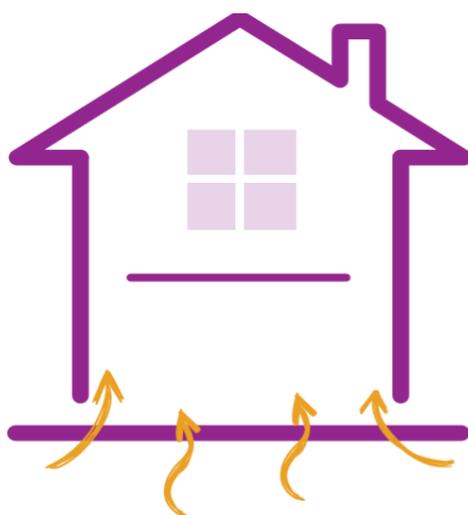


Synthèse et valorisation des campagnes de sensibilisation et de mesures de radon dans 200 foyers du Cantal de 2012 à 2018



Animateur de l'action et rédacteur de la synthèse :

Centre permanent d'initiatives pour l'Environnement
de Haute Auvergne



HAUTE AUVERGNE
Artisans du changement environnemental

Financeurs et partenaires techniques de l'action :

Agence Régionale de Santé Auvergne Rhône-Alpes,
Délégation Départementale Cantal (Pôle Prévention et
Gestion des Risques Sanitaires).

Avec la participation du CEREMA Centre Est (Centre
d'Etudes et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la
Mobilité et l'aménagement) via un financement de la DREAL (Direction Régionale de
l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement...)



Publication novembre 2020

Remerciements :

- Communes et intercommunalités participantes : Communes de St Mamet, Ydes, Saignes, Madic, Bassignac, Champs sur Tarentaine, Calvinet, Cassaniouze, Ladinhac, Sansac Veinazes, Val d'Arcomie, Chaudes Aigues. Communauté de communes Sumène Artense, Communauté de communes Chataigneraie, Saint Flour Communauté.
- Les 200 foyers volontaires ayant participé à l'étude.
- Agence Régionale de Santé Auvergne-Rhône-Alpes Délégation Départementale Cantal.
- CEREMA Centre-Est (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement).

Sommaire

Avant-Propos	4
Introduction	5
1. Le Contexte cantalien.....	6
2. Matériel et méthodes.....	7
2.1. Support de l'étude et intentions	7
2.2. Les étapes de la démarche.....	8
2.3. Choix des territoires d'études.....	10
2.4. Recrutement des foyers volontaires.....	10
2.5. Description des habitations étudiées.....	11
2.6. Méthode de mesure de radon.....	12
2.7. Sensibilisation des habitants.....	13
2.8. Suivi et accompagnement des foyers	15
3. Résultats.....	18
3.1. Les habitations	18
3.2. La géologie des lieux d'habitation.....	20
3.3. La concentration en radon	22
3.4. Interprétation.....	23
3.5. Les diagnostics et contre-mesures.....	24
3.6. La sensibilisation	28
3.7. Le Suivi	29
4. Conclusion.....	30
Bibliographie.....	31
Liste des annexes.....	32

Avant-Propos

Le radon est un gaz radioactif incolore, inodore et inerte, présent naturellement dans les sols et certaines roches granitiques et volcaniques. Il est classé comme « cancérigène pulmonaire certain » par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) de l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) depuis 1987.

EN FRANCE, LE RADON CONSTITUE UN ENJEU MAJEUR DE SANTE PUBLIQUE, IL EST LA DEUXIEME CAUSE DE CANCER DU POUMON APRES LE TABAC (PRES DE 10% DES DECES).

À l'échelle internationale comme à l'échelle nationale, la gestion de ce risque est devenue une priorité des autorités, avec son inscription dans la directive européenne Euratom 2013/59, dans la réglementation française, dans plusieurs plans nationaux (Plan national santé environnement PNSE 2015-2019, plan cancer (2014-2019), plan d'action interministériel 2016-19 pour la gestion du risque lié au radon), ainsi qu'à l'échelle régionale (Plan Régional Santé Environnement 2017-2022).

Pour rappel, une réglementation s'applique dans certains ERP (Etablissements Recevant du Public) dans les communes exposées. Elle prévoit l'obligation de mesures régulières de radon (tous les 10 ans) par un organisme agréé. Des niveaux d'actions ont été définis et en fonction de la concentration mesurée, des actions de remédiation, travaux, voire expertise supplémentaire doivent être mis en œuvre.

Le risque sanitaire lié au radon restant mal connu du grand public, il semble important de sensibiliser la population à ce polluant de l'air intérieur et aux moyens de réduire son exposition.

LE TRAVAIL MENE PAR LA DELEGATION DEPARTEMENTALE DU CANTAL DE L'AGENCE REGIONALE DE SANTE ET LE CPIE DE HAUTE AUVERGNE A POUR PREMIERE INTENTION D'INFORMER ET DE SENSIBILISER LE GRAND PUBLIC ET LES ACTEURS CONCERNES PAR CE RISQUE (ELUS, COLLECTIVITES, PROFESSIONNELS DU BATIMENT, ...).

Cette synthèse présente le travail réalisé lors de 5 campagnes de dépistage et de sensibilisation menées dans le département cantalien entre 2012 et 2018 auprès de 200 foyers de particuliers.

Introduction

Le radon est un gaz qui émane naturellement du sous-sol, essentiellement des roches granitiques et volcaniques qui contiennent de l'uranium et du radium dont la désintégration libère un gaz, le radon. Ce radon migre ensuite dans l'atmosphère à travers les pores du sol, les fissures des roches, il peut aussi provenir du dégazage naturel de l'eau.

A l'air libre, le radon est dilué par les vents donc sa concentration est faible et ne pose pas de problème de santé. Par contre, en atmosphère confinée comme à l'intérieur des logements, il peut s'accumuler, atteindre des concentrations élevées, et exposer, à long terme, les occupants à un risque de cancer du poumon. Le radon peut constituer ainsi l'un des principaux polluants de l'air intérieur.

Le radon peut notamment pénétrer dans les habitations par manque d'étanchéité entre le sol et la partie habitée (fissures, canalisations, ...). Sa concentration dans l'air du logement dépend de plusieurs facteurs :

- les caractéristiques du sol : sur une zone géographique donnée, plus le potentiel radon est élevé, plus les niveaux de radon présents dans les bâtiments sont susceptibles d'être élevés ;
- les caractéristiques du bâtiment (présence de fissures, manque d'étanchéité par rapport au sol, matériaux de construction, ...) ;
- la ventilation et le chauffage du logement: la ventilation dilue et réduit la concentration en radon, au contraire le chauffage en hiver peut créer un effet d'appel d'air qui aspire le radon (phénomène de tirage thermique) ;
- le comportement des habitants : l'aération réduit la concentration en radon.

COMMENT FAIRE PRENDRE CONSCIENCE DU RISQUE RADON ?

Les campagnes de dépistage menées ont avant tout un but pédagogique auprès des habitants, des collectivités et des élus des territoires concernés. La sensibilisation étant rendue plus « active » et concrète grâce à la pose d'un dosimètre et à un conseil adapté au cas par cas apporté chez les 200 foyers volontaires.

Il ne s'agit pas d'une étude statistique même s'il reste intéressant d'observer les données récoltées en termes de mesures de radon, de caractéristiques d'habitats et de géologie des sites d'implantation des habitations. Une phrase pourrait ainsi résumer l'intention de l'action :

« Prendre conscience du risque lié au radon ne l'augmente pas mais permet au contraire de le limiter si l'on met en œuvre certaines recommandations dans son habitat »

1. Le Contexte cantalien

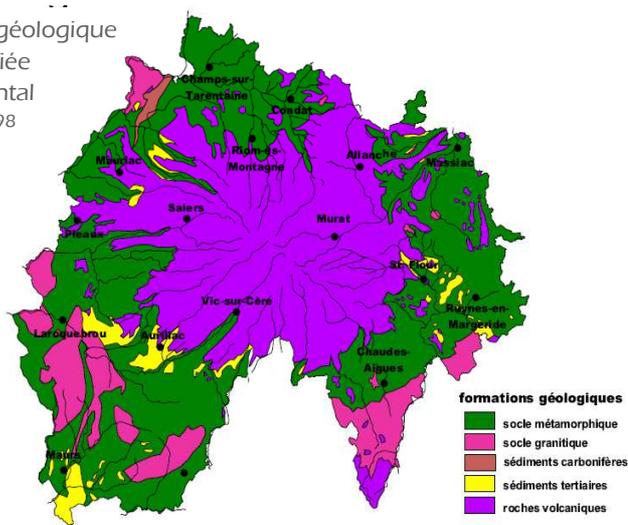
L'ALEA RADON DANS LE CANTAL : 76% DES COMMUNES DU CANTAL EN ALEA 3

L'exposition au radon dans le département n'est pas homogène. Les terrains sédimentaires (argiles) présentent moins de risque d'exposition au radon.

Les terrains du socle métamorphique (gneiss et schistes notamment) présentent un risque modéré alors que les terrains granitiques présentent un risque plus important. Citons les massifs granitiques de la Châtaigneraie et de la Margeride ou de l'Aubrac.

Les terrains volcaniques occupent une large partie centrale du département et présentent également un risque plus élevé d'émanation de radon.

Carte géologique simplifiée du Cantal
CPIE 1998

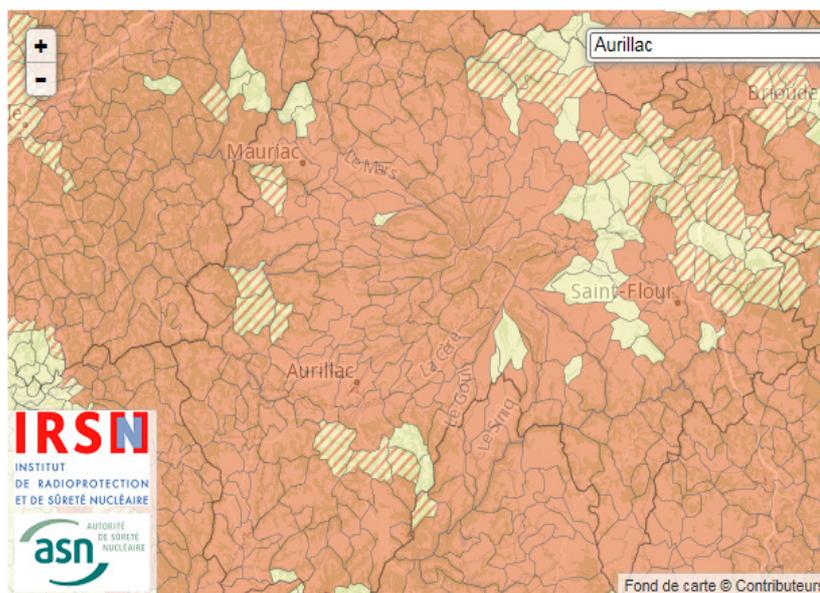


Le département du Cantal, fait partie des départements français particulièrement exposés au radon, il est donc spécialement concerné par la prévention et la gestion du risque sanitaire lié au radon.

La carte de l'IRSN des zones à potentiel radon (carte disponible sur le site internet de l'IRSN) classe les communes de chaque département en fonction du potentiel radon des roches.

En voici un extrait centré sur le département du Cantal :

Voir définition des différents aléas en [annexe 1](#).



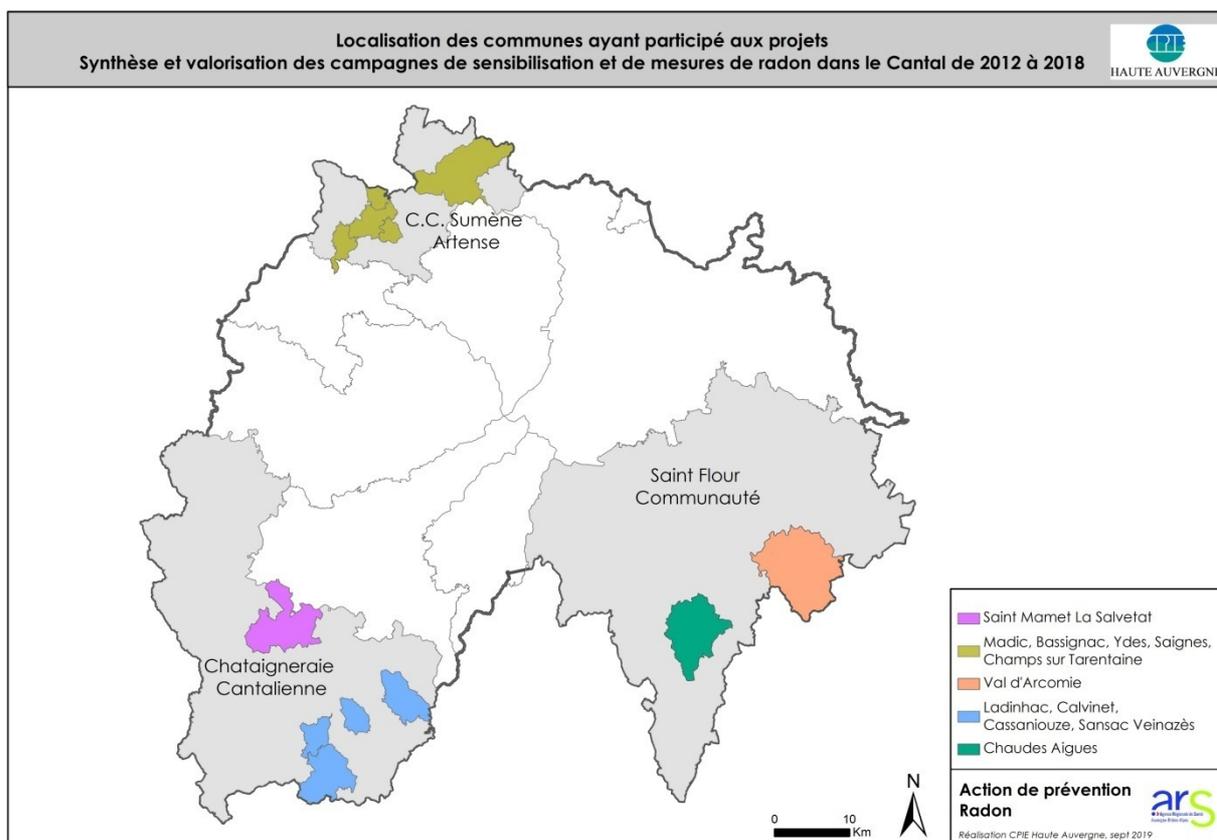
2. Matériel et méthodes

2.1. Support de l'étude et intentions

L'étude a pour support 200 habitations de particuliers réparties dans 3 secteurs géographiques du département du Cantal : Chataigneraie, Nord Cantal, Margeride et 3 intercommunalités : Communauté de communes Sumène Artense, Communauté de communes Chataigneraie Cantalienne, Saint Flour Communauté.

Ces 200 habitations sont localisées sur 12 communes différentes : Saint-Mamet, Ydes, Saignes, Madic, Bassignac, Champs-sur-Tarentaine, Calvinet, Cassaniouze, Ladinhac, Sansac-Veinazès, Val d'Arcomie, Chaudes Aigues.

Voir carte ci-dessous :



Nous avons cherché à évaluer de façon pédagogique le niveau d'exposition au radon de 200 habitations par la concentration en radon issue d'une mesure passive de dépistage tout en qualifiant également la potentialité d'entrée du radon dans l'habitation (questionnaire habitation) et la potentialité de dilution du radon par l'aération et la ventilation.

Cette concentration en radon a été mesurée en Becquerel /m³ d'air.

Il est important de souligner que cette étude a avant tout un objectif de dépistage et de sensibilisation de la population et elle n'a pas été conçue pour réaliser une démonstration scientifique. Son niveau de preuve scientifique reste donc relativement faible même si les résultats des 200 mesures et données associées présentent tout de même un intérêt.

2.2. Les étapes de la démarche

La démarche proposée sur chacun des territoires a comporté 5 grandes phases successives :



1. Prise de contacts et information des élus

Cette première phase a consisté à apporter de l'information auprès des élus du conseil communautaire, des conseils municipaux, des maires et/ou des élus référents des communes intéressées par la démarche, au moyen de contacts téléphoniques et rencontres préalables puis par une réunion d'information animée par le CPIE (généralement en octobre ou novembre).

2. Diffusion d'information auprès de la population

Cette deuxième phase a eu pour objet d'informer les habitants des territoires concernés sur la problématique du radon et sur la mise en place d'une campagne de mesure du radon dans 40 habitations de la collectivité. Cette communication est aussi dans l'objectif de recruter des foyers volontaires pour participer à la campagne de mesure. Les moyens de communication élaborés par le CPIE et mis à disposition des communes ont été les suivants: flyers, affiches, article pour la presse, mot dans le bulletin municipal, sur le site internet des communes ou intercommunalité (généralement début novembre). Voir en [annexe 2](#).

3. Mise en œuvre de la campagne de mesures

Cette phase comporte elle-même plusieurs étapes :

- > Sélection des 40 habitations susceptibles de recevoir les dosimètres par un travail de concertation avec les élus référents. Intégration des foyers volontaires ayant pu se faire connaître suite à la phase de communication, participation de certains élus et sollicitation complémentaire de certains habitants (généralement mi-novembre).
- > Installation des dosimètres pour 2 mois dans les maisons par un chargé d'étude du CPIE accompagné par l' élu référent de chaque commune. En amont, planification des rendez-vous regroupés sur 2 jours. Information, sensibilisation des habitants rencontrés individuellement (généralement en décembre ou janvier).
- > Récupération des dosimètres par le CPIE ou un élu référent et envoi au laboratoire pour analyse (généralement en février ou mars).
- > Réception et analyse des résultats des mesures par le CPIE, élaboration d'une fiche de conseils simples en fonction du niveau d'exposition (mars ou avril).

4. Restitution des résultats

Cette phase de restitution se décompose elle-même plusieurs étapes.

Les résultats des mesures sont ensuite envoyés par courrier individuel à chaque foyer volontaire avec la fiche conseil présentant les trois classes de concentration correspondant aux 3 niveaux d'action avec pour chacun un commentaire par rapport à l'habitat individuel et la référence à la réglementation concernant certaines catégories d'établissements recevant du public (Arrêté du 22 juillet 2004, désormais remplacé par le décret du 24 juin 2018 et les arrêtés du 27 juin 2018 et 26 février 2019). Les mairies ont pu être informées également des résultats anonymisés sur leur commune.

A la date de ces opérations de sensibilisation, aucune disposition réglementaire n'encadrerait la surveillance des mesures de radon dans les habitations.

Par analogie, il a été décidé de comparer les résultats des mesures aux seuils réglementaires des ERP et de leurs mesures de gestion associées. Suite à l'envoi des résultats de mesure, le CPIE assure une permanence téléphonique pour répondre aux personnes qui auraient des questions sur la concentration en radon mesurée dans leur habitation. L'objectif est de ne pas laisser les participants seuls face à une situation parfois complexe et inquiétante.

Enfin, la campagne de mesure et de sensibilisation se termine par l'animation d'une soirée d'information ouverte à tous, volontaires ayant participé au programme et autres habitants de la commune ou de la communauté de communes. Lors de ce temps d'information, l'ARS intervient sur les aspects réglementaires liés au radon et le CPIE présente les enjeux de santé-environnement liés au radon, les résultats de la campagne de mesure anonymisés sous forme de graphique, et les moyens de remédiation du radon pour les maisons d'habitation.

Certaines collectivités locales diffusent aussi de l'information par la publication d'un article dans leur bulletin intercommunal et un article est souvent publié par la presse locale (voir en [annexe 2](#)).

5. Accompagnement de certains foyers volontaires dans la remédiation du radon dans leur logement.

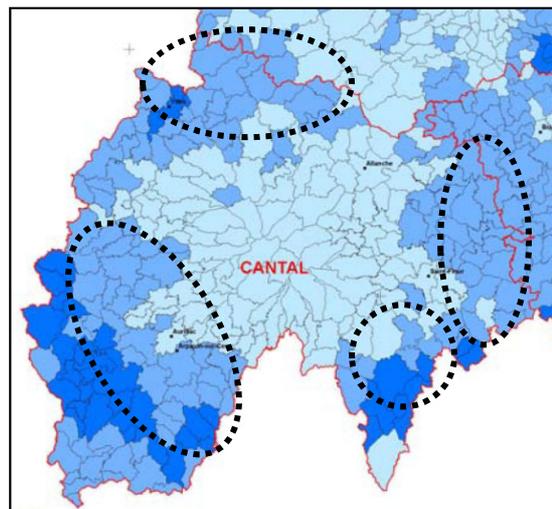
Durant les mois qui suivent la réception des résultats des mesures, les foyers volontaires qui ont observé un niveau de concentration élevé de radon peuvent bénéficier d'un accompagnement gratuit du CEREMA grâce à un financement de la DREAL pour réaliser un diagnostic de leur logement et obtenir des conseils. Ils peuvent ensuite mettre en œuvre des actions de remédiation spécialement adaptées à leur habitation et bénéficier d'une contre-mesure gratuite l'hiver suivant afin de vérifier l'efficacité des travaux qu'ils avaient réalisés.

