

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

Évaluation quantitative de l'impact sanitaire du radon domestique en France métropolitaine

Roula Ajrouche¹⁻², Énora Cléro¹, Candice Roudier²,
Didier Gay¹, Jérôme Guillevic¹, Géraldine Ielsch¹,
Alain Le Tertre², Dominique Laurier¹



1 - IRSN

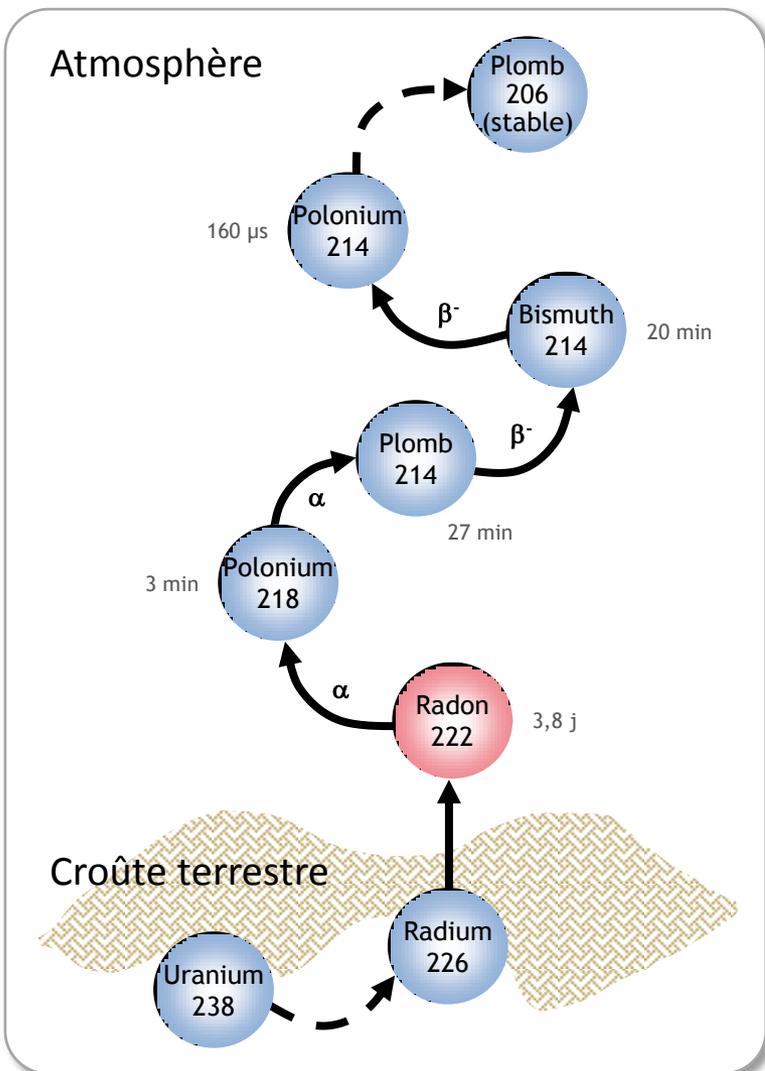
2 - Santé publique France

Congrès National de
Radioprotection de la SFRP

Lille, 07 Juin 2017

© IRSN

Généralités sur le radon



Gaz radioactif d'origine naturelle
provenant de la désintégration de ^{238}U

Inhalation

Descendants pouvant entraîner des irradiations α au niveau de l'épithélium bronchique

Cancérogène pulmonaire certain pour l'Homme (OMS-CIRC, 1988)

Ubiquitaire

Présent partout à la surface de la planète

Variation géographique des concentrations en radon

Exposition chronique, sur la vie entière, de toute la population

Accumulation dans les espaces clos (mines, habitats)

Contexte (évaluation de l'impact sanitaire en France)

- Plusieurs initiatives régionales pour caractériser le risque associé au radon en Bretagne, en Corse et en Franche-Comté

(Pirard & Hubert 2001 ; Frank & Pirard 2006 ; Catelinois & Clinard 2008)

- 1^{ère} évaluation au niveau national (Catelinois et al. Environ Health Perspect 2006)

