

**CSTB**  
*le futur en construction*

# Enjeux de la performance énergétique des bâtiments vis-à-vis de l'exposition au radon

Bernard Collignan

Journée SFRP – 12 septembre 2016 – Paris (UIC)

« Exposition au radon domestique »



- La réglementation thermique et ses implications

  - Construction neuve

  - Rénovation des bâtiments

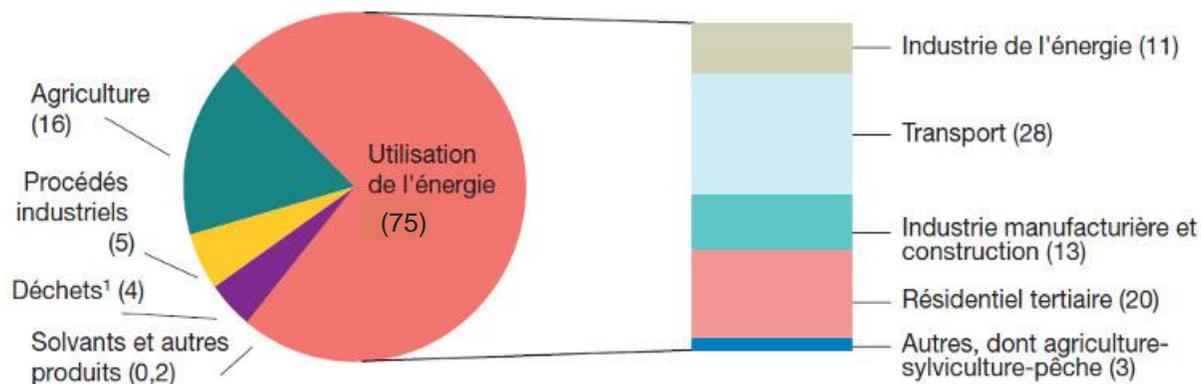
- Rappel sur protection des bâtiments vis-à-vis du radon

- Construction neuve et radon

- Rénovation thermique des bâtiments et radon

- Conclusion

- > Réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) : enjeu majeur des années à venir.
- > Importante contribution du secteur du bâtiment (27 % des GES liées à l'utilisation de l'énergie)



Source : Citepa, inventaire format Plan Climat (périmètre Koyto), avril 2015.

## Répartition par source des émissions de GES en France en 2013 (en %)

(source Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer)

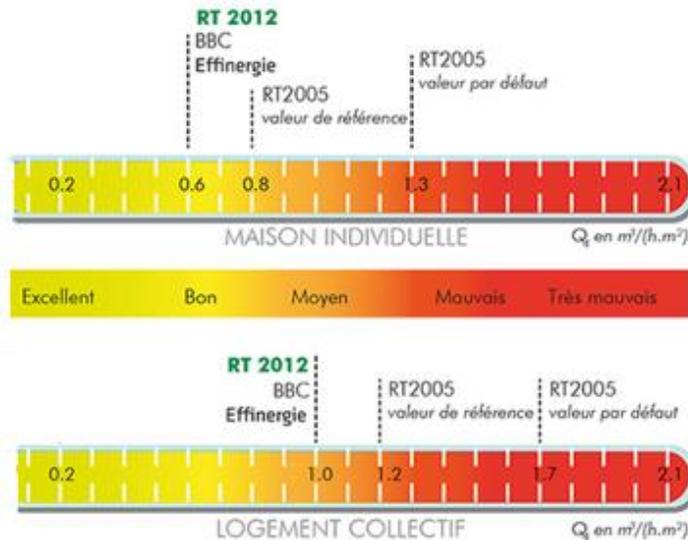
- > Réglementation thermique des bâtiments (RT 2000, 2005, 2008, 2012, ...) :

- Réduire les consommations énergétiques et les émissions de GES;
- Encourager le développement de nouveaux systèmes;
- Contribuer à l'indépendance énergétique nationale

- ✓ Limite maximale de consommation énergétique : chauffage, ventilation, climatisation, production d'ECS et éclairage

## CONSTRUCTION NEUVE (RT 2012)

- Exigence sur la perméabilité à l'air des bâtiments :  $Q_4$  ( $m^3/h/m^2$ ), contrôle à réception



