

**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

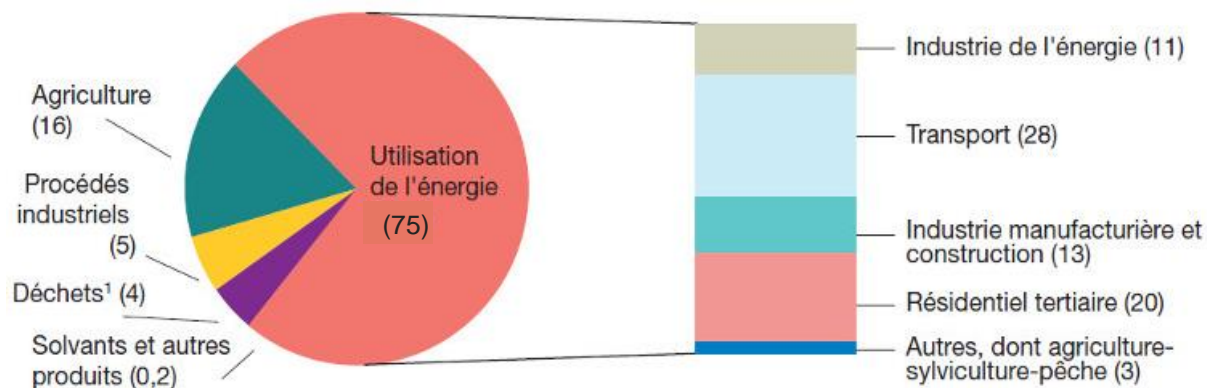
- Rappel sur protection des bâtiments vis-à-vis du radon

- 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)

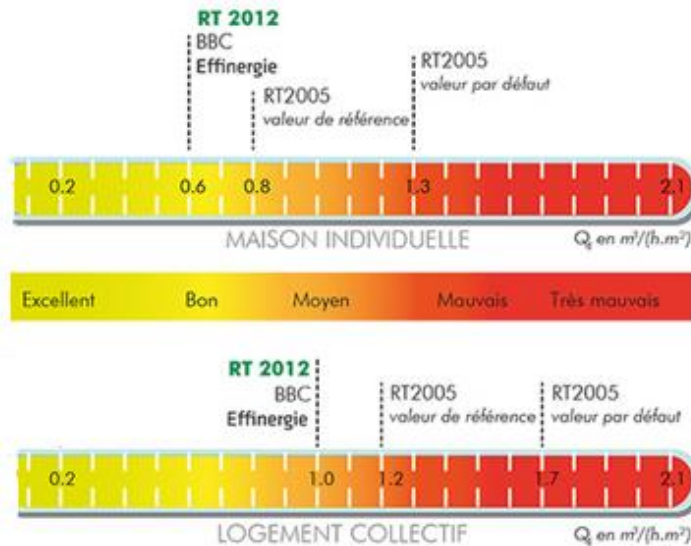
### > Réglementation thermique des bâtiments (RT 2000, 2005, 2008, 2012, ...) :

- 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



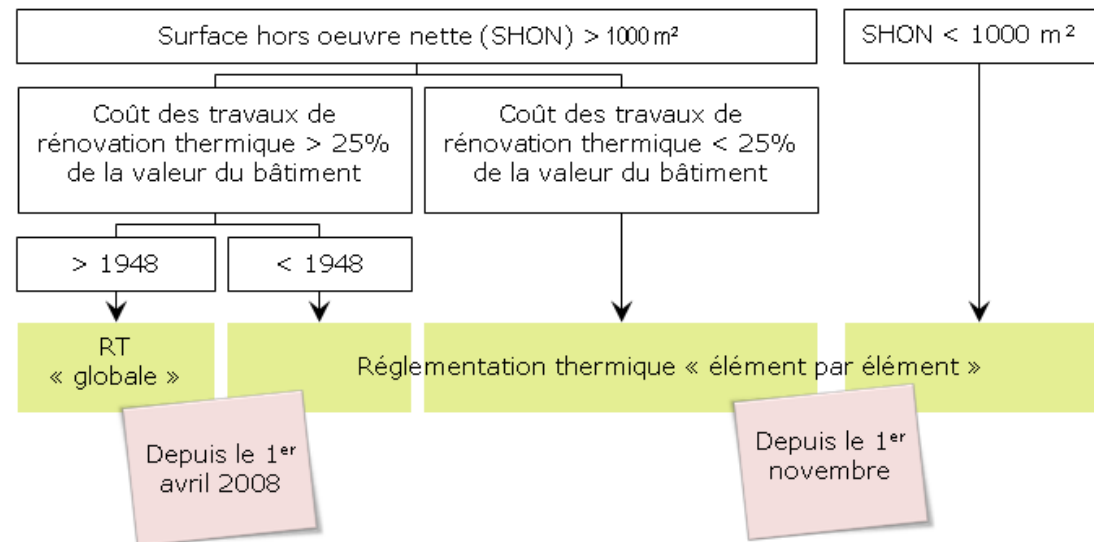
Mesure de perméabilité à l'air

- 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)

