>	0	<b>55.9</b>	31.5	<b>7.7</b>	0.0
<b>Corse du Sud</b>	20a	56	124	51	41.1	1.1	23	<b>2110</b>	38	16	<b>11</b>	2	<b>67.9</b>	28.6	<b>19.6</b>	3.6
<b>Haute Corse</b>	20b	57	236	54	22.9	1.1	18	<b>981</b>	23	10	<b>8</b>	0	<b>40.4</b>	17.5	<b>14.0</b>	0.0
<b>Cote d'Or</b>	21	48	698	40	5.7	1.2	11	<b>522</b>	11	4	<b>2</b>	0	<b>22.9</b>	8.3	<b>4.2</b>	0.0
<b>Cotes d'Armor</b>	22	352	373	160	42.9	2.2	10	<b>1088</b>	119	52	<b>26</b>	1	<b>33.8</b>	14.8	<b>7.4</b>	0.3
<b>Creuse</b>	23	132	258	118	45.7	1.1	28	<b>4964</b>	90	49	<b>24</b>	3	<b>68.2</b>	37.1	<b>18.2</b>	2.3
<b>Dordogne</b>	24	125	505	91	18.0	1.4	7	<b>860</b>	26	5	<b>2</b>	0	<b>20.8</b>	4.0	<b>1.6</b>	0.0
<b>Doubs</b>	25	142	571	125	21.9	1.1	13	<b>1843</b>	37	29	<b>21</b>	3	<b>26.1</b>	20.4	<b>14.8</b>	2.1
<b>Drôme</b>	26	48	363	31	8.5	1.5	9	<b>114</b>	3	0	<b>0</b>	0	<b>6.3</b>	0.0	<b>0.0</b>	0.0
<b>Eure</b>	27	75	585	67	11.5	1.1	1	<b>134</b>	6	0	<b>0</b>	0	<b>8.0</b>	0.0	<b>0.0</b>	0.0
<b>Eure et Loir</b>	28	137	365	128	35.1	1.1	9	<b>226</b>	20	3	<b>0</b>	0	<b>14.6</b>	2.2	<b>0.0</b>	0.0
<b>Finistère</b>	29	250	282	150	53.2	1.7	8	<b>1459</b>	113	48	<b>27</b>	2	<b>45.2</b>	19.2	<b>10.8</b>	0.8
<b>Gard</b>	30	132	351	118	33.6	1.1	5	<b>1587</b>	27	10	<b>7</b>	1	<b>20.5</b>	7.6	<b>5.3</b>	0.8
<b>Haute Garonne</b>	31	24	586	11	1.9	2.2	4	<b>89</b>	0	0	<b>0</b>	0	<b>0.0</b>	0.0	<b>0.0</b>	0.0
<b>Gers</b>	32	136	461	130	28.2	1.0	12	<b>353</b>	21	3	<b>2</b>	0	<b>15.4</b>	2.2	<b>1.5</b>	0.0
<b>Gironde</b>	33	234	535	178	33.3	1.3	2	<b>499</b>	22	7	<b>3</b>	0	<b>9.4</b>	3.0	<b>1.3</b>	0.0
<b>Hérault</b>	34	42	342	15	4.4	2.8	7	<b>111</b>	2	0	<b>0</b>	0	<b>4.8</b>	0.0	<b>0.0</b>	0.0
<b>Ille et Vilaine</b>	35	184	333	171	51.4	1.1	11	<b>381</b>	36	9	<b>2</b>	0	<b>19.6</b>	4.9	<b>1.1</b>	0.0
<b>Indre</b>	36	139	241	133	55.2	1.0	11	<b>595</b>	51	19	<b>11</b>	0	<b>36.7</b>	13.7	<b>7.9</b>	0.0
<b>Indre et Loire</b>	37	148	272	136	50.0	1.1	10	<b>1036</b>	14	4	<b>2</b>	1	<b>9.5</b>	2.7	<b>1.4</b>	0.7
<b>Isère</b>	38	215	512	170	33.2	1.3	14	<b>862</b>	53	17	<b>5</b>	0	<b>24.7</b>	7.9	<b>2.3</b>	0.0
<b>Jura</b>	39	138	494	101	20.4	1.4	11	<b>621</b>	34	16	<b>3</b>	0	<b>24.6</b>	11.6	<b>2.2</b>	0.0
<b>Landes</b>	40	158	327	147	45.0	1.1	3	<b>281</b>	2	1	<b>0</b>	0	<b>1.3</b>	0.6	<b>0.0</b>	0.0
<b>Loir et Cher</b>	41	81	272	67	24.6	1.2	14	<b>294</b>	18	2	<b>0</b>	0	<b>22.2</b>	2.5	<b>0.0</b>	0.0
<b>Loire</b>	42	134	323	109	33.7	1.2	16	<b>4655</b>	74	39	<b>21</b>	5	<b>55.2</b>	29.1	<b>15.7</b>	3.7
<b>Haute Loire</b>	43	113	257	106	41.2	1.1	23	<b>1156</b>	55	27	<b>13</b>	1	<b>48.7</b>	23.9	<b>11.5</b>	0.9
<b>Loire Atlantique</b>	44	159	207	121	58.5	1.3	2	<b>564</b>	29	5	<b>4</b>	0	<b>18.2</b>	3.1	<b>2.5</b>	0.0
<b>Loiret</b>	45	109	325	42	12.9	2.6	9	<b>289</b>	17	2	<b>0</b>	0	<b>15.6</b>	1.8	<b>0.0</b>	0.0
<b>Lot</b>	46	89	313	85	27.2	1.0	2	<b>596</b>	27	7	<b>3</b>	0	<b>30.3</b>	7.9	<b>3.4</b>	0.0

<b>Lot et Garonne</b>	47	132	319	120	37.6	1.1	13	326	26	6	2	0	19.7	4.5	1.5	0.0
<b>Lozère</b>	48	102	319	98	30.7	1.0	17	2867	65	37	17	5	63.7	36.3	16.7	4.9
<b>Maine et Loire</b>	49	132	177	105	59.3	1.3	5	435	21	4	2	0	15.9	3.0	1.5	0.0
<b>Manche</b>	50	43	444	20	4.5	2.2	6	540	8	4	3	0	18.6	9.3	7.0	0.0
<b>Marne</b>	51	151	620	138	22.3	1.1	8	301	9	3	1	0	6.0	2.0	0.7	0.0
<b>Haute Marne</b>	52	141	426	134	31.5	1.1	18	850	66	25	14	0	46.8	17.7	9.9	0.0
<b>Mayenne</b>	53	183	242	70	28.9	2.6	13	1292	42	15	9	1	23.0	8.2	4.9	0.5
<b>Meurthe et Moselle</b>	54	102	591	64	10.8	1.6	9	474	25	2	4	0	24.5	2.0	3.9	0.0
<b>Meuse</b>	55	180	499	170	34.1	1.1	10	393	24	5	2	0	13.3	2.8	1.1	0.0
<b>Morbihan</b>	56	327	253	164	64.8	2.0	9	1450	137	66	13	1	41.9	20.2	4.0	0.3
<b>Moselle</b>	57	76	725	39	5.4	1.9	6	391	9	3	2	0	11.8	3.9	2.6	0.0
<b>Nièvre</b>	58	140	309	138	44.7	1.0	13	893	58	25	12	0	41.4	17.9	8.6	0.0
<b>Nord</b>	59	259	648	157	24.2	1.6	4	313	14	2	1	0	5.4	0.8	0.4	0.0
<b>Oise</b>	60	230	693	203	29.3	1.1	3	216	31	1	0	0	13.5	0.4	0.0	0.0
<b>Orne</b>	61	151	385	136	35.3	1.1	8	1422	28	12	5	1	18.5	7.9	3.3	0.7
<b>Pas de Calais</b>	62	197	890	150	16.9	1.3	2	247	13	4	0	0	6.6	2.0	0.0	0.0
<b>Puy de Dôme</b>	63	199	464	173	37.3	1.2	5	1149	83	36	19	3	41.7	18.1	9.5	1.5
<b>Pyrénées Atlantique</b>	64	174	546	139	25.5	1.3	4	522	15	7	4	0	8.6	4.0	2.3	0.0
<b>Hautes Pyrénées</b>	65	89	469	82	17.5	1.1	9	554	24	10	7	0	27.0	11.2	7.9	0.0
<b>Pyrénées Orientales</b>	66	84	226	57	25.2	1.5	4	574	13	6	3	0	15.5	7.1	3.6	0.0
<b>Bas Rhin</b>	67	82	514	48	9.3	1.7	8	143	2	0	0	0	2.4	0.0	0.0	0.0
<b>Haut Rhin</b>	68	70	366	47	12.8	1.5	9	522	7	2	1	0	10.0	2.9	1.4	0.0
<b>Rhône</b>	69	205	267	118	44.2	1.7	12	1154	82	22	10	1	40.0	10.7	4.9	0.5
<b>Haute Saône</b>	70	12	545	12	2.2	1.0	28	273	6	2	0	0	50.0	16.7	0.0	0.0
<b>Saône et Loire</b>	71	221	564	193	34.2	1.1	9	884	84	27	13	0	38.0	12.2	5.9	0.0
<b>Sarthe</b>	72	209	333	91	27.3	2.3	7	413	18	4	2	0	8.6	1.9	1.0	0.0