2.3. Choix des territoires d'études

Le choix des territoires à cibler pour mener l'action a été déterminé selon plusieurs critères :

> Tout d'abord, le choix de **secteurs avec un aléa radon élevé**. Pour cela, nous nous sommes appuyés sur les données issues de la carte extraite de l'étude « Cartographie du potentiel d'émanation du Radon en Auvergne » BRGM 2007, voir ci-contre.

> Ensuite, la **volonté des élus du territoire de s'engager** dans la démarche était indispensable. Le projet a été à chaque fois présenté en conseil municipal et/ou communautaire et il était nécessaire d'avoir l'approbation des élus concernés. Suite à notre proposition, un secteur retenu avait par exemple refusé de participer.



Le sujet du radon peut en effet être anxiogène pour la population, à la fois pour des raisons sanitaires, mais aussi pour des raisons économiques, des dépréciations immobilières, c'est pourquoi des élus peuvent être réticents à en parler sur leur commune.

2.4. Recrutement des foyers volontaires

Une fois la commune ou l'intercommunalité retenue, un échange et une rencontre préalable pour présenter la démarche a eu lieu avec un groupe d'élus (maires, adjoints ciblés pour suivre la démarche) et techniciens (directeur d'intercommunalité, chef de service environnement, ...) de la

collectivité. Le nombre de foyers participant à chaque campagne de mesure a été limité à 40 pour des raisons budgétaires.

Le recrutement de ces 40 foyers a été réalisé au moyen d'une large communication et complétée si besoin par des sollicitations directes des élus auprès de leurs habitants ou même par le recrutement de certains élus pour l'exemplarité.

Le recrutement de ces 40 foyers a été réalisé selon plusieurs critères :

- Des personnes propriétaires de leur logement.
- Des logements habités toute l'année en résidence principale, en évitant de longues périodes d'inoccupation du logement pendant la période de mesure.
- Des logements situés sur diverses zones géographiques de la commune ou intercommunalité pour assurer une répartition hétérogène.
- Des logements localisés de façon à représenter les divers substrats géologiques présents sur le territoire.

2.5. Description des habitations étudiées

Pour chaque foyer participant à la campagne de mesure, un tableau descriptif du logement a été renseigné. Ce questionnaire (voir en [annexe 3](#)) est riche d'enseignements sur certains facteurs pouvant expliquer les concentrations en radon dans les logements, en complément des caractéristiques des sols sous-jacents. Ces facteurs sont pour certains déjà connus, mais il est aussi possible en cas de résultat de mesure élevé d'en faire une analyse pour évaluer leurs contributions respectives. Parmi ces facteurs, on peut citer la période de construction, le type de soubassement (terre-plein, vide sanitaire, cave), les matériaux de construction, le type de chauffage, les habitudes d'aération, ...

Les caractéristiques renseignées sur le logement étaient les suivantes :

Maison / Bâtiment :

- Année de construction
- Type d'habitat
- Type de fondation et présence d'une cave

Pièce de la mesure

- Nature de la pièce : salon, salle à manger, séjour, cuisine...
- Niveau/Etage
- Matériau principal des murs
- Mur à nu : oui/non, si non type de revêtement
- Sol à nu : oui/non, si non type de revêtement
- Type de chauffage : radiateurs électriques, cheminée, poêle à bois, chauffage central, ...

Aération, Ventilation

- Système de ventilation : VMC, grilles, aucun,
- Fréquence d'ouverture des portes et fenêtres

Le questionnaire descriptif des logements aurait pu être plus précis à la lumière du guide pratique Radon publié a posteriori (« Boîte à outils pour la mise en œuvre d'actions locales de sensibilisation », CSTB & Ministère des solidarités et de la santé, février 2018). Certaines informations sur les rénovations thermiques des habitations (changement de fenêtre, isolation thermique), des précisions sur les soubassements, la ventilation ou les pratiques l'aération auraient pu être utiles dans une comparaison des résultats. A noter également la difficulté pour certains foyers de répondre aux questions techniques sur la construction de leur logement (fondations, soubassement notamment).

2.6. Méthode de mesure de radon

Pour chaque campagne de mesures, la même méthodologie a été appliquée, en référence aux dispositions réglementaires concernant les établissements recevant du public en voici les caractéristiques :

Type de mesure et de dosimètre

Nous avons utilisé des dosimètres passifs KODALPHA fournis par le Laboratoire Dosirad-Algade. Il s'agit de dosimètres de type ouvert pour la mesure intégrée de l'activité volumique du radon dans l'environnement atmosphérique. Le dosimètre est équipé d'un « film » sensible LR115 en nitrate de cellulose qui enregistre les particules alpha émises par le radon lors des désintégrations radioactives de ses atomes, et qui sont présentes dans l'environnement du détecteur.



Période de mesure

Les mesures ont été réalisées entre novembre et mars, période maximisante où les concentrations en radon sont en général plus élevées dans les habitations, le plus souvent chauffées et confinées. Durant cette période, les conditions d'utilisation du logement doivent rester habituelles afin d'estimer la réelle exposition au radon des occupants.

Durée de mesure

Chaque dosimètre est resté installé pendant une période d'environ deux mois.

Localisation du dosimètre

Un seul dosimètre a été attribué par logement afin que 40 foyers par campagne puissent en bénéficier.

Les dosimètres ont été disposés dans la pièce de vie où les habitants séjournent le plus longtemps : salle de séjour, salon, salle à manger. Ils ont été placés au rez de chaussée, la concentration de radon étant d'autant plus élevée que la pièce est proche du sol.

Attentions particulières lors de la pose

Une attention particulière a été portée pour respecter plusieurs consignes supplémentaires :

- Choisir un emplacement sécurisé, une surface plane, stable, dans un espace dégagé, à l'abri des chutes, des animaux, de la curiosité des enfants... ;
- Un emplacement représentatif des conditions d'inhalation, soit entre 1 et 2 m du sol (sur un meuble) ;
- A l'abri du rayonnement solaire, d'une source de chaleur (radiateur, cheminée, appareil électrique, téléviseur...);
- Protégé des éclaboussures et de l'humidité, dans la mesure du possible, en dehors des cuisines, en raison aussi des dépôts de graisse ;
- En dehors des zones de courants d'air.

Analyse

Les dosimètres ont été renvoyés par le CPIE au laboratoire DOSIRAD pour analyse. Les impacts des particules alpha sur le film LR115 sont révélés par un procédé chimique. Un système de lecture automatique avec une caméra haute définition compte les traces laissées sur le détecteur.

Le nombre de traces lues permet de calculer l'activité volumique moyenne du radon sur la période de mesure considérée. Le résultat est exprimé en Becquerel (Bq) par mètre cube d'air.

> A noter que, malgré les recommandations et attentions portées, quelques dosimètres ont pu être déplacés lors de la mesure, le lieu de pose du dosimètre n'a pas toujours été idéal (cuisine ou 1^{er} étage parfois) et l'un des dosimètres a probablement été abimé et n'a pas pu être exploité.

2.7. Sensibilisation des habitants

La sensibilisation des publics était l'objectif central de l'action menée. Il a été effectué tout au long du projet, en plusieurs temps différents, en direction de 2 publics : élus et habitants.

LORS DE LA REUNION PREALABLE à la mise en œuvre de la campagne de mesure, les élus et techniciens ont été sensibilisés par l'animateur du CPIE à l'enjeu radon. Des cartes ont été produites à l'échelle de leur territoire pour évoquer concrètement de la géologie et de l'aléa radon de leur secteur, des documents d'information ont été distribués (brochure de l'ASN, brochure Radon Cantal réalisée par le CPIE, brochure Techniques de remédiation du Radon » Cantal réalisée par le CPIE).

Enfin, **LORS DE LA SOIREE D'INFORMATION**, un diaporama complet est animé à deux voix : un technicien du CPIE pour la présentation générale, les aspects techniques et les résultats des mesures et un agent de l'Agence Régionale de Santé pour les aspects réglementaires et les enjeux sanitaires.

Plan type de la présentation

1. Qu'est-ce que le radon ?
2. Où le trouve-t-on ?
3. Quels effets sur la santé ?
4. Le radon dans les habitations
5. Le dispositif réglementaire existant
6. La campagne de dépistage sur la commune
7. Les actions correctives



Voir en **annexe 7** les affiches annonçant les soirées d'information.

Les principaux résultats et conclusions sont communiqués de façon positive, en insistant sur le fait que des moyens techniques pour réduire les expositions de la population sont aujourd'hui disponibles et que les actions pouvant être mises en œuvre participent, d'une manière générale, à une meilleure qualité de l'air intérieur.

L'approche privilégiée dans ce projet, pour traiter ce sujet de santé-environnement, a été de susciter plutôt un sentiment de mobilisation, d'expliquer en veillant à ne pas délivrer un message anxiogène.

Pour finir, **DES ARTICLES DE PRESSE** sont parfois publiés a posteriori pour évoquer la soirée d'information et de la fin de la campagne de mesure (voir en **annexe 2**).

2.8. Suivi et accompagnement des foyers

Diagnostic du CEREMA

Suite aux résultats des mesures, un diagnostic gratuit réalisé par le CEREMA (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement) a été proposé aux habitants dont les concentrations dépassaient les 1000 Bq/m³. 13 foyers, soit près de la moitié des foyers sollicités, ont été volontaires pour la réalisation de ce diagnostic technique de leur habitation. Voir rapport complet en **annexe 8**.

Ce diagnostic porte sur des caractéristiques du bâtiment : son étanchéité à l'air au niveau de l'interface avec le terrain naturel, sa ventilation et le mode constructif de son soubassement, il a pour objectifs de :

- fournir les explications sur les concentrations élevées de radon dans les pièces où il a été dépisté,
- proposer des solutions de remédiation pour améliorer la qualité de l'air intérieur du bâtiment.

Extrait du Rapport du CEREMA du 5/12/2019 « Campagne de mesures dans le Cantal » / Partie Méthodologie

1 - La méthodologie/description de ces diagnostics

Le diagnostic technique radon fait suite à une mesure de dépistage du radon dans un bâtiment pour lequel un cas de dépassement de la valeur de référence de 300 Bq/m³ est avéré. Le nombre d'interventions a été conditionné par le financement attribué par la Direction de l'Habitat, de l'Urbanisme et des Paysages (DHUP). Les habitations ayant eu des valeurs de dépistage les plus élevées ont donc été diagnostiquées en priorité.

Le déroulement d'une intervention se fait en plusieurs phases.

Dans un premier temps, le diagnostiqueur échange avec le particulier pour le sensibiliser et répondre à ces questions concernant le radon et la qualité de l'air intérieur et le rassurer. Il s'agit de lui expliquer ce qui va être recherché les risques et les moyens de prévention (tel l'aération) permettant de diminuer les concentrations volumiques au sein de son bâtiment.

Ensuite, il s'agit de recueillir des données sur les caractéristiques du bâtiment en remplissant une « Grille de support au diagnostic technique du bâtiment ». La visite et le recueil des données du bâtiment visent également à faire participer le particulier au diagnostic afin de lui faire comprendre les solutions à mettre en œuvre.

Les informations recueillies concernent :

- la vérification des conditions dans lesquelles ont été réalisées la ou les mesures de dépistage,
- les conditions climatiques et le positionnement du bâtiment dans son environnement,
- l'historique du bâtiment et de son environnement,
- la typologie et les dispositions du bâtiment,
- le mode constructif et la caractérisation des murs,
- l'étanchéité des interfaces entre l'habitat et le sol (planchers bas, murs enterrés)", et les modes de transfert du radon aux étages supérieurs, l'étanchéité des menuiseries,
- l'identification des arrivées et départs des réseaux divers et de leur capacité à transférer le radon d'une part aux étages supérieurs et d'autre part à l'intérieur du bâtiment,
- la ventilation du soubassement,
- la caractérisation du renouvellement de l'air du bâtiment, complété selon la présence ou non d'une ventilation par un diagnostic de celle-ci,
- les modes de chauffage et leur dispositif d'installation et d'alimentation, ainsi que leur dispositif d'amenée d'air,
- le comportement des occupants vis-à-vis de l'aération,
- l'évaluation de la dépression du bâtiment.

À l'issu de la visite, une restitution orale peut être faite afin de vérifier la compréhension des premières recommandations qui auront été présentées.

Les résultats du diagnostic sont présentés page 25.

Suivi téléphonique

Un suivi des foyers ayant bénéficié d'un diagnostic du CEREMA a été effectué en novembre 2019 par un contact téléphonique pour savoir si des travaux ont été réalisés ou si leurs habitudes ont changé suite à la campagne de mesures et au diagnostic du CEREMA. (Voir questionnaire utilisé pour les entretiens téléphoniques en annexe 9).

Les résultats sont présentés en page 29.

3. Résultats

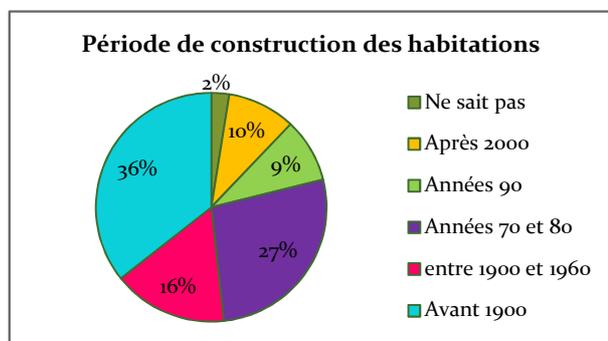
Les résultats présentés ci-dessous n'ont pas de valeur statistique forte étant donné le nombre limité de données, il s'agit d'une simple présentation plus que d'une analyse.

3.1. Les habitations

Les données récoltées sur les habitations lors de la pose des dosimètres montrent les caractéristiques suivantes :

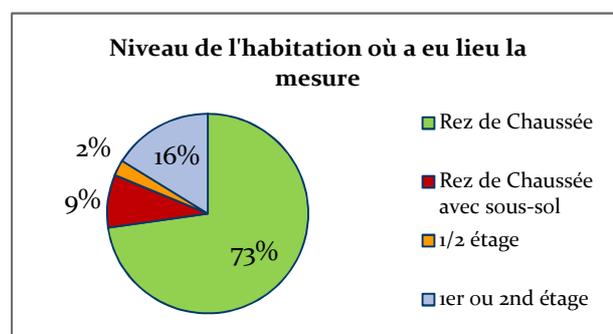
> Période de construction des habitations :

Les périodes sont très diverses, mais près de la moitié des habitations sont plutôt anciennes et datent d'avant 1960 même si elles ont connu des rénovations.



> Lieu de mesure

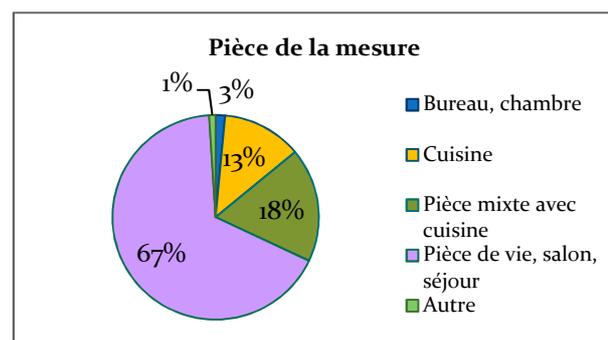
La pose des dosimètres s'est faite en priorité au rez-de-chaussée des habitations afin de maximiser la concentration en radon mais d'autres cas de figure se sont également présentés et ont obligé l'installation du dosimètre à l'étage (par exemple lorsqu'il n'y avait pas de pièce de vie en rez-de-chaussée mais seulement un garage, une cave ou une buanderie).



> Pièce de mesure

La pose des dosimètres s'est faite dans les pièces occupées la majeure partie du temps par les habitants durant la journée, soit les salons, salle de séjour et salle à manger.

La cuisine a été évitée autant que possible en raison des hottes aspirantes, des sources de



chaleur et d'encrassement qui peuvent nuire au bon déroulement de la mesure de radon.

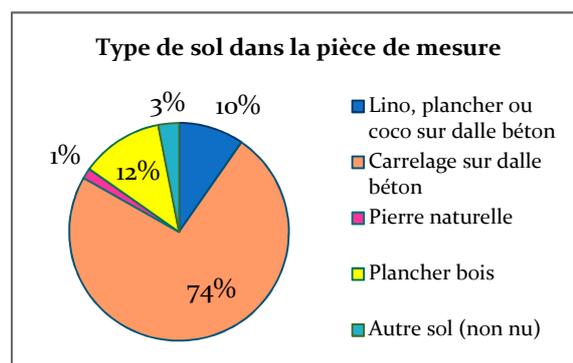
> Type de sous- sols des habitations

27 % des habitations possèdent une cave où le sol est à nu (terre battue ou roche) sur la totalité ou au moins une partie de l'habitation, ce qui peut représenter un risque en termes d'entrée du radon. Au contraire 21.5% des habitations possèdent un sous-sol (cave, garage buanderie, ...) avec une dalle en béton. A noter qu'il n'a pas été possible de détailler la part des habitations sur terre-plein sans vide sanitaire et avec vide sanitaire en raison du manque d'exhaustivité des données.

> Type de sol dans la pièce de mesure

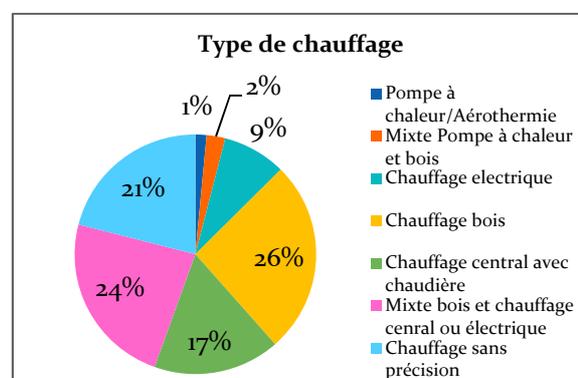
La grande majorité des habitations dispose d'un sol recouvert d'une dalle en béton (84%) mais toutefois dans 12 % des cas, les mesures ont été effectuées dans des pièces avec un plancher bois, perméable à l'air qui pourrait venir du sous-sol.

Dans quelques cas, le sol était constitué de dalles de pierres en granite ou marbre.



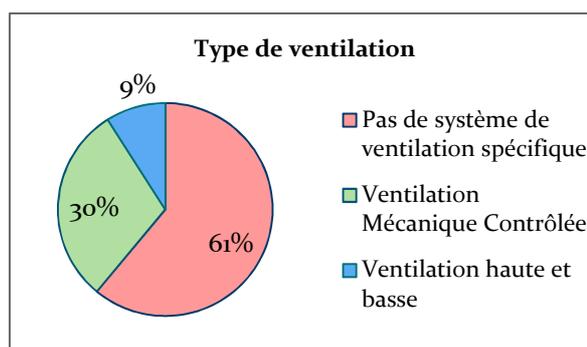
> Type de chauffage

Le chauffage au bois unique (poêle, cheminée, insert, cuisinière à bois) représente environ un quart des habitations, le chauffage électrique 9% et le chauffage central avec chaudière 17%. Un quart des logements est aussi chauffé avec des systèmes mixtes comprenant un chauffage au bois (en appoint ou majoritaire). Au total, un peu plus de la moitié des logements est chauffé au moins partiellement avec du bois.



> Type de ventilation

30 % des habitations disposent d'un système de ventilation mécanique contrôlée mais pas toujours en fonctionnement (éteinte volontairement à cause du bruit, en panne, en fonctionnement non permanent, ...).



Pour le reste des habitations, près de 61 % déclarent ne pas avoir de système de ventilation spécifique mais une ventilation naturelle (conduits de cheminée, défauts d'étanchéité des constructions anciennes, ...) et 9% disposent d'une ventilation avec des grilles hautes et basses qui permettent une circulation de l'air dans les pièces.

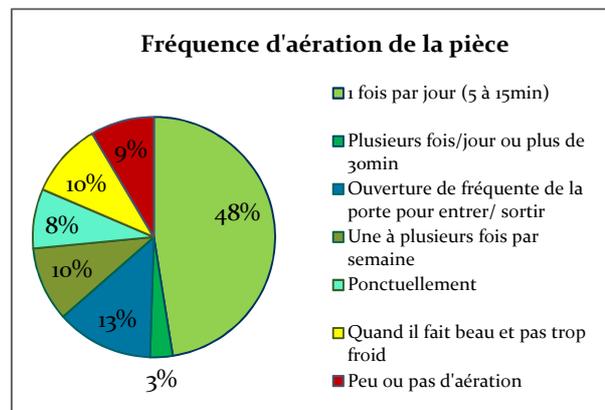
> Pratiques d'aération

Dans près de la moitié des habitations, les occupants déclarent aérer une fois par jour, brièvement quelques minutes à 15 minutes.