→ Estimer le nombre de décès par cancer du poumon attribuables à l'exposition au radon domestique en France

1 Identification de la population

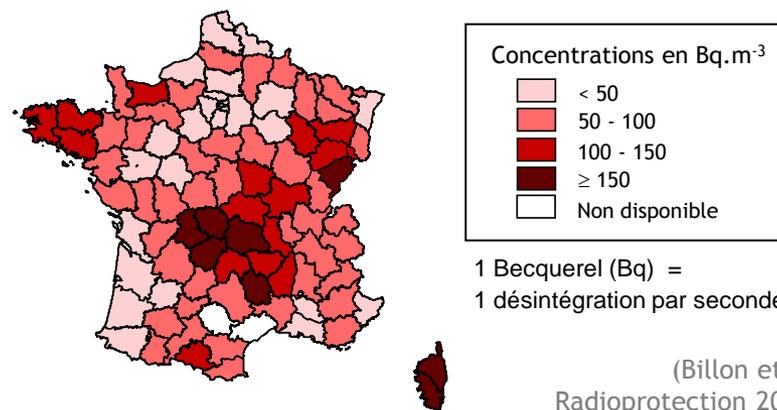
- Recensement (Insee 1999)
- Taux de mortalité (Inserm 1999)
- Pourcentages de fumeurs (Insee-Credes)

2 Estimation de l'exposition au radon domestique

- Campagne de mesures (IRSN-DGS, 1982-2003)

3 Choix du modèle de relation exposition-risque

- Études sur la population générale (Darby 2005)
- Études sur les mineurs (BEIR VI 1999)
- Interaction radon-tabac (BEIR VI 1999)



- Entre **2 à 12 %** des décès par cancer du poumon en France (n = 500 à 3 000) seraient **attribuables à l'exposition au radon** dans l'habitat chaque année (considération des différents modèles, de l'incertitude autour des coefficients de risque et de la variabilité du radon)
- Après prise en compte de l'interaction **radon-tabac** et du % de fumeurs, 75 % des cas attribuables au radon seraient des fumeurs et 25 % des non-fumeurs

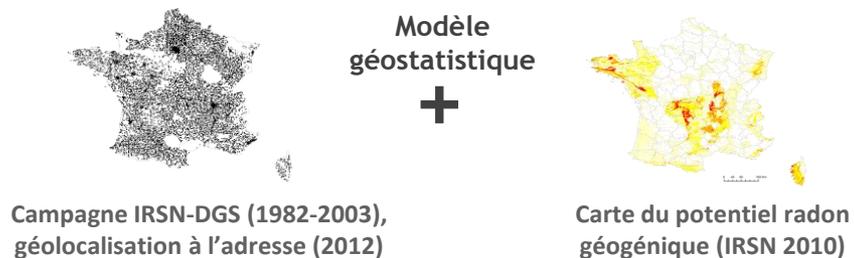
Objectif

- ➔ Actualiser l'**Évaluation Quantitative de l'Impact Sanitaire (EQIS)** du radon domestique en France métropolitaine, avec des **données plus récentes et plus fines**



Pourquoi faire une nouvelle évaluation en France ?

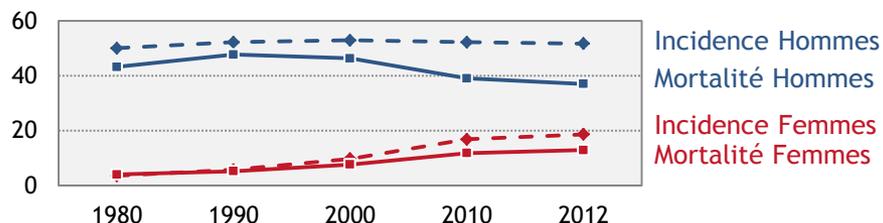
① Amélioration des données sur le radon :



➔ Estimation de la concentration en radon dans l'habitat en France métropolitaine : valeur moyenne estimée pour chaque commune

② Variation temporelle des données sur le cancer du poumon :