<b>Savoie</b>	73	106	273	92	33.7	<b>1.2</b>	11	<b>1318</b>	41	11	<b>6</b>	2	<b>38.7</b>	10.4	<b>5.7</b>	1.9
<b>Haute Savoie</b>	74	117	279	92	33.0	<b>1.3</b>	7	<b>327</b>	13	2	<b>1</b>	0	<b>11.1</b>	1.7	<b>0.9</b>	0.0
<b>Paris</b>	75	60	20	20	100.0	<b>3.0</b>	7	<b>83</b>	0	0	<b>0</b>	0	<b>0.0</b>	0.0	<b>0.0</b>	0.0
<b>Seine</b>																
<b>Maritime</b>	76	170	708	132	18.6	<b>1.3</b>	2	<b>398</b>	16	4	<b>1</b>	0	<b>9.4</b>	2.4	<b>0.6</b>	0.0
<b>Seine et</b>																
<b>Marne</b>	77	192	507	154	30.4	<b>1.2</b>	2	<b>343</b>	29	3	<b>1</b>	0	<b>15.1</b>	1.6	<b>0.5</b>	0.0
<b>Yvelines</b>	78	73	259	71	27.4	<b>1.0</b>	1	<b>136</b>	2	0	<b>0</b>	0	<b>2.7</b>	0.0	<b>0.0</b>	0.0
<b>Deux Sèvres</b>	79	138	305	126	41.3	<b>1.1</b>	1	<b>766</b>	44	14	<b>8</b>	0	<b>31.9</b>	10.1	<b>5.8</b>	0.0
<b>Somme</b>	80	176	772	156	20.2	<b>1.1</b>	1	<b>198</b>	18	0	<b>0</b>	0	<b>10.2</b>	0.0	<b>0.0</b>	0.0
<b>Tarn</b>	81	21	314	21	6.7	<b>1.0</b>	5	<b>152</b>	2	0	<b>0</b>	0	<b>9.5</b>	0.0	<b>0.0</b>	0.0
<b>Tarn et</b>																
<b>Garonne</b>	82	92	195	84	43.1	<b>1.1</b>	9	<b>350</b>	23	5	<b>2</b>	0	<b>25.0</b>	5.4	<b>2.2</b>	0.0
<b>Var</b>	83	117	153	89	58.2	<b>1.3</b>	6	<b>403</b>	12	2	<b>2</b>	0	<b>10.3</b>	1.7	<b>1.7</b>	0.0
<b>Vaucluse</b>	84	112	151	78	51.7	<b>1.4</b>	7	<b>392</b>	15	4	<b>2</b>	0	<b>13.4</b>	3.6	<b>1.8</b>	0.0
<b>Vendée</b>	85	156	282	136	48.2	<b>1.1</b>	10	<b>791</b>	23	13	<b>3</b>	0	<b>14.7</b>	8.3	<b>1.9</b>	0.0
<b>Vienne</b>	86	155	266	141	53.0	<b>1.1</b>	8	<b>444</b>	42	15	<b>9</b>	0	<b>27.1</b>	9.7	<b>5.8</b>	0.0
<b>Haute</b>																
<b>Vienne</b>	87	237	201	120	59.7	<b>2.0</b>	12	<b>4687</b>	136	64	<b>35</b>	4	<b>57.4</b>	27.0	<b>14.8</b>	1.7
<b>Vosges</b>	88	76	507	48	9.5	<b>1.6</b>	8	<b>2152</b>	25	9	<b>5</b>	1	<b>32.9</b>	11.8	<b>6.6</b>	1.3
<b>Yonne</b>	89	144	423	133	31.4	<b>1.1</b>	12	<b>712</b>	26	6	<b>2</b>	0	<b>18.1</b>	4.2	<b>1.4</b>	0.0
<b>Territoire de</b>																
<b>Belfort</b>	90	26	101	20	19.8	<b>1.3</b>	21	<b>588</b>	13	5	<b>3</b>	0	<b>50.0</b>	19.2	<b>11.5</b>	0.0
<b>Essonne</b>	91	58	196	57	29.1	<b>1.0</b>	2	<b>216</b>	6	1	<b>0</b>	0	<b>10.3</b>	1.7	<b>0.0</b>	0.0
<b>Hauts de</b>																
<b>Seine</b>	92	72	36	36	100.0	<b>2.0</b>	6	<b>234</b>	3	1	<b>0</b>	0	<b>4.2</b>	1.4	<b>0.0</b>	0.0
<b>Seine Saint</b>																
<b>Denis</b>	93	79	40	40	100.0	<b>2.0</b>	1	<b>197</b>	6	0	<b>0</b>	0	<b>7.6</b>	0.0	<b>0.0</b>	0.0
<b>Val de</b>																
<b>Marne</b>	94	55	47	47	100.0	<b>1.2</b>	9	<b>341</b>	4	1	<b>1</b>	0	<b>7.3</b>	1.8	<b>1.8</b>	0.0
<b>Val d'Oise</b>	95	56	184	55	29.9	<b>1.0</b>	5	<b>111</b>	2	0	<b>0</b>	0	<b>3.6</b>	0.0	<b>0.0</b>	0.0



## ANNEXE 4



**Figure 1** : Carte du potentiel radon des formations géologiques à l'échelle 1:1 000 000, version 2010

### **Apport et limites de la cartographie**

*Cette cartographie permet de cibler les zones dans lesquelles la présence de radon dans les habitations à des concentrations élevées est la plus probable. A l'échelle communale, elle permet de définir des priorités pour le dépistage du radon.*

*Compte-tenu de la résolution spatiale des informations utilisées, les cartes proposées par l'IRSN ne peuvent être exploitables que jusqu'à l'échelle de la commune.*

*Le potentiel radon ainsi fourni ne présage en rien des concentrations présentes dans les bâtiments, celles-ci dépendant de multiples autres facteurs (étanchéité de l'interface entre le bâtiment et le sol, taux de renouvellement de l'air intérieur...). La cartographie ne peut donc en aucun cas se substituer à la réalisation de mesures.*

### **Classification des communes en fonction du potentiel radon des formations géologiques**

*La cartographie du potentiel radon des formations géologiques a servi à classer les communes en fonction du potentiel radon des roches caractérisant leur sous-sol.*

Les correspondances entre la classification du potentiel radon des formations géologiques et celle des communes sont les suivantes :

Éléments de classification du potentiel radon des formations géologiques		Classification du potentiel radon des formations géologiques	Passage aux catégories des communes selon le potentiel radon	
Teneurs en uranium des roches	Présence de facteurs géologiques particuliers <i>(failles importantes, ouvrages miniers souterrains, sources hydrothermales) *</i>		Occurrence des formations géologiques, classées selon leur potentiel radon, sur l'emprise communale	Catégorie de la commune selon son potentiel radon
Faibles	Non	Faible	Sur toute la surface communale	1
Faibles	Oui	Moyen à élevé	Au moins en partie sur la surface communale	2
Moyennes à élevées	Oui ou Non	Moyen à élevé	Au moins en partie sur la surface communale	3

\* Ces conditions géologiques particulières peuvent localement faciliter le transport du radon depuis la roche jusqu'à la surface du sol et ainsi augmenter la probabilité de concentrations élevées dans les bâtiments.

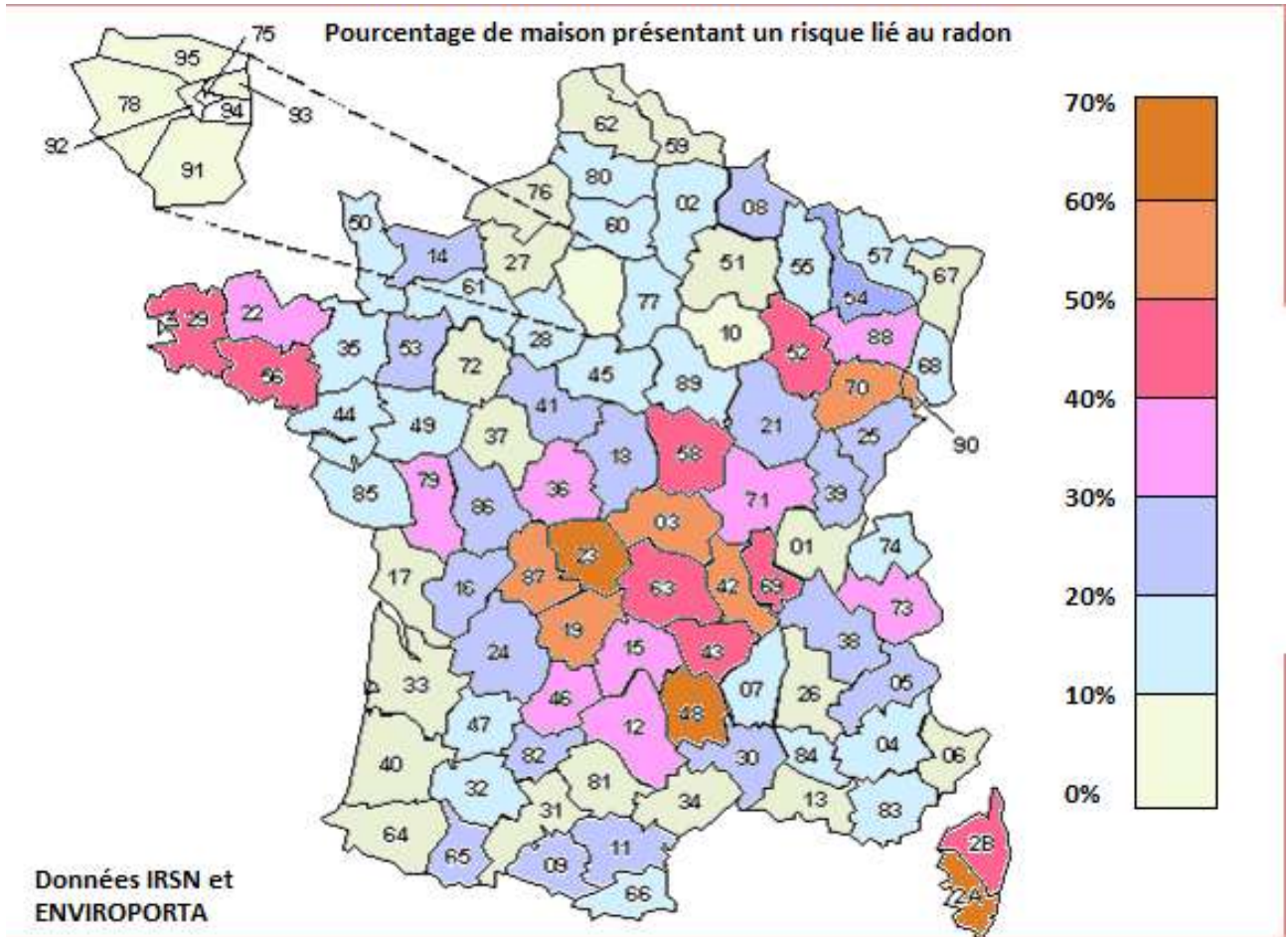
> [Connaitre le potentiel radon de ma commune.](#)