Evolution des exigences de perméabilité à l'air



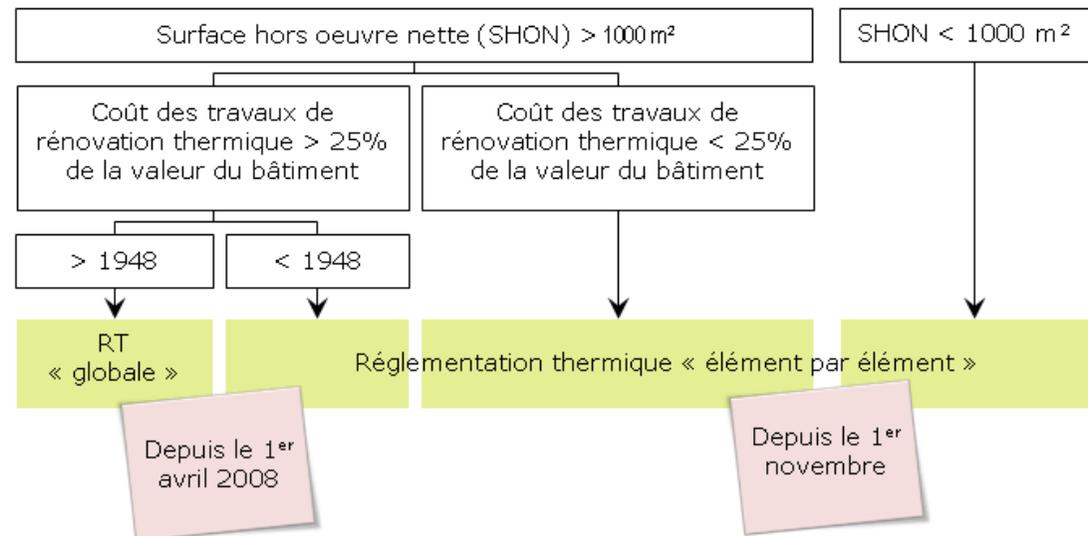
Mesure de perméabilité à l'air

- Aération des bâtiments : Référence aux réglementations d'hygiène en vigueur
  - » Résidentiel : arrêté du 24 mars 1982
  - » Non résidentiel : RSDT et autres textes

→ *Système de ventilation performant*

## RÉNOVATION DES BÂTIMENTS EXISTANTS (RT EXISTANT)

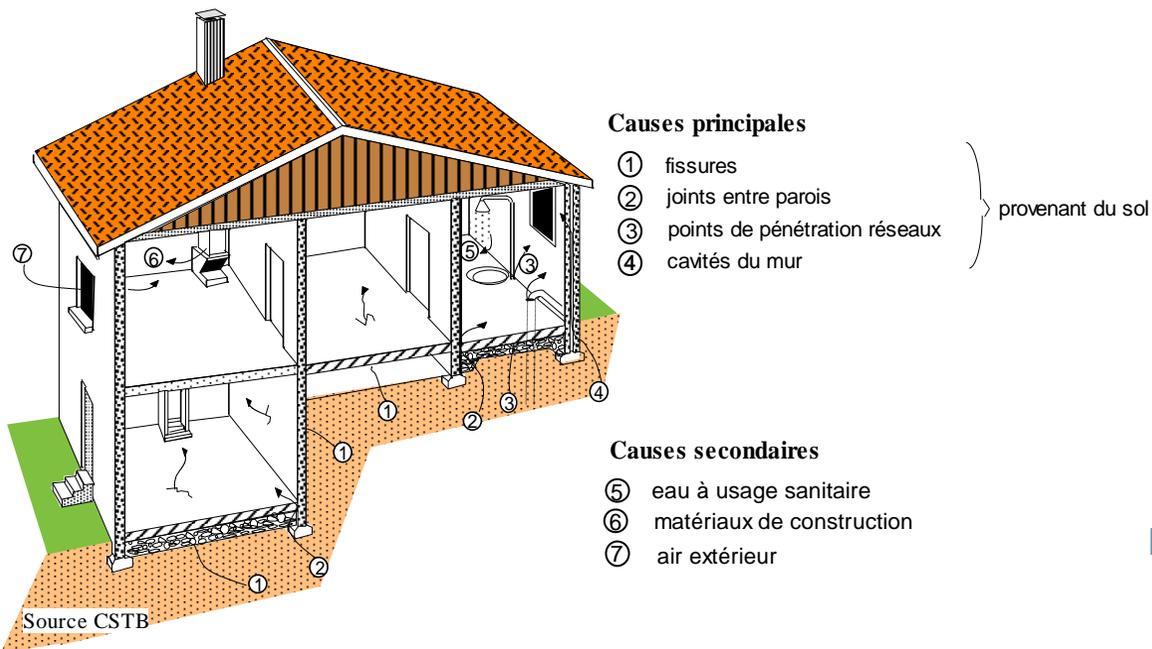
> Selon la taille du bâtiment et l'ampleur de la rénovation prévue



> Résidentiel : Réglementation thermique élément par élément

– Concernant l'aération des bâtiments :

« ...nouvelles fenêtres et porte-fenêtres en pièces principales doivent être équipées d'entrée d'air, sauf dans les locaux déjà munis d'entrées d'air ou d'un dispositif double flux. » - *extrait arrêté du 3 mai 2007 art. 13*



