



13 septembre 2016

REFERENTIEL D'AIDE A LA GESTION SANITAIRE DE SITUATIONS D'EXPOSITION AU RADON

(Saisine du 26 octobre 2015)

**REPONSE DE L'INSTITUT NATIONAL DU CANCER A LA SAISINE DU 26 OCTOBRE
2015**

Référentiel d'aide à la gestion sanitaire de situations d'exposition au radon

13 septembre 2016

SOMMAIRE

1. CONTEXTE ET SAISINE DE LA DIRECTION GENERALE DE LA SANTE	4
2. PREAMBULE	4
3. METHODOLOGIE	5
3.1- SOURCES UTILISEES	5
<i>Echelle de risque sanitaire selon différents scenarii d'exposition</i>	5
<i>Productions d'expertises et rapports institutionnels</i>	5
<i>Actualisation des données de la littérature scientifique</i>	5
3.2- RECOURS A DES EXPERTS	6
4. SYNTHESE DES DONNEES	6
4.1- RISQUES CARCINOLOGIQUES ASSOCIES AU RADON	6
4.2- EVALUATION DU RISQUE DE DECES PAR CANCER DU POUMON SELON L'ECHELLE DE RISQUE ETABLIE PAR L'IRSN	7
5. PRECONISATION DE SUIVI MEDICAL POUR LES PERSONNES EXPOSEES AU RADON	8
5.1- AVIS DE LA HAUTE AUTORITE DE SANTE (HAS) SUR L'OPPORTUNITE DU DEPISTAGE DU CANCER BRONCHO-PULMONAIRE EN FRANCE	8
5.2- RECOMMANDATIONS DE BONNE PRATIQUE POUR LA SURVEILLANCE MEDICO-PROFESSIONNELLE	8
5.3- PRECONISATIONS DE SUIVI MEDICAL DANS LE CAS GENERAL	9
6. MESURES PREVENTIVES CONTRE LE RADON ET LE TABAC ET INFORMATION SUR LES RISQUES	9
ANNEXES	11
ANNEXE I- SAISINE.....	11
ANNEXE II- RECHERCHE DES RECOMMANDATIONS NATIONALES ET INTERNATIONALES.....	13
ANNEXE III- RECHERCHE SUR MEDLINE®	15
ANNEXE IV- NOUVELLES ETUDES SELECTIONNEES DEPUIS 2014	16
ANNEXE V- CONCLUSIONS DES AUTEURS PAR ETUDE IDENTIFIEE	19
ANNEXE VI- EXPERTS ET COORDINATION DE L'EXPERTISE	23

1. CONTEXTE ET SAISINE DE LA DIRECTION GENERALE DE LA SANTE

En 2014, à la demande de la Direction Générale de la Santé (DGS), l'Institut National du Cancer (INCa) a réuni un groupe d'experts afin de recueillir ses propositions de suivi médical pour les différentes personnes exposées de manière prolongée à une concentration élevée de radon dans l'air, dans une maison de Bessines-sur-Gartempe (87), construite sur des stériles et résidus de minerais d'uranium¹.

L'avis d'experts a été rendu à la DGS et publié sur le site internet de l'INCa² le 2 juin 2014. Il rapporte les points de consensus et les points de débat des experts.

Compte tenu des hypothèses qui ont été intégrées dans les estimations de l'exposition cumulée au radon et de risque induit de cancer ainsi que des incertitudes liées au manque de certaines données dans la littérature médicale et scientifique, cet avis d'experts ne peut s'appliquer qu'aux habitants permanents et enfants accueillis à domicile dans la maison de Bessines-sur-Gartempe.

Or, d'autres situations de ce type existent et nécessitent une appréciation des risques sanitaires à l'échelon régional, le cas échéant.

Dans le but d'améliorer la gestion locale des situations d'exposition à des concentrations élevées de radon d'origine anthropique, concernant notamment l'information, la communication, la réduction voire la suppression de l'exposition des personnes exposées, la DGS a co-saisi en octobre 2015 l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN) et l'INCa afin d'établir un référentiel d'aide à la gestion de situations d'exposition au radon (Annexe I).

Il est demandé :

- A l'IRSN de déterminer, sur la base des connaissances actuelles, une échelle de risque sanitaire en fonction des concentrations en radon observées, de la durée d'exposition, de l'âge et des comportements (tabagisme) des personnes susceptibles d'être exposées.
- A l'INCa : i) d'évaluer, à partir de cette échelle, dans quelle mesure les modalités de suivi médical et les seuils de risque relatif retenus dans l'avis élaboré par l'INCa en 2014 sont transposables au cas général et, ii) sur la base de l'avis de la Haute Autorité de Santé « La pertinence du dépistage du cancer broncho-pulmonaire en France », de formuler des préconisations sur les modalités de détection d'un cancer pulmonaire devant être mises en œuvre chez les personnes exposées et sur les informations à leur transmettre notamment en matière de prévention.

2. PREAMBULE

Ce référentiel d'aide à la gestion sanitaire d'exposition au radon ne peut envisager l'ensemble des situations radiologiques, sanitaires et cliniques susceptibles d'être rencontrées. Les préconisations

¹ Maison à Bessines-sur-Gartempe construite sur des stériles et résidus de minerais ; Estimation des teneurs en radon de l'air intérieur et risques sanitaires induits pour les occupants. Rapport PRP-HOM/2014-00005. IRSN.

² <http://www.e-cancer.fr/Actualites-et-evenements/Actualites/Exposition-a-une-concentration-elevee-de-radon-dans-une-maison-de-Bessines-sur-Gartempe-avis-d-experts>

émises ne pourront donc se substituer au jugement et à la responsabilité du médecin vis à vis de son patient.