#### Références bibliographiques :

- IRSN. Rapport Scientifique et Technique (2008) [Méthodologie de cartographie des zones prioritaires pour la gestion du risque lié au radon](#)
- Mapping of the geogenic radon potential in France to improve radon risk management: methodology and first application to region Bourgogne. Ielsch G., Cushing M.E., Combes Ph., Cuney M. (2010). [Journal of Environmental Radioactivity 101-10](#) (2010) 813-820.
- [A statistical evaluation of the influence of housing characteristics and geogenic radon potential on indoor radon concentrations in France](#). Demoury C., Ielsch G., Hemon D., Laurent O., Laurier D., Clavel J., Guillevic J. *Journal of Environmental Radioactivity* 126 (2013) 216-225.
- Estimation and mapping of uranium content of geological units in France (2016). Ielsch G., Cuney M., Buscail F., Rossi F., Leon A., Cushing M.E. [Journal of Environmental Radioactivity 166](#) (2017) 210-219.

Extrait du site internet de l'IRSN.

ANNEXE 5







Santé  
Canada Health  
Canada

Votre santé et votre  
sécurité... notre priorité.

Your health and  
safety... our priority.

## LES EFFETS DU RADON SUR LA SANTÉ

- Le radon est un gaz radioactif naturellement présent dans l'environnement. Il résulte de la désintégration de l'uranium dans le sol, la roche et l'eau.
- Le radon est un gaz que vous ne pouvez pas voir, ni sentir, ni goûter et qui peut s'infiltrer dans votre maison sans y être décelé.
- Le radon est la deuxième principale cause de cancer du poumon. Il s'agit d'un risque à long terme qui dépend de la concentration de radon, de la durée d'exposition et de l'usage du tabac.
- Toutes les maisons ont un certain niveau de radon — la seule façon de savoir combien est de mesurer.

## COMMENT MESURER LE RADON

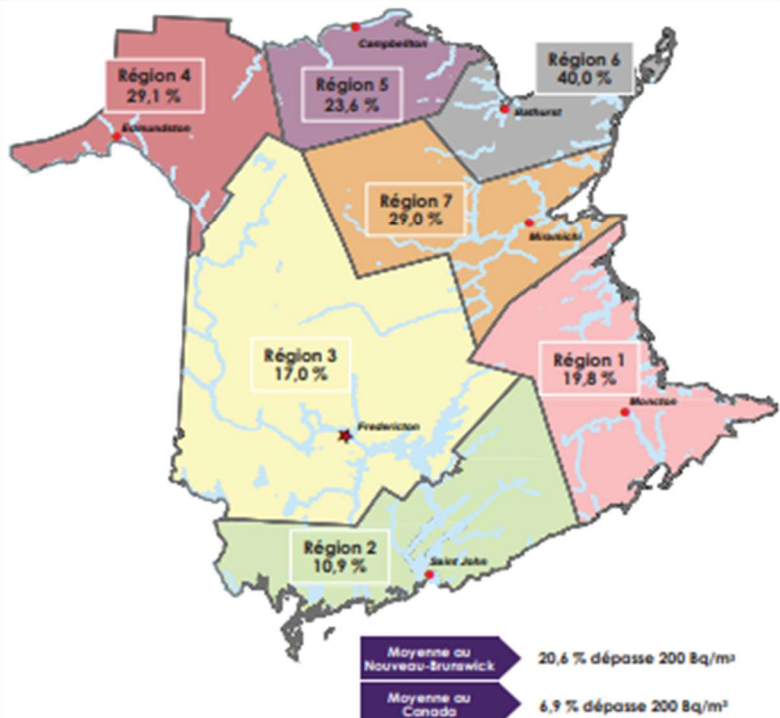
- Il existe deux façons de mesurer la concentration de radon dans une maison :
  - se procurer une trousse de mesure à long terme soi-même
  - engager un professionnel certifié en mesure du radon
- Santé Canada recommande une période de mesure dans une maison d'au moins trois mois, de préférence entre septembre et avril lorsque les portes et les fenêtres sont généralement fermées.

## RÉDUIRE VOTRE EXPOSITION AU RADON

- Si la concentration de radon dans votre maison est supérieure au seuil indiqué dans la ligne directrice canadienne de 200 becquerels par mètre cube (200 Bq/m<sup>3</sup>), prenez des mesures correctives pour réduire votre exposition.
- Des mesures correctives devraient être prises dans un délai de deux ans si le niveau atteint entre 200-600 Bq/m<sup>3</sup>.
- Vous pouvez trouver un professionnel accrédité en contactant le Programme national de compétence sur le radon au Canada à <http://r.c-nrpp.ca/>.

# LE RADON AU NOUVEAU-BRUNSWICK

POURCENTAGE DE MAISONS SONDÉES  
DONT LES CONCENTRATIONS DE RADON SONT SUPÉRIEURES  
À LA LIGNE DIRECTRICE CANADIENNE DE 200 Bq/m<sup>3</sup>