## PHÉNOMÈNES MIS EN JEU

- > Convection (différence de pression)
- > Diffusion (différence de concentration)

## PRINCIPES DE PROTECTION :

- > Blocage du radon
- > Dilution des concentrations intérieures

## ENTRÉE DU RADON DANS UN BÂTIMENT

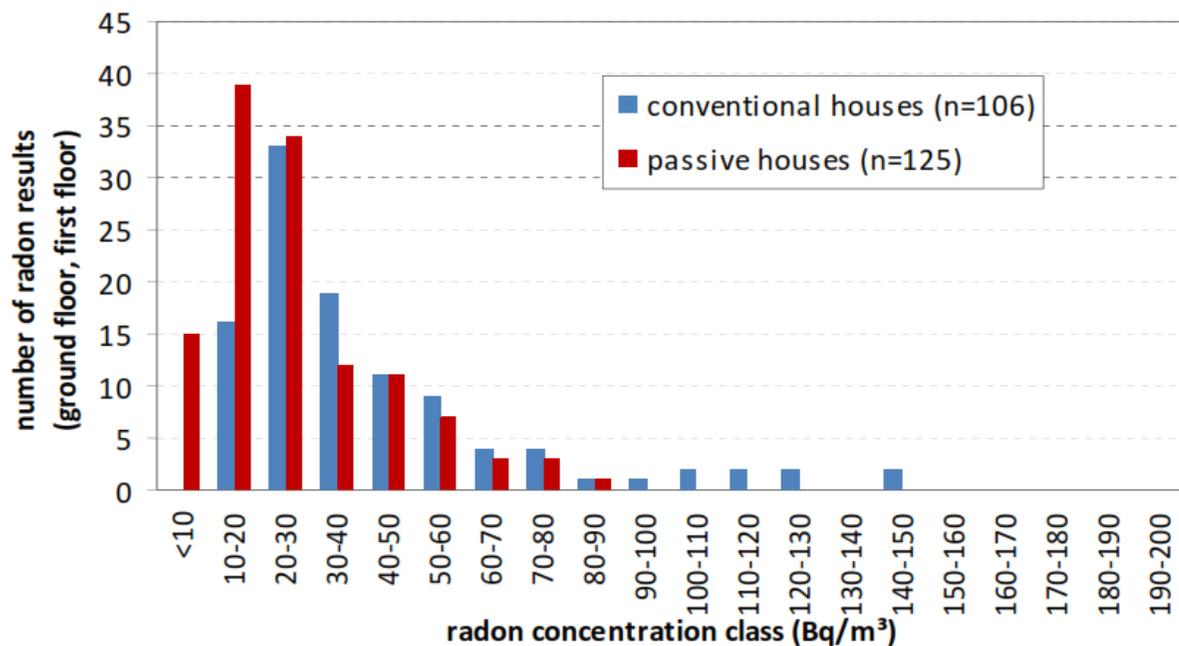
## FAMILLES DE SOLUTIONS :

- > Etanchement de l'interface sol-bâtiment
- > Traitement des volumes habités
- > Traitement des soubassements

## IMPACTS POTENTIEL DE LA RT 2012 :

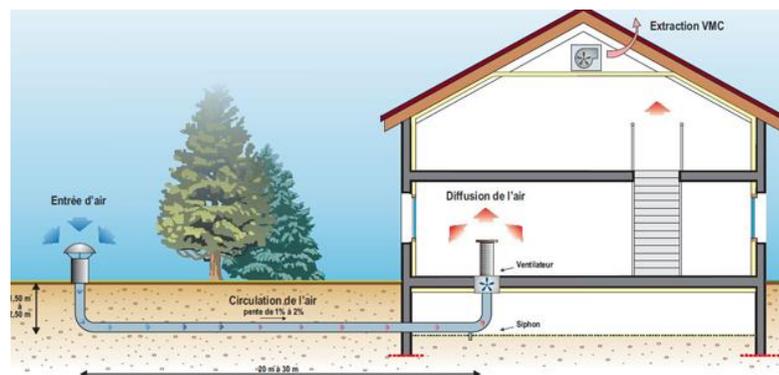
- √ Exigence d'étanchéité à l'air sur l'enveloppe globale :
  - Étanchéité à l'air vis-à-vis du sol également améliorée
- √ Exigence d'un système de ventilation performant :
  - Bonne aération de l'habitation
- √ Présence de systèmes favorisant les connexions avec le sol (puits canadien, pompe à chaleur, géothermie) :
  - Présence de singularités à l'interface sol-bâtiment
  
- Exigences sur les nouvelles constructions suffisantes pour se prémunir du radon ?