Ce référentiel devra être actualisé au regard des nouvelles données acquises sur les risques liés au radon et de nouvelles modalités de prévention ou de dépistage des cancers du poumon et autres risques dont il serait démontré qu'ils peuvent être induits par le radon.

3. METHODOLOGIE

L'élaboration de ce référentiel a combiné une analyse critique de la littérature disponible et des retours d'expériences. Une relecture externe de ce rapport a été proposée à un panel d'experts.

Son cadrage a été validé par l'Institut lors de sa présentation au comité des expertises et des productions (Comep) le 14 mars 2016.

3.1- Sources utilisées

Echelle de risque sanitaire selon différents scénarii d'exposition

L'échelle de risque sanitaire établie par l'IRSN³ en fonction des niveaux de concentration de radon (en s'appuyant sur les différents seuils de la littérature ou de la réglementation), des scénarii et durées d'exposition, de l'âge et des comportements tabagiques des personnes susceptibles d'être exposées au radon d'origine anthropique ou naturelle, dans les lieux de vie ou de travail, a été prise en compte.

Productions d'expertises et rapports institutionnels

Une recherche de la littérature grise a été conduite pour identifier d'autres expertises que celles déjà identifiées lors de l'avis d'experts de 2014 relatif à la maison de Bessines-sur-Gartempe et autres que l'avis de la HAS de 2016 sur l'opportunité de dépistage du cancer broncho pulmonaire en France.

Après consultation des sites internet d'organismes nationaux et internationaux (Annexe II), depuis 2014 il a été identifié une seule nouvelle recommandation de bonnes pratiques portant sur la surveillance médico-professionnelle des travailleurs exposés ou ayant été exposés à des agents cancérigènes pulmonaires dont le radon (recommandation de la Direction Générale du Travail 2015).

Actualisation des données de la littérature scientifique

Une actualisation de la recherche bibliographique qui avait été effectuée lors de l'avis d'experts concernant la maison de Bessines-sur-Gartempe en 2014 a été réalisée sur la période comprise entre le 7 avril 2014 et le 30 juin 2016. L'algorithme de recherche bibliographique était identique à celui utilisé pour l'avis rendu en 2014 (Annexe III).

³ Référentiel d'aide à la gestion sanitaire de situations d'exposition à des concentrations élevées de radon. Rapport PRP-HOM/2016-00003. IRSN.

La stratégie de recherche et de sélection bibliographiques a permis de retenir 21 nouveaux articles (Annexe IV) pour lesquels une analyse critique a été réalisée (Annexe V). Cette analyse avait pour but de déterminer si de nouveaux risques de cancers radio-induits, suite à une exposition à une concentration élevée de radon dans l'air de manière prolongée, ont été mis en évidence avec un niveau de preuve suffisant, depuis l'avis d'experts de 2014.

3.2- Recours à des experts

Une relecture externe de ce rapport a été proposée à un panel d'experts⁴ selon un principe de consultation à distance par voie électronique. Les experts ont été sollicités pour se prononcer sur la lisibilité, l'applicabilité et l'acceptabilité des préconisations.

Chaque expert a renseigné une déclaration d'intérêts, analysée par l'Institut et publiée sur le site de l'Institut national du cancer⁵.

4. SYNTHÈSE DES DONNÉES

4.1- Risques carcinologiques associés au radon

L'analyse critique des 21 articles sélectionnés depuis la saisine de 2014 (Annexe V) n'a pas mis en évidence de nouvelles données avec un niveau de preuve suffisant.

Compte tenu de l'absence de nouvelles données identifiées dans la littérature, les risques de cancers radio-induits, suite à une exposition à une concentration élevée de radon dans l'air de manière prolongée, qui avaient été décrits et retenus par le groupe d'experts en 2014 restent inchangés et peuvent être intégrés dans le référentiel d'aide à la gestion sanitaire des expositions au radon.

Les données de l'avis de 2014 retenues pour la réflexion sont les suivantes¹:

- Le cancer du poumon est aujourd'hui le seul risque avéré de l'exposition au radon. Le risque relatif commence après un délai de latence d'environ 5 ans après le début de l'exposition et redevient proche de 1 au-delà de 30 ans après la fin de l'exposition^{6,7}. Le cancer du poumon survient à l'âge adulte. Il est rare avant 45 ans et très rare avant 35 ans.
- En cas de tabagisme actif (actuel ou ancien), le risque relatif de cancer du poumon est plus élevé ; l'effet conjoint du radon et du tabac se situe entre l'addition et la multiplication des effets propres de chacun des deux facteurs considérés séparément.

⁴ Liste en annexe VI

⁵ <http://www.e-cancer.fr/deontologie-et-declarations-publiques-dinterets>

¹ <http://www.e-cancer.fr/Actualites-et-evenements/Actualites/Exposition-a-une-concentration-elevee-de-radon-dans-une-maison-de-Bessines-sur-Gartempe-avis-d-experts>

⁶ Lung cancer risk from radon and progeny and statement on radon. Publication 115 de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR, 2010)

⁷ Effects of Ionising Radiation, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Vol 2, annexe II (Unsclear, 2006)

- Il n'existe pas d'étude épidémiologique permettant d'apprécier l'action combinée du tabagisme passif et de l'exposition au radon.
- Il n'existe pas de données épidémiologiques permettant d'estimer directement le risque de cancer du poumon à l'âge adulte induit par une exposition élevée au radon durant l'enfance.
- Chez l'adulte, les données disponibles ne permettent pas d'affirmer avec certitude de lien entre l'exposition au radon et les autres risques carcinologiques ou non carcinologiques.
- Une augmentation du risque de leucémie chez l'enfant de moins de 15 ans a été évoquée en cas d'exposition résidentielle au radon. Toutefois les données de la littérature sont actuellement trop discordantes pour conclure à l'existence ou non de cet excès de risque.