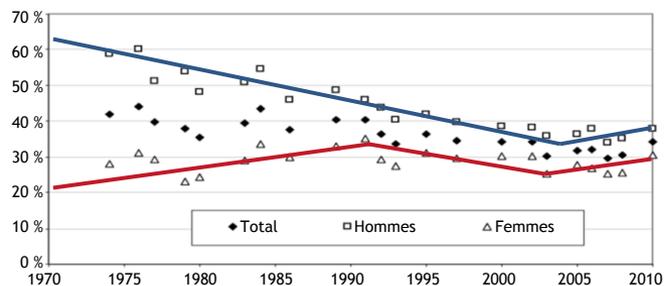
Nette augmentation observée chez les femmes en incidence et mortalité



Taux d'incidence et de mortalité du cancer du poumon en France (standardisés Monde pour 100 000 PA) (Francim-InVS-INCa 2013)

③ Évolution des données sur le tabac :

Changement global du tabagisme actuel par sexe



(Enquêtes CFES 1974-2000 ; Inpes 2003, 2005 et 2010)

④ Limites des modèles de risque des études sur les mineurs :

- ❑ Extrapolation des fortes doses aux faibles doses
- ❑ Transposition d'une population de mineurs à la population générale

➔ Étude européenne détaillée sur le radon dans l'habitat avec plusieurs coefficients

(Darby et al. BMJ 2005 ;
Darby et al. Scan J Work Environ Health 2006)

Matériels et méthodes

Population

par sexe, classe d'âge de 5 ans
et commune (Insee 2012)

Mortalité par cancer du poumon

par sexe, classe d'âge de 5 ans
et commune (CépiDc 2008-2012)

Exposition au radon

par commune (IRSN 2012)

Exposition au tabac

par sexe, au niveau national
(Inpes 2014)

Modèle de relation exposition-risque

ERR = 0,16 par 100 Bq.m⁻³
sur une durée de 30 ans
(Darby et al. BMJ 2005)

Fraction attribuable (PAF) et nombre de décès attribuable

→ Radon (commune)

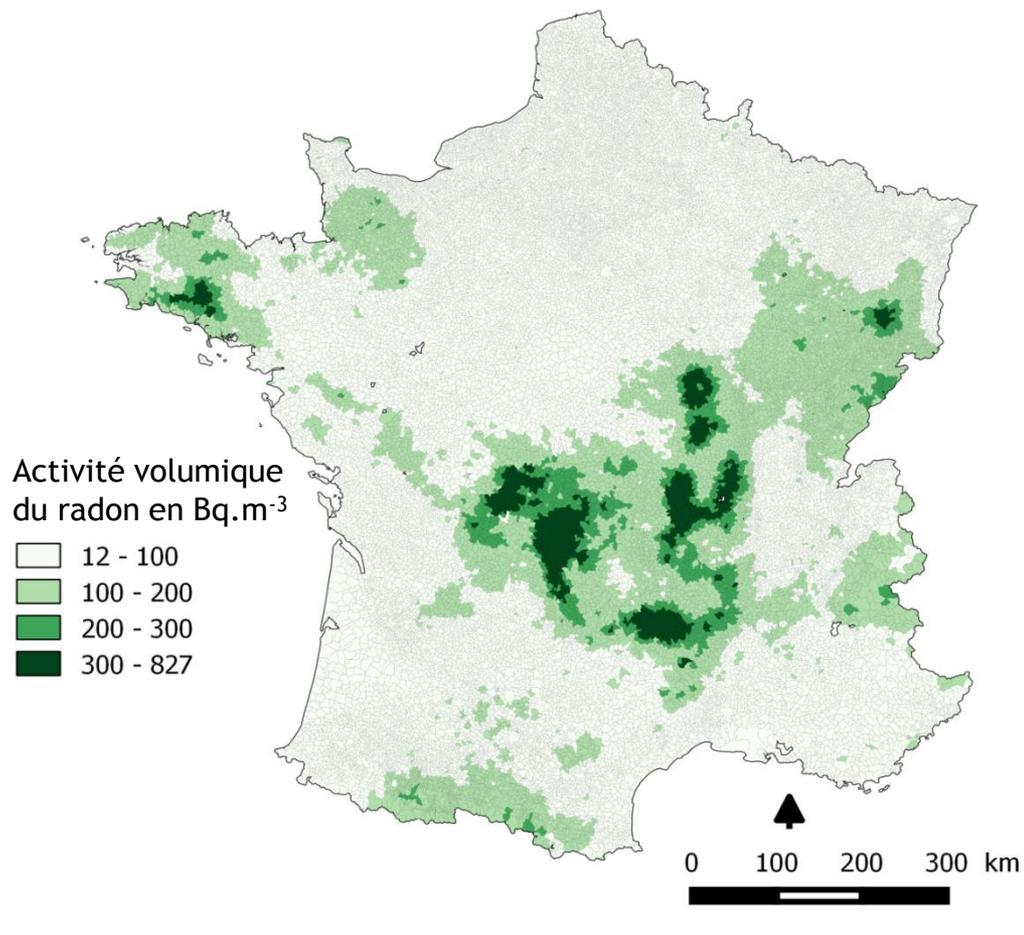
$$RR_{ville} = 1 + \beta \text{radon}_{ville}$$