## DONNÉES AUTRICHIENNES (W. RINGER, RADPAR 2012)



- > Constructions neuves (maison passive) semblent moins exposées
- > Sur ces exemples, niveaux d'exposition faibles dans tous les cas.

**DONNÉES AUTRICHIENNES : EXPÉRIMENTATION SUR UN PUIT CANADIEN** (W. RINGER, RADPAR 2012)



Principe : Système de ventilation avec rafraîchissement de l'air en été et réchauffement en hiver



Installation en parallèle de tubes en béton et de tubes en PVC

## DONNÉES AUTRICHIENNES : EXPÉRIMENTATION D'UN PUIT CANADIEN (W. RINGER, RADPAR 2012)

Période	présence filtre additionnel	Concentration moyenne de radon (Bq/m <sup>3</sup> )		Rapport béton / PVC
		Tubes en béton	Tubes en PVC	
23.02 - 27.03	Non	134	99	<b>1.4</b>
27.03 - 13.05	Oui	361	182	<b>2.0</b>
<b>Rapport avec / sans filtre</b>		<b>2.7</b>	<b>1.8</b>	

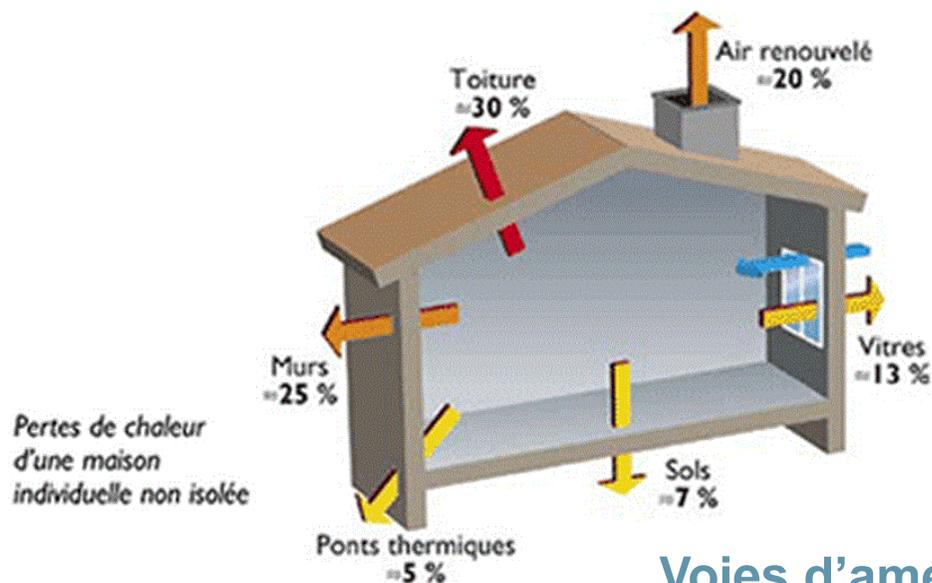
Résultats Séjour (RDC)

Période	présence filtre additionnel	Concentration moyenne de radon (Bq/m <sup>3</sup> )		Rapport béton / PVC
		Tubes en béton	Tubes en PVC	
23.02 - 27.03	Non	127	81	<b>1.6</b>
27.03 - 13.05	Oui	397	173	<b>2.3</b>
<b>Rapport avec / sans filtre</b>		<b>3.1</b>	<b>2.2</b>	

Résultats Chambre (1<sup>er</sup> étage)

- Concentrations relativement homogènes entre étages
- Concentrations intérieures d'env. 1.5 fois supérieures avec tubes en béton
- Concentrations intérieures d'env. 2 fois supérieures avec filtre additionnel