Par contre 17% n'aèrent jamais ou que très ponctuellement.

Près d'un tiers aèrent lors de bonnes conditions météorologiques ou simplement avec l'ouverture régulière de la porte

(entrées/sorties) qui donne vers l'extérieur ou plusieurs fois dans la semaine (les jours de repos notamment).



3.2. La géologie des lieux d'habitation

La nature des roches étant l'un des principaux paramètres influençant l'émission du radon dans l'atmosphère, nous avons repéré le plus précisément possible les substrats géologiques des habitations participant aux mesures. Ce travail a été réalisé à partir des cartes géologiques du BRGM et malgré l'attention portée, un risque d'erreur de détermination existe, lié notamment à l'hétérogénéité des sols et au degré de précision des cartes.

Plusieurs types de substrats ont été rencontrés, nous pouvons les classer en 3 catégories en fonction de leur origine :

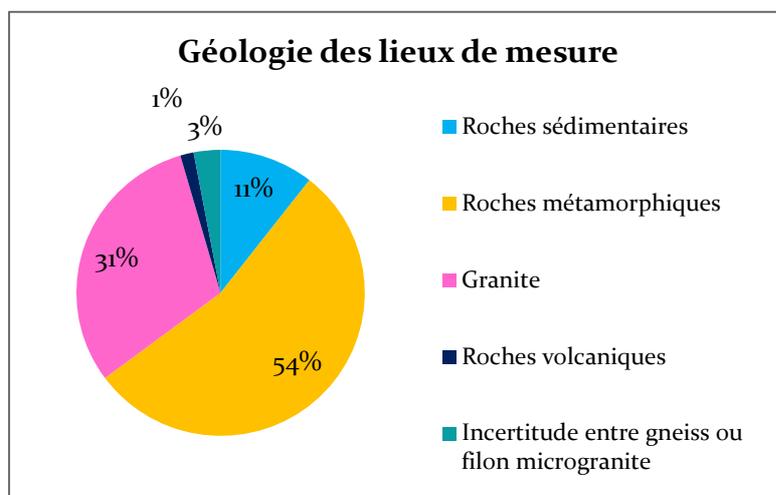
- **Alluvions, dépôts fluvio glaciaires** : il s'agit de roches sédimentaires, formées à la surface de la Terre ou dans les mers par l'accumulation en couches de matériaux sous l'action du vent, de l'eau ou les squelettes externes de petits organismes aquatiques. Ces roches présentent un risque plutôt faible par rapport à l'émanation de radon.
- **Granite et roches volcaniques** : elles appartiennent à la catégorie des roches magmatiques qui sont formées par la solidification de magmas (roches en fusion). Elles se distinguent par leur profondeur :
 - si le magma atteint la surface de la Terre, des roches volcaniques sont formées

- si le magma n'atteint pas la surface et se cristallise lentement en profondeur, il donne alors des roches magmatiques plutoniques comme le granite. Le granite est une roche qui se forme à grande échelle et en profondeur, on le rencontre en particulier dans les massifs montagneux anciens comme le Massif Central.

Le granite, et dans une moindre mesure les roches volcaniques, présentent un risque pour l'émanation du radon car ils contiennent de l'uranium.

- Les **gneiss, schistes, micaschistes** sont quant à elles des roches métamorphiques, elles se sont formées par la transformation de roches préexistantes (roches sédimentaires ou magmatiques) sous l'effet de la température et de la pression. Elles présentent généralement un risque moindre par rapport au radon car elles contiennent moins d'uranium, mais il y a des exceptions.

Sur les 200 habitations choisies, un peu plus de la moitié sont implantées sur des terrains métamorphiques (gneiss, schistes, micaschistes, et leurs dérivés), 31% sont sur des sols granitiques, 11% sur des roches sédimentaires et 1% sur des sols volcaniques. Pour 3% des habitations, la détermination précise n'a pas pu être effectuée étant donné le contexte géologique très perturbé avec présence de nombreux filons de microgranite sur la commune de Chaudes Aigues.



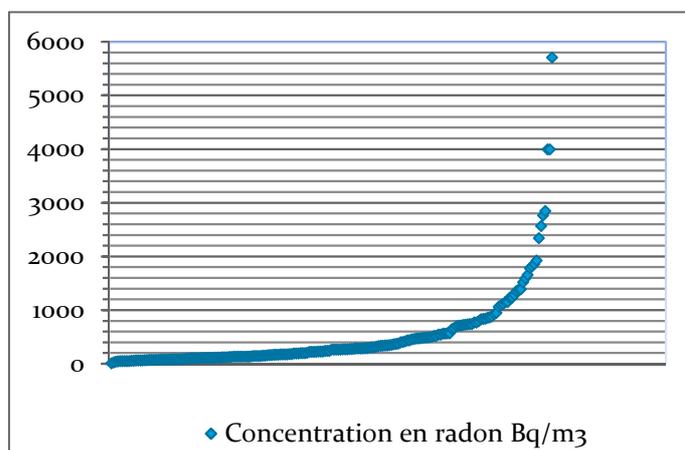
Par rapport au panorama des terrains cantaliens, les secteurs granitiques sont sur-représentés et les terrains volcaniques au contraire sous-représentés (voir page 6).

C'est effectivement lié au choix délibéré des secteurs de mesure montrant un risque pour le radon et donc orientés sur les massifs granitiques en périphérie du massif volcanique.

3.3. La concentration en radon

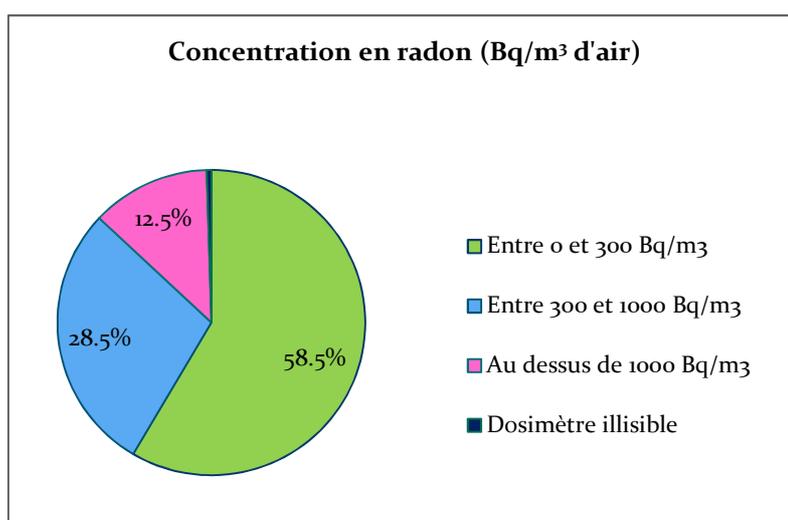
Les concentrations en radon ont pu être mesurées dans 199 habitations, un des dosimètres ayant été illisible.

Ces concentrations s'étalent entre 9 et 5 704 Bq/m³ d'air, avec une moyenne de 498 Bq/m³ d'air, la médiane étant à 260 Bq/m³ d'air.



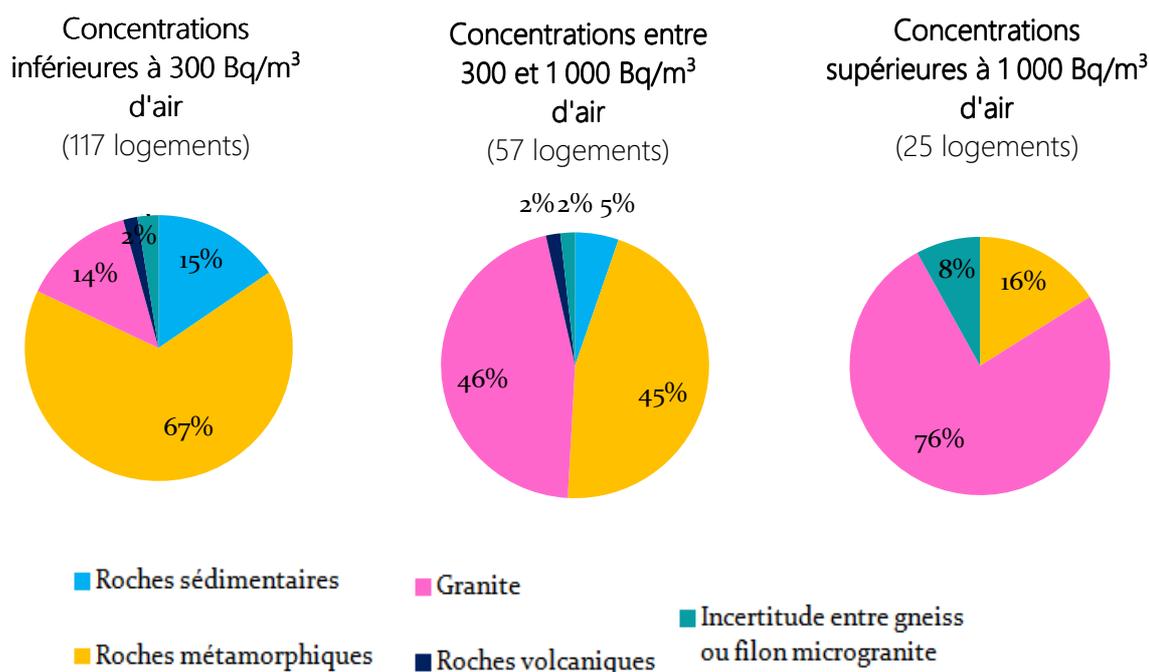
En référence à la réglementation existante pour les établissements recevant du public, les concentrations ont été classées en trois catégories (voir 2.7. Conseil apporté aux particuliers).

58.5 % des mesures effectuées présentent une concentration en radon inférieure à 300 Bq/m³ d'air (soit 117 logements) ; 28.5% des mesures montrent une concentration intermédiaire (57 logements) et dans 12.5% des cas une concentration élevée à très élevée a été mesurée (soit 25 logements).



3.4. Interprétation

Il est intéressant de corréler les concentrations mesurées en radon et le substrat géologique des lieux d'habitation. Pour chaque catégorie de concentration, voici les substrats géologiques identifiés :



Nous pouvons constater que la proportion de substrat granitique augmente dans les catégories de concentrations plus élevées en radon. En effet, par rapport à l'ensemble des habitations où elle ne représente que 31%, cette proportion de substrat granitique est plus élevée pour les habitations >300 Bq/m³ (46% soit 26 logements) et beaucoup plus élevée encore pour 1000 Bq/m³ (76%, soit 19 logements).

Dans la catégorie de concentrations supérieures à 1000 Bq/m³, 19 habitations sont sur un sol granitique, 4 logements sont sur des roches métamorphiques et 2 sont sur un substrat identifié avec incertitude (gneiss ou filon de microgranite).

Le facteur géologique est notable, sans surprise, les sous-sols granitiques représentent un facteur de risque pour le radon.

Cependant, il est intéressant de noter aussi que la présence d'un sol granitique n'induit pas systématiquement des concentrations élevées en radon puisque 14% des mesures inférieures à 300 Bq/m³ sont sur sol granitique. **Ce qui signifie que l'on peut habiter sur un sol granitique propice à l'émanation de radon sans en avoir des concentrations importantes dans son logement.** Si l'on

regarde plus en détail ces 14% de logements sur sol granitique (16 logements), on peut faire les constats suivants :

- > Au niveau de la ventilation, 88% n'ont pas de système de ventilation spécifique contre 61% pour l'ensemble des habitations étudiées, aucune ne dispose de VMC contre 30% pour l'ensemble des habitations et 12% ont une ventilation naturelle haute et basse ce qui est proche de l'ensemble (9%). Globalement la ventilation ne semble pas meilleure sur ces logements.
- > Pour ce qui est de la fréquence d'aération de la pièce : 44% des logements sont aérés 1 fois par jour (5 à 15min) proportion proche de l'ensemble des habitations étudiées, 37% le sont ponctuellement ou quand il fait beau (contre 18% pour l'ensemble des habitations étudiées) et 19% aèrent seulement avec les ouvertures de porte d'entrée. Globalement l'aération ne semble pas meilleure sur ces logements.
- > Concernant le type de sol, 80% des pièces où a été effectuée la mesure sont des revêtements (plancher, carrelage, linoléum) sur une dalle en béton, ce qui est proche de la proportion trouvée sur l'ensemble des 200 habitations (84%).
- > Au niveau du sol, 6 habitations ont une cave avec sol à nu (terre ou rocher) mais 8 disposent d'une cave avec une dalle ou un sous-sol avec une dalle en béton, ce qui est plus que la moyenne de l'ensemble des logements étudiés. Sur ces logements, il se pourrait que la présence d'un sous-sol avec une dalle en béton diminue la quantité de radon, toutefois il est difficile d'en tirer des conclusions générales l'échantillon statistique étant trop faible.

De même, nous avons comparé les niveaux d'aération et de ventilation dans les habitations où les concentrations en radon sont au-dessus de 1000 Bq/m³ d'air. Nous constatons que les proportions de chaque type de ventilation et chaque niveau d'aération sont relativement proches de celles trouvées sur l'ensemble des habitations étudiées. Dans près de 60% des habitations il n'y a pas de système de ventilation spécifique ce qui reste problématique pour la qualité de l'air intérieur et la présence de radon.

3.5. Les diagnostics et contre-mesures

Le CEREMA est intervenu pour réaliser un diagnostic technique radon des bâtiments et des contre-mesures sur 13 logements volontaires où les concentrations en radon dépistées étaient supérieures à 1000 Bq/m³ d'air. Voici le résultat de ces diagnostics et des contre-mesures effectuées à l'issue de travaux.

Extrait du Rapport du CEREMA du 5/12/2019 « Campagne de mesures dans le Cantal », Rapport complet en annexe 6.

2 - Les résultats globaux récoltés sur les sources de radon identifiées (données anonymisées)

Les 13 diagnostics ont été réalisés entre 26/01/2016 et le 31/05/2018. Les habitations dépistées avaient des concentrations en radon dans au moins une pièce occupée variant de 708 à 5704 Bq/m³.

Les caractéristiques remarquables

Moyenne de l'activité volumique mesurée sur l'ensemble des 13 diagnostics	1898 Bq/m ³				
Formations géologiques	6 maisons construites sur des schistes ou du gneiss		7 maisons construites sur du granite		
Moyenne de l'activité volumique en fonction du critère formation géologique	1380 Bq/m ³		2320 Bq/m ³		
Année de construction	6 : avant 1900	5 : entre 1900 et 1974	1 : entre 1990 et 1999	1 : après 2005	
Moyenne de l'activité volumique en fonction du critère année de construction	1765 Bq/m ³	2208 Bq/m ³	1379 Bq/m ³	1515 Bq/m ³	
Soubassement	4 : sur terre-plein	9 : sur sous-sol	7 sur sous-sol avec un cave en terre battue		
Moyenne de l'activité volumique en fonction du critère soubassement	1626 Bq/m ³	2002 Bq/m ³	2243 Bq/m ³		
Plancher bas du niveau le plus bas occupé	9 : béton		4 : bois		
Moyenne de l'activité volumique en fonction du critère plancher bas	1578 Bq/m ³		2580 Bq/m ³		
Ventilation	2 : aucune	5 : VMC SF	3 : VMC SF mais aucune entrée d'air	3 : ventilation naturelle	2 : extracteurs ponctuels et entrées d'air
Moyenne de l'activité volumique en fonction du critère ventilation	4232 Bq/m ³	1661 Bq/m ³	1657 Bq/m ³	1537 Bq/m ³	1017 Bq/m ³
Chauffage	10 : appareil à combustion bois non étanche	8 : appareil à combustion bois non étanche sans prise d'air spécifique extérieur	2 : appareil à combustion bois non étanche avec prise d'air dans le sous-sol	3 : autre type de chauffage	
Moyenne de l'activité volumique en fonction du critère chauffage	2091 Bq/m ³	2184 Bq/m ³	1719 Bq/m ³	1205 Bq/m ³	

Analyse de l'influence des caractéristiques bâtementaires remarquables

Voies d'entrées du radon dans le bâtiment :

Le radon pénètre dans le bâtiment au niveau des nombreux défauts d'étanchéité observés à l'interface entre les bâtiments visités et le terrain naturel sur lesquels ils reposent. Il entre principalement par l'effet du transport convectif. En période de chauffe, la différence entre l'air extérieur et l'air intérieur engendre un effet de tirage thermique, qui aspire le radon situé dans le terrain environnant le bâtiment vers l'intérieur.

Ce phénomène d'aspiration lié au tirage thermique peut être amplifié par :

- un système de ventilation en déséquilibre où les débits d'air extrait sont plus importants que la quantité d'air neuf entrant par les entrées d'air prévues à cet effet,

- le fonctionnement d'un appareil à combustion sans prise d'air extérieur,
- le fonctionnement d'une hotte extractive.

Le radon pénètre également par diffusion au niveau des interfaces poreux tels que la terre battue, les murs non étanches, les planchers en bois. Ce dernier phénomène secondaire fonctionne en permanence même hors tirage thermique.

Parmi ces défauts d'étanchéité observés, on peut citer en exemple :

- Les fissures périphériques de retrait des dalles bétons constituant le plancher bas des sous-sols et du rez-de-chaussée ou des maisons sur terre-plein
- Les sols en terre-battue des caves en sous-sol
- Les arrivées et départ de réseaux électricité
- Les murs enterrés non étanches
- Les conduits traversant un mur enterré
- Les arrivées et départ de réseaux chauffage / eau chaude sanitaire
- Les siphons de sol à sec
- Les trappes d'accès à une vanne technique
- Les murs enterrés fissurés
- Les joints de dilatation du plancher du niveau le plus bas en béton
- Percement au niveau du plancher bas de la dalle du sous-sol

Les voies de transfert du radon permettent de véhiculer le radon de la pièce où il a pu pénétrer aux étages supérieurs. Parmi les exemples rencontrés, nous pouvons citer :

- Escaliers en bois permettant d'accéder au sous-sol
- Porte intérieure permettant d'accéder au sous-sol
- Plancher bois d'étage intermédiaire
- Voûte du plancher haut de la cave non étanche
- Prise d'air pour le poêle dans le sous-sol
- Système de diffuseur d'air inopérant qui permet à l'air contaminé en radon du sous-sol de diffuser aux étages supérieurs
- Les gaines techniques

L'âge de la construction :

Majoritairement, les maisons visitées sont des bâtiments anciens construits avant 1900 ou entre 1900 et 1974. Leurs fenêtres ont été changées par des menuiseries plus performantes ; toutes les maisons visitées possédaient des fenêtres en double-vitrage. Le renouvellement de l'air non contrôlé (parasites) par les défauts d'étanchéité de ces menuiseries est donc diminué.

Le soubassement :

La plupart des maisons visitées (9) ont un sous-sol accessible par l'intérieur par une porte non étanche à l'air et 7 maisons avec sous-sol possèdent une partie cave en terre battue. Le radon provenant du terrain naturel pénètre dans le bâtiment par son sous-sol, notamment en diffusant au niveau des interfaces en terre battue. Les portes intérieures non étanches facilitent son infiltration dans la zone de vie.

Certains sous-sols ne bénéficient d'aucune amenée d'air. Les amenées d'air présentes sont parfois obstruées et ne peuvent aérer ces espaces. Elles sont souvent en nombre insuffisant et certaines ont été bouchées pour des raisons de confort thermique. Ces sous-sols sont donc particulièrement confinés créant des volumes où le radon peut s'accumuler.

Plancher bas du niveau le plus bas occupé :

4 maisons visitées ont le plancher du niveau le plus bas occupé non étanche ; généralement un plancher en bois traditionnel permettant au radon du sous-sol de diffuser dans la zone occupée.

Ventilation :

Sur les 13 maisons diagnostiquées, 2 d'entre elles n'ont aucune ventilation. Elles sont donc particulièrement confinées, ce qui favorise le cumul des polluants de l'air intérieur, dont le radon, et d'augmentation de l'humidité, pouvant nuire à la structure bâtiment. Les ventilations mécaniques centralisées simple flux (VMC SF : 5) ou ponctuelle (2) installées sont non conformes ; 2 maisons n'ont aucune entrée d'air au niveau des menuiseries des pièces principales, de nombreuses maisons ont un nombre d'entrées d'air insuffisant ou mal conçues.

Un déséquilibre entre la quantité d'air entrant par les pièces principales (au niveau des entrées d'air) par rapport à la quantité d'air extrait au niveau des bouches d'extraction des pièces de service, entraîne une augmentation de la dépression du logement. Ce déséquilibre favorise la pénétration du radon dans le bâtiment.