$$PAF_{ville} = (RR_{ville} - 1) / RR_{ville}$$

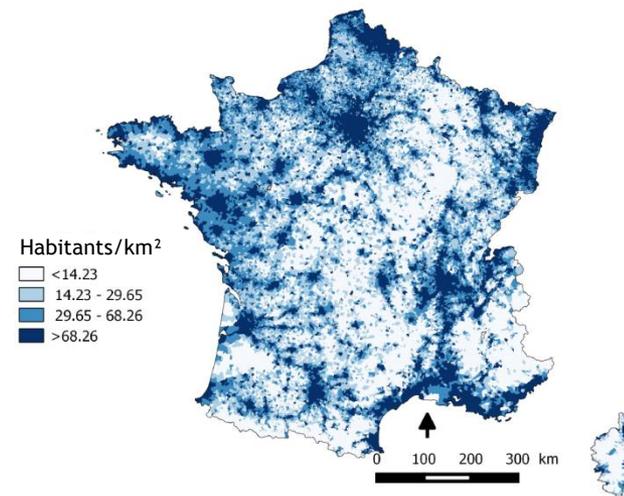
$$NA_{age,sexe,ville} = PAF_{ville} \times N_{total_{age,sexe,ville}}$$

→ Effet combiné radon-tabac (national)
(Bochicchio et al. Rad Measurements 2013 ;
Pesch et al. IJC 2012)

Concentration en radon



Densité de population (2012)