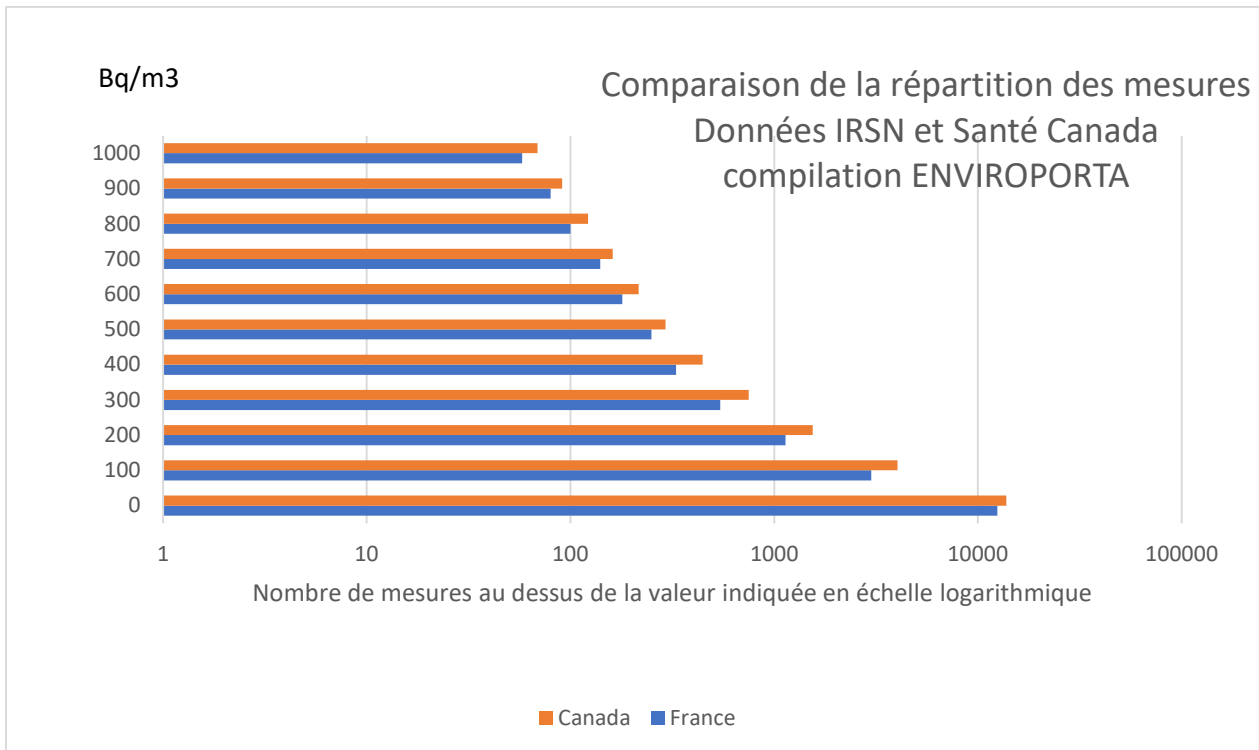
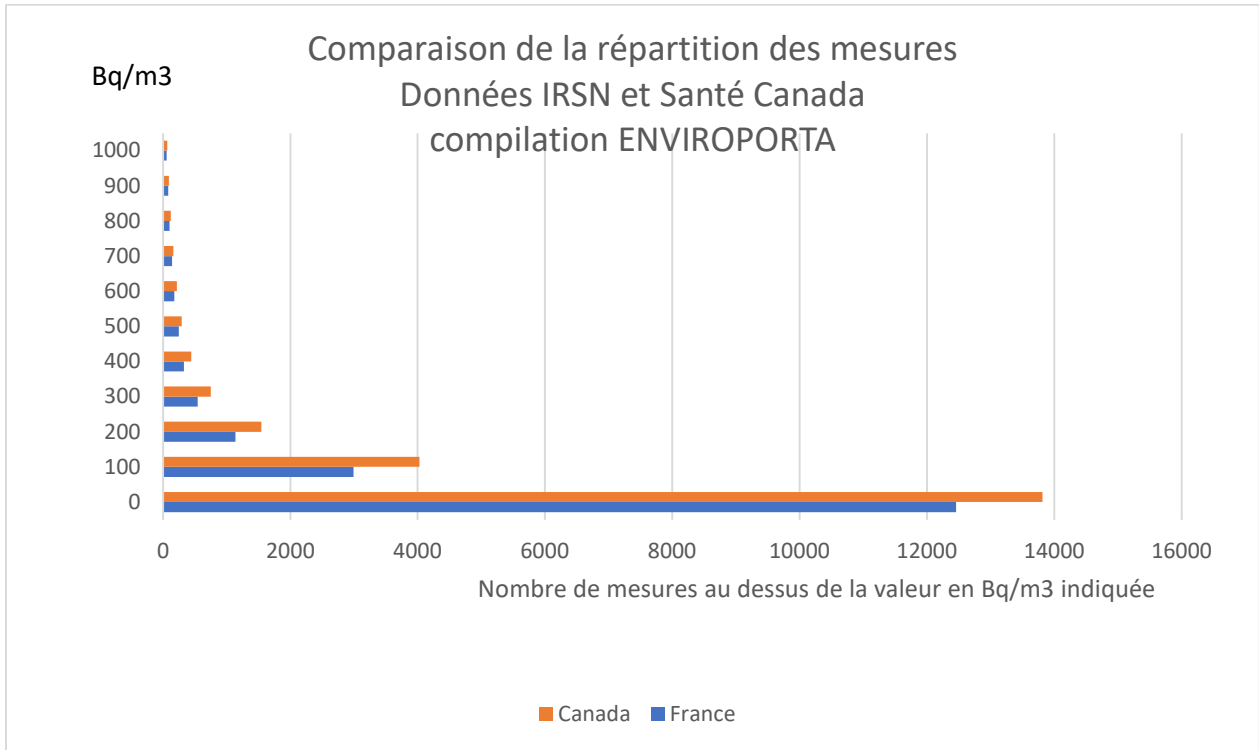
Source : D'après une enquête pancanadienne de Santé Canada sur les concentrations de radon dans les habitations (2012)

Réduire les concentrations de radon dans votre maison est facile à réaliser et peut sauver des vies!

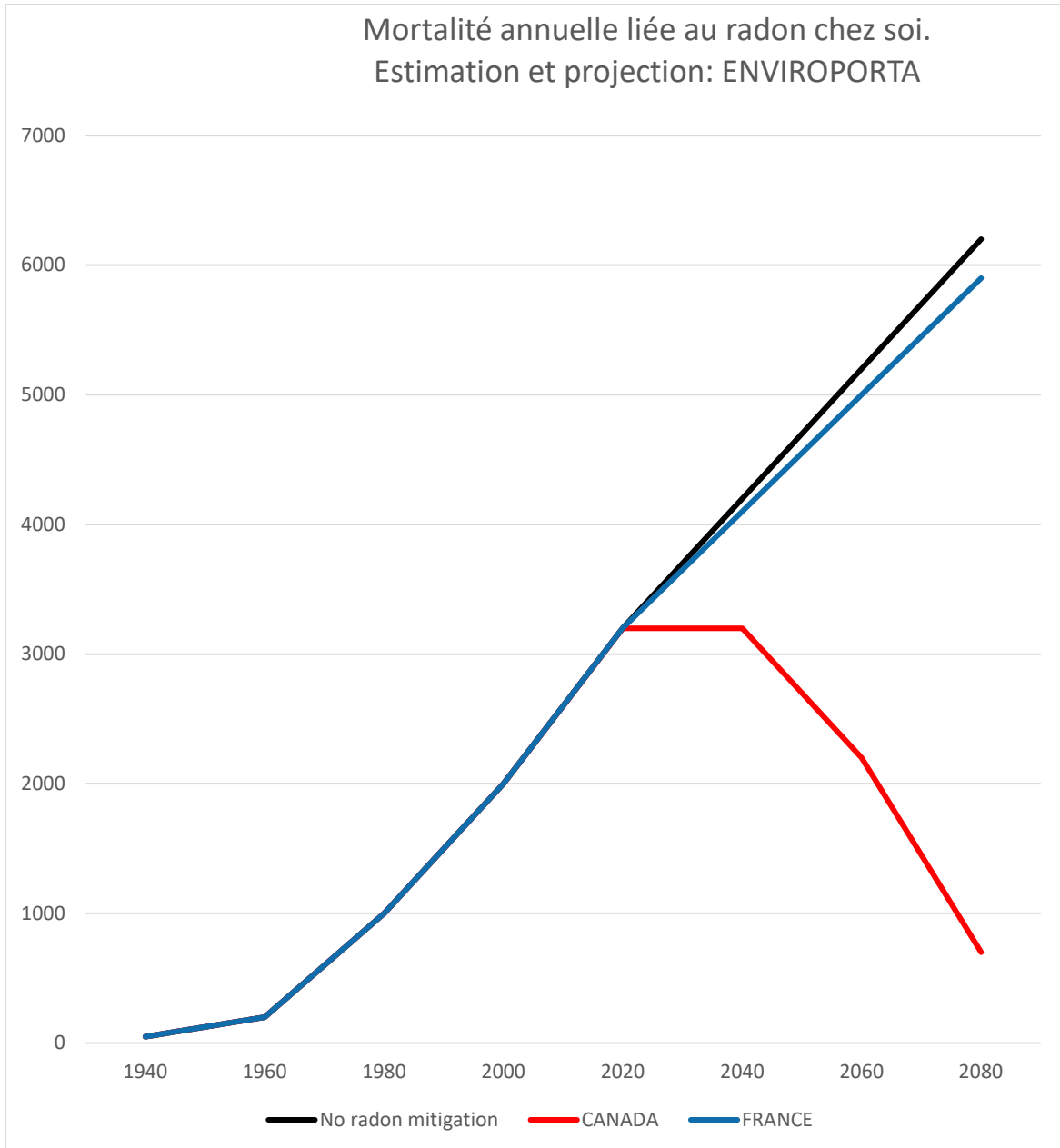
Pour obtenir de plus amples renseignements sur le radon, veuillez consulter le site Web [www.santecanada.gc.ca/radon](http://www.santecanada.gc.ca/radon)

Un spécialiste régional en radiation est à votre disposition pour répondre à vos questions : [radon\\_atlantic@hc-sc.gc.ca](mailto:radon_atlantic@hc-sc.gc.ca)

ANNEXE 7



ANNEXE 8



Courbe de la mortalité annuelle liée au radon comparée pour 2 pays : le Canada et la France

## INTÉRÊT PUBLIC / Accompagner les habitants face au risque radon

Ailleurs

# Métier d'atténuateur de radon au Canada

La région du Nouveau-Brunswick<sup>1</sup> est la plus contaminée du Canada. On y trouve 30 % des plus hautes concentrations mesurées dans le pays et 40 % des maisons y dépassent le seuil de 200 Bq/m<sup>3</sup> fixé par les autorités. La certification des professionnels du radon apporte des solutions aux propriétaires, dans un pays où 7 % des résidences sont au-dessus de cette ligne directrice. Témoignage d'un atténuateur de radon certifié.

**A**u Canada, les autorités publiques lancent tous les ans en novembre une campagne nationale de sensibilisation au radon ciblant les bâtiments existants. Mais le message passe mal auprès du public. Contrairement au froid, ce gaz ne provoque aucune gêne susceptible de déclencher une action de protection. La sensation de froid conduit le Canadien à percevoir le chauffage comme un élément de confort important, voire comme une nécessité vitale. En revanche, dans le cas d'une exposition au radon, les poumons n'émettent aucun signal de détresse comparable à la sensation de froid. Les atténuateurs ont un rôle de sensibilisation à jouer pour convaincre les gens de se saisir d'un problème aussi abstrait dont souvent ni les parents ni les enseignants ni les médecins de famille ne leur ont jamais parlé. C'est d'autant plus délicat que nous intervenons aussi dans le cadre d'une démarche commerciale, en tant que vendeurs d'installations d'atténuation.

Nous sommes maintenant environ 270 au Canada, dont la moitié en Ontario, 25 au Québec et 25 au Nouveau-Brunswick, province plus petite, proportionnellement la plus exposée et où les concentrations élevées de radon sont proportionnellement les plus fréquentes. Pourtant, aucun de nous ne parvient à vivre de cette seule activité. La demande n'est pas à la hauteur des enjeux et il est à craindre qu'au final seuls les citoyens les plus sensibilisés apprennent à se prémunir contre ce risque.