Les débits d'air extrait mesurés au niveau des bouches d'extraction sont souvent insuffisants, dans l'ensemble des systèmes de ventilation mécaniques mesurés.

Le principe de balayage de l'air dans les maisons visitées est rarement effectif. En ventilation, le principe de balayage de l'air consiste à extraire l'air vicié par les bouches d'extraction (fonctionnant correctement) installées dans les pièces humides (cuisine, salle de bain et wc) en faisant entrer l'air neuf par les entrées d'air situées dans les menuiseries des pièces principales (chambres, salon ou bureau). L'air doit pouvoir circuler librement en passant sous les portes intérieures détalonnées.

4 maisons possèdent un système de ventilation naturelle. Les débits assurés par la ventilation naturelle ne sont pas identiques en permanence. Ils dépendent fortement des conditions météorologiques. Certaines grilles de ventilation ont été bouchées par l'occupant, notamment dans la cuisine, où elles devaient cependant également assurer le rôle d'amenée d'air comburant dans les pièces de service.

Aucune maison n'avait l'ensemble des portes intérieures suffisamment détalonnées. Cela empêche la libre circulation de l'air à l'intérieur de la maison, rendant donc les systèmes de ventilation en place moins performants lorsque les portes intérieures sont fermées.

Une maison disposait d'une VMC SF avec des entrées d'air installées dans les menuiseries en cuisine, mais aucune entrée d'air installée dans les pièces principales. Deux maisons avaient une bouche d'extraction installée dans une pièce principale ; une chambre et un bureau. Les bouches d'extraction doivent être installées dans les pièces de service, où les polluants et l'humidité s'accumulent et sont extraits.

Certaines maisons ont des entrées d'air installées au niveau des pièces principales mais pas d'extracteur dans les pièces humides. Une entrée d'air ne fonctionne que sous une différence de pression de 20 Pa entre l'extérieur et l'intérieur du logement. Cette différence de pression est effective grâce à la présence de bouche d'extraction fonctionnant correctement et en permanence ou plus rarement/ponctuellement grâce à l'impact du vent sur la façade où est installée l'entrée d'air.

Chauffage :

Dans la grande majorité des bâtiments (10) visités, au moins un appareil à combustion bois non étanche a été observé, utilisé en chauffage principal ou en appoint. Sur ces 10 bâtiments, 8 bâtiments n'avaient aucune amenée d'air spécifique dédiée à l'air comburant de l'appareil à combustion. L'air comburant provenait donc de la pièce

où il a été installé. Une quantité d'air insuffisante au bon fonctionnement d'un appareil à combustion peut entraîner l'apparition de monoxyde de carbone toxique pour l'homme. Le fonctionnement de l'appareil à combustion prenant son air dans la pièce où il est installé augmente également la dépression du bâtiment favorisant la pénétration du radon.

Dans deux bâtiments, les appareils à combustion non étanches prenaient l'air comburant dans le sous-sol. Cette prise d'air provenant du sous-sol est un point d'entrée du radon qui favorise sa pénétration dans la zone de vie.

3 - Les solutions de remédiation proposées

Voir rapport complet en annexe

Trois types d'actions sont préconisées pour diminuer l'activité volumique en radon dans les bâtiments :

- > 1/ Travaux d'étanchement :
- > 2/ Amélioration de la ventilation du logement
- > 3/ Créer une amenée d'air spécifique pour l'appareil à combustion non étanches

4 - Les résultats des contre-mesures

En matière de retour d'expérience après travaux, seul un particulier a réalisé les travaux de remédiation préconisés par le Cerema, ce qui lui a permis de diminuer considérablement l'activité volumique en radon dans son habitation.

Mesure avant travaux (2015/2016) : 1515 Bq/m³

Mesures après travaux (2016/2017) : Salon : 169 Bq/m³ ; Chambre : 284 Bq/m³

Les travaux réalisés sont les suivants :

L'amélioration du système de ventilation existant a permis de diminuer la dépression du bâtiment et d'améliorer le renouvellement de l'air du bâtiment.

- Les modules aérauliques des entrées d'air installées au niveau des menuiseries des pièces principales ont été changés en les passant de 22 m³/h à 30m³/h.
- Les portes intérieures ont été détalonnées

La création d'une amenée d'air spécifique pour le poêle a permis d'alimenter l'appareil à combustion en air neuf et de diminuer la mise en dépression du bâtiment lors du fonctionnement du poêle.

La suppression de l'amenée d'air spécifique du poêle prenant son air dans le sous-sol a permis de supprimer une entrée de radon dans la zone de vie.

Des travaux d'étanchement ont été réalisés au niveau des passages de réseaux dans le sous-sol.

Au niveau du sous-sol, des grilles d'aération ont été remises en fonctionnement et d'autres ont été créées afin d'avoir une ouverture sur chaque façade, dans le but d'augmenter l'aération du sous-sol et de diluer le radon avant sa remontée dans la zone de vie.

3.6. La sensibilisation

Il nous paraît intéressant de faire un retour sur les soirées d'information animées dans les communes ayant participé au projet, les échanges avec le public ayant été riches sur la perception et la manière de s'emparer du risque radon. Voici des éléments soulignés et rapportés lors de ces soirées :

- > l'absence d'obligation de travaux pour les propriétaires bailleurs sur le radon et la situation potentiellement compliquée que cela peut engendrer avec des locataires. Les habitations en location avaient été volontairement exclues des dépistages, mais des propriétaires bailleurs pouvaient participer aux réunions publiques. La réponse qui leur a été apportée est qu'une réglementation existe néanmoins sur les ventilations, et qu'avec également un bon comportement (aération), les teneurs en radon peuvent ainsi diminuer ;
- > la pose d'un seul dosimètre par maison n'était pas forcément représentative (par exemple dans une grande maison avec plusieurs pièces sur différents types de construction : partie sur terre-plein, autre sur vide sanitaire, ...) ;
- > les professionnels de santé sont parfois peu impliqués sur ce sujet du risque santé-environnement lié au radon. La campagne menée, n'a pas été orientée sur ce public.
- > les artisans du bâtiment qualifiés sur la problématique radon étaient difficiles à trouver sur le département ;
- > les chiffres rapportés sur les cancers liés au radon sont nationaux, et non départementaux, ce qui est parfois moins « parlant » pour les habitants et qui peut nuire à une bonne compréhension de l'impact sanitaire réel.
- > Il a été exprimé à plusieurs reprises une peur de la dépréciation des biens en raison du risque avéré de radon, d'où une appréhension possible à participer à la campagne et un refus de participer au projet sur certains secteurs.

3.7. Le Suivi

Sur 12 foyers recontactés, 5 foyers déclarent avoir effectué des travaux (42%), dont 2 foyers par un professionnel du bâtiment et 3 foyers par eux-mêmes. Ces travaux ont consisté par exemple en la pose d'une VMC, l'étanchement de passages de gaines, le dégagement et la réouverture de lucarnes dans la cave et le calfeutrage des marches d'escalier de la cave.

7 foyers (58 %) n'ont donc fait aucun travaux, les raisons évoquées sont les suivantes : 4 foyers déclarent ne pas être inquiets sur le risque lié au radon, un foyer avoue ne pas avoir la volonté pour engager des travaux, s'ajoute aussi le frein du coût financier pour 2 foyers et enfin pour 2 autres foyers les occupants se sentent trop âgés pour engager des travaux. A noter cependant que 2 foyers ont peut-être l'intention d'en prévoir dans l'avenir.

Par contre, il est intéressant de noter que 8 foyers sur les 12 déclarent avoir changé leurs habitudes en matière d'aération suite à la sensibilisation apportée lors de la campagne de mesures : ouverture plus fréquente des fenêtres, aération plus prolongée, ventilation de la cave en laissant les vasisas ouverts et ils déclarent accorder d'avantage d'attention au fonctionnement de leur VMC.

4. Conclusion

Ces campagnes de dépistage ont permis une sensibilisation directe et individuelle de 200 foyers ainsi qu'une sensibilisation des élus des territoires concernés. Au-delà, l'information a également circulé dans les familles, les villages et les intercommunalités des territoires engagés dans le projet.

De plus, les mesures ont aussi permis de montrer que, même si le substrat géologique joue un rôle très fort dans la présence du radon dans les habitations, les caractéristiques de construction et les pratiques de vie quotidienne des habitants sont déterminantes pour l'exposition au radon et plus globalement l'amélioration de la qualité de l'air intérieur. Les données chiffrées et qualitatives sur les logements n'ont pas été récoltées dans l'objectif d'un traitement statistique poussé, toutefois les informations délivrées restent intéressantes pour appréhender la présence du radon dans les habitations chez les particuliers dans le Cantal.

Habiter sur un sol granitique n'induit pas forcément une forte concentration en radon dans la maison si l'on dispose notamment d'une bonne ventilation et d'une étanchéité vis-à-vis du sol.

La possibilité d'accompagner les participants dont les logements étaient les plus impactés a été une étape importante pour aller jusqu'au bout de la démarche et les encourager à engager des actions de remédiation du radon. Cependant, il a semblé ensuite difficile de les convaincre à réaliser des travaux, et peut-être difficile pour eux de trouver des professionnels du bâtiment expérimentés dans la gestion de la problématique radon et au fait des solutions techniques spécifiques à sa remédiation. C'est pourquoi, dans le prolongement, une action auprès des professionnels du bâtiment localement serait complémentaire et pertinente.

Bibliographie

- > CEREMA, Campagne de mesures dans le Cantal, Note technique sur les diagnostics radon réalisés par le CEREMA, 05/12/2019
- > RADON – Guide Pratique - Boîte à outils pour la mise en œuvre d’actions locales de sensibilisation, CSTB, février 2018
- > Cartographie du potentiel d’émanation du radon en Auvergne, BRGM, Novembre 2007
- > Plan national d’action 2016-2019 pour la gestion du risque lié au radon, janvier 2017
- > Plan cancer 2014-2019, Ministère des affaires sociales et de santé, février 2015
- > Plan National Santé-Environnement 3 2015-2019, Ministère des solidarités et de la santé
- > Plan Régional Santé-Environnement Auvergne-Rhône-Alpes 2017-2022
- > Guide pour la gestion du risque lié au radon à destination des collectivités territoriales (ASN)
- > Le Radon Plaquette d’information tout public, Autorité de Sûreté Nucléaire, décembre 2006
- > Site internet du ministère des Solidarités et de la Santé <https://solidarites-sante.gouv.fr/s>
- > Site du CSTB sur le radon <http://www.cstb.fr/fr/>
- > Site internet de l'IRSN sur le radon <https://www.irsn.fr/>
- > Site internet ARS AURA : <https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr>

Liste des annexes

Annexe 1 : Définition des 3 aléas Radon

Annexe 2 : Articles publiés par la presse locale

Annexe 3 : Questionnaire logement

Annexe 4 : Brochure d'information sur les moyens de remédiation de radon éditée par le CPIE

Annexe 5 : Infographie du ministère de la Santé

Annexe 6 : Fiche conseil envoyée aux foyers volontaires

Annexe 7 : Affiches annonçant les soirées d'information

Annexe 8 : Rapport du CEREMA

Annexe 9 : Questionnaire utilisé pour les entretiens téléphoniques de suivi

**LA CARTOGRAPHIE DU POTENTIEL DU RADON DES FORMATIONS GEOLOGIQUES ETABLIE PAR L'IRSN
CONDUIT A CLASSER LES COMMUNES EN 3 CATEGORIES :**



CATEGORIE 1

Les communes à potentiel radon de catégorie 1 sont celles localisées sur les formations géologiques présentant les teneurs en uranium les plus faibles. Ces formations correspondent notamment aux formations calcaires, sableuses et argileuses constitutives des grands bassins sédimentaires (bassin parisien, bassin aquitain) et à des formations volcaniques basaltiques (massif central, Polynésie française, Antilles...).

Sur ces formations, une grande majorité de bâtiments présente des concentrations en radon faibles. Les résultats de la campagne nationale de mesure en France métropolitaine montrent ainsi que seulement 20% des bâtiments dépassent 100 Bq.m⁻³ et moins de 2% dépassent 300 Bq.m⁻³.



CATEGORIE 2

Les communes à potentiel radon de catégorie 2 sont celles localisées sur des formations géologiques présentant des teneurs en uranium faibles mais sur lesquelles des facteurs géologiques particuliers peuvent faciliter le transfert du radon vers les bâtiments.

Les communes concernées sont notamment celles recoupées par des failles importantes ou dont le sous-sol abrite des ouvrages miniers souterrains... 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.



CATEGORIE 3

Les communes à potentiel radon de catégorie 3 sont celles qui, sur au moins une partie de leur superficie, présentent des formations géologiques dont les teneurs en uranium sont estimées plus élevées comparativement aux autres formations. Les formations concernées sont notamment celles constitutives de massifs granitiques (massif armoricain, massif central, Guyane française...), certaines formations volcaniques (massif central, Polynésie française, Mayotte...) mais également certains grès et schistes noirs.

Sur ces formations plus riches en uranium, la proportion des bâtiments présentant des concentrations en radon élevées est plus importante que sur le reste du territoire. Les résultats de la campagne nationale de mesure en France métropolitaine montrent ainsi que plus de 40% des bâtiments situés sur ces terrains dépassent 100 Bq.m⁻³ et plus de 10% dépassent 300 Bq.m⁻³.

SUMÈNE-ARTENSE

Information et prévention sur le radon. À partir de cet automne, la communauté de communes Sumène-Artense engage un travail de prévention sur le risque santé environnement lié au radon auprès des habitants de Madic, Ydes, Bassignac, Saignes et Champs-sur-Tarentaine, avec la mise en œuvre d'une campagne de dépistage gratuite chez les particuliers.

Ce travail est réalisé en collaboration avec le Centre permanent d'initiatives pour l'environnement de Haute Auvergne basé à Aurillac, missionné dans le cadre d'un projet soutenu par l'Agence régionale de santé Auvergne.

Un travail de sensibilisation va se dérouler en plusieurs étapes, 40 foyers volontaires vont participer à la campagne de mesure de radon dans leur habitation. Un dosimètre va y être installé pendant deux mois entre novembre 2014 et février 2015. Chaque foyer participant aura connaissance des résultats confidentiels de sa mesure, accompagnés d'un conseil adapté à sa situation.

Tout au long de cette campagne, des conseils vont être apportés aux habitants afin de limiter l'exposition éventuelle au radon dans leur logement. Les personnes intéressées pour participer à cette campagne de dépistage gratuite doivent s'inscrire auprès du CPIE de Haute Auvergne au 04.71.48.49.09, ou cpie.haute.auvergne@wanadoo.fr.

CHÂTAIGNERAIE

Campagne de dépistage du radon chez les particuliers

À partir de cet automne, la communauté de communes du Pays de Montsalvy organise une campagne d'information et de prévention sur le risque santé-environnement lié au radon auprès de leurs habitants, avec la mise en œuvre d'une campagne de dépistage gratuite chez les particuliers.

Ce travail est réalisé en partenariat avec le Centre permanent d'initiatives pour l'environnement de Haute Auvergne (CPIE), basé à Aurillac, missionné dans le cadre d'un projet soutenu par l'Agence Régionale de Santé Auvergne.

Quarante foyers volontaires des communes de Calvinet, Cassaniouze, Ladinac et Sansac-Veinazès vont participer à la campagne de mesure de radon dans leur habitation. Un dosimètre va y être installé pendant deux mois entre décembre 2015 et février 2016.

Chaque foyer participant aura connaissance des résultats confidentiels de sa

mesure, accompagnés d'un conseil adapté à sa situation. Une soirée d'information ouverte à tous et animée par le CPIE de Haute Auvergne en présence des élus du territoire sera proposée dans les premiers mois de l'année 2016.

Tout au long de cette campagne, des conseils vont être apportés aux habitants afin de limiter l'exposition éventuelle au radon dans leur logement.

Pratique. Les personnes intéressées pour participer à cette campagne de dépistage gratuite doivent s'inscrire avant le 30 novembre auprès du CPIE de Haute Auvergne au : 04.71.48.49.09 ou cpie.haute.auvergne@wanadoo.fr

LE RADON

Le radon est un gaz radioactif naturel qui vient du sol. Il est invisible, inodore et insipide. Le département du Cantal, comme les autres départements de la région Auvergne, fait partie des départements exposés au radon.

Saint-Santin-de-Maurs

Repas moulés frites : samedi 8 juin, animé en extérieur à partir de 20h au terrain de sports. 12€. Comité des fêtes au 06 80 66 41 85.

SAINT-MAMET-LA-SALVETAT

Campagne d'information et de prévention sur le radon

En décembre 2012 la commune de Saint-Mamet-la-Salvetat a engagé un travail de prévention sur le risque lié au radon auprès de ses habitants avec la mise en œuvre d'une campagne de dépistage chez les particuliers.

Ce travail a été réalisé en collaboration avec le Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Haute Auvergne, missionné dans le cadre d'un projet soutenu par l'Agence Régionale de Santé Auvergne. Le travail de sensibilisation s'est déroulé en plusieurs étapes avec d'abord l'envoi d'un flyer d'information aux habitants en décembre 2012 pour informer sur la démarche entreprise. Ensuite 40 foyers volontaires ont participé à la campagne de mesure de radon dans leur habitation, un dosimètre a été installé pendant deux mois entre janvier et mars 2013.

Chaque foyer participant a eu connaissance des résultats de sa mesure en avril. Enfin, une soirée d'information ouverte à tous et animée par le CPIE de Haute Auvergne en présence de l'ARS Auvergne et de Monsieur Février, maire de Saint-Mamet-la-Salvetat, a réuni une trentaine de personnes à la salle polyvalente de Saint-Mamet le 23 avril dernier.

Tout au long de cette campagne, des conseils ont pu être apportés aux habitants afin de limiter l'exposition éventuelle au radon dans leur logement. Les actions correctives contre le radon portent sur 2 axes principaux : limiter, bloquer l'entrée du radon, par exemple en améliorant l'étanchéité entre le sol et le bâtiment au niveau des traversées de planchers, des passages de réseaux, des fissures, des portes ou trappes entre habitation et partie basse... ; diluer la quantité de radon dans le bâtiment en aérant les pièces habitées, en ventilant les caves, les vides sanitaires.

L'importance de la ventilation des bâtiments a largement été soulignée, non seulement elle peut contribuer à diluer la concentration en radon lorsque celle-ci reste peu importante mais elle permet aussi de renouveler l'air intérieur et d'en améliorer la qualité.

Qu'est-ce que le radon ?

Rappelons que le radon est un gaz radioactif naturel qui vient du sol, il est invisible, inodore et insipide. Le radon émane surtout des sous-sols granitiques contenant des minéraux d'uranium. Le département du Cantal, comme les autres départements de la Région Auvergne, fait partie des départements exposés au radon, il est donc considéré comme prioritaire pour la prévention et la gestion du risque sanitaire lié au radon. Dans le Cantal, l'alée est plus importante en périphérie du massif volca-

nique, au Sud Ouest et au Sud Est du département, notamment dans les massifs granitiques de la Châtaigneraie et de la Margeride.

A l'air libre, le radon est dilué par les vents donc sa concentration est faible et ne pose pas de problème de santé. Par contre, en atmosphère confinée comme à l'intérieur des logements, il s'accumule et peut atteindre des concentrations élevées, susceptibles d'entraîner un risque pour la santé. Le radon a en effet été classé cancérogène pulmonaire par le Centre International sur le Cancer en 1987. Il serait responsable de 5 à 12% des décès par cancer du poumon en France, avec un risque aggravé pour les fumeurs.

"Prendre conscience du risque lié au radon ne l'augmente pas mais permet au contraire de le limiter si l'on suit certaines recommandations au niveau de l'habitat".

Pour toute information, n'hésitez pas à contacter le Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Haute Auvergne : Château Saint Etienne, 15000 Aurillac, 04 71 48 49 09, cpie.haute.auvergne@wanadoo.fr Des informations complémentaires sont également disponibles sur le site Internet de l'ARS Auvergne : www.ars.auvergne.sants.fr

Naissances : le 16 mai de Gaïane Lois Servantès, domiciliée au Puech des Ouilles à Saint-Mamet ; le 24 mai de Milla Laure Sophie Lacombe, le Teulicre à Saint-Mamet. Tous nos vœux et félicitations aux parents.

Le Rouget

Déchets agricoles — jusqu'au 14 juin : traitement, big-bags, emballages vides de produits phytosanitaires et emballages vides de produits d'hygiène en élevage laitier et Destruits-Bouygués

Marcolès

Déchets agricoles — jusqu'au 14 juin : truels-Bouygués, big-bags, emballages vides de produits phytosanitaires et emballages vides d'hygiène en élevage laitier.

PAYS DE MONTSALVY

RADON. Réunion d'information. Une soirée d'information sur le radon est organisée jeudi 7 avril, à 20 h 30, salle du Presbytère à Sansac-Veinazès. Gratuit et ouvert à tous les habitants de la communauté de communes du Pays de Montsalvy, ce rendez-vous présentera les résultats de la campagne de mesures réalisées dans quarante foyers et permettra de donner des conseils au niveau de l'habitat pour limiter les risques.