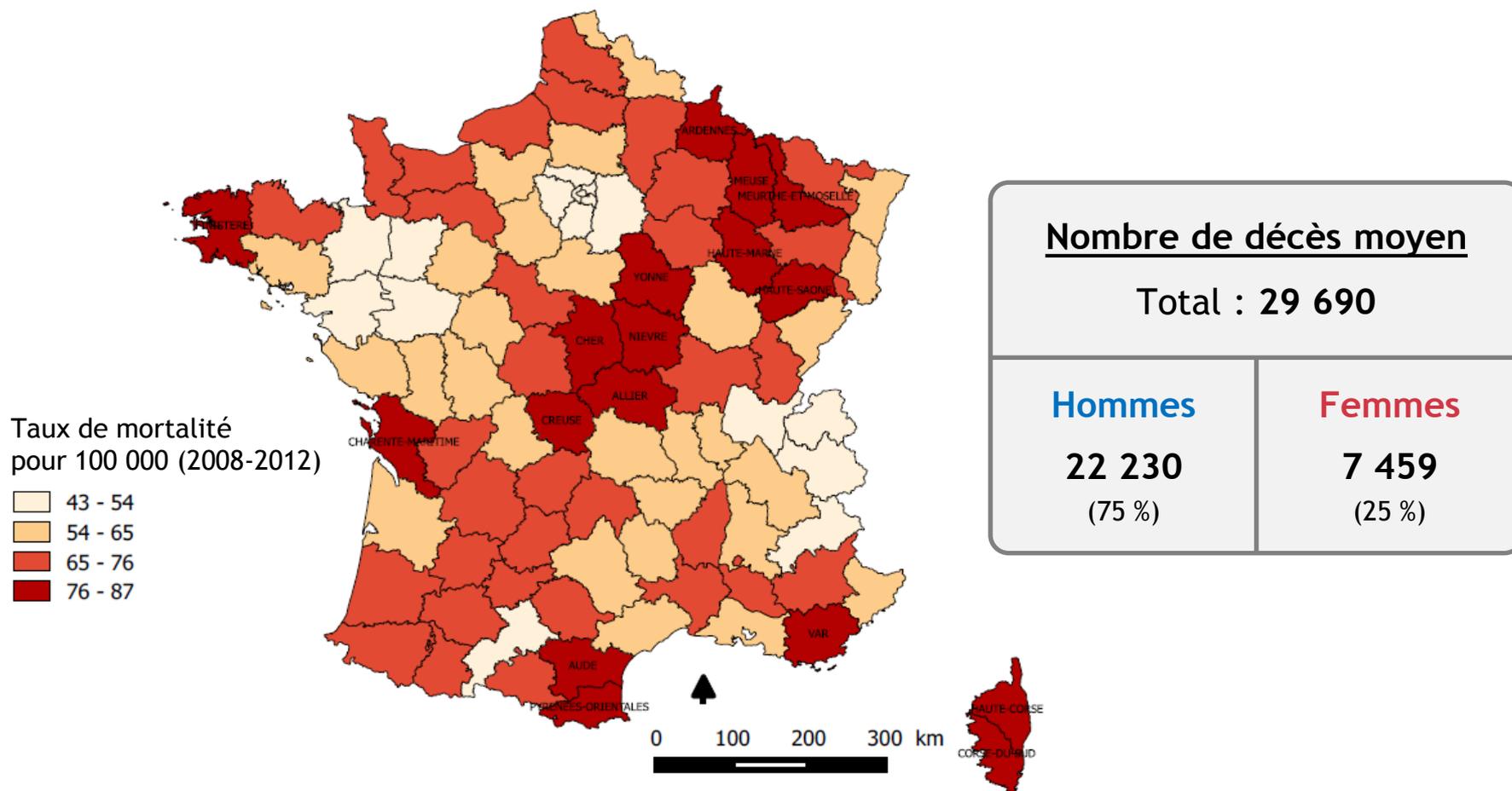
Concentration moyenne en radon

Brute : **92 $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$**

Pondérée sur la population : **69 $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$**

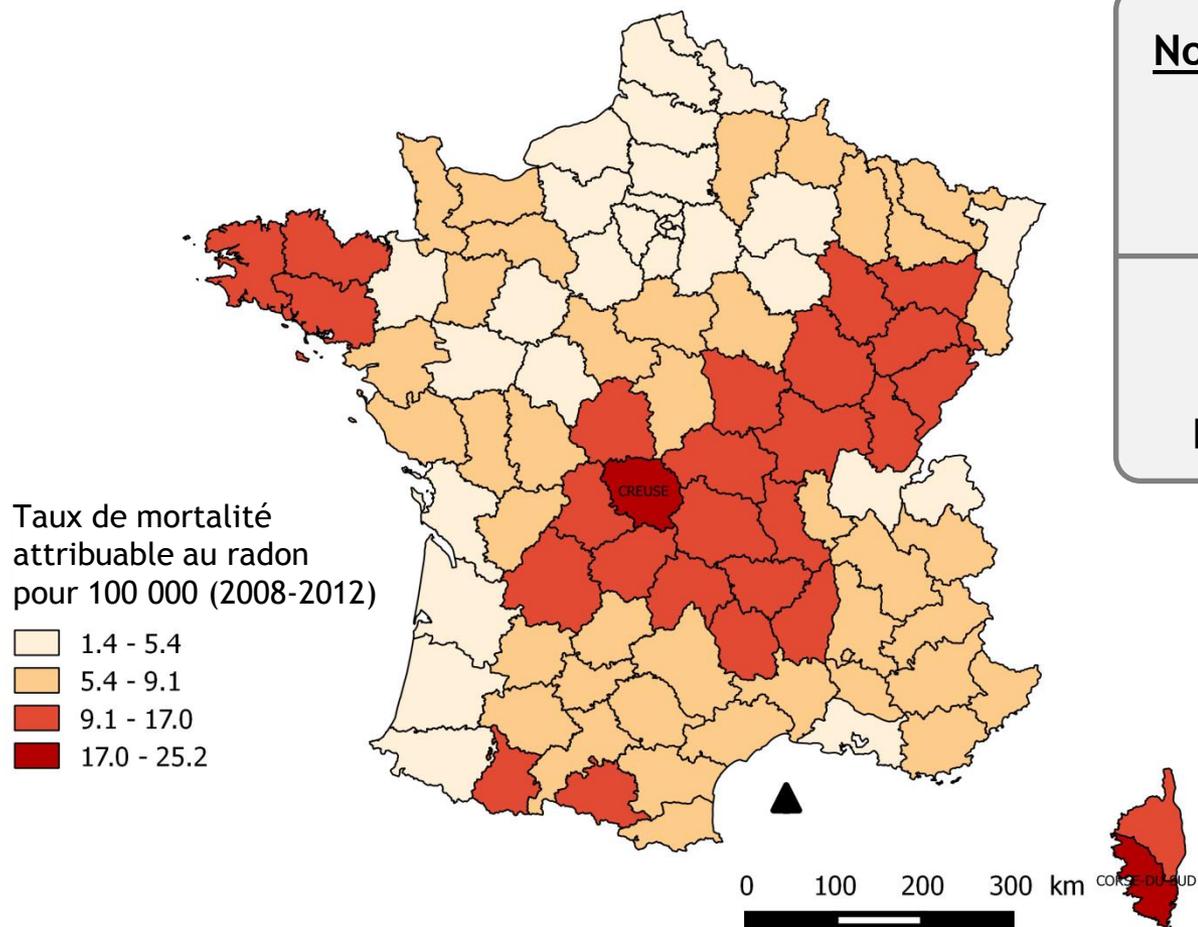
Sources : IGN-Géofla 2013, IRSN 2012, Insee 2012 - © IRSN 2017