4.2- Evaluation du risque de décès par cancer du poumon selon l'échelle de risque établie par l'IRSN

L'échelle de risque établie par l'IRSN³ permet d'évaluer le risque de décès par cancer du poumon d'un individu particulier. Plusieurs graphiques permettent de reporter, pour une situation d'exposition au radon donnée, le niveau de risque individuel de décès par cancer du poumon qui lui est associé. L'IRSN souligne que ces résultats sont associés à des incertitudes, inhérentes à la démarche d'évaluation des risques.

Comme attendu, plus la durée d'exposition et la concentration de radon sont importantes, plus le risque relatif de décès par cancer pulmonaire est élevé³.

- Selon cette échelle de risque, chez des personnes n'ayant jamais fumé, le risque de décès par cancer du poumon est le plus augmenté lorsque le niveau de concentration en radon est très élevé (10 000 Bq.m⁻³), que la durée d'exposition dans l'habitat est longue (10 à 20 ans). Pour une personne âgée de 40 ans au début de l'exposition, la probabilité vie entière (jusqu'à l'âge de 75 ans) de décès par cancer du poumon est alors de 2,08 à 3,01%, contre 0,24 à 0,31% sans exposition au radon. Il est précisé que ce niveau de concentration de 10 000 Bq.m⁻³ est particulièrement élevé et rarement constaté en situation réelle³.
- Pour une concentration inférieure à 300 Bq.m⁻³ (niveau de référence de la concentration de radon moyenne annuelle fixé par la directive 2013/59/Euratom), la probabilité vie entière de décès par cancer du poumon est faible (0,37%) quels que soient l'âge de début d'exposition et la durée d'exposition.
- Tous les calculs d'évaluation de risque reposent sur des taux de base de décès par cancer du poumon d'individus n'ayant pas fumé. Le tabac est le premier facteur de risque du cancer du poumon et le radon est considéré comme un facteur de risque indépendant. Considérant qu'un tabagisme régulier est associé à un risque relatif de cancer pulmonaire de l'ordre de 10, l'action combinée du radon et du tabac consisterait à augmenter le risque associé au radon d'un facteur 10 si les effets du radon et du tabac s'additionnent, voire plus de 10 s'ils se multiplient (interaction sub-multiplicative)³.

Les évaluations résultent du meilleur compromis possible compte tenu des données disponibles et sont considérées comme une indication d'un ordre de grandeur, qui est à utiliser avec précaution.

5. PRECONISATION DE SUIVI MEDICAL POUR LES PERSONNES EXPOSEES AU RADON

En l'état actuel des connaissances, le raisonnement utilisé pour l'avis d'experts 2014, à savoir un raisonnement par analogie avec les personnes qui fument ou ayant fumé reste valide.

Les évaluations de risque présentées ne justifient pas que soient formulées dans le référentiel d'aide à la gestion sanitaire des expositions au radon, des préconisations de dépistage du cancer broncho-pulmonaire différentes de celles qui sont émises pour la population générale et en particulier pour les patients à risque élevé quelle qu'en soit la cause (tabac ou autre).

5.1- Avis de la Haute Autorité de Santé (HAS) sur l'opportunité du dépistage du cancer broncho-pulmonaire en France

La HAS, dans son rapport d'orientation⁸ sur « La pertinence du dépistage du cancer broncho-pulmonaire en France » mis en ligne le 19 mai 2016, conclut que :

« Au vu de l'analyse critique des essais contrôlés randomisés sur le dépistage du cancer broncho-pulmonaire par tomodensitométrie thoracique à dose de rayons X qualifiée de faible et au regard des critères justifiant la mise en place d'un dépistage définis par l'OMS et actualisés par l'ANAES/HAS en 2004, la HAS considère que les conditions de qualité, d'efficacité et de sécurité nécessaires à la réalisation du dépistage du cancer broncho-pulmonaire par tomodensitométrie thoracique à dose de rayons X qualifiée de faible chez des personnes fortement tabagiques ou l'ayant été ne sont pas réunies en France en 2016. »

Par ailleurs, la HAS spécifie qu'il n'existe pas aujourd'hui de méthode valide et reproductible pour le dépistage du cancer broncho-pulmonaire.

5.2- Recommandations de bonne pratique pour la surveillance médico-professionnelle

La Direction Générale du Travail en partenariat avec la Société Française de Médecine du Travail, la Société de Pneumologie de Langue Française, la Société Française de Radiologie et avec le soutien méthodologique de l'INCa et de la HAS a établi, en octobre 2015, des recommandations de surveillance médico-professionnelle des travailleurs exposés ou ayant été exposés à des agents cancérigènes pulmonaires⁹.

Il y est spécifié que :

⁸ Haute Autorité de Santé (HAS). Pertinence du dépistage du cancer broncho-pulmonaire en France [online]. 2016. Disponible: URL: <http://www.has-sante.fr/>.

⁹ http://www.chu-rouen.fr/sfmt/autres/Texte_court_201510.pdf

« En dehors de l'expérimentation, les experts ne recommandent pas le dépistage du cancer broncho-pulmonaire par scanner thoracique basse dose chez les travailleurs étant exposés professionnellement à des cancérogènes pulmonaires [Accord d'experts]. (En effet en l'absence d'études spécifiques sur cette population et de structures organisées, les conditions ne sont pas réunies actuellement pour assurer la transposition des résultats de l'essai nord-américain NLST dans cette population [Accord d'experts]). »

5.3- Préconisations de suivi médical dans le cas général

Dans le cas particulier de la saisine concernant la maison de Bessines-sur-Gartempe en 2014, il avait été recommandé de réaliser un scanner thoracique faible dose chez certaines personnes exposées au radon.