### Comment devient-on atténuateur de radon?

Il faut d'abord être mesureur de radon accrédité. Les formations proposées lors de l'accréditation mettent l'accent sur les dangers de l'exposition au radon et à ses produits de désintégration, qui incluent deux redoutables isotopes radioactifs du Polonium. Nous suivons des cours théoriques et pratiques sur les solutions d'atténuation de ce gaz et validons nos acquis par un examen. Le Programme national de compétence sur le radon au Canada (PNCR-C) délivre, moyennant la fourniture d'une attestation d'assurance, une certification valable deux ans renouvelables. Durant cette période, nous devons suivre un programme de formation continue. Bon



Jean-Denis La Rivière se propose à vendre son savoir-faire dans les marchés les plus à risque ailleurs dans le monde.

nombre d'entreprises de construction sont entrés dans la démarche de certification depuis que le Code du bâtiment a rendu obligatoire la mise en œuvre de dispositions relatives au radon. Toute construction neuve doit désormais disposer de moyens passifs pour prévenir son intrusion et être conçue pour faciliter l'installation d'un système d'atténuation actif complet si sa mesure révèle une concentration dangereuse dans l'air intérieur une fois la construction achevée.

### Réticence à faire des travaux

La plupart des professionnels certifiés miment en parallèle à leur métier d'atténuateur une activité en lien avec la construction de maisons. De mon côté, je suis conseiller énergétique et inspecteur facilitateur de transactions immobilières. En tant que mesureur de radon, je suis sollicité par des particuliers, qui ignorent tout de ce gaz. Je les informe des dangers. Je réalise des mesures sur trois mois avec des détecteurs de traces Alpha. En tant qu'atténuateur de radon, mes clients sont surtout des jeunes familles de médecins, des professionnels de l'environnement et des retraités concernés de près par les

problématiques de santé liées à la qualité de l'air intérieur et assez vigilants. Chaque maison est un défi différent. Le risque est d'autant plus élevé que la concentration est forte et il le restera aussi longtemps qu'une solution d'atténuation efficace n'aura pas été installée.

Pourtant, peu de clients décident de réaliser les travaux nécessaires. Il arrive que certains reportent les travaux à plus tard car il s'agit d'un risque à long terme. Si tel est le cas, je m'efforce de souligner qu'agir sans attendre est préférable pour chacun des occupants. D'autres propriétaires craignent qu'installer un équipement d'atténuation du radon ne conduise à une perte de valeur pour leur bien immobilier. C'est pourtant le contraire qui pourrait survenir : lorsque le radon sera mieux connu du public, les maisons dans lesquelles il aura été efficacement atténué disposeront d'un avantage de poids.

### Une efficacité souvent supérieure à 90 %

Le radon qui pénètre dans l'intérieur habité ne passe pas forcément par une fissure bien visible, mais peut être par un trou de la taille d'une tête d'épingle caché sous une irrégularité du béton. J'utilise la méthode SDS<sup>2</sup>, inventée par le Canadien Arthur Scott, qui consiste à forer au travers des dalles de la maison et à installer un réseau de tuyaux reliés à un extracteur pour offrir au gaz un chemin d'évacuation plus favorable. C'est ce qu'on appelle dans notre jargon la mise en dépression du sol. Ce système est capable de réduire de plus de 90 %, voire 98 %, la concentration de radon dans une habitation.

Il importe de ne pas dégrader dans le même temps l'efficacité énergétique du bâtiment. Par exemple une extraction surpuissante augmenterait les frais de chauffage en chassant vers l'extérieur l'air chauffé en même temps que le radon. Le système SDS chasse aussi l'humidité présente dans les gaz du sol. Cet assèchement est bénéfique car il évite l'usage de systèmes déshumidificateurs, contribue à une meilleure qualité de l'air et à la durabilité des charpentes. ■

1. Une des dix provinces canadiennes
2. SDS pour système de mise en dépression du sol

➤ Pour en savoir plus :  
[delaportepanorama.com](http://delaportepanorama.com)  
[www.enr.ca/repere/leson/jean-denis](http://www.enr.ca/repere/leson/jean-denis)

## AILLEURS

### Concentration

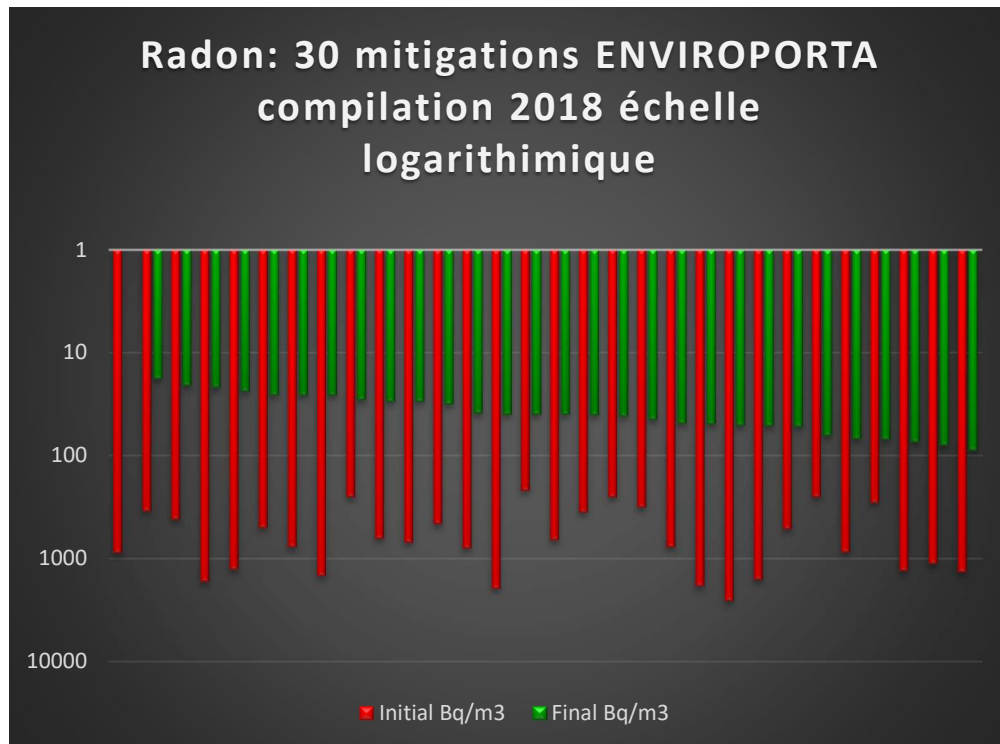
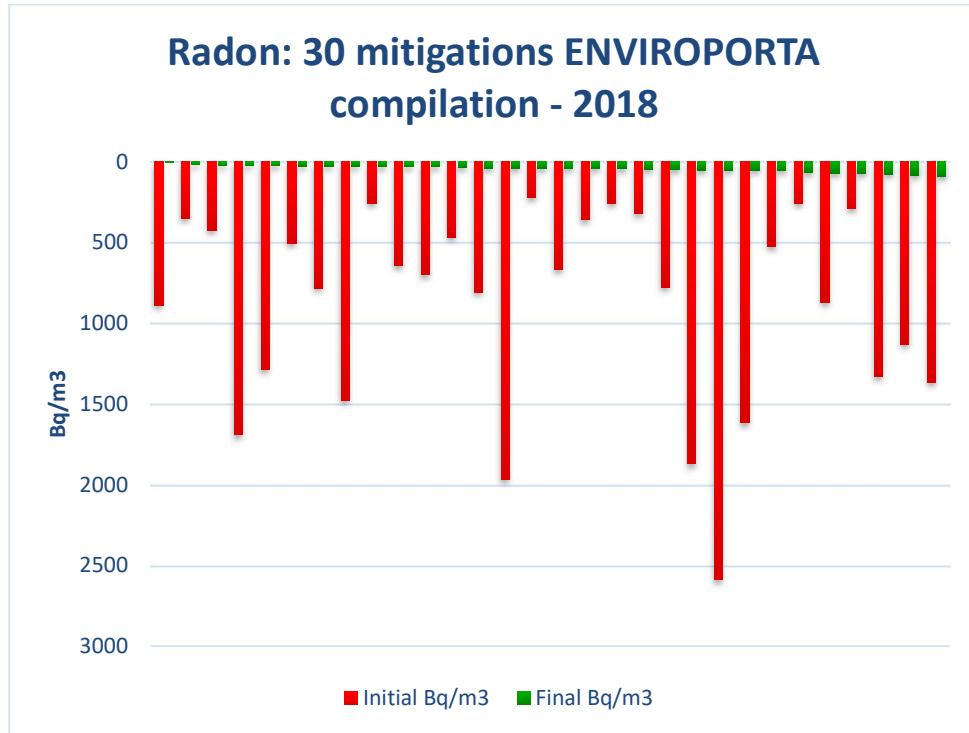
### Quelles recommandations au Canada?