Taux de mortalité par cancer du poumon



Sources : IGN-Géofla 2013, Insee 2012, CépiDc-Inserm 2008-2012 - © IRSN-Santé publique France 2017

Mortalité par cancer du poumon attribuable au radon



Nombre de décès attribuables

Total : **2 924** [1 007 - 5 069]
sur 29 690 observés en France

Hommes

2 198
[757 - 3 811]

Femmes

726
[250 - 1 258]

Fraction attribuable

➔ **10 %** [3 - 17]

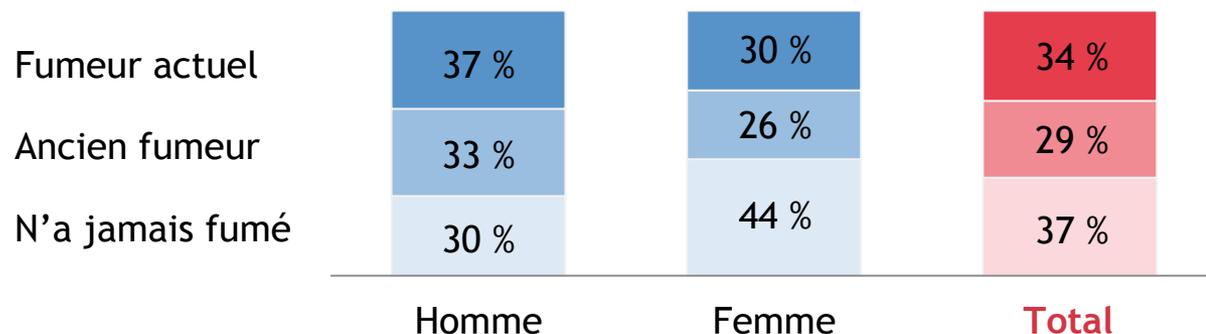
Sources : IGN-Géofla 2013, IRSN 2012, Insee 2012, CépiDc-Inserm 2008-2012, Darby et al. BMJ 2005
© IRSN-Santé publique France 2017