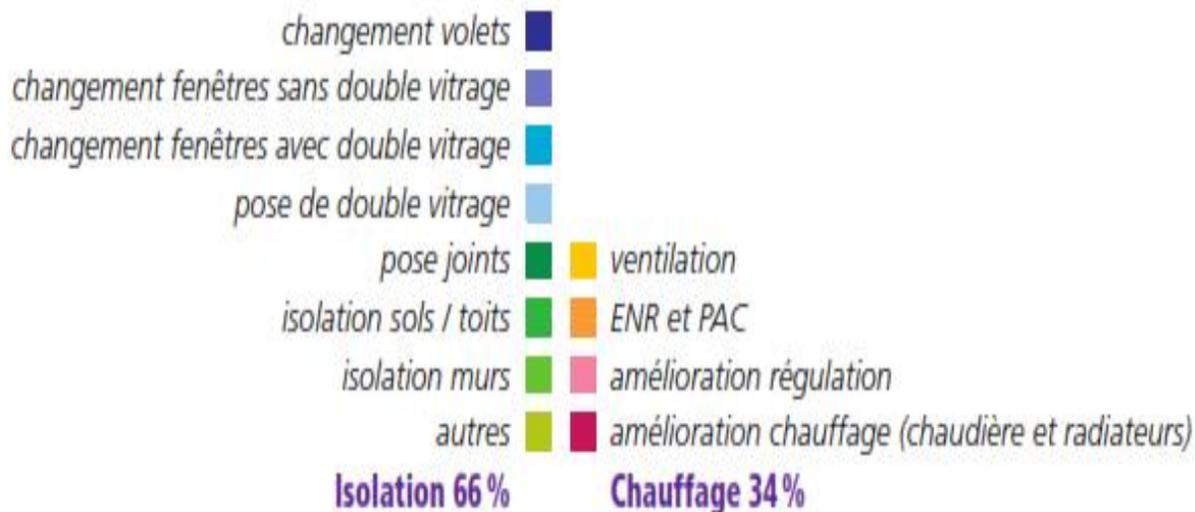
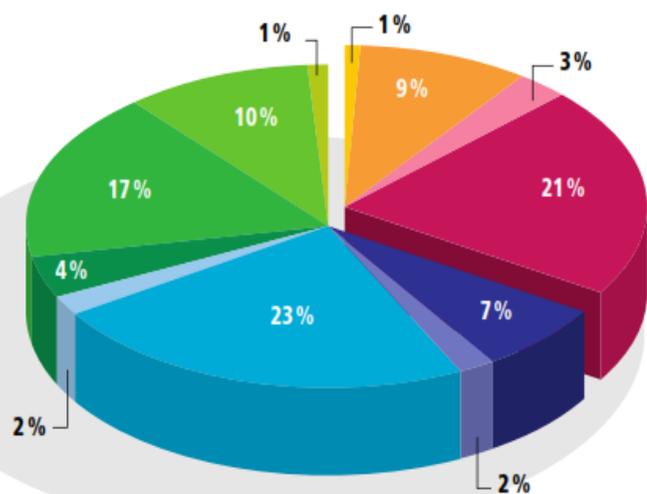
## DÉPERDITION THERMIQUE D'UN LOGEMENT EXISTANT (SOURCE ADEME)



### Voies d'amélioration :

- Isolation thermique des bâtiments (parois opaques)
- Changements des Menuiseries (portes et fenêtres)
- Changement des Systèmes (chauffage et ventilation)

## TRAVAUX DE RÉNOVATION THERMIQUE (SOURCE ADEME)

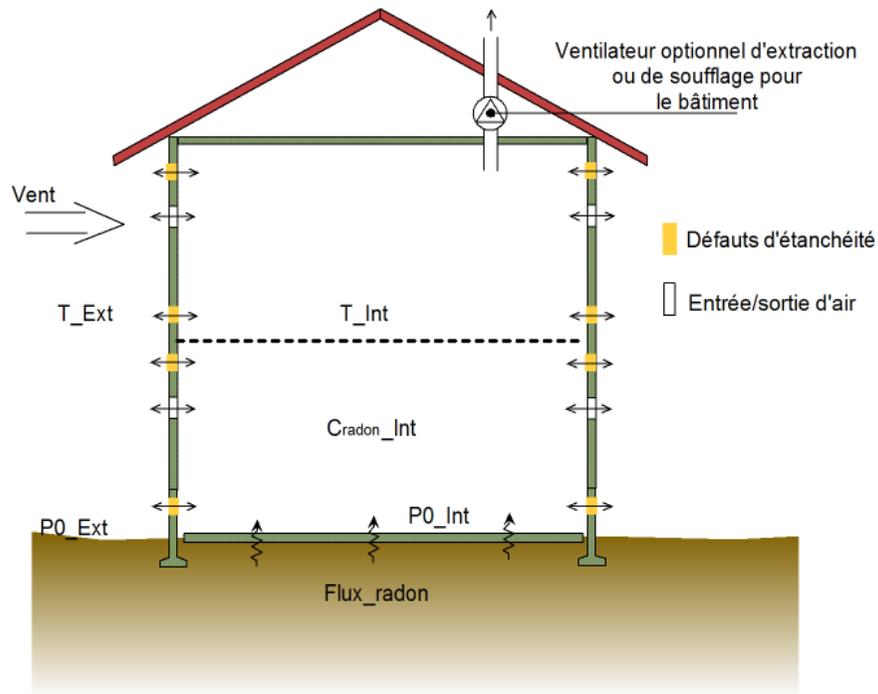


SOURCE TNS-SOFRES

Travaux souvent itératifs, notamment dans le résidentiel

## ETUDE DE SENSIBILITÉ NUMÉRIQUE

Modèle de ventilation associant une loi d'entrée du radon  $\Phi_{Rn} = 4,12 \times \Delta P^{0,68}$