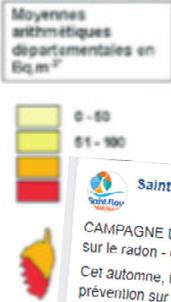
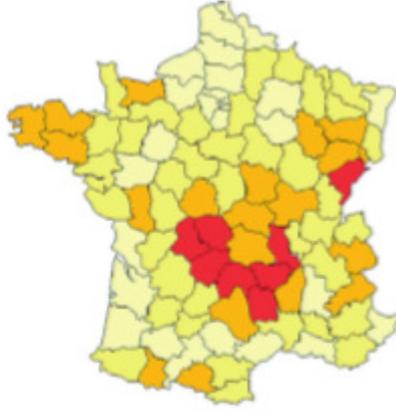
Pour tout renseignement, contacter le Centre permanent d'initiatives pour l'environnement de Haute-Auvergne à Aurillac, au 04.71.48.49.09 ; cpie.haute.auvergne@wanadoo.fr.

AU FIL DE LA SEMAINE

SANTÉ PUBLIQUE Du fait de sa géologie, le Cantal est particulièrement exposé au risque de concentration du radon dans les habitations, un gaz radioactif cancérigène.

Radon, un hôte radioactif à la maison

Invisible, inodore et insipide, c'est un danger silencieux qui s'installe dans les habitations des Cantaliens et de 30 autres départements français, en provoquant ainsi un risque de radon, un gaz radioactif présent naturellement dans les sols et l'atmosphère. Issu de la désintégration de roches et du thorium présents dans les roches granitiques et volcaniques, le radon est la principale source ponctuelle d'exposition au risque de l'insolation et de la circulation de l'air. Mais, contrairement à des gaz toxiques comme le monoxyde de carbone, la dangerosité du radon ne s'exerce que sur la durée, par une exposition à des concentrations élevées pendant des dizaines d'années. L'Auvergne, qui fait de son sous-sol granitique, est particulièrement exposée.



Le Cantal - comme ses voisins - avec 161 Bq/m³ de moyenne de concentration est l'un des départements les plus exposés au risque de radon.

Obligation d'information des bailleurs ou vendeurs
L'exposition régulière, pendant de nombreuses années, à des concentrations élevées peut en effet entraîner des cancers du poumon, après les maladies cardiovasculaires induites par l'insolation des radon. Mais, aux personnes chroniques et infirmes. Ainsi, réaliser pendant 30 ans dans une habitation où la concentration moyenne annuelle au radon est de 100 Bq/m³ expose au même risque que celui encouru par les

autres et français passifs. Pour une concentration entre 1 000 et 5 000 Bq/m³, le risque équivalait celui d'un fumeur de plusieurs cigarettes quotidiennes. «Ce chiffre qui s'a 12 %

des décès annuels par cancer de poumon en France sont liés au radon», précise Marie Lacroix. Et le risque est multiplié par 10 si le fumeur résidait dans une habitation exposée.

Qu'est-ce que le radon ?

Gaz radioactif naturel qui vient du sol. Il est invisible, inodore et insipide. Le radon émane surtout des sous-sols granitiques contenant des minéraux d'uranium.

SENSIBILISATION

Des mesures plus parlantes

Après Saint-Mamet en 2012, Chauroux-Arzon en 2014 et quatre communes du pays de Montluçon (Cahors, Courmoulon, Larchevêque et Saint-Martin) en 2015, l'ARNS et le CPIE de Haute Auvergne proposent une nouvelle campagne de sensibilisation sur le radon. Ce sera la dernière que passe par l'application des mesures de réduction des radon et par des mesures de concentration dans des logements de propriétaires volontaires. Sur ces territoires, l'ARNS finance la mise à disposition de 40 dosimètres (photo) pour les habitants volontaires. Des appareils de mesure qui sont réalisés des conseils de prévention pendant deux mois au cours de l'hiver. Ces dosimètres sont ensuite renvoyés pour analyse aux spécialistes agréés par l'ARNS. Les résultats (groupés) de ces mesures seront de support de sensibilisation lors des réunions publiques organisées sur le terrain, sachant que l'ARNS a



obtenu des financements via le DREAL pour des diagnostics complémentaires pour les propriétaires de logements où la concentration dépasse 1 000 Bq/m³. Objectif : identifier les zones permettant d'abaisser les concentrations. «La clé des travaux sera établie, on s'engage aussi à faire des contre-mesures pour s'assurer que le radon est efficace», indique Marie Lacroix, de l'ARNS.

Saint-Flour Communauté

CAMPAGNE D'INFORMATION ET DE PRÉVENTION sur le radon - Commune de Chaudes-Aigues

Cet automne, la commune de Chaudes-Aigues engage un travail de prévention sur le risque santé-environnement lié au radon auprès de ses habitants avec la mise en œuvre d'une campagne de dépistage gratuite. Ce travail est réalisé en partenariat avec le Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Haute Auvergne (CPIE de Haute Auvergne) basé à Aurillac, missionné dans le cadre d'un projet soutenu par l'Agence Régionale de Santé Auvergne.

Un travail de sensibilisation va se dérouler en plusieurs étapes, 40 foyers volontaires vont participer à la campagne de mesure de radon dans leur habitation, un dosimètre va y être installé pendant deux mois entre décembre 2017 et février 2018. Chaque foyer participant aura connaissance des résultats confidentiels de sa mesure accompagnés d'un conseil adapté à sa situation. Enfin, une soirée d'information ouverte à tous et animée par le CPIE de Haute Auvergne en présence des élus du territoire sera proposée dans les premiers mois de l'année 2018. Tout au long de cette campagne, des conseils vont être apportés aux habitants afin de limiter l'exposition éventuelle au radon dans leur logement.

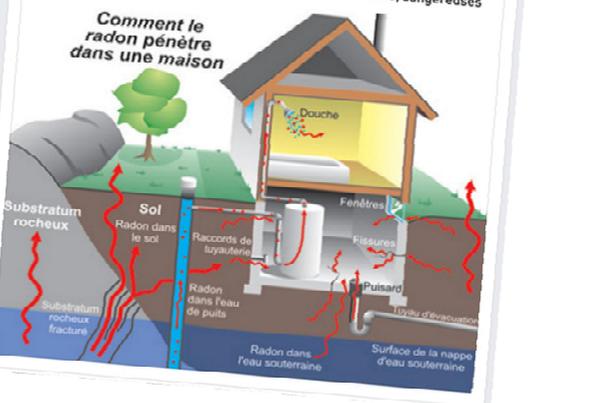
Si vous êtes intéressé(e) pour participer à cette campagne de dépistage gratuite, inscrivez-vous avant le 27 novembre 2017 auprès du CPIE de Haute Auvergne au :
04 71 48 49 09
cpie.haute.auvergne@wanadoo.fr.

Qu'est-ce que le radon ?

Gaz radioactif naturel qui vient du sol. Il est invisible, inodore et insipide. Le radon émane surtout des sous-sols granitiques contenant des minéraux d'uranium.

Le département du Cantal fait partie des départements exposés au radon, il est donc considéré comme prioritaire pour la prévention et la gestion du risque sanitaire lié au radon. Cependant dans le Cantal, l'aléa est plus important en périphérie du massif volcanique, au Sud-Ouest, au Sud-Est et dans le Nord-Ouest du département, (Châtaignerat, Margeride, Nord-Cantal).

À l'air libre, le radon est dilué par les vents. Sa concentration est donc faible et ne pose pas de problème de santé. Par contre, en atmosphère confinée comme à l'intérieur des logements, il s'accumule et peut atteindre des concentrations élevées, dangereuses pour la santé.



Annexe 3 : Questionnaire logement

Infos générales		Infos sur la Maison / Bâtiment								Infos sur la Pièce où est posé le dosimètre									
		N° dosimètre	Nom Prénom	Adresse	Date début mesure	Année Construction	Type habitat	Type de fondation	Nature de la pièce : cuisine, salon, ...	Niveau/ Etage	Matériau principal	Mur à nu ? oui/non Matériau	sol à nu ? oui/non Matériau	Pièce chauffée ? Type de chauffage ?	Ventilation : oui/non ; Type ?	Ouvertures portes et fenêtres : quelle fréquence ?			

Le radon

Dans le Cantal

Le département du Cantal, comme les autres départements de la Région Auvergne, fait partie des départements exposés au radon.

Le Cantal est donc considéré comme prioritaire pour la prévention et la gestion du risque sanitaire lié au radon.

L'exposition au radon n'est pas homogène dans le département :

Les terrains volcaniques et sédimentaires (argiles) présentent moins de risque d'exposition au radon.

En revanche, la présence de roches d'affinité granitique (surtout représentées au Sud Est du département en Margeride et au sud-ouest en Chataigneraie) est susceptible de favoriser une exposition au risque radon.

Aléa radon, source BRGM 2007

Pour en savoir plus sur les techniques de réduction du radon dans les constructions

Document réalisé d'après le guide technique (2008) du CSTB « **Le radon dans les bâtiments**: Guide pour la remédiation dans les constructions existantes et la prévention dans les constructions neuves ».

Pour plus d'informations, vous pouvez consulter les pages d'information détaillées consacrées au radon dans les bâtiments : ese.cstb.fr/radon/

Techniques de réduction du radon dans les constructions

En cas de présence de radon dans votre habitation, des actions peuvent être envisagées :

Deux grands principes pour réduire la concentration de radon dans les bâtiments :

- ◆ Limiter l'entrée du radon
- ◆ Diluer la quantité dans le bâtiment

Trois types de solutions sont envisageables :

- ◆ Ventiler le bâtiment afin de renouveler l'air et de diluer le radon.
- ◆ Améliorer l'étanchéité des bâtiments par rapport aux entrées du radon.
- ◆ Traiter les parties basses (vide sanitaire, caves, aménagements sur terre-plein) par ventilation ou mise en dépression pour éviter les entrées dans la partie habitation.

Améliorer l'étanchéité des bâtiments par rapport aux entrées du radon

L'étanchement des parties basses consiste à obturer tous les défauts concernant les traversées de planchers bas et murs enterrés : passages de réseaux fluides, fissures, portes ou trappes entre habitation et partie basse.

Certaines membranes peuvent aussi jouer un rôle en tant que barrières à la diffusion du radon.

D'après le guide technique du CSTB

Cette solution n'est souvent pas suffisante...

Traiter les parties basses par ventilation ou mise en dépression pour éviter les entrées de radon dans la partie habitation

Les parties basses : vide sanitaire, caves, aménagements sur terre-plein.

La dépressurisation du sol réduit ou empêche le transport convectif du radon entre sol et bâtiment.

Le système de dépressurisation du sol (SDS) peut s'appliquer à des dallages sur terre plein avec installation d'un réseau de puisards et dans les vides sanitaires.

D'après le guide technique du CSTB

La ventilation du vide sanitaire peut-être envisagée naturellement ou mécaniquement.

D'après le guide technique du CSTB

Ventiler le bâtiment afin de diluer le radon

La ventilation naturelle des parties habitées des bâtiments peut contribuer à diluer la concentration en radon lorsque celle-ci reste peu importante. Elle permet toutefois de renouveler l'air intérieur et d'en améliorer la qualité.

D'autres techniques de ventilation comme l'augmentation de la **ventilation mécanique** par extraction ou l'utilisation d'une ventilation double flux sont susceptibles de jouer un rôle.

La **ventilation double flux** a l'avantage de diminuer les déperditions de chaleur.



LIBERTÉ • ÉGALITÉ • FRATERNITÉ
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DES SOLIDARITÉS
ET DE LA SANTÉ

~ Qualité de l'air intérieur ~

LE RADON

De quoi s'agit-il ? Comment le mesurer ? Comment réduire son exposition ?

Le radon est un gaz radioactif incolore et inodore, présent naturellement dans les sols et les roches. Il est classé par le Centre international de recherche sur le cancer comme « cancérogène pulmonaire certain » depuis 1987. En France, le radon est la deuxième cause de cancer du poumon après le tabac (près de 10% des décès).

Le radon pénètre dans les espaces clos, où il peut se concentrer à des niveaux élevés et exposer, à long terme, les occupants à un risque de cancer du poumon. Ce risque augmente significativement pour les fumeurs.

Sa concentration dans l'air d'une habitation dépend :

- des caractéristiques du sol et du bâtiment,
- de l'aération et du chauffage du logement.



Suis-je exposé au radon dans mon logement ?

L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a établi une **carte** du « potentiel radon » de chaque commune. Si vous êtes dans une zone où le potentiel est significatif, il convient de le mesurer à l'aide de détecteurs placés pendant 2 mois, durant la période de chauffe, dans les pièces de vie au niveau le plus bas du bâtiment (salon, chambre).

Si la concentration est :

- > 300 Becquerels (Bq)/m³
 - certains gestes permettent de réduire votre exposition.
- > 1 000 Becquerels (Bq)/m³
 - contactez un professionnel du bâtiment.

LES BONS GESTES À ADOPTER

Étanchéifier

- Assurez l'étanchéité des voies potentielles d'entrée du radon vers les pièces de vie (fissures, planchers...).

Bien ventiler

- Vérifiez le bon fonctionnement du système d'aération et entretenez-le régulièrement.
- N'obturez pas les grilles d'aération.
- Ventilez le vide-sanitaire ou le sous-sol lorsqu'ils existent.

Pour les fumeurs : engagez une démarche active de sevrage tabagique.

Et, dans tous les cas : de l'air !

- Aérez les pièces du logement au moins 10 minutes par jour, hiver comme été.

Si des concentrations élevées persistent après la mise en œuvre de ces gestes, contactez un professionnel du bâtiment.



LE SAVIEZ-VOUS ?

A savoir si vous vendez, achetez ou louez un logement

L'article L.125-5 du code de l'environnement prévoit la délivrance, par le vendeur ou le bailleur, d'une information sur le potentiel radon de la commune aux futurs acquéreurs et locataires de biens immobiliers (état des risques naturels et technologiques). Dans les communes à « potentiel radon significatif », l'état des risques naturels et technologiques sera complété, à terme, par une fiche sur le radon, ses risques et les mesures pour réduire l'exposition.






@MinSoliSante | www.solidarites-sante.gouv.fr | www.irsn.fr



Campagne de mesures de Radon dans 40 logements sur Chaudes-Aigues

Que faire dans votre logement s'il y a du radon?

En France, il n'existe actuellement pas de limite réglementaire applicable aux habitations. Sur la base des recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé, la Commission Européenne a retenu la valeur de 300 Bq/m³ en moyenne annuelle comme valeur de référence en dessous de laquelle il convient de se situer.

Lorsque les résultats de mesure dépassent 300 Bq/m³, il est ainsi nécessaire de réduire les concentrations en radon.

Le risque étant d'autant plus faible que la concentration est basse, il est, de manière générale, pertinent de chercher à réduire les concentrations en radon aussi bas que possible quel que soit le niveau mesuré. C'est en particulier vrai pour les pièces dans lesquelles vous séjournez sur des durées importantes.

Concentration en radon	Actions à réaliser
Entre 0 et 300 Bq/m ³ d'air	Aucune action particulière n'apparaît aujourd'hui nécessaire, à l'exception des bonnes pratiques en termes de qualité de l'air intérieur de votre logement (aération quotidienne de votre logement par ouverture des fenêtres au moins 10 minutes par jour). Si vous avez prévu des travaux de rénovation énergétique (changement des ouvrants...), il convient de vous assurer du maintien d'un taux de renouvellement de l'air suffisant.
Entre 300 et 1 000 Bq/m ³ d'air	Les actions correctives qui peuvent être mises en œuvre sont les suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • aérer quotidiennement votre domicile par ouverture des fenêtres. Néanmoins, cette action ne peut être considérée comme suffisante à elle seule car elle n'est pas continue ; <ul style="list-style-type: none"> • vérifier l'état de fonctionnement de la ventilation des pièces et remédier aux dysfonctionnements éventuels (obturation entrée ou sortie d'air, encrassement, défaillance du ventilateur). Si nécessaire, installer un système de ventilation : <ul style="list-style-type: none"> • assurer l'étanchéité du sol pour éviter le passage du radon (fissures, joints sol/mur, passage réseaux) ; • améliorer, rétablir ou mettre en œuvre une aération naturelle ou mécanique du soubassement de votre domicile.

<p>Au delà de 1 000 Bq/m³ d'air</p>	<p>Les actions correctives qui peuvent être mises en œuvre sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • aérer quotidiennement votre domicile par ouverture des fenêtres. Néanmoins, cette action ne peut être considérée comme suffisante à elle seule car elle n'est pas continue ; • vérifier l'état de fonctionnement de la ventilation des pièces et remédier aux dysfonctionnements éventuels (obturation entrée ou sortie d'air, encrassement, défaillance du ventilateur). Si nécessaire, installer un système de ventilation ; • assurer l'étanchéité du sol vis-à-vis du passage du radon (fissures, joints sol/mur, passage réseaux) ; • améliorer, rétablir ou mettre en œuvre une aération naturelle ou mécanique du soubassement de votre domicile.
--	---

La plaquette d'information technique et la brochure de l'ASN (Autorité de Sureté Nucléaire) distribuées lors de la visite de mise en place des dosimètres apportent des précisions sur les actions à mener.

Des aides de l'ANAH (Agence Nationale de l'Habitat) peuvent être mobilisées pour effectuer certains travaux de rénovation, se renseigner auprès de cet organisme qui étudie les dossiers au cas par cas.

Contact : SOLIHA, 9 rue Aristide Briand 15000 AURILLAC, 04 71 48 32 00.

Pour toute question, n'hésitez pas à contacter :

> L'ARS Auvergne Rhône Alpes délégation départementale du Cantal, 13 place de la Paix - BP n°40 515 - 15 005 Aurillac ; 04 81 10 63 04

> Le CPIE de Haute Auvergne, 04 71 48 49 09, cpie.haute.auvergne@wanadoo.fr

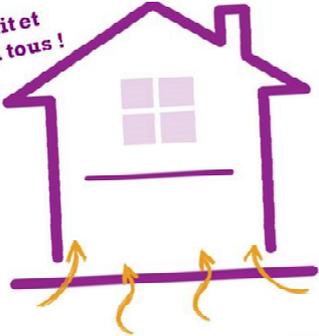
Annexe 7 : affiches de soirées d'information

CHAUDÈS - AIGUES

LE RADON DANS MON HABITATION

> INFORMATION ET PRÉVENTION

Gratuit et ouvert à tous !



Jeudi 24 mai - 18 h
au cinéma de Chaudes-Aigues

ars
Agence Régionale de Santé
Haute Auvergne Alpes

Saint-flour
COMMUNAUTÉ

HAUTE AUVERGNE
Creecher, designer, innovateur

Infos : CPIE de Haute Auvergne 04 71 48 49 09

HAUTE AUVERGNE
Creecher, designer, innovateur

Saint-flour
COMMUNAUTÉ

ars
Agence Régionale de Santé
Haute Auvergne Alpes

Réunion d'information sur le RADON

Jeudi 8 juin 18h
à la salle Polyvalente de
LOUBARESSE

GRATUIT et ouvert à tous

Résultats de la campagne
de mesures faite dans
40 foyers
et conseils au
niveau de
l'habitat
pour limiter les
risques.



Pour toute information, n'hésitez-pas à contacter :
le Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Haute Auvergne à
AURILLAC, 04 71 48 49 09, cpie.haute.auvergne@wanadoo.fr

HAUTE AUVERGNE
Creecher, designer, innovateur

Pays
de
Montsalvy

ars
Agence Régionale de Santé
Haute Auvergne Alpes

Soirée d'information sur le RADON

Jeudi 7 avril, 20h30
salle du Presbytère
SANSAC VEINAZES

GRATUIT et ouvert à tous les habitants de la
Communauté de Communes du Pays de Montsalvy

Résultats de la campagne
de mesures faites dans
40 foyers
et conseils au
niveau de
l'habitat
pour limiter les
risques.