Répartition en fonction du niveau d'exposition au radon

| Exposition au radon (Bq.m ⁻³) | ≤ 100 |]100-200] |]200-300] | > 300 | <i>Total</i> |
|---|---------------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Nombre de communes | 25 901 71 % | 8 817 24 % | 1 195 3 % | 682 2 % | 35 913 |
| Nombre d'individus | 53 128 484 84 % | 8 850 859 14 % | 998 203 2 % | 398 425 1 % | 63 375 971 |
| Nombre de décès par cancer du poumon (CP) | 24 528 83 % | 4 400 15 % | 529 2 % | 233 1 % | 29 690 |
| Nombre de décès par CP attribuables au radon | 1 931 66 % | 759 26 % | 144 5 % | 90 3 % | 2 924 |
| Fraction attribuable | 8 % | 17 % | 27 % | 39 % | 10 % |

Effet combiné du radon et du tabac

Prévalence du tabagisme en France (Baromètre santé 2010 - Inpes 2014)

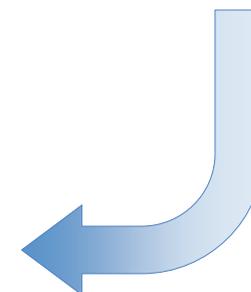


RR par sexe (Pesch et al. IJC 2012)

| | Homme | Femme |
|-----------------|------------------|---------------|
| Fumeur actuel | 23,6 [20,4-27,2] | 7,8 [6,8-9,0] |
| Ancien fumeur | 7,5 [6,5-8,7] | 2,8 [2,4-3,3] |
| N'a jamais fumé | 1,0 | 1,0 |

Décès par cancer du poumon attribuables au radon dans l'habitat :

| Tabagisme | Homme | Femme | Total |
|-----------------|--------------|------------|--------------|
| Fumeur actuel | 1 673 (75 %) | 530 (73 %) | 2 204 (75 %) |
| Ancien fumeur | 468 (21 %) | 106 (15 %) | 574 (20 %) |
| N'a jamais fumé | 57 (3 %) | 89 (12 %) | 146 (5 %) |
| Total | 2 198 | 726 | 2 924 |



Discussion

Relation dose-réponse

- Choix d'un seul modèle européen
→ Modèle considéré le plus représentatif de la situation en France dans l'habitat

Exposition au radon

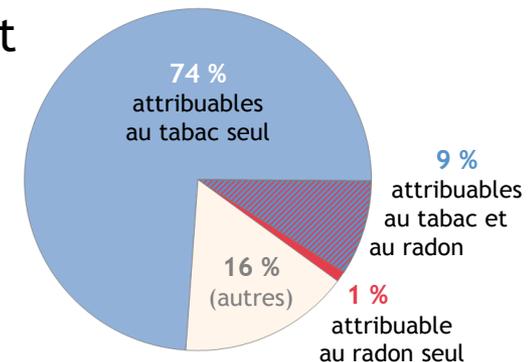
- Estimation moyenne de l'exposition dans les communes :
 - ✓ Peu de valeurs par commune, problème de représentativité
 - ✓ Données géo-référencées à l'adresse ou à la mairie de la commune, après exclusion de certaines mesures et correction sur l'effet saison
- Autres sources d'incertitudes : temps passé par les Français à l'intérieur, changements de domicile, exposition identique sur la vie entière, incertitudes liées au choix du dosimètre

Données démographiques et de mortalité

- Utilisation des données de population en 2012, de mortalité par cancer du poumon en 2008-2012, de tabac en 2010
→ Hypothèse de stabilité des données dans le temps

Conclusion

- Le nombre annuel de décès par cancer du poumon attribuables à l'exposition domestique au radon en France métropolitaine est de **3 000 [1 000 - 5 000]**, ce qui correspond à une fraction attribuable de **10 % [3 - 17]**
- Parmi ce nombre de décès estimé,
66 % surviendraient pour des expositions $\leq 100 \text{ Bq.m}^{-3}$
→ ceci concernerait **84 %** de la population française et **71 %** des communes
- La prise en compte de la **consommation tabagique** montre que :
 - le nombre de décès est **≈ 3 fois plus** élevé chez les **fumeurs actuels**
 - 20 %** des décès attribuables au radon surviendraient chez des **anciens fumeurs** et **5 %** chez des personnes qui n'ont **jamais fumé**



Décès par cancer du poumon

Merci pour votre attention !