- Calcul annuel fonction :
  - météorologie,
  - perméabilité à l'air du bâtiment
  - système de ventilation
- Equation de conservation de la masse :  
équilibre des pressions intérieures et extérieures

Résultats :

- pressions,
- renouvellement d'air,
- Concentrations intérieures de radon,

→ Analyse sur les valeurs continues ou moyennes

## ETUDE DE SENSIBILITÉ NUMÉRIQUE

Modèle de ventilation associant une loi d'entrée du radon  $\Phi_{Rn} = 4,12 \times \Delta P^{0,68}$

	Perméabilité à l'air du bâtiment			
	$Q_4 = 1,6 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$	$Q_4 = 1,2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ Changement de menuiseries	$Q_4 = 1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ Changement de menuiseries + isolation intérieure	$Q_4 = 0,8 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ Changement de menuiseries + isolation extérieure
<b>Pas de système de ventilation</b>	X	X	X	X
<b>Ventilation naturelle</b>	Calcul de référence	X	X	X
<b>VMC par extraction</b>	X	X	X	X
<b>VMC double flux</b>	X	X	X	X

## ETUDE DE SENSIBILITÉ NUMÉRIQUE : RÉSULTATS

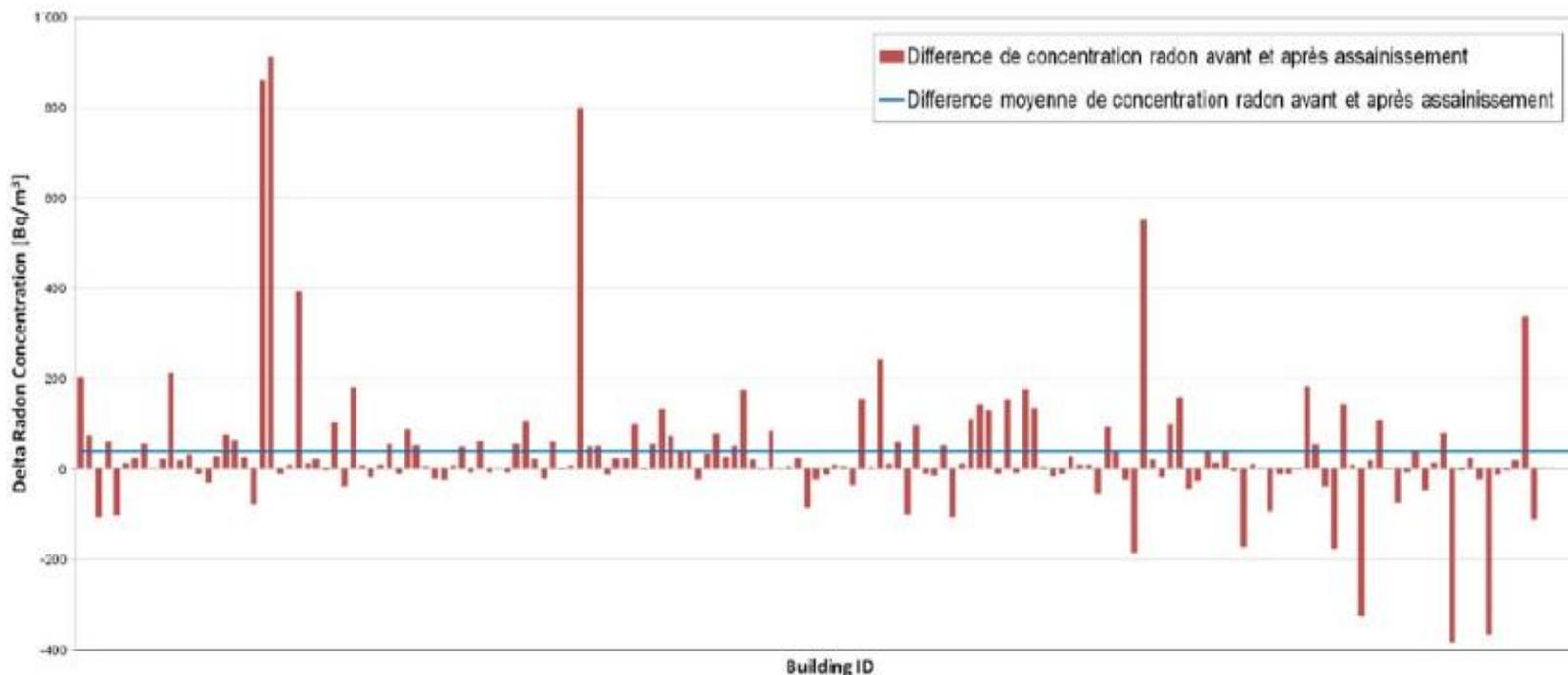
Modèle de ventilation associant une loi d'entrée du radon  $\Phi_{Rn} = 4,12 \times \Delta P^{0,68}$