Pour toute information, n'hésitez-pas à contacter :
le Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Haute Auvergne à
AURILLAC, 04 71 48 49 09, cpie.haute.auvergne@wanadoo.fr

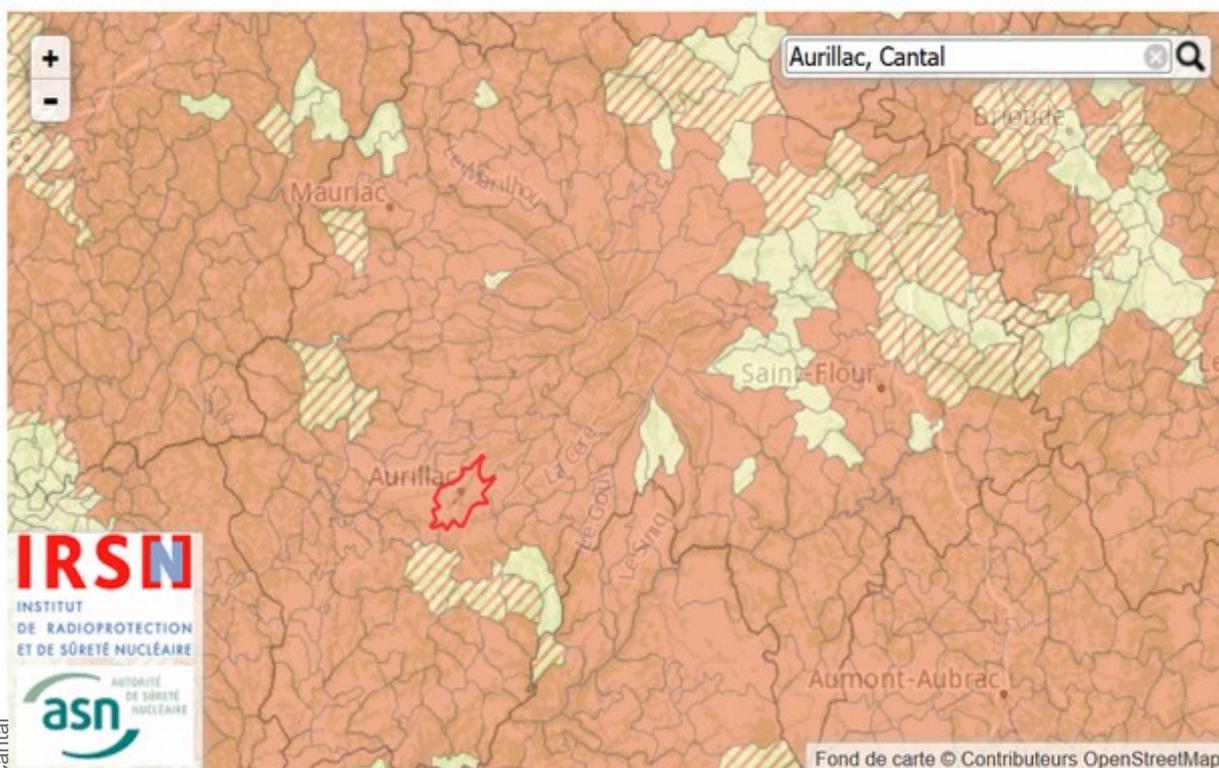
Annexe 8 : Rapport du CEREMA du 5/12/2019 « Campagne de mesures dans le Cantal »

Campagne de mesures dans le Cantal

Note technique sur les diagnostics radon réalisés par le Cerema

05/12/2019

Connaître le potentiel radon de sa commune



Crédit photo : IRSN – carte du potentiel radon du Cantal

Rapport conçu sous
système de management
de la qualité certifié AFAQ



Marie Louvradox-Grenier,

Directrice, Chargée d'études et d'animations
Marie Louvradox-Grenier
CPIE de Haute Auvergne
Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement
Château St Etienne
15000 AURILLAC

Version	Date	Commentaire
V0	05/12/19	Rédigée par Catherine Nauleau
V1	13/12/19	Relue par Ambre Errard et Nicolas Laveissière

Récapitulatif de l'affaire	
Objet de l'étude :	Campagne de mesures dans le Cantal - Note technique sur les diagnostics radon réalisés par le Cerema
Référence dossier :	Affaire C19NE0111
Communicabilité :	<input type="checkbox"/> Libre (avec acceptation préalable du commanditaire dans le contrat) <input type="checkbox"/> Contrôlée (communiquée uniquement avec l'autorisation du commanditaire à posteriori) <input type="checkbox"/> Confidentielle (non référencée dans IsaWeb)
Chargé d'affaire :	Nicolas Laveissière/Jean-Luc Paumier/Catherine Nauleau Département Laboratoire d'Autun – GBA/QAPE Tél. +33 (0)3 85 86 67 67 / Fax +33 (0)3 85 86 67 79 Courriel : dla.dterce@cerema.fr
Mots Clés :	radon, habitat, diagnostics technique, bâtiment, étanchéité, ventilation, soubassement

Liste des destinataires

Contact	Adresse	Nombre - Type
Marie Louvradox-Grenier	Marie Louvradox-Grenier, Directrice, Chargée d'études et d'animations Marie Louvradox-Grenier CPIE de Haute Auvergne Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement Château St Etienne 15000 AURILLAC	

Sommaire

Introduction.....	7
1 -La méthodologie/description de ces diagnostics.....	8
2 -Les résultats globaux récoltés sur les sources de radon identifiées (données anonymisées).....	9
Les caractéristiques générales.....	9
Les caractéristiques remarquables.....	12
Analyse de l'influence des caractéristiques bâtementaires remarquables.....	13
3 -Les solutions de remédiation proposées.....	21
4 -Les résultats des contre-mesures.....	28

Introduction

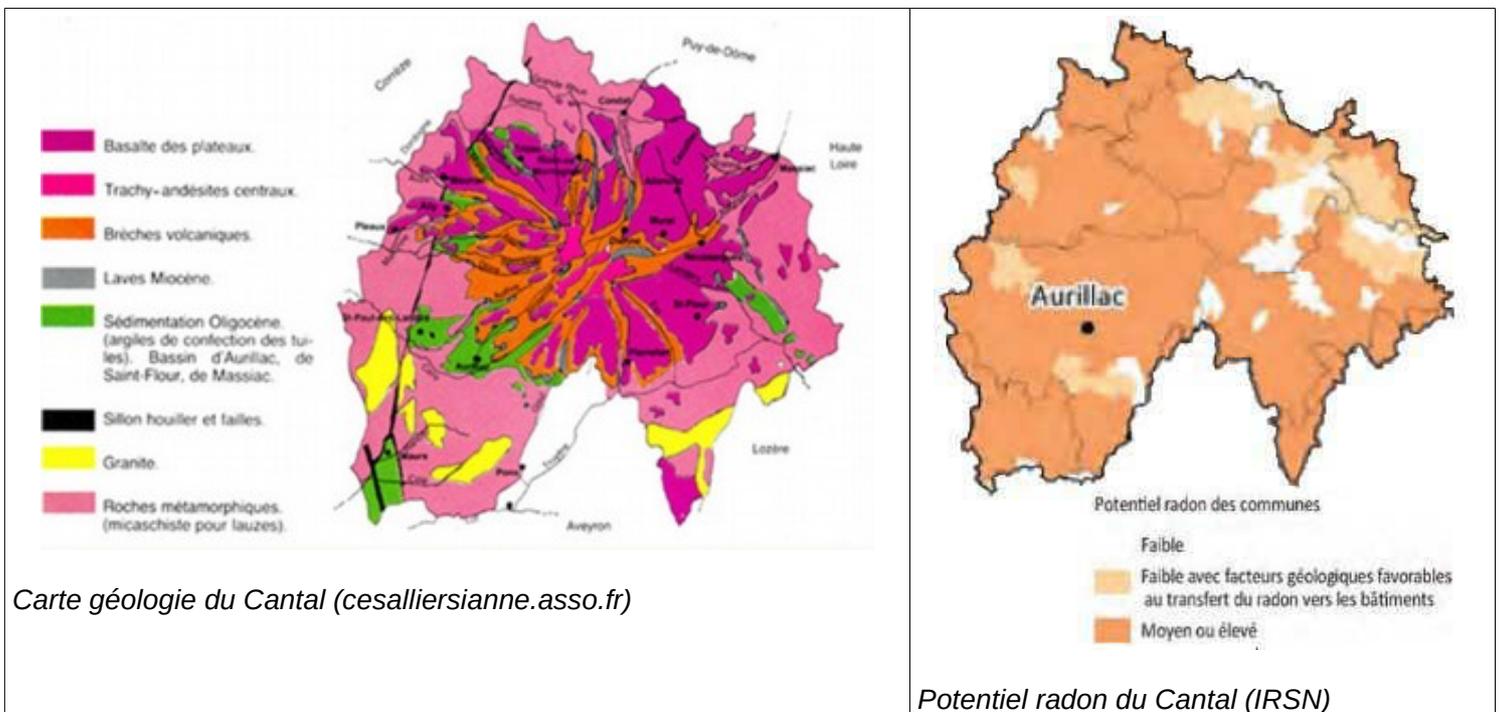
Le radon est un gaz radioactif naturel provenant de la désintégration de l'uranium présent dans les formations géologiques généralement granitiques et volcaniques de la croûte terrestre. A l'air libre, il se dilue. En milieu confiné, il peut se concentrer à des concentrations dangereuses pour l'Homme.

Le CIRC (Centre International de recherche sur le Cancer) a classé le radon comme cancérigène certain pour le poumon depuis 1987. En France, il est la deuxième cause de cancer du poumon après le tabac, avec près de 3000 morts par an (Santé Public France et IRSN). Cependant, il s'agit d'un risque sanitaire méconnu du grand public.

En France, le décret du 4 juin 2018 permet une meilleure prise en compte du radon dans les politiques publiques proposant une valeur de référence de 300 Bq/m³ à ne pas dépasser dans le cadre de la gestion de la surveillance du radon dans les établissements recevant du public. Une information à destination des particuliers est obligatoire lors de session ou de location dans les zones 3 - à fort potentiel radon. Pour les lieux de travail, la surveillance est étendue au rez-de-chaussée des bâtiments.

Le radon est la première source d'exposition aux rayonnements ionisants pour la population française. La concentration en radon dans un bâtiment dépend de plusieurs facteurs :

- Dans un premier temps la géologie du terrain sur lequel repose le bâtiment est un facteur déterminant. Le département du Cantal tire son nom du massif volcanique qui recouvre la quasi-totalité du département. Les formations géologiques à fort potentiel radon reposent sur des formations plutoniques (granite) qui affleurent à la périphérie du stratovolcan du Cantal et sur les formations métamorphiques (schiste ou mica-schiste) recoupant ces formations granitiques. Les maisons diagnostiquées ont toutes été construites sur des formations granitiques et proviennent de communes situées en zone 3 ; zone à potentiel radon significatif selon l'arrêté du 27 juin 2018.



Carte géologie du Cantal (cesalliersienne.asso.fr)

Potentiel radon du Cantal (IRSN)

- D'autre part, la concentration en radon dans un bâtiment dépend de caractéristiques de ce dernier, en particulier : son étanchéité à l'air au niveau de l'interface avec le terrain naturel, sa ventilation et le mode constructif de son soubassement. La réalisation du diagnostic technique radon des bâtiments va renseigner ces différents points. Les objectifs du diagnostic sont de :

- fournir les explications sur les concentrations élevées de radon dans les pièces où il a été dépisté,
- proposer des solutions de remédiation pour améliorer la qualité de l'air intérieur du bâtiment.

1 - La méthodologie/description de ces diagnostics

Le diagnostic technique radon fait suite à une mesure de dépistage du radon dans un bâtiment pour lequel un cas de dépassement de la valeur de référence de 300 Bq/m³ est avéré. Le nombre d'interventions a été conditionné par le financement attribué par la Direction de l'Habitat, de l'Urbanisme et des Paysages (DHUP). Les habitations ayant eu des valeurs de dépistage les plus élevées ont donc été diagnostiquées en priorité.

Le déroulement d'une intervention se fait en plusieurs phases.

Dans un premier temps, le diagnostiqueur échange avec le particulier pour le sensibiliser et répondre à ces questions concernant le radon et la qualité de l'air intérieur et le rassurer. Il s'agit de lui expliquer ce qui va être recherché les risques et les moyens de prévention (tel l'aération) permettant de diminuer les concentrations volumiques au sein dans de son bâtiment.

Ensuite, il s'agit de recueillir des données sur les caractéristiques du bâtiment en remplissant une « Grille de support au diagnostic technique du bâtiment ». La visite et le recueil des données du bâtiment visent également à faire participer le particulier au diagnostic afin de lui faire comprendre les solutions à mettre en œuvre.

Les informations recueillies concernent :

- la vérification des conditions dans lesquelles ont été réalisées la ou les mesures de dépistage,
- les conditions climatiques et le positionnement du bâtiment dans son environnement,
- l'historique du bâtiment et de son environnement,
- la typologie et les dispositions du bâtiment,
- le mode constructif et la caractérisation des murs,
- l'étanchéité des interfaces entre l'habitat et le sol (planchers bas, murs enterrés)" , et les modes de transfert du radon aux étages supérieurs, l'étanchéité des menuiseries,
- l'identification des arrivées et départs des réseaux divers et de leur capacité à transférer le radon d'une part aux étages supérieurs et d'autre part à l'intérieur du bâtiment,
- la ventilation du soubassement,
- la caractérisation du renouvellement de l'air du bâtiment, complété selon la présence ou non d'une ventilation par un diagnostic de celle-ci,
- les modes de chauffage et leur dispositif d'installation et d'alimentation, ainsi que leur dispositif d'amenée d'air,
- le comportement des occupants vis-à-vis de l'aération,
- l'évaluation de la dépression du bâtiment.

À l'issue de la visite, une restitution orale peut être faite afin de vérifier la compréhension des premières recommandations qui auront été présentées.

2 - Les résultats globaux récoltés sur les sources de radon identifiées (données anonymisées)

Les 13 diagnostics ont été réalisés entre 26/01/2016 et le 31/05/2018. Les habitations dépistées avaient des concentrations en radon dans au moins une pièce occupée variant de 708 à 5704 Bq/m³.

Les caractéristiques générales

Mesures (Bq/m ³)	Géologie	Année de construction	Soubassement	Accès au soubassement	Construction	Ventilation	Nb niveaux	du niveau le plus bas occupé	Chauffage	Travaux de remédiation proposés
708	paragneiss	1870	terre-plein et cave en terre battue au RDC	Pb aération de la cave accès intérieur	pierres paragneiss	VMC SF sans entrées d'air	2		radiateur à eau, chaudière fioul, poêle à bois qui ne fonctionne pas	étanchéifier fissures, joint de retrait, passage de réseaux, étanchéifier porte accès cave, amenées d'air percées dans le sol pour l'ancienne cheminée à reboucher et remplacer la VMC SF actuel, créer des EA dans les pièces principales, détalonnage portes, améliorer l'aération de la cave
944	schiste proche granite	1943	sous-sol cave semi-enterrée et remblai sur TP en cuisine	accès intérieur cave, aération par fenêtre et grille	pierres de schistes et de granite	extracteur ds WC, grille aération dans le salon	3		poêles à bois ss prises d'air extérieur, chaudière dans la cave ss prise d'air ext.	étanchéifier passage réseaux, cage escalier, fissures, trappes, créer une ventilation naturelle, ou une VMC SF ou une VMC DF par pièces séparés, aération de la cave, après la réalisation de l'ensemble de ces travaux, si insuffisant, installer un SDS dans le soubassement
1816 (474 séjour et 523 chambre – carto Cerema)	schiste et granite	1802	sous-sol en partie enterré avec 3 caves, cave en terre battue	accès intérieur du sous-sol, cave peu ventiler	pierres granite	VMC SF dans le logement au 1er, EA dans les menuiseries réalisées à la perceuse, bouches extraction dans pièces humides	3	bois	convecteurs?	étanchéifier des passages des réseaux, vérifier l'état des EA, orienter les EA, vérifier équilibre à minima entre débit d'air entrant et débit d'air extrait, améliorer l'aération du sous-sol, décroisonner le sous-sol avec création de passage d'air entre les pièces, étanchéification de surface du sous-sol et après la réalisation de l'ensemble de ces travaux, si insuffisant, installer un SDS dans le soubassement
1515	schiste et granite	2007	sous-sol semi-enterrée, cave en terre battue	accès intérieur, garage peu aérer, autres pièces avec EA	béton et brique, isolation murs	VMC SF + EA	2	béton	PAC, plancher chauffant, insert à bois, prise d'air dans le sous-sol	étanchéifier les passages de réseaux, améliorer le fonctionnement de la VMC, améliorer l'aération du sous-sol et de la cave, après la réalisation de l'ensemble de ces travaux, si insuffisant, installer un SDS dans le soubassement
1855	granite	1700	sous-sol enterré comprenant 2 caves accessibles et une partie non accessible	caves non aérées, porte accès intérieure non étanche à la cave sous le salon	pierres granitiques	pas de VMC, grille d'entrée d'air dans le salon, dans la cuisine (hotte) et arrivée d'air du sous-sol	4	bois	cuisinière bois (ss prise d'air), convecteurs, 3 cheminées et radiateurs alimentés par une chaudière fioul au sous-sol (ss prise d'air) en appoint	étanchéifier sol du sous-sol, passages de réseaux/fissures/trappes etc., du sol en installant une membrane anti-radon, des murs en mettant en œuvre un enduit perspirant, étanchéifier la cage d'escalier, ventiler la cave en ouvrant les fenestron, décroisonner le sous-sol, création d'amenées d'air, retirer l'étanchéité de la porte extérieur du sous-sol, améliorer la ventilation du logement, en créant une ventilation naturelle ou VMC SF ou VMC DF par pièces séparées, après la réalisation de l'ensemble de ces travaux, si insuffisant, installer un SDS dans le soubassement

Mesures (Bq/m ³)	Géologie	Année de construction	Soubassement	Accès au soubassement	Construction	Ventilation	Nb niveaux	Planchers du niveau le plus bas occupé	Chauffage	Travaux de remédiation proposés
1379	gneiss	1997	sous-sol semi-enterré sur dalle béton et 4m ² en terre battue	accès par l'intérieur,	béton, moellon ss-sol, mur doublé par l'intérieur	EA dans les pièces principales, grilles hautes et basses dans la salle de bain,	3	béton	PAC géothermie et plancher chauffant, poêle à bois sans prise d'air extérieur	étanchement des passages de réseaux, fissures, trappes etc., création d'une VMC SF, ventiler la cave par création d'amenée d'air, et réouvertures des amenées d'air existantes, étanchéfier la partie en terre-battue de la cave en mettant en œuvre un nouveau sol+membrane anti-radon, créer une prise d'air extérieur dédié au poêle, après la réalisation de l'ensemble de ces travaux, si insuffisant, installer un SDS dans le soubassement
2341	granite	1880	sous-sol semi-enterré composé de deux fosses en granite sous pignon non visitées (accès ext.) et une cave en terre battue	accès intérieur	pierres granite	VMC sans entrée d'air, pas de détalonnage des portes intérieures, cave peu ventilée	3	béton sur voute en briques jointée	radiateurs alimentées par chaudière fioul avec entrées d'air hautes et basses, et PAC air/air, en appoint; insert de cheminées dans le salon sans prise d'air spécifique	étanchement des passages de réseaux, fissures, trappes etc., améliorer le système de VMC existant en créant des EA, dans la cave, mettre en œuvre une extraction forcée, et rouvrir les amenées d'air, créer un nouveau sol avec chape béton+membrane anti-radon, créer une amenée d'air pour l'insert, après la réalisation de l'ensemble de ces travaux, si insuffisant, installer un SDS dans le soubassement
2760	granite	1800	terre-plein	présence d'une étable mitoyenne en terre battue avec une porte non étanche pour y accéder	pierres granite doublé lambris par l'intérieur en partie	aucune	2	béton	chauffage par aérothermie, poêle à bois d'appoint dans le salon sans prise d'air spécifique	étanchement des points de passage de réseaux, fissures, retrait, trappes, etc. création d'une VMC SF ou DF par pièces séparées, amélioration de l'aération de l'ancienne étable en créant 2 ouvertures en façade, étanchéfier le sol en coulant une chape béton+membrane anti-radon, créer une amenée d'air spécifique pour le poêle à bois, après la réalisation de l'ensemble de ces travaux, si insuffisant, installer un SDS dans le soubassement
1091	granite	1970	sous-sol semi-enterrée en partie sur dalle béton et en partie sur terre-battue,	accès intérieur	pierres granite	extracteur manuel dans la salle de bain, entrées d'air dans la cuisine et dans une des chambres, EA manquant	2	béton	convecteurs électriques, plancher chauffant étage	étanchement des passages de réseaux, etc., améliorer le système existant d'une ventilation naturelle, ou création d'une VMC SF ou DF par pièces, améliorer l'aération du sous-sol en créant 2 amenées d'air en façade, couler une chape de béton+membrane anti-radon sur la partie en terre battue, après la réalisation de l'ensemble de ces travaux, si insuffisant, installer un SDS dans le soubassement