Le ministère canadien de la Santé, Santé Canada, recommande que la concentration moyenne annuelle de radon dans l'air intérieur des habitations ne dépasse pas le seuil de 200 Bq/m<sup>3</sup>, appelé ligne directrice canadienne sur ce gaz dans

l'air intérieur. Il indique aux propriétaires des délais conseillés pour l'intérieur en fonction du taux de concentration :

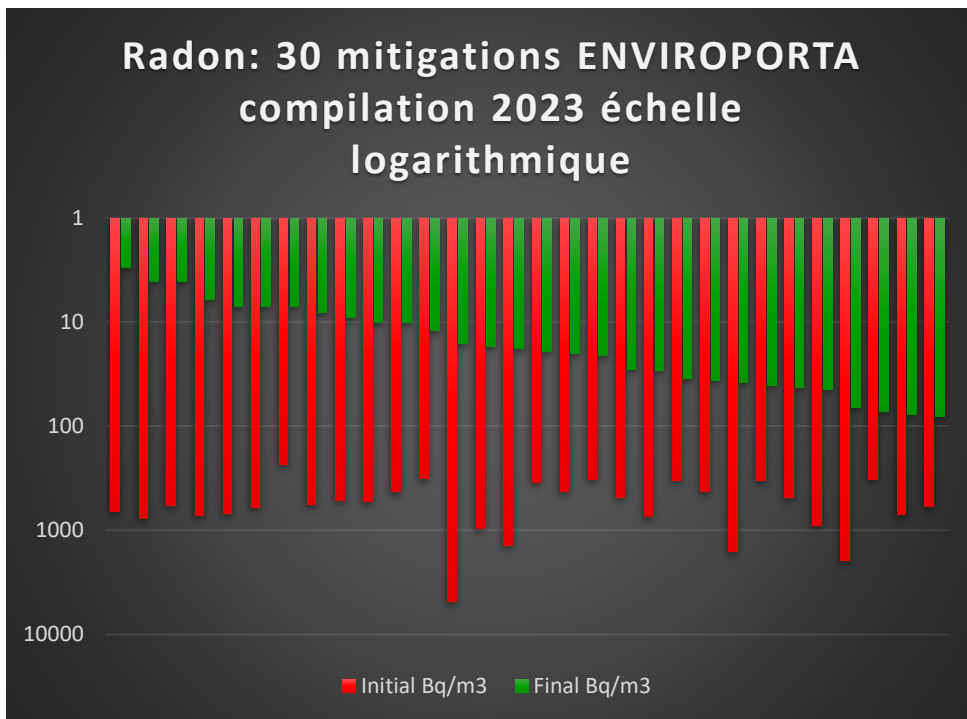
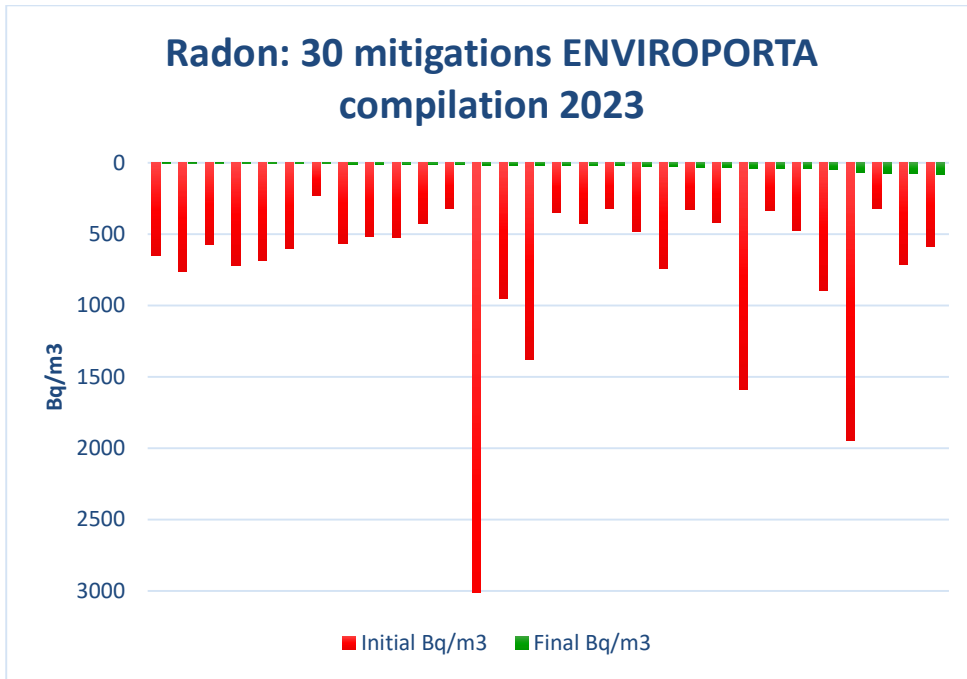
- entre 200 et 600 Bq/m<sup>3</sup> : en moins de deux ans ;
- plus de 600 Bq/m<sup>3</sup> : en moins d'un an.

ANNEXE 10

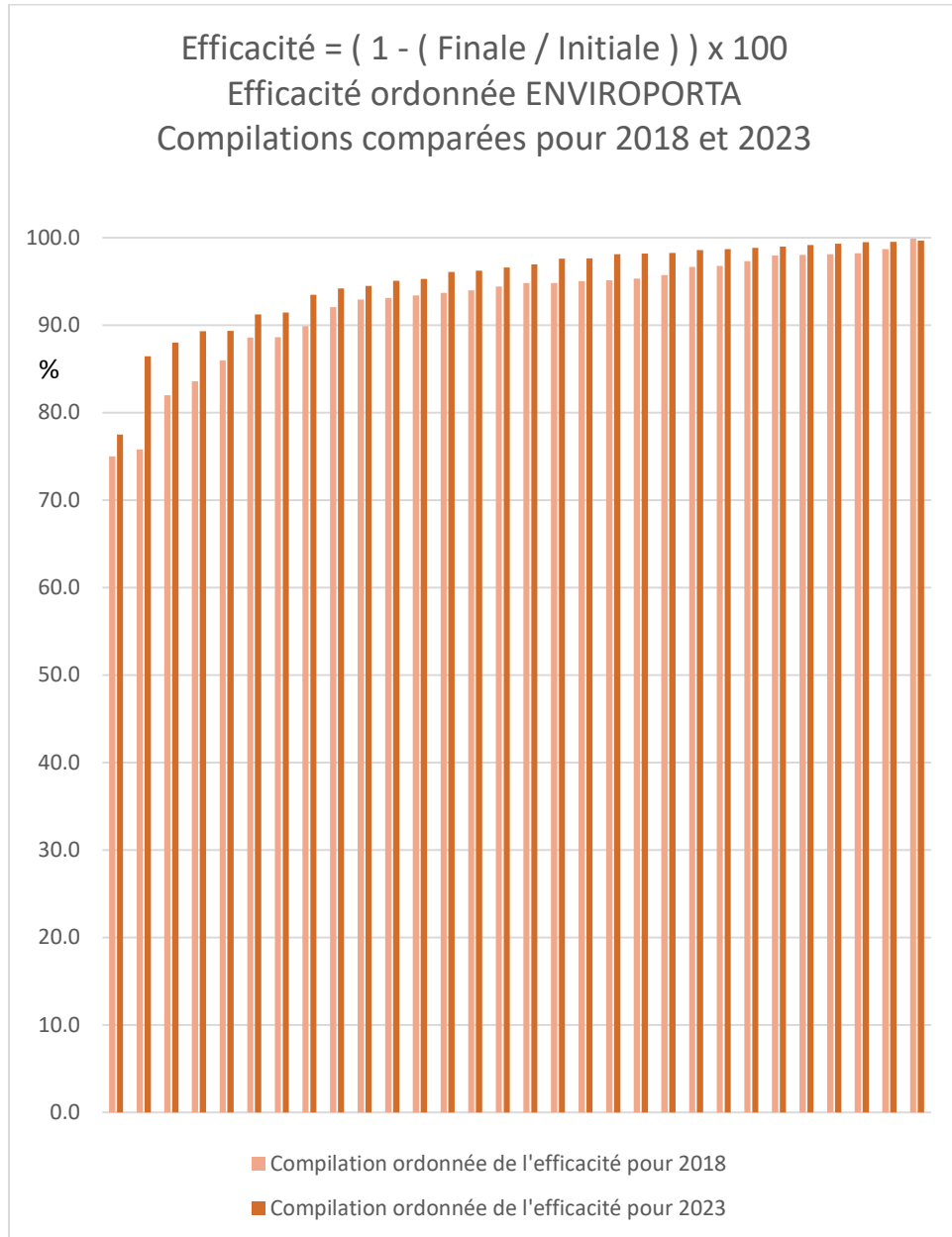





ANNEXE 11



ANNEXE 12



Les données ont été classées pour chaque année par ordre d'efficacité croissante ce qui facilite la comparaison des deux compilations.



# Radon

Le radon est un gaz radioactif naturel inodore, incolore et inerte, présent partout dans les sols mais plus fortement dans les sous-sols granitiques et volcaniques. Ce gaz s'accumule dans les espaces clos, notamment dans les bâtiments.

Il a été reconnu comme cancérigène pulmonaire depuis 1987 par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) de l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS).

En France, il constitue la principale source d'exposition aux rayonnements ionisants et le second facteur de risque de cancer du poumon après le tabagisme.

**LE RISQUE SUR LA COMMUNE**

La commune du Monétier-les-Bains a un potentiel radon de catégorie 3 du fait de sa géologie.

**LES MESURES DE PRÉVENTION ET PROTECTION**

Le potentiel radon fournit un niveau de risque relatif à l'échelle de la commune, il ne présage en rien des concentrations présentes dans votre habitation, celles-ci dépendant de multiples autres facteurs (étanchéité de l'interface entre le bâtiment et le sol, taux de renouvellement de l'air intérieur...). Le fait que votre habitation soit localisée dans une commune à potentiel radon de

catégorie 3 ne signifie pas forcément qu'elle présente des concentrations en radon importantes.