Compte tenu de l'avis de la HAS sur la pertinence d'un dépistage du cancer broncho-pulmonaire en France et des recommandations de bonne pratique pour la surveillance médico-professionnelle, les modalités de suivi médical pour le risque de cancer du poumon qui avaient été préconisées aux personnes exposées lors de cette saisine ne sont pas transposables au cas général.

En l'état actuel des connaissances, il n'est pas recommandé de proposer un suivi par imagerie (y compris un scanner thoracique faible dose) aux personnes exposées au radon, quels que soient leur statut tabagique, leur âge et leur durée d'exposition.

Pendant, le fait de ne pas mettre en place de dépistage ne signifie pas que le risque de cancer du poumon lié à une exposition au radon n'existe pas. L'exposition au radon est un problème de santé publique qui requiert de l'action.

6. MESURES PREVENTIVES CONTRE LE RADON ET LE TABAC ET INFORMATION SUR LES RISQUES

Le meilleur moyen pour lutter contre la survenue du cancer broncho-pulmonaire et réduire la mortalité associée reste la prévention.

Compte tenu de l'absence de nouvelles données identifiées dans la littérature, les mesures préventives décrites par le groupe d'experts en 2014 peuvent être intégrées dans ce référentiel d'aide à la gestion sanitaire des expositions au radon.

- Il convient de s'assurer que les personnes concernées sont bien informées sur les différents facteurs de risque de cancer du poumon (notamment tabagisme actif, exposition supplémentaire au radon).

- Plus la concentration en radon est faible dans les lieux de vie ou de travail et plus le risque associé sera faible. L'installation de mesures de prévention dans les lieux de vie ou de travail est généralement la façon la plus efficace pour réduire les niveaux de concentration en radon et par suite l'exposition des personnes^{10,11,12,13}.
- Pour toutes les personnes exposées au radon, il est préconisé d'éviter de manière générale l'exposition respiratoire à des composants irritants et à des toxiques ou à des agents cancérigènes pulmonaires d'origine professionnelle (amiante, chromates, goudrons de houille, rayons ionisants, silice cristalline... présents dans le milieu de travail). Entre autres, il est fortement recommandé de ne pas fumer. Les personnes exposées au radon doivent être clairement informées des effets cumulatifs du tabagisme et du radon.
- Les personnes qui fument doivent être rapidement accompagnées dans une démarche active de sevrage tabagique^{14,15,16}.
- Pour les personnes qui le souhaiteraient, un soutien psychologique adapté doit pouvoir être proposé (notamment en lien avec l'Agence Régionale de Santé).

¹⁰ WHO Handbook on indoor radon. A public health perspective. (OMS, 2009)

¹¹ http://www.irsn.fr/FR/connaissances/Environnement/expertises-radioactivite-naturelle/radon/Documents/IRSN_Fiche-Information-Radon_2014.pdf

¹² <http://www.e-cancer.fr/Professionnels-de-sante/Facteurs-de-risque-et-de-protection/Environnement/Radon>

¹³ Un plan d'action radon est imposé par la directive 2013/59/Euratom mais il en existe déjà un en France depuis 2005 avec le Plan National Santé Environnement 1 (PNSE1). Il met en œuvre un ensemble d'actions permettant de renforcer la politique nationale de gestion du risque radon¹³. Ce plan est cours de renouvellement.


¹⁴ <http://inpes.santepubliquefrance.fr/CFESBases/catalogue/pdf/1110.pdf>

¹⁵ <http://inpes.santepubliquefrance.fr/CFESBases/catalogue/pdf/1650.pdf>


¹⁶ Un programme national de réduction du tabagisme (PNRT) a été élaboré par le Ministère des affaires sociales et de la santé (objectif 10 du plan cancer 2014-2019), autour de trois axes prioritaires : protéger les jeunes et éviter l'entrée dans le tabac, aider les fumeurs à s'arrêter et agir sur l'économie du tabac.

ANNEXES

Annexe I- Saisine



MINISTÈRE DES AFFAIRES SOCIALES, DE LA SANTÉ
ET DES DROITS DES FEMMES



112, 15

Paris, le 26 OCT. 2015

DIRECTION GÉNÉRALE DE LA SANTÉ
Sous Direction de la prévention des risques liés à
l'environnement et à l'alimentation
Département des Urgences Sanitaires

Bureau Environnement intérieur, milieux de travail et accidents
de la vie courante, Bérengère LEDUNOIS
☎ : 01.40.56.58.51 / berengere.ledunois@sante.gouv.fr

Centre Opérationnel de Réception et de régulation des Signaux
Sanitaires, Adeline SAVY
☎ : 01.40.56.54.02 / adeline.savy@sante.gouv.fr

15-23983

Monsieur le Directeur Général de la Santé

A

Madame la Directrice Générale de l'Institut
National du Cancer
Monsieur le Directeur Général de l'Institut de
Radioprotection et de Sécurité Nucléaire

OBJET : Etablissement d'un référentiel d'aide à la gestion sanitaire de situations d'exposition au radon

REF : Saisine du 16 avril 2014 relative au protocole de suivi médical des personnes exposées à la radioactivité d'une maison d'habitation contaminée par les résidus de traitement d'uranium à Bessines (87)

P.J. : Projet d'instruction interministérielle relative à la gestion des situations d'exposition au radon susceptible d'être d'origine anthropique à des niveaux anormalement élevés dans des lieux de vie ou de travail

Dans le cadre de l'opération de recensement des lieux de réutilisation des stériles miniers d'uranium réalisée par AREVA à la demande de la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR), des campagnes de mesures ponctuelles de radon sont menées depuis 2014 dans des lieux de vie ou de travail situés à proximité de ces stériles. Des concentrations anormalement élevées en radon ont été mesurées dans certains logements et lieux de travail justifiant l'intervention des pouvoirs publics pour la gestion de ces situations.