	Perméabilité à l'air du bâtiment			
	$Q_4 = 1,6 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$	$Q_4 = 1,2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ Changement de menuiseries	$Q_4 = 1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ Changement de menuiseries + isolation intérieure	$Q_4 = 0,8 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ Changement de menuiseries + isolation extérieure
<b>Pas de système de ventilation</b>	1,78	2,38	2,86	3,57
<b>Ventilation naturelle</b>	<b>1</b>	1,25	1,44	1,71
<b>VMC par extraction</b>	0,87	0,96	1,01	1,09
<b>VMC double flux</b>	0,56	0,63	0,66	0,72

Concentration moyenne annuelle en radon rapportée au cas de référence

DONNÉES SUISSES EN MAISONS INDIVIDUELLES (PAMPURI AND GOYETTE PERNOT, 2014)

**Différence de concentration en radon après rénovation thermique (indifférenciée), 163 logements**



Moyenne avant réhabilitation thermique : 153 Bq/m<sup>3</sup>

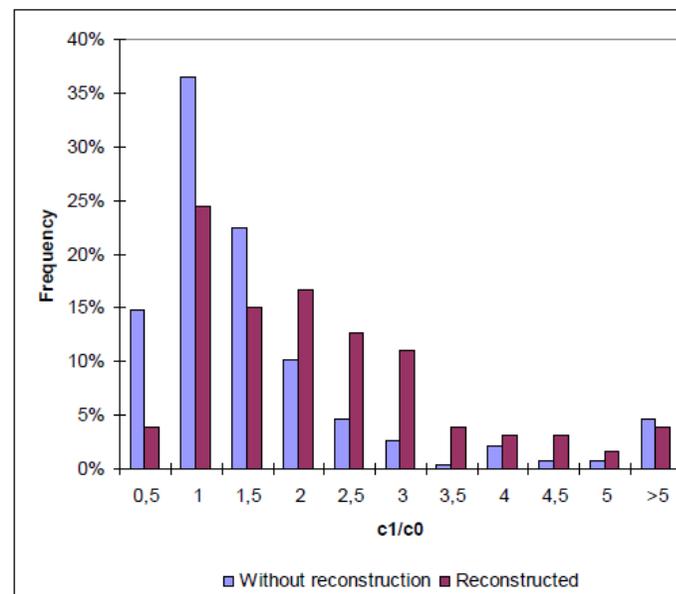
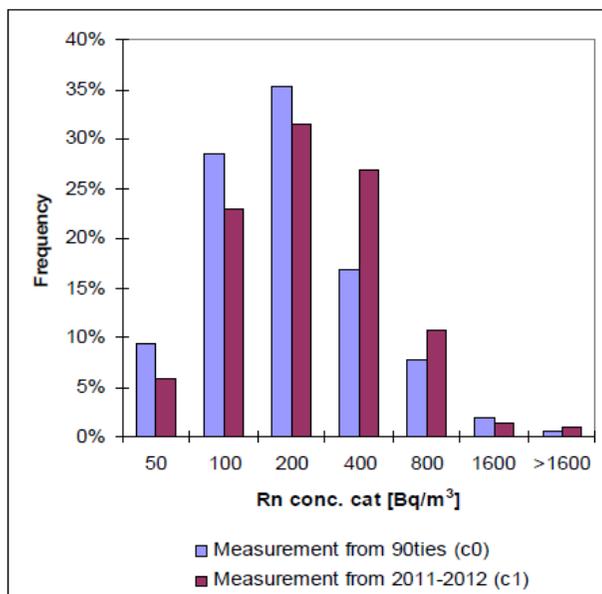
Moyenne après réhabilitation thermique : 193 Bq/m<sup>3</sup>

**Augmentation de 40 Bq/m<sup>3</sup> (26 %)**

DONNÉES DE RÉPUBLIQUE TCHÈQUE, ECOLES (FOJTÍKOVÁ, I., NAVRÁTILOVÁ ROVENSKÁ, K., 2015)

## Mesures de radon à 20 ans d'écart, écoles rénovées et non rénovées

Retrofitting	Measurement in 90th	Measurement 2011-2012
Yes (N= 124)	130 Bq/m <sup>3</sup>	208 Bq/m <sup>3</sup> (increased by 60 %)
No (N=225)	139 Bq/m <sup>3</sup>	144 Bq/m <sup>3</sup> (increased by 3 %)