**QU'EST-CE QUE LA COMMUNE A FAIT CONCERNANT LE RADON DANS LES BÂTIMENTS PUBLICS**

Des analyses et des travaux ont été réalisés dans l'école. Un système de ventilation a été installé permettant un brassage d'air important.

**LES BONS RÉFLEXES**

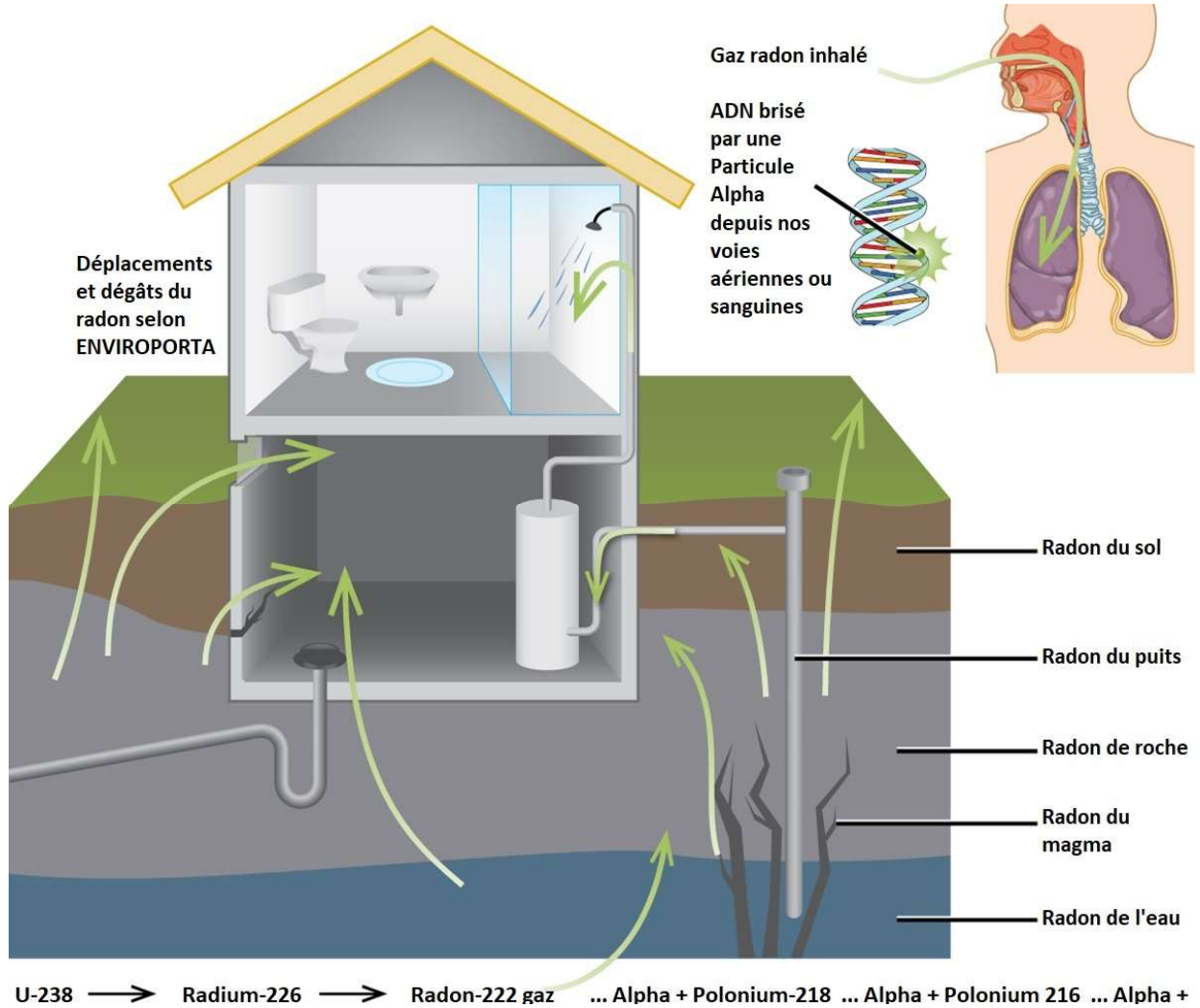
⇒ Évaluez votre exposition en réalisant un dépistage de votre habitation pour mesurer les concentrations du radon à l'aide de détecteurs (dosimètres radon) qu'il est possible de placer soi-même.

⇒ Si la concentration mesurée est élevée :

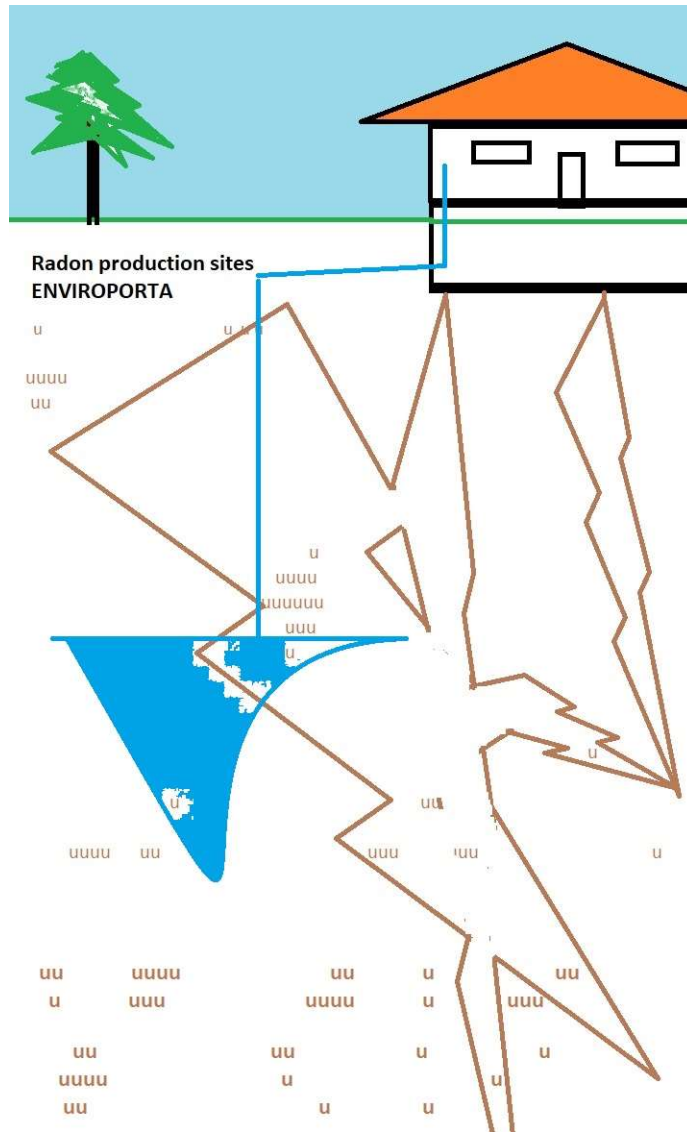
- limitez l'entrée du radon dans le bâtiment, en renforçant l'étanchéité entre le sol et le bâtiment,
- favorisez le renouvellement de l'air intérieur (aération, ventilation).

Extrait d'une circulaire publique de la commune du Monétier-les-Bains.

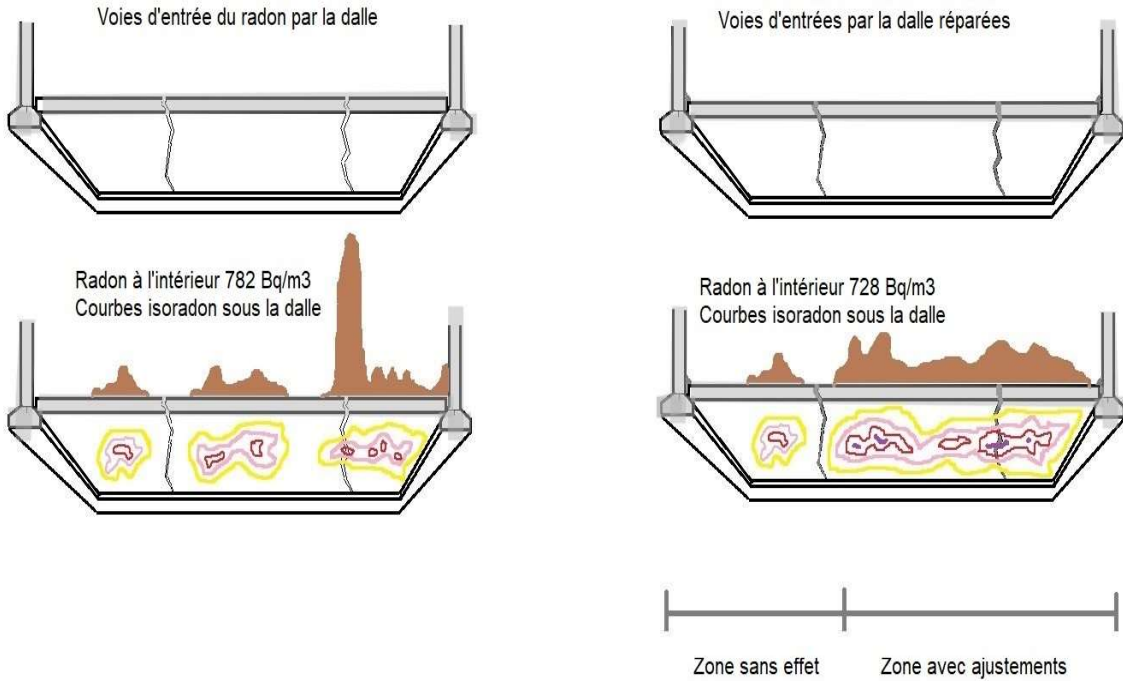
ANNEXE 14



ANNEXE 15



ANNEXE 16



Legend

-  Fissures ou retraits
-  Fissures et retraits réparés
-  Entrée de radon quantifiée
- Courbes isoradon sous la dalle
  -  5 000 Bq/m3
  -  10 000 Bq/m3
  -  15 000 Bq/m3
  -  20 000 Bq/m3