Ainsi, à Bessines-sur-Gartempe, sur le fondement des mesures réalisées par AREVA et par l'IRSN, une évaluation des risques sanitaires en fonction des niveaux d'exposition, des comportements et de l'âge des différentes personnes occupants, ou ayant occupé cette maison, a été réalisée par l'IRSN. A partir de cette évaluation, l'INCa, en réponse à la saisine du 16 avril 2014 citée en référence, a proposé un protocole de suivi médical de ces personnes, en précisant toutefois que celui-ci ne pouvait être extrapolé pour d'autres situations présentant des concentrations de radon élevées.

14 avenue Duquesne – 75350 PARIS 07 SP - Tél. : 01 40 56 60 00 – Télécopie : 01 40 56 50 56 – www.sante.gouv.fr – www.sante.fr

La campagne de recensement menée par AREVA met en évidence de nouvelles situations à risque, nécessitant une appréciation des risques sanitaires par les ARS. C'est pourquoi, il est important de disposer d'un cadre de référence pour la gestion sanitaire de ces situations. Ce cadre de référence a vocation à s'appliquer indifféremment à des situations d'exposition au radon d'origine anthropique ou naturelle, dans des lieux de vie ou de travail.

Dans ce but, je vous demande de bien vouloir :

- établir, sur la base des connaissances actuelles, une échelle de risque sanitaire en fonction des niveaux de concentration de radon (en vous appuyant notamment sur les différents seuils de la littérature ou de la réglementation), des scénarii et durées d'exposition, de l'âge et éventuellement des comportements (tabagisme) des personnes susceptibles d'être exposées ;

- évaluer, à partir de cette échelle, dans quelle mesure les modalités de suivi médical et les seuils de risque relatif retenus dans l'avis élaboré par l'INCa en 2014 sont transposables au cas général. Sur la base de l'avis de la Haute Autorité de Santé à venir (attendu au 3ème trimestre 2015), formuler des préconisations sur les modalités de détection d'un cancer pulmonaire devant être mises en œuvre chez les personnes exposées et sur les informations à leur transmettre notamment en matière de prévention.

Ce référentiel d'aide à la gestion complétera utilement le projet d'instruction interministérielle qui vise à préciser les modalités de gestion des situations de dépassements des niveaux de radon d'origine anthropique concernant l'information, la communication, la réduction voire la suppression de l'exposition des personnes exposées.

Un point d'étape pourrait être envisagé au cours du mois de novembre. Ce point d'étape visera en particulier à s'assurer que l'échelle de risque établi par l'IRSN répond aux attentes de l'INCa. Le rapport final de l'expertise de l'IRSN et le rapport de l'INCa seront remis pour le début de l'année 2016.

Le Directeur Général de la Santé,



Professeur Benoît VALLET

Copie : Direction Générale du Travail (DGT)

14 avenue Duquesne – 75350 PARIS 07 SP – Tél. : 01 40 56 80 00 – Télécopie : 01 40 56 50 56 – www.sante.gouv.fr – www.sante.fr

Annexe II- Recherche des recommandations nationales et internationales

Organismes	Site consulté	Référence/pdf identifié
Cancer Care Ontario - guidelines	https://www.cancercare.org.ca/search/default.aspx?q=radon&type=0,6-76,6-40484 -1,1377-78	Insight on cancer – environmental exposures and cancer ; june 2005
CISMeF – Catalogue et index des sites médicaux francophones	http://www.chu-rouen.fr/cismef/	Recommandations de bonne pratique : surveillance médico-professionnelle des travailleurs exposés ou ayant été exposés à des agents cancérigènes pulmonaires – Octobre 2015 ; Direction générale du Travail
HAS	http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2016-05/rapport_depistage_cbp_.pdf	Pertinence du dépistage du cancer broncho-pulmonaire en France. Point de situation sur les données disponibles – Analyse critique des études contrôlées randomisées. Janvier 2016
INCa	http://www.e-cancer.fr/Actualites-et-evenements/Actualites/Exposition-a-une-concentration-elevee-de-radon-dans-une-maison-de-Bessines-sur-Gartempe-avis-d-experts	Propositions de protocoles de suivi médical pour les personnes exposées de manière prolongée à une concentration élevée de radon dans l'air dans une maison de Bessines-sur-Gartempe, construite sur des stériles et résidus de minerais d'uranium : Avis d'experts coordonné par l'Institut National du Cancer ; Avril 2014
INRS	http://www.inrs.fr/risques/rayonnements-ionisants/ce-qu-il-faut-retenir.html	Rayonnements ionisants – Dossier INRS. 2016
OMS	http://www.who.int/ionizing_radiation/env/radon/en/index1.html	WHO handbook on indoor radon – a public health perspective. 2009
CIRC	https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol78/mono78.pdf	IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans – Volume 78 ; ionizing radiation, part 2; 2001
US-EPA	https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-11/documents/nrap_guide	The National Radon Action Plan - A Strategy for Saving Lives. Nov. 2015

	_2015_final.pdf	
Ministère des affaires sociales et de la santé	http://social-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/batiments/article/radon	Radon. 2015
ASN	http://www.asn.fr/Informations/Dossiers/Le-radon/Plans-nationaux-d-actions-pour-la-gestion-du-risque-lie-au-radon/Plan-national-d-actions-2011-2015-pour-la-gestion-du-risque-lie-au-radon	Plan national d'actions 2011-2015 pour la gestion du risque lié au radon. 2011

Annexe III- Recherche sur Medline®

Recherche sur la période comprise entre le 7 avril 2014 et le 30 juin 2016. Les revues narratives et les éditoriaux n'ont pas été recherchés.