Mesures (Bq/m ³)	Géologie	Année de construction	Soubassement	Accès au soubassement	Construction	Ventilation	Nb niveaux	Planchers du niveau le plus bas occupé	Chauffage	Travaux de remédiation proposés
5704	granite	1939	sous-sol semi-enterrée en béton sauf 11m ² en terre-battue et une partie sur terre-plein	accès intérieur	pierres de granite	aération du sous-sol bouchée, entrée basse en cuisine bouchée, pas EA,	4	bois	radiateurs alimentés par une chaudière fioul et une chaudière bois située dans l'entrée sans prises d'air extérieur spécifique, avec évacuation des fumées par la cheminée, insert non utilisé dans le salon sans prise d'air extérieur spécifique	étanchéifier des passages de réseaux, trappes, fissures etc., portes accès à la cave, mis en place d'une VMC SF, désobstruer l'amenée d'air de la cuisine, augmenter la ventilation du sous-sol envisagé par le propriétaire en plaçant un extracteur dans le fenestron et en créant de nouvelles aménages d'air. étanchéifier le sol du sous-sol en coulant une chape béton+membrane anti-radon et en enduisant les murs du sous-sol de chaux. créer une prise d'air spécifique pour les chaudières de l'entrée, et étanchéifier la porte d'accès à la cuisine, après la réalisation de l'ensemble de ces travaux, si insuffisant, installer un SDS dans le soubassement
1923	gneiss	1900	terre-plein semi-enterré	accès intérieur	pierres de granite	VMC SF sans entrées d'air, amenées d'air dans les arrières cuisines, pas de détalonnage des portes intérieures, bouches extractions dans les pièces humides mais également dans le bureau du RDC	2	béton	radiateurs alimentés par une chaudière fioul, deux poêles à bois, amenées d'air spécifiques situées sous le poêle, mais section insuffisante et donc air comburant pris dans les pièces où sont installés les poêles.	étanchéifier des passages des réseaux, trappes, amélioration de la VMC en créant des entrées d'air dans les pièces principales, détalonner les portes, créer des aménages d'air spécifiques pour les poêles. A titre expérimental, utiliser les drains, présents sous la dalle du plancher bas pour extraire le radon. après la réalisation de l'ensemble de ces travaux, si insuffisant, installer un SDS dans le soubassement
1112	granite	1860	terre-plein semi-enterré dont une cave en terre battue en semi-niveau	accès intérieur	pierres de granite	bouches de sortie d'air vicié dans la salle de bain et les wc	2	béton	cuisinière bois hydraulique sans amenée d'air spécifique	étanchéifier l'accès à la cave et l'escalier d'accès, couler une chape en béton+membrane anti-radon sur la cave en terre battue couplée à un SDS, étanchéifier les passages des réseaux, fissures, etc., créer un système de ventilation, créer une amenée d'air spécifique pour la cuisinière de la cuisine, après la réalisation de l'ensemble de ces travaux, si insuffisant, installer un SDS dans le soubassement
1377	granite	1956	sous-sol semi-enterré avec 1 pièce habitée en permanence (regard), chaudière fioul	accès intérieur	pierres de granite	entrées d'air au RDC dans les pièces principales	3	béton	radiateurs alimentés par une chaudière fioul, sans prise d'air extérieur (entrée d'air créer depuis la visite), cheminée à foyer ouvert dans le salon inutilisé sans amenée d'air spécifique, existence d'anciens conduits qui permettait d'insuffler l'air chaud du sous-sol vers les étages supérieurs	étanchéifier des passages de réseaux, regards, fissures, trappes, porte accès à la buanderie, création d'une VMC SF ou DF par pièces séparées, vérifier que l'amenée d'air créée pour la chaudière est suffisante pour ne pas mettre la pièce en dépression, après la réalisation de l'ensemble de ces travaux, si insuffisant, installer un SDS dans le soubassement

Les caractéristiques remarquables

Moyenne de l'activité volumique mesurée sur l'ensemble des 13 diagnostics	1898 Bq/m ³				
Formations géologiques	6 maisons construites sur des schistes ou du gneiss			7 maisons construites sur du granite	
Moyenne de l'activité volumique en fonction du critère formation géologique	1380 Bq/m ³			2320 Bq/m ³	
Année de construction	6 : avant 1900	5 : entre 1900 et 1974	1 : entre 1990 et 1999	1 : après 2005	
Moyenne de l'activité volumique en fonction du critère année de construction	1765 Bq/m ³	2208 Bq/m ³	1379 Bq/m ³	1515 Bq/m ³	
Soubassement	4 : sur terre-plein	9 : sur sous-sol	7 sur sous-sol avec un cave en terre battue		
Moyenne de l'activité volumique en fonction du critère soubassement	1626 Bq/m ³	2002 Bq/m ³	2243 Bq/m ³		
Plancher bas du niveau le plus bas occupé	9 : béton			4 : bois	
Moyenne de l'activité volumique en fonction du critère plancher bas	1578 Bq/m ³			2580 Bq/m ³	
Ventilation	2 : aucune	5 : VMC SF	3 : VMC SF mais aucune entrée d'air	3 : ventilation naturelle	2 : extracteurs ponctuels et entrées d'air
Moyenne de l'activité volumique en fonction du critère ventilation	4232 Bq/m ³	1661 Bq/m ³	1657 Bq/m ³	1537 Bq/m ³	1017 Bq/m ³
Chauffage	10 : appareil à combustion bois non étanche	8 : appareil à combustion bois non étanche sans prise d'air spécifique extérieur	2 : appareil à combustion bois non étanche avec prise d'air dans le sous-sol	3 : autre type de chauffage	
Moyenne de l'activité volumique en fonction du critère chauffage	2091 Bq/m ³	2184 Bq/m	1719 Bq/m ³	1205 Bq/m ³	

Analyse de l'influence des caractéristiques bâtementaires remarquables

Voies d'entrées du radon dans le bâtiment :

Le radon pénètre dans le bâtiment au niveau des nombreux défauts d'étanchéité observés à l'interface entre les bâtiments visités et le terrain naturel sur lesquels ils reposent.

Il entre principalement par l'effet du transport convectif. En période de chauffe, la différence entre l'air extérieur et l'air intérieur engendre un effet de tirage thermique, qui aspire le radon situé dans le terrain environnant le bâtiment vers l'intérieur.

Ce phénomène d'aspiration lié au tirage thermique peut être amplifié par :

- un système de ventilation en déséquilibre où les débits d'air extrait sont plus importants que la quantité d'air neuf entrant par les entrées d'air prévues à cet effet,
- le fonctionnement d'un appareil à combustion sans prise d'air extérieur,
- le fonctionnement d'une hotte extractive.

Le radon pénètre également par diffusion au niveau des interfaces poreux tels que la terre battue, les murs non étanches, les planchers en bois. Ce dernier phénomène secondaire fonctionne en permanence même hors tirage thermique.

Parmi ces défauts d'étanchéité observés, on peut citer en exemple :



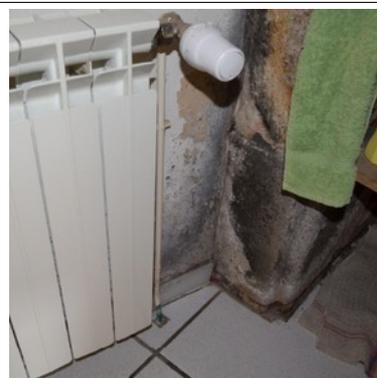
Les fissures périphériques de retrait des dalles bétons constituant le plancher bas des sous-sols et du rez-de-chaussée ou des maisons sur terre-plein



Les sols en terre-battue des caves en sous-sol



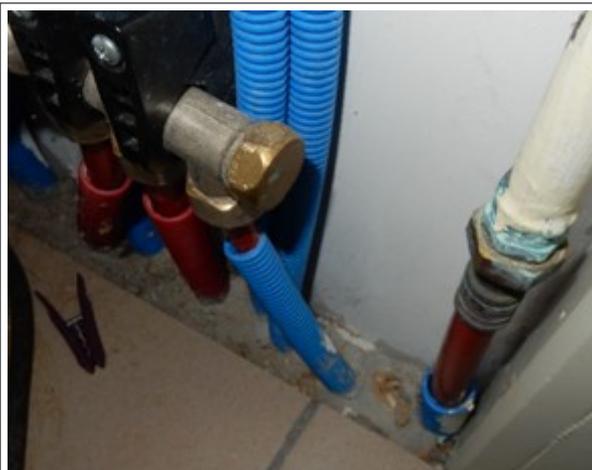
Les arrivées et départ de réseaux électriques



Les murs enterrés non étanches



Les conduits traversant un mur enterrés



Les arrivées et départ de réseaux chauffage / eau chaude sanitaire



Les siphons de sol à sec



Les trappes d'accès à une vanne technique



Les murs enterrés fissurés



Les joints de dilatation du plancher du niveau le plus bas en béton



Percement au niveau du plancher bas de la dalle du sous-sol

Les voies de transfert du radon permettent de véhiculer le radon de la pièce où il a pu pénétrer aux étages supérieurs. Parmi les exemples rencontrés, nous pouvons citer :



Escaliers en bois permettant d'accéder au sous-sol



Porte intérieure permettant d'accéder au sous-sol



Plancher bois d'étage intermédiaire



Voûte du plancher haut de la cave non étanche



Prise d'air pour le poêle dans le sous-sol



Système de diffuseur d'air inopérant qui permet à l'air contaminé en radon du sous-sol de diffuser aux étages supérieurs



Les gaines techniques

L'âge de la construction :

Majoritairement, les maisons visitées sont des bâtiments **anciens** construits avant 1900 ou entre 1900 et 1974. Leurs fenêtres ont été changées par des menuiseries plus performantes ; toutes les maisons visitées possédaient des fenêtres en double-vitrage. Le renouvellement de l'air non contrôlé (parasites) par les défauts d'étanchéité de ces menuiseries est donc diminué.

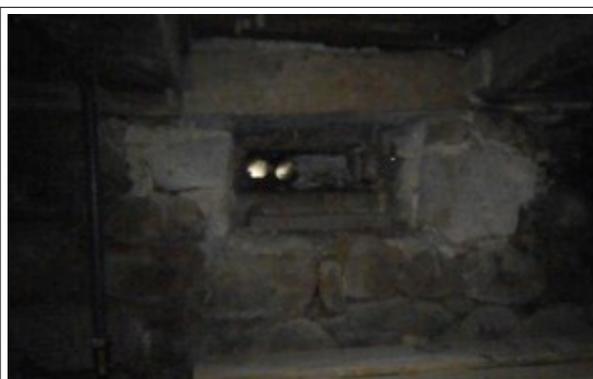
Le soubassement :

La plupart des maisons visitées (9) ont un sous-sol accessible par l'intérieur par une porte non étanche à l'air et 7 maisons avec sous-sol possèdent une partie cave en terre battue. Le radon provenant du terrain naturel pénètre dans le bâtiment par son sous-sol, notamment en diffusant au niveau des interfaces en terre battue. Les portes intérieures non étanches facilitent son infiltration dans la zone de vie.

Certains sous-sols ne bénéficient d'aucune amenée d'air. Les amenées d'air présents sont parfois obstrués et ne peuvent aérer ces espaces. Elles sont souvent en nombre insuffisant et certaines ont été bouchées pour des raisons de confort thermique. Ces sous-sols sont donc particulièrement confinés créant des volumes où le radon peut s'accumuler.



Amenée d'air visible dans un sous-sol



Amenée d'air bouchée

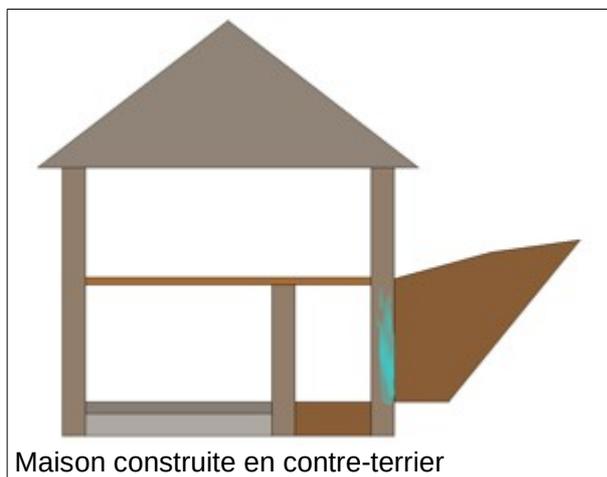
L'absence de renouvellement d'air des sous-sols combiné à un excès d'humidité peut également être propice à d'autres formes de dégradation du bâti telle la formation de sel sur maçonnerie ou le développement de champignons lignivores (mérule, etc.). Les champignons ont été observés sur terre battue dans certaines caves. Le risque de dégradation des structures bois est accru.



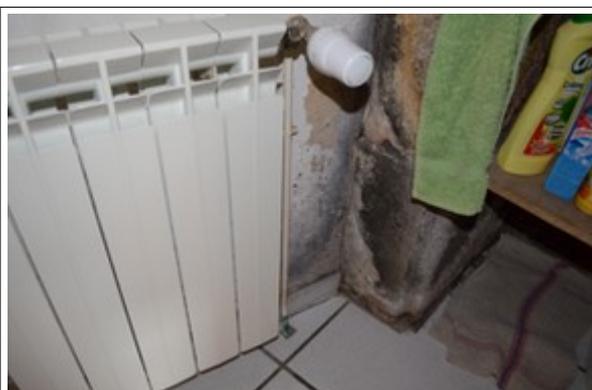
Développement de mûres dans les sous-sols d'un bâtiment

De nombreux bâtiments sont semi-enterrés où au moins une partie de la façade du bâtiment est remblayée par le terrain naturel.

Le mur enterré non étanche est une voie d'entrée permettant au radon de diffuser dans le bâtiment. Par ailleurs des traces d'humidité au niveau de ces parois enterrées sont parfois visibles attestant un problème d'étanchéité et de renouvellement d'air.



Maison construite en contre-terrier



Traces d'humidité sur le mur non étanche enterré

Plancher bas du niveau le plus bas occupé :

4 maisons visitées ont le plancher du niveau le plus bas occupé non étanche ; généralement un plancher en bois traditionnel permettant au radon du sous-sol de diffuser dans la zone occupée.



Plancher bois traditionnel sur solive

Ventilation :

Sur les 13 maisons diagnostiquées, 2 d'entre elles n'ont aucune ventilation. Elles sont donc particulièrement confinées, ce qui favorise le cumul des polluants de l'air intérieur, dont le radon, et d'augmentation de l'humidité, pouvant nuire à la structure bâtiment.

Les ventilations mécaniques centralisées simple flux (VMC SF : 5) ou ponctuelle (2) installées sont non conformes ; 2 maisons n'ont aucune entrée d'air d'installées au niveau des menuiseries des pièces principales, de nombreuses maisons ont un nombre d'entrées d'air insuffisant ou mal conçues.

Un déséquilibre entre la quantité d'air entrant par les pièces principales (au niveau des entrées d'air) par rapport à la quantité d'air extrait au niveau des bouches d'extraction des pièces de service, entraîne une augmentation de la dépression du logement. Ce déséquilibre favorise la pénétration du radon dans le bâtiment.



Mortaise de l'entrée d'air non conforme : réalisée à la perceuse

Les débits d'air extrait mesurés au niveau des bouches d'extraction sont souvent insuffisants, dans l'ensemble des systèmes de ventilation mécaniques mesurés.

Le principe de balayage de l'air dans les maisons visitées est rarement effectif.

En ventilation, le principe de balayage de l'air consiste à extraire l'air vicié par les bouches d'extraction (fonctionnant correctement) installées dans les pièces humides (cuisine, salle de bain et wc) en faisant entrer l'air neuf par les entrées d'air situées dans les menuiseries des pièces principales (chambres, salon ou bureau). L'air doit pouvoir circuler librement en passant sous les portes intérieures détalonnées.

4 maisons possèdent un système de ventilation naturelle. Les débits assurés par la ventilation naturelle ne sont pas identiques en permanence. Ils dépendent fortement des conditions météorologiques. Certaines grilles de ventilation ont été bouchées par l'occupant, notamment dans la cuisine, où elles devaient cependant également assurer le rôle d'amenée d'air comburant dans les pièces de service.



Grille d'air basse dans la cuisine bouchée par l'occupant



Aérateur à tirette en partie encastrée dans le plafond

Aucune maison n'avait l'ensemble des portes intérieures suffisamment détalonnées. Cela empêche la libre circulation de l'air à l'intérieur de la maison, rendant donc les systèmes de ventilation en place moins performants lorsque les portes intérieures sont fermées.



Porte intérieure non détalonnée

Une maison disposait d'une VMC SF avec des entrées d'air installées dans les menuiseries en cuisine, mais aucune entrée d'air installée dans les pièces principales. Deux maisons avaient une bouche d'extraction installée dans une pièce principale ; une chambre et un bureau. Les bouches d'extraction doivent être installées dans les pièces de service, où les polluants et l'humidité s'accumulent et sont extraits.

Certaines maisons ont des entrées d'air installées au niveau des pièces principales mais pas d'extracteur dans les pièces humides. Une entrée d'air ne fonctionne que sous une différence de pression de 20 Pa entre l'extérieur et l'intérieur du logement. Cette différence de pression est effective grâce à la présence de bouche d'extraction fonctionnant correctement et en permanence ou plus rarement/ponctuellement grâce à l'impact du vent sur la façade où est installée l'entrée d'air.

Chauffage :

Dans la grande majorité des bâtiments (10) visités, au moins un appareil à combustion bois non étanche a été observé, utilisé en chauffage principal ou en appoint.

Sur ces 10 bâtiments, 8 bâtiments n'avaient aucune amenée d'air spécifique dédiée à l'air comburant de l'appareil à combustion. L'air comburant provenait donc de la pièce où il a été installé. Une quantité d'air insuffisante au bon fonctionnement d'un appareil à combustion peut entraîner l'apparition de monoxyde de carbone toxique pour l'homme. Le fonctionnement de l'appareil à combustion prenant son air dans la pièce où il est installé augmente également la dépression du bâtiment favorisant la pénétration du radon.

Dans deux bâtiments, les appareils à combustion non étanches prenaient l'air comburant dans le sous-sol.



Prise d'air de l'insert sous l'insert prenant son air dans le sous-sol



Prise d'air du poêle vue du sous-sol

Cette prise d'air provenant du sous-sol est un point d'entrée du radon qui favorise sa pénétration dans la zone de vie.

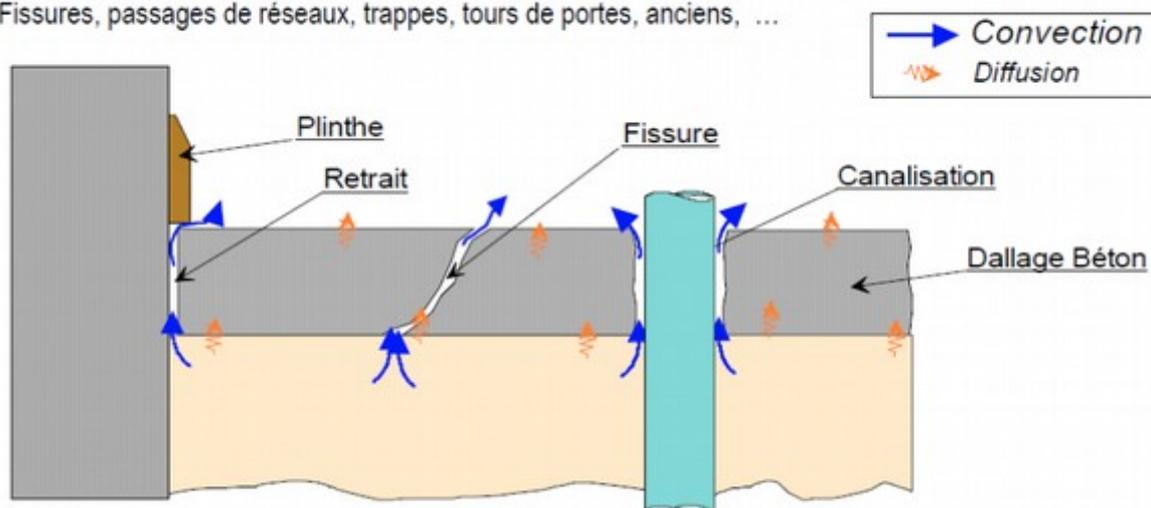
3 - Les solutions de remédiation proposées

Trois types d'actions sont préconisées pour diminuer l'activité volumique en radon dans les bâtiments.

- des travaux pour assurer **l'étanchéité du bâtiment vis-à-vis des voies d'entrée du radon**. Ces techniques sont un préalable avant la mise en œuvre de toute autre action. Ils ont été préconisés pour toutes les habitations.

Obturation des points d'entrée :

Fissures, passages de réseaux, trappes, tours de portes, anciens, ...



Source : CSTB

- des travaux visant à **augmenter le renouvellement de l'air intérieur** dans le but de diluer et d'extraire le radon et de diminuer la dépression du bâtiment. Il s'agit d'améliorer la ventilation du logement et du sous-sol (quand il existe)
- des travaux dans le soubassement qui ont pour objectif d'**empêcher le radon de pénétrer dans l'habitation**

Les travaux proposés sont proportionnels à l'activité volumique en radon dépisté dans le bâtiment. Ils dépendent des caractéristiques du bâtiment.