Dalle, semelle et murs en vue contreplongante

Représentations avant et après travaux d'obturation des voies d'entrées

Représentation quantifiée des niveaux de radon sur et sous la dalle

Illustration ENVIROPORTA

## ANNEXE 17

### **When citizen science meets radon building diagnosis: Synthesis of a French pilot project developed in the framework of the European RadoNorm research project [version 2; peer review: 1 approved, 1 approved with reservations]**

Sylvain Andresz, Ambre Marchand-Moury, Joëlle Goyette-Pernot, Anne-Laure Rivière, Caroline Schieber

*“Bonjour Monsieur Dallaporta,*

*Nous avons bien reçu vos commentaires par l'intermédiaire de Mme X... et nous vous en remercions.*

*Vos commentaires montrent que des travaux de gestion de la concentration en radon peuvent être efficaces, ce qui est rassurant. Ils ne sont pas contradictoires avec notre recherche qui voulait démontrer la possibilité d'impliquer des citoyens sur le mode de la science citoyenne dans l'évaluation, le test et la mise à jour d'un outil en ligne contribuant à auto-évaluer un bâtiment vis-à-vis du radon.*

*Après consultation avec les co-auteurs, nous ne pourrions cependant pas citer vos travaux dans notre article car ils ne s'inscrivent pas dans le périmètre de notre recherche.*

*Vous soulevez dans vos commentaires la question de la définition de « l'expert radon ». C'est une question intéressante. Il n'y a pas de définition arrêtée en France, néanmoins nous reconnaissons que les organismes agréés dits de Niveau 1 ou de Niveau 2 par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (éventuellement des Organismes Vérificateurs Agréés – par le COFRAC) peuvent déployer des « experts radon » sur le terrain.*

*La réglementation appelle ces experts pour la gestion du risque radon dans les bâtiments recevant du public ainsi que les lieux de travail ; reste que ces experts, rares au demeurant, sont également mobilisés dans les actions locales portant sur la gestion du radon dans les habitations. En outre, vous savez peut-être que la réglementation française interdit explicitement le « diagnostiqueur radon » d'effectuer les travaux visés dans le diagnostic qu'il a « prescrit ». Cette modalité est aussi appliquée de fait pour la gestion du radon dans les habitations.*

*Ces deux points éclairent beaucoup les différences de contexte qui peuvent exister entre les pays et comment des modalités d'action qui sont portées dans un pays ne peuvent pas l'être dans l'autre.*

*Encore merci pour votre lecture.*

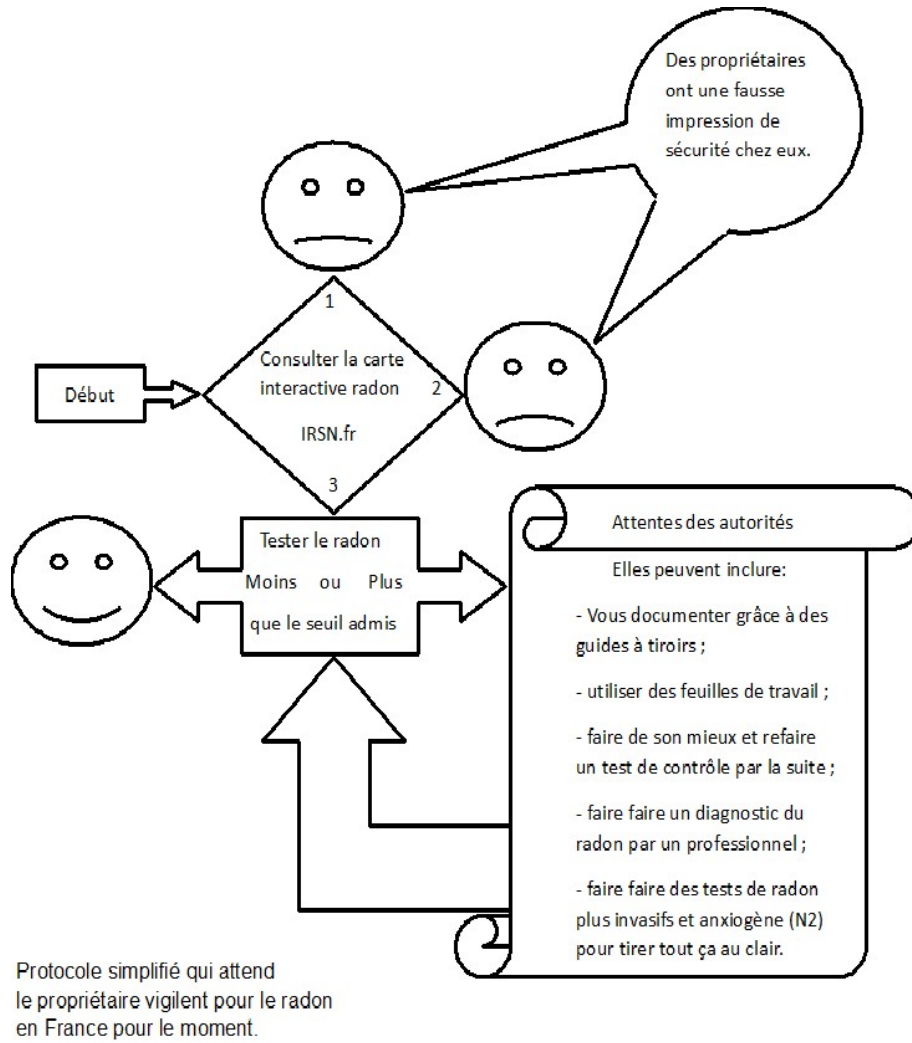
*Meilleures salutations.*

*Y...*

---

**Centre d'étude sur l'Évaluation de la Protection dans le domaine Nucléaire (CEPN)''**

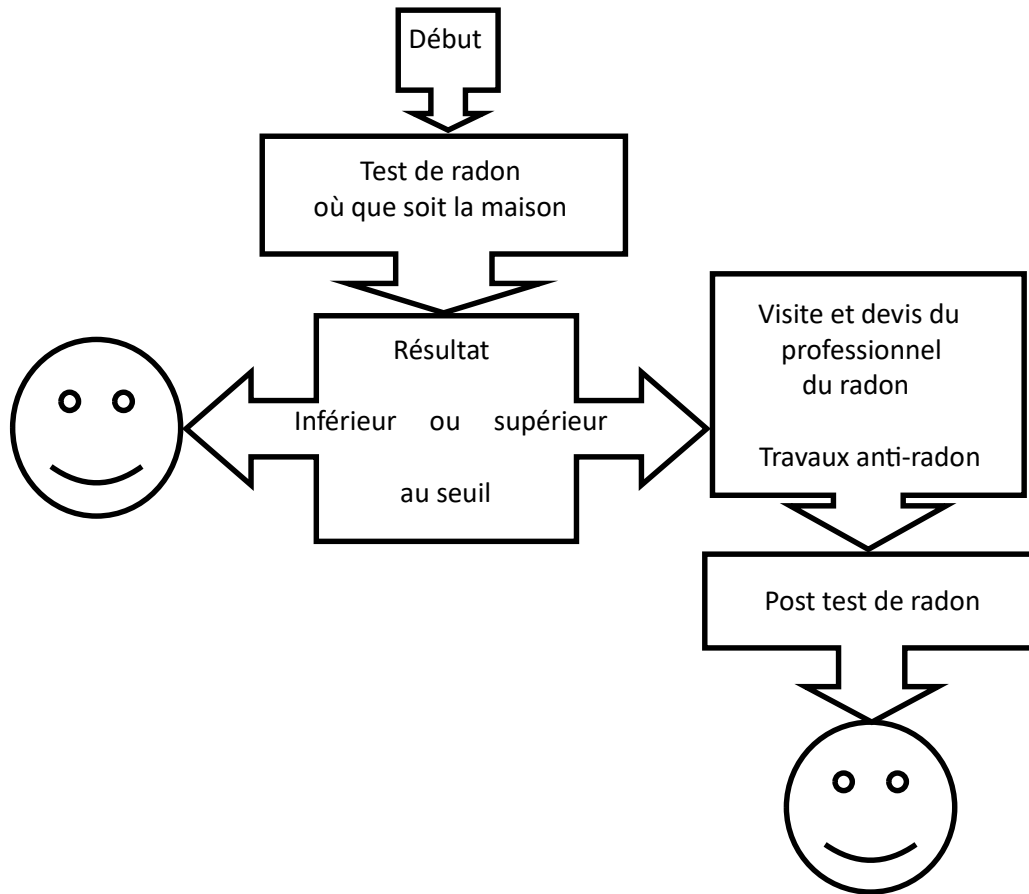
ANNEXE 18



Protocole qui attend le propriétaire vigilant en France.



ANNEXE 19



Protocole recommandé qui pourrait attendre le propriétaire vigilant en France