Équation de recherche <i>Medline</i> ® (OvidSP)	Description de la recherche
1. exp occupational exposure/ 2. Environmental exposure/ 3. (indoor radon or residential exposure).ti. 4. or/1-3 5. exp Radon/ae, re, to, po, an 6. 4 and 5	Exposition au radon
7. exp "Neoplasms, Radiation-induced"/ 8. exp Neoplasms/ep 9. 7 or 8 10. 6 and 9	Cancers (radio-induits, épidémiologie)
11. editorial.pt. 12. letter.pt. 13. news.pt. 14. case reports.pt. 15. in vitro.pt. 16. animal/ 17. or/11-16 18. 10 not 17 19. limit 18 to (human and (english or french) and yr=2014-2016)	Filtre Exclusions (et limites de dates et langues)

Annexe IV- Nouvelles études sélectionnées depuis 2014

Akan Z, Baskurt B, Asliyukse H, Kam E, Yilmaz A, Yuksel MB et al. Environmental radioactivity and high incidence rates of stomach and esophagus cancer in the Van Lake region: a causal relationship? *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention: Apjcp* 2014;15(1):375-80.

Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Plan national d'actions 2011-2015 pour la gestion du risque lié au radon [online]. 2011. Disponible: URL: <http://www.asn.fr/Informer/Dossiers/Le-radon/Plans-nationaux-d-actions-pour-la-gestion-du-risque-lie-au-radon>.

Bohm R, Sedlak A, Bulko M, Holy K. Use of threshold-specific energy model for the prediction of effects of smoking and radon exposure on the risk of lung cancer [<http://dx.doi.org/10.1093/rpd/ncu059>]. *Radiation Protection Dosimetry* 2014;160(1-3):100-3.

Del Risco Kollerud R, Blaasaas KG, Claussen B. Risk of leukaemia or cancer in the central nervous system among children living in an area with high indoor radon concentrations: results from a cohort study in Norway [<http://dx.doi.org/10.1038/bjc.2014.400>]. *British Journal of Cancer* 2014;111(7):1413-20.

Demoury C, Marquant F, Ielsch G, Goujon S, Debayle C, Faure L, Coste A, Laurent O, Guillevic J, Laurier D, Hémon D, Clavel J. Residential Exposure to Natural Background Radiation and Risk of Childhood Acute Leukemia in France, 1990 - 2009. *Environ Health Perspect*. 2016 Aug 2. [Epub ahead of print]

Denman AR, Rogers S, Timson K, Phillips PS, Crockett RG, Groves-Kirkby CJ. Future initiatives to reduce lung cancer incidence in the United Kingdom: smoking cessation, radon remediation and the impact of social change [<http://dx.doi.org/10.1177/1757913914522785>]. *Perspectives in Public Health* 2015;135(2):92-101.

Direction Générale du Travail. Surveillance médico-professionnelle des travailleurs exposés ou ayant été exposés à des agents cancérigènes pulmonaires [online]. 2015. Disponible: URL: <http://www.chu-rouen.fr/sfmt/pages/Recommandations.php>.

Drubay D, Ancelet S, Acker A, Kreuzer M, Laurier D, Rage E. Kidney cancer mortality and ionizing radiation among French and German uranium miners [<http://dx.doi.org/10.1007/s00411-014-0547-4>]. *Radiation & Environmental Biophysics* 2014;53(3):505-13.

Edwards JK, McGrath LJ, Buckley JP, Schubauer-Berigan MK, Cole SR, Richardson DB. Occupational radon exposure and lung cancer mortality: estimating intervention effects using the parametric g-formula [<http://dx.doi.org/10.1097/EDE.000000000000164>]. *Epidemiology* 2014;25(6):829-34.

Hauri D, Spycher B, Huss A, Zimmermann F, Grotzer M, von der WN et al. Domestic radon exposure and risk of childhood cancer: a prospective census-based cohort study.[Erratum appears in *Environ Health Perspect*. 2013 Oct;121(10):1244] [<http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1306500>]. *Environmental Health Perspectives* 2013;121(10):1239-44.

Haute Autorité de Santé (HAS). Pertinence du dépistage du cancer broncho-pulmonaire en France [online]. 2016. Disponible: URL: <http://www.has-sante.fr/>.

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN). Le radon : un gaz radioactif dans mon habitation [online]. 2014. Disponible: URL: http://www.irsn.fr/fr/connaissances/environnement/expertises-radioactivite-naturelle/radon/documents/irsn_fiche-information-radon_2014.pdf .

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN). Référentiel d'aide à la gestion sanitaire de situations d'exposition à des concentrations élevées de radon - Rapport PRP-HOM/2016-00003.

Institut national de prévention et d'éducation pour la santé (INPES). J'arrête de fumer [online]. 2010. Disponible: URL: <http://inpes.santepubliquefrance.fr/CFESBases/catalogue/detaildoc.asp?numfiche=1110>.

Institut national de prévention et d'éducation pour la santé (INPES). Arrêter de fumer - Pour comprendre [online]. 2015. Disponible: URL: <http://inpes.santepubliquefrance.fr/CFESBases/catalogue/detailTPSP.asp?numfiche=1650>.

Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS). Rayonnements ionisants [online]. 2015. Disponible: URL: <http://www.inrs.fr/risques/rayonnements-ionisants/ce-qu-il-faut-retenir.html>.

Institut national du cancer (INCa). Radon et cancer [online]. 2011. Disponible: URL: <http://www.e-cancer.fr/Expertises-et-publications/Catalogue-des-publications/Radon-et-cancer>.

Institut national du cancer (INCa). Propositions de protocoles de suivi médical pour les personnes exposées de manière prolongée à une concentration élevée de radon dans l'air dans une maison de Bessines-sur-Gartempe, construite sur des stériles et résidus de minerais d'uranium : Avis d'experts coordonné par l'Institut National du Cancer [online]. Avril 2014. Disponible: URL: <http://www.e-cancer.fr/Professionnels-de-sante/Recommandations-et-outils-d-aide-a-la-pratique/Cancers-bronchopulmonaires-et-pleuraux>.

Kreuzer M, Dufey F, Laurier D, Nowak D, Marsh JW, Schnelzer M et al. Mortality from internal and external radiation exposure in a cohort of male German uranium millers, 1946-2008 [<http://dx.doi.org/10.1007/s00420-014-0973-2>]. International Archives of Occupational & Environmental Health 2015;88(4):431-41. A

Kreuzer M, Fenske N, Schnelzer M, Walsh L. Lung cancer risk at low radon exposure rates in German uranium miners. Br J Cancer. 2015;113(9):1367-9. BLaborde-Casterot H, Laurier D, Caer-Lorho S, Etard C, Acker A, Rage E. Chest X-ray screening examinations among French uranium miners: exposure estimation and impact on radon-associated lung cancer risk [<http://dx.doi.org/10.1136/oemed-2013-101937>]. Occupational & Environmental Medicine 2014;71(9):611-8.

Laurier D, Gay D. [Risks associated to ionizing radiation from natural sources]. [French]. Revue Du Praticien 2015;65(1):74-8.

Müller WU, Giussani A, Rühm W, Lecomte JF, Harrison J, Kreuzer M, Sobotzki C, Breckow J. Current knowledge on radon risk: implications for practical radiation protection? radon workshop, 1/2 December 2015, Bonn, BMUB (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit; Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety). Radiat Environ Biophys. 2016;55(3):267-80.

Peckham EC, Scheurer ME, Danysh HE, Lubega J, Langlois PH, Lupo PJ. Residential Radon Exposure and Incidence of Childhood Lymphoma in Texas, 1995-2011 [ijerph121012110 [pii];10.3390/ijerph121012110 [doi]]. Int J Environ Res Public Health 2015;12(10):12110-26.

Pedersen C, Brauner EV, Rod NH, Albieri V, Andersen CE, Ulbak K et al. Distance to high-voltage power lines and risk of childhood leukemia--an analysis of confounding by and interaction with other potential risk factors [<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0107096>]. PLoS ONE [Electronic Resource] 2014;9(9):e107096.

Peterson E, Aker A, Kim J, Li Y, Brand K, Copes R. Lung cancer risk from radon in Ontario, Canada: how many lung cancers can we prevent? [<http://dx.doi.org/10.1007/s10552-013-0278-x>]. *Cancer Causes & Control* 2013;24(11):2013-20.

Ruano-Ravina A, Aragonés N, Pérez-Ríos M, López-Abente G, Barros-Dios JM. Residential radon exposure and esophageal cancer. An ecological study from an area with high indoor radon concentration (Galicia, Spain) [<http://dx.doi.org/10.3109/09553002.2014.886792>]. *International Journal of Radiation Biology* 2014;90(4):299-305.

Tomasek L. Effect of age at exposure in 11 underground miners studies [<http://dx.doi.org/10.1093/rpd/ncu068>]. *Radiation Protection Dosimetry* 2014;160(1-3):124-7.

Walsh L, Grosche B, Schnelzer M, Tschense A, Sogl M, Kreuzer M. A review of the results from the German Wismut uranium miners cohort [<http://dx.doi.org/10.1093/rpd/ncu281>]. *Radiation Protection Dosimetry* 2015;164(1-2):147-53.

Zablotska LB, Lane RS, Frost SE, Thompson PA. Leukemia, lymphoma and multiple myeloma mortality (1950-1999) and incidence (1969-1999) in the Eldorado uranium workers cohort [<http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2014.01.002>]. *Environmental Research* 2014;130:43-50.

Zeeb H, Shannoun F. WHO handbook on indoor radon: a public health perspective. Genève: World Health Organization; 2009.

Zhukovsky M, Varaksin A, Pakholkina O. Statistical analysis of observational study of the influence of radon and other risk factors on lung cancer incidence [<http://dx.doi.org/10.1093/rpd/ncu069>]. *Radiation Protection Dosimetry* 2014;160(1-3):108-11.

Annexe V- Conclusions des auteurs par étude identifiée

Référence	Objectif de l'étude	Résultats et limites de l'étude
Etudes évaluant un lien entre une exposition au radon et la survenue d'un cancer		
[AKAN2014]	Association entre risque de cancer de l'estomac et de l'œsophage et exposition au radon	Association significative mais faible niveau de preuve (étude écologique)
[BOHM2014]	Modèle de prédiction de l'effet du tabac et de l'exposition au radon sur le risque de cancer du poumon	Cette étude montre l'intérêt d'utiliser un modèle spécifique pour décrire les effets du tabac et du radon simultanément
[DELRISCOKOLLERUD2014]	Risque de leucémie ou de cancer du SNC chez des enfants vivant dans des lieux présentant de fortes concentrations en radon	Aucune association significative
[DEMOURY2016]	Risque de leucémie aigüe induit par des rayonnements ionisants naturels chez des enfants en France selon leur lieu de résidence	L'étude n'a pas montré d'augmentation statistiquement significative du risque de leucémie aigüe chez les enfants selon l'exposition au radon sur le lieu de résidence
[EDWARDS2014]	Utilisation d'un modèle paramétrique pour étudier l'exposition professionnelle au radon et les décès par cancer du poumon	Cette étude montre simplement l'utilité du modèle