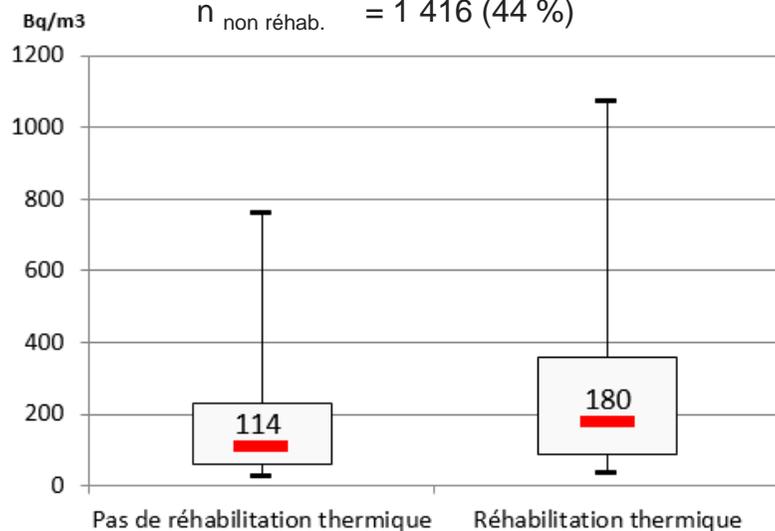
## DONNÉES FRANÇAISES, RÉSIDENTIEL – PREMIÈRES ANALYSES

Mesures de radon associant des auto-questionnaires de caractérisation du bâtiment

Bâtiment réhabilité : - changement de menuiserie *et/ou*  
- isolation thermique *et/ou*  
- modification ventilation

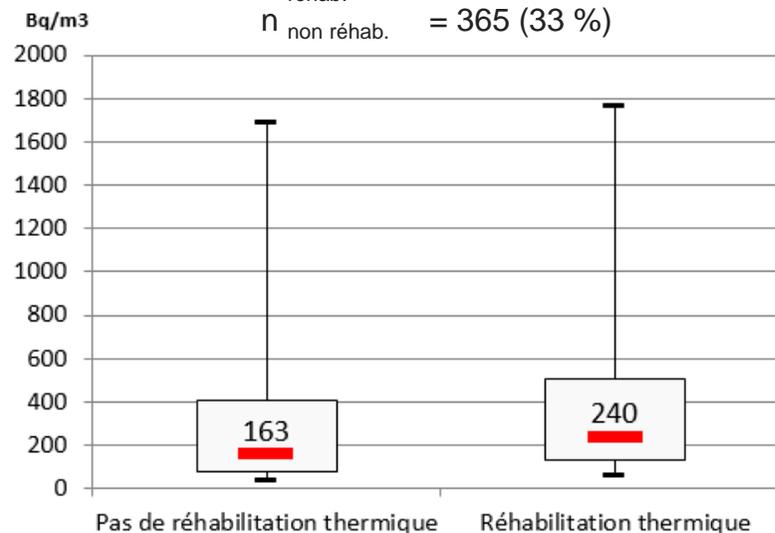
### Bretagne (concarneau)

n = 3 233  
n réhab. = 1 817 (56 %)  
n non réhab. = 1 416 (44 %)



### Limousin

n = 1 069  
n réhab. = 714 (67 %)  
n non réhab. = 365 (33 %)



**P5, P25, P50 (médiane), P75 et P95**

## ENJEUX

- > Performance énergétique des bâtiments vis-à-vis de la diminution des gaz à effets de serre et économies d'énergie
- > Amélioration de la Qualité d'air Intérieur des bâtiments et diminution des concentrations intérieures de radon

## BÂTIMENTS NEUFS ET RADON

- > Pas ou peu de retour d'information au niveau national
- > Construction étanche à l'air associée à système de ventilation performant :
  - va dans le sens d'une diminution de l'exposition au radon
  - Suffisant par rapport à des exigences minimales d'exposition ?
- > Points d'attention :
  - système de ventilation : dimensionnement, mise en œuvre, réception, maintenance
  - particularités constructives à surveiller

## RÉNOVATION THERMIQUE ET RADON

- A priori, réhabilitation thermique associant une mise à niveau cohérente de la ventilation du bâtiment
  - Niveau de radon équivalent ou plus faible
- Réhabilitation thermique porte essentiellement sur l'isolation thermique dont les menuiseries, notamment dans le résidentiel
  - impact pouvant être négatif sur les niveaux de radon
- Besoin d'associer une ventilation cohérente et d'en assurer la maintenance
- Dans les zones prioritaires, recommandé de réaliser une mesure du radon avant réhabilitation thermique :
  - Adaptation éventuelle de la réhabilitation

## CONSTRUCTION NEUVE ET RÉNOVATION

- > Besoin de retour de données nationales et d'opérations de démonstration
- > Besoin d'information des professionnels et des occupants (risques potentiels et bonnes pratiques)

**MERCI DE VOTRE ATTENTION !**