Après chaque phase de travaux réalisée, il est conseillé de réaliser un nouveau dépistage pour vérifier l'efficacité des travaux réalisés.

1/ Travaux d'étanchement :

Dans un premier temps, il faut identifier tous les points d'entrée de radon dans le bâtiment et les traiter par étanchement en y appliquant un joint d'étanchéité adapté :

- **les points de passages de réseaux** : le pourtour et l'intérieur des fourreaux du côté du volume occupé du sous-sol,
- les fissures sur le plancher bas du sous-sol,
- les pourtours de dalles et les fissures de retrait,
- les amenées d'air des appareils à combustion non étanche provenant du sous-sol devront être remplacées par une amenée d'air spécifique extérieur,
- les cages d'escalier : les ouvertures en sous-face des marches devront être comblées. L'ensemble limon/marche/contre-marche devra être rendu imperméable
- les portes d'accès au sous-sol, les trappes/regards d'accès à des vannes techniques etc. devront être étanchéifiées
- **les surfaces perméables**, telles que les planchers bois, devront être rendues étanches par la pose d'une membrane anti-radon par exemple en sous-face de plancher bois avec utilisation de joints adaptés,
- les murs enterrés ou les sols poreux ou fissurés ; appliquer un enduit perspirant (type enduit à la chaux) ou mettre en place une étanchéité à l'air (de type Aéroblue® ou équivalent) pour améliorer l'étanchéité de ces interfaces.

2/ Amélioration de la ventilation du logement :

→ Si aucun système de ventilation n'est installé, plusieurs solutions sont proposées :

Solution 1 : amélioration du système de ventilation naturelle existant

Assurer un renouvellement d'air du logement en créant des entrées d'air et des sorties naturelles en façade telles que des ouvertures en parties hautes ou en conduits d'extraction.

Cette solution présente l'avantage de ne pas engendrer trop de travaux, mais elle est incomplète du fait que le renouvellement d'air n'est pas contrôlé. Le tirage thermique naturel peut être très important ou très faible selon les conditions météorologiques extérieures. Pour cette raison nous proposons la solution 2 ci-dessous.

Solution 2 : proposition pour une ventilation mécanique contrôlée (VMC) par extraction

L'objectif est de mieux contrôler l'équilibre des flux d'air à l'intérieur de l'habitation. Pour cette raison il faut d'abord que l'enveloppe de la maison soit la plus étanche possible.

La technique proposée a pour principe d'amener de l'air extérieur de façon naturelle dans les pièces de vie et de disposer de moyens d'extraction localisés généralement dans des combles.

Si cette solution est envisagée, il est nécessaire :

- d'équiper toutes les pièces de vie dites sèches d'entrées d'air correctement dimensionnées ;
- d'installer des bouches d'extraction mécanique dans les pièces humides (cuisine, salle de bain, WC) ;
- de s'assurer que le transit de l'air des pièces disposant des entrées d'air vers les pièces d'extraction se fait correctement par l'intermédiaire d'un détalonnage correct des portes.

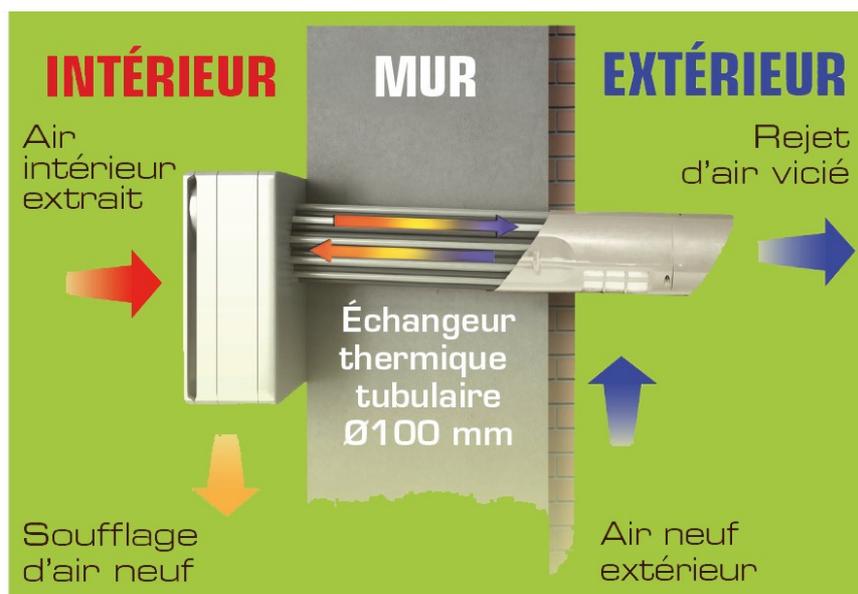
Le dimensionnement correct du système de ventilation est déterminant pour son bon fonctionnement. Dans le cas de la VMC par extraction, il faut éviter d'exacerber la dépression du bâtiment et contrôler au mieux le renouvellement de l'air. Si le système est dimensionné de façon à équilibrer les débits d'air entrants et les débits extraits, le système n'aura pas d'impact sur la dépression du logement et donc sur l'entrée du radon.

Solution 3 : proposition pour une ventilation double flux par pièces séparées

L'objectif de cette solution est de mieux contrôler l'équilibre des flux d'air à l'intérieur des pièces de vie et de créer si possible une légère surpression. Pour cette raison il faut d'abord que l'enveloppe de la salle soit la plus étanche possible.

La solution retenue consiste à installer un système de ventilation double flux décentralisée avec un caisson par pièce.

Ce système s'installe directement en traversée de mur par carottage si possible. Un exemple du schéma de principe est présenté ci-dessous :



Exemple d'aérateur double flux destiné à la rénovation d'une habitation (ventilation pièce par pièce)

Le système fonctionne en double flux. Il souffle à l'intérieur de la salle de l'air neuf pris à l'extérieur et rejette l'air vicié à l'extérieur. Un échangeur thermique permet de réchauffer l'air en hiver.

Ce système doit être choisi en fonction de ses spécifications techniques :

- pour maintenir les débits d'air minimaux réglementaires ;
- préférence pour extraction et soufflage simultanés pour éviter la mise en dépression de la salle ;
- l'entrée d'air doit être auto-réglable pour que le débit soit maintenu de façon automatique quelle que soit la différence de pression de part et d'autre du mur.

Si le système est dimensionné de façon à équilibrer les débits insufflés et les débits extraits, le système n'aura pas d'impact sur la dépression de la salle et donc sur l'entrée du radon.

Par contre si le système est déséquilibré en insufflation (débit d'insufflation supérieur au débit d'extraction), le système contribuera à minimiser l'entrée du radon dans le bâtiment.

Ces systèmes sont actuellement peu répandus et sont bien adaptés à la rénovation des logements pour lesquels l'installation d'une ventilation traditionnelle serait très coûteuse. Toutefois ils nécessitent l'entretien régulier des bouches d'insufflation et d'extraction d'air, l'entretien des conduits, le remplacement régulier des filtres en entrée d'air et dans les blocs mono-ventilateur, un bon dimensionnement et des réglages adéquats pour limiter les nuisances sonores.

→ Si un système de ventilation est existant mais qu'il dysfonctionne :

Pour diminuer la dépression du bâtiment favorisant l'entrée du radon, il est nécessaire :

- créer des entrées d'air dans les pièces principales qui n'en bénéficient pas,
- de vérifier que toutes les entrées d'air sur traverses hautes des fenêtres ne sont pas obturées ;
- que ces entrées d'air soient bien installées dans les pièces principales,
- de vérifier que le flux d'air entrant est orienté et dirigé vers le plafond afin de supprimer l'effet courant d'air ;
- de respecter les exigences fixées par la norme XP P 50-410 (DTU 68.1) qui imposent une

dépression maximale de 20 Pa dans le logement ;

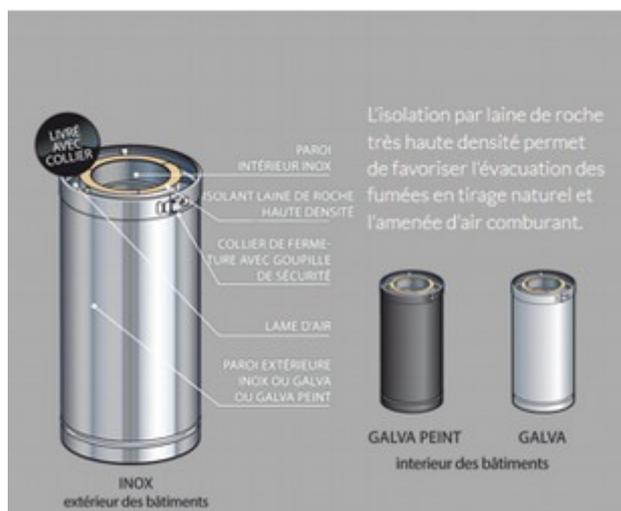
- de respecter le rapport suivant : somme des modules des entrées d'air doit être supérieure ou égale au débit maxi extrait moins le débit de fuites du logement. En première approximation, cela revient à augmenter les volumes d'air introduits dans les logements de la mairie. Pour cela il est nécessaire de respecter les sections minimales des modules aérauliques et de s'assurer que leur dimensionnement est conforme aux exigences du DTU 68.1. La mise en œuvre des entrées d'air devra être réalisée suivant les prescriptions du DTU 68.2 et des spécifications du fabricant ;
- de vérifier après remise en état que les débits d'air extraits sont conformes à la réglementation.
- de supprimer les entrées d'air dans les pièces humides (cuisine, salle de bain et wc)
- de supprimer les bouches d'extraction dans les pièces principales (chambres, salon)
- de détalonner suffisamment les portes intérieures du bâtiment (sauf celle communiquant avec le sous-sol).

3/ Créer une amenée d'air spécifique pour l'appareil à combustion non étanches

L'air comburant de la plupart des appareils à combustions installés dans les maisons visitées est actuellement puisé dans la pièce où ils sont installés.

Deux solutions sont actuellement possibles :

- équiper le poêle avec un conduit indépendant d'arrivée d'air. Le raccordement est possible à l'arrière du poêle à bois si celui-ci est équipé. L'air extérieur pénètre directement dans le poêle à bois ;
- installer un conduit de fumée « triple paroi » pour appareils à bois assurant l'arrivée et l'évacuation des fumées.



Conduit de fumée triple paroi pour appareils à bois (Poujoulat)

4/ Traitement du soubassement

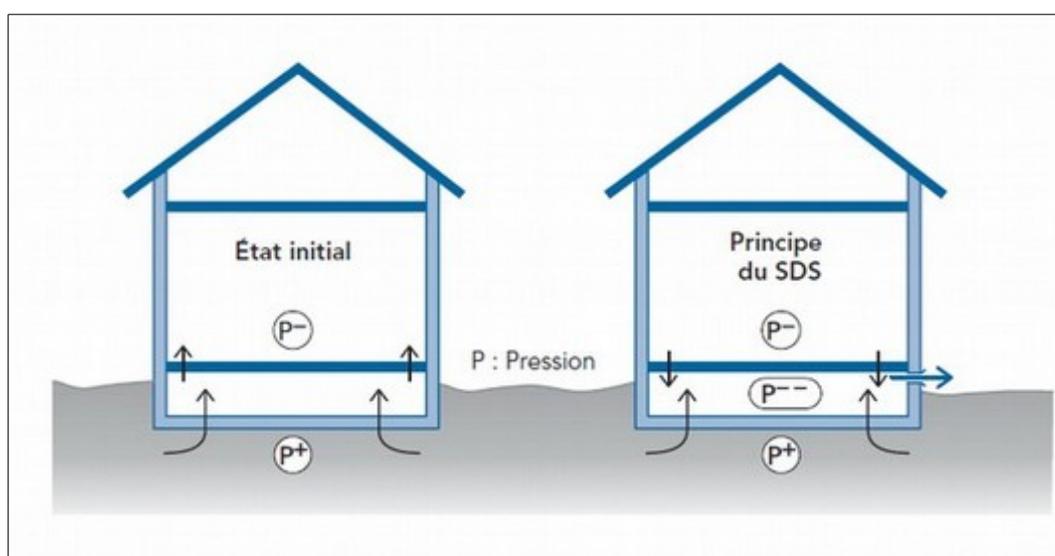
Améliorer le renouvellement de l'air du sous-sol en ré-ouvrant les fenêtres, lucarnes etc. existantes. Si nécessaire, créer de nouvelles ouvertures pour augmenter l'aération. Si l'aéra-

tion naturelle n'est pas suffisante, il est possible de la mécaniser en installant un extracteur. Il est nécessaire de décroisonner le plus possible les pièces qui composent le sous-sol pour faciliter le passage de l'air.

Si les préconisations précédentes s'avèrent insuffisantes, il est alors possible d'envisager des solutions telles que :

- la réalisation d'une chape béton sur la dalle du sous-sol, sur une membrane anti-radon permettrait d'étanchéifier l'interface sol / bâtiment ;
- l'installation d'un système de Système de Dépressurisation des Sols (S.D.S) dans le soubassement sans que sa mise en œuvre engage des travaux et des frais trop importants.

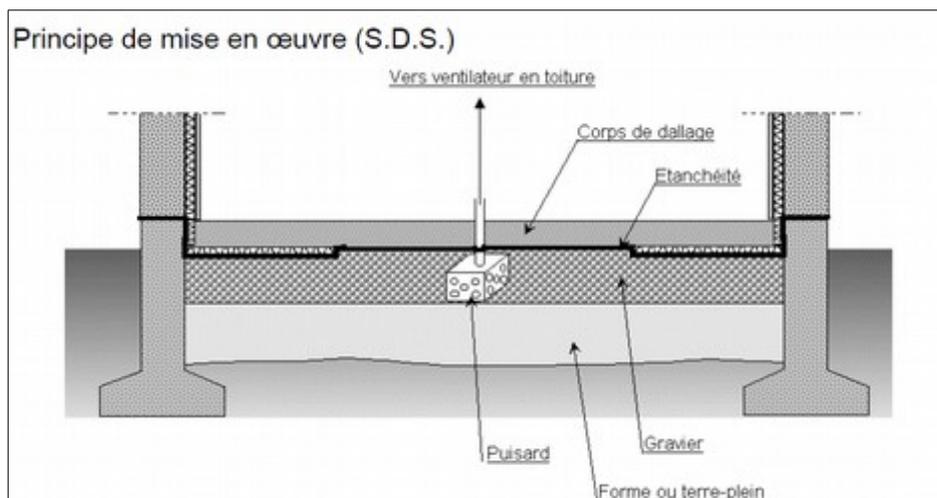
Ce système a pour but d'inverser le sens d'écoulement de l'air entre le bâtiment et le sol par extraction mécanique comme l'indique le schéma ci-dessous. L'air contenu dans la porosité du sol est ainsi maintenu à une pression inférieure à celle régnant dans le bâtiment.



Source : CSTB

La solution optimale consiste donc à mettre le soubassement en dépression au plus faible débit. Le sens d'écoulement entre le soubassement et le bâtiment est alors inversé. Il n'y a plus de pénétration du radon possible par convection.

Il s'agit d'installer un ou des puisard(s) connectés à un conduit PVC selon le principe suivant :



Source : CSTB

Chaque système doit être équipé, en sortie de conduit, d'un ventilateur de type hélico-centrifuge (recommandation du CSTB) de faible puissance (100 watts).

Pour que le système fonctionne correctement, il faut que le champ de pression induit par le S.D.S. soit étendu à la totalité du volume sous la dalle de façon à « aspirer » tout le radon présent sous la dalle. Cette donnée dépend évidemment de la perméabilité du sol. En présence d'un lit perméable sous dalle, un point d'extraction peut permettre de traiter une surface significative jusqu'à 200 m² (source CSTB).

La dépression minimale à maintenir dans le soubassement doit être de l'ordre de 5 à 10 Pascals.

L'évacuation en aval du ventilateur se fera de préférence en toiture et en s'éloignant le plus possible des fenêtres et portes d'entrée afin d'éviter des entrées potentielles du radon dans le bâtiment.

4 - Les résultats des contre-mesures

En matière de retour d'expérience après travaux, seul un particulier a réalisé les travaux de remédiation préconisés par le Cerema, ce qui lui a permis de diminuer considérablement l'activité volumique en radon dans son habitation.

Mesure avant travaux (2015/2016)	Mesures après travaux (2016/2017)
1515 Bq/m ³	Salon : 169 Bq/m ³ Chambre : 284 Bq/m ³

Les travaux réalisés sont les suivants:

L'amélioration du système de ventilation existant a permis de diminuer la dépression du bâtiment et d'améliorer le renouvellement de l'air du bâtiment.

- Les modules aérauliques des entrées d'air installées au niveau des menuiseries des pièces principales ont été changés en les passant de 22 m³/h à 30m³/h.
- Les portes intérieures ont été détalonnées

La création d'une amenée d'air spécifique pour le poêle a permis d'alimenter l'appareil à combustion en air neuf et de diminuer la mise en dépression du bâtiment lors du fonctionnement du poêle.

La suppression de l'amenée d'air spécifique du poêle prenant son air dans le sous-sol a permis de supprimer une entrée de radon dans la zone de vie.

Des **travaux d'étanchement** ont été réalisés au niveau des passages de réseaux dans le sous-sol.

Au niveau du sous-sol, des grilles d'aération ont été remises en fonctionnement et d'autres ont été créées afin d'avoir une ouverture sur chaque façade, dans le but d'augmenter l'aération du sous-sol et de diluer le radon avant sa remontée dans la zone de vie.



Cerema Centre-Est

Département Laboratoire d'Autun - 1 Boulevard Bernard Giberstein - ZI de Saint Andoche - BP 141 - 71404 AUTUN CEDEX - +33 (0)3 85 86 67 67

Siège social : Cité des mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F-69674 Bron Cedex - Tél : +33 (0)4 72 14 30 30

Établissement public - Siret 130 018 310 00123 - TVA Intracommunautaire : FR 94 130018310

www.cerema.fr

Questionnaire post Action Campagne mesure RADON

Nom Prénom:

Rappel de la concentration mesurée: **Bq/m³**

COMMUNE, année:

1- Avez -vous réalisé les travaux ?

Si oui lesquels ?

Travaux d'étanchement du bâtiment

- Obturation de fissures, trous...
- Étanchement des tours de portes, arrivées de fluide, regard, avaloir¹...

- Étanchement de surfaces
- Pose d'un dallage béton
- Autre, préciser :

Amélioration de l'aération du bâtiment

- Ouverture plus fréquente des fenêtres
- Ajout d'une ou plusieurs entrées d'air en façade
- Ajout d'un ou plusieurs conduits d'extraction naturels
- Installation ou amélioration d'une VMC² simple flux par extraction
- Installation ou amélioration d'une VMC² simple flux par insufflation
- Installation ou amélioration d'une VMC² double flux
- Autre, préciser :

Amélioration de la ventilation naturelle de la cave ou du vide sanitaire

- Nettoyage des entrées d'air existantes
- Maintien de lucarnes ou fenêtres ouvertes
- Ajout d'une ou plusieurs entrées d'air
- Ajout d'un ou plusieurs conduits d'extraction naturels
- Autre, préciser :

Solutions actives pour cave, vide sanitaire ou terre-plein

- Ventilation mécanique de la cave
- Ventilation mécanique du vide sanitaire
- Mise en dépression du vide sanitaire
- Mise en dépression sous dallage sur terre-plein
- Autre, préciser :

Ces travaux ont-ils été réalisés par un professionnel ou par vous-même :

- par moi-même par un professionnel
- les deux selon travaux, préciser :

Si **NON**, envisagez-vous de réaliser ou faire réaliser des travaux ?

OUI NON

Si **OUI**, à quelle échéance ? :

Si **NON**, pour quelles raisons :

- Pas d'inquiétude sur le risque lié au radon
- Manque d'information sur les solutions techniques à mettre en œuvre
- Coût des travaux
- Gestion des travaux
- Situation locataire/propriétaire
- Autres (taux peu élevés, pas de souhait de travaux...), précisez :

6 Si vous avez réalisé ou fait réaliser des travaux, avez-vous procédé à de nouvelles mesures du radon dans votre habitation après travaux ?

OUI NON

Si **OUI**,

Période : du/...../..... au :/...../..... ; Pièce : ; Résultat :Bq/m³

Période : du/...../..... au :/...../..... ; Pièce : ; Résultat :Bq/m³

Période : du/...../..... au :/...../..... ; Pièce : ; Résultat :Bq/m³

- Pouvez-vous indiquer un ordre de grandeur du montant total des travaux réalisés dans votre logement ? €

- Avez-vous bénéficié d'une aide financière pour réaliser ces travaux ?

OUI NON

Si oui, de quel organisme :

Suggestions, remarques sur cette campagne ?

Suivi campagnes mesures de Radon - CPIE Haute Auvergne - 2019