[LABORDECASTEROT2014]	Etude de l'effet de l'exposition aux examens radiologiques pulmonaires sur l'association entre exposition au radon et cancer du poumon	L'exposition aux examens radiologiques pulmonaires n'est pas un facteur de confusion
[PEDERSEN2014]	Etude de l'interaction entre la distance d'habitation d'une ligne haute tension, l'exposition au radon, la pollution du trafic routier et le risque de leucémie chez l'enfant	Les auteurs concluent que l'interaction significative entre l'exposition au radon et l'habitation proche d'une ligne haute tension sur le risque de leucémie est basée sur peu de cas et pourrait être due à la chance
[PECKHAM2015]	Etude de l'association entre l'exposition au radon dans l'habitat et l'incidence des lymphomes durant l'enfance	Aucune association significative quel que soit le type de lymphome étudié
[RUANORAVINA2014]	Etude du risque de cancer de l'œsophage associé à une exposition au radon	Association significative mais faible niveau de preuve (étude écologique)
[ZHUKOVSKY2014]	Etude de l'influence du radon et d'autres facteurs de risque sur l'incidence du cancer du poumon	Association significative chez les mineurs d'uranium mais pas d'association significative dans la population générale (étude observationnelle)

Etudes réalisées chez les mineurs		
[DRUBAY2014]	Risque de décès par cancer du rein chez les mineurs d'uranium exposés aux rayonnements ionisants	Aucune association significative
[KREUZER2015A]	Etude de la mortalité chez les travailleurs des usines de traitement du minerai d'uranium en Allemagne	Retrouve un excès de cancers du poumon et une association avec l'exposition cumulée au radon, mais aucune autre association
[KREUZER2015B]	Etude du risque de cancer du poumon chez les travailleurs des usines de traitement du minerai d'uranium en Allemagne en fonction d'une exposition à de faible niveau de dose de radon	Retrouve un excès de cancers du poumon après une exposition prolongée à de faible niveau de dose de radon
[TOMASEK2014]	Effet de l'âge à l'exposition dans 11 études chez les mineurs d'uranium et risque de cancer du poumon	En comparaison du modèle BEIR VI, le modèle présenté prédit un risque plus important à un âge plus jeune au moment de l'exposition
[WALSH2015]	Revue des résultats de la cohorte allemande des mineurs d'uranium	Pas d'association significative avec l'exposition professionnelle
[ZABLOTSKA2014]	Etude du risque de décès par leucémie, lymphome et myélome multiple dans la cohorte des mineurs d'uranium	Aucune association significative

	de l'Eldorado	
Etude sur des mesures de santé publique		
[DENMAN2015]	Initiatives de santé publique pour réduire l'incidence des cancers du poumon au Royaume-Unis	Une politique de santé publique intégrée à la fois pour le tabac et le radon est appropriée selon les auteurs
[MULLER2016]	Il s'agit d'une réflexion (radon workshop) de la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) au sujet de l'évolution de la valeur du coefficient de risque nominal pour une exposition au radon	Ce coefficient est deux fois plus important dans les recommandations de 2010 de la commission que dans les recommandations de 1993. Le sujet de ce workshop était de montrer les implications de cette évolution et les solutions éventuelles.
[PETERSON2013]	Calcul du nombre de cancers du poumon attribuables à l'exposition au radon et évitables	Installer des mesures de prévention pour le radon dans la construction des immeubles est une bonne stratégie de santé publique pour la population
Autres études		
[HAURI2013]	Il s'agit d'un <i>Erratum</i>	
[LAURIER2015]	Risques associés aux rayonnements ionisants d'origine naturelle	Il s'agit d'un aperçu des connaissances actuelles

Annexe VI- Experts et coordination de l'expertise

Experts ayant contribué à la relecture critique du présent avis :

AZRIA David, Radiothérapeute oncologue, Institut du Cancer de Montpellier, Montpellier

BEURDELEY-GAUTHIER Marion, Médecin, ARS du Limousin Poitou-Charentes

BOISSEL Nicolas, Hématologue, Hôpital Saint-Louis, AP-HP, Paris

BONARDEL Gérald, Médecin nucléaire, Centre Cardiologique du Nord, Saint-Denis

CLERO Enora, Epidémiologiste, IRSN, Fontenay-aux-Roses

GIRARD Nicolas, Pneumologue, Hôpital Louis Pradel, Lyon **(en attente de confirmation)**

GRENIER Philippe, Radiologue, Hôpital Pitié-Salpêtrière, AP-HP, Paris

LAURIER Dominique, Epidémiologiste, IRSN, Fontenay-aux-Roses

RANNOU Alain, Radioprotectionniste, IRSN, Fontenay-aux-Roses

RENAUDIE Catherine, Médecin DIRECCTE du Limousin Poitou-Charentes

VAYLET Fabien, Pneumologue, Hôpital d'instruction des armées Percy, Clamart

Contributeurs pour l'INCa :

VIGUIER Jérôme, BESSETTE Dominique, LASSERRE Andrea, DEUTSCH Antoine.

Coordination du projet pour l'INCa :

DUPERREY Marianne, ROUÉ Tristan, DE PERETTI Camille.

BELORGEY Chantal (jusqu'en juin 2016), FINZI Jonathan (jusqu'en mai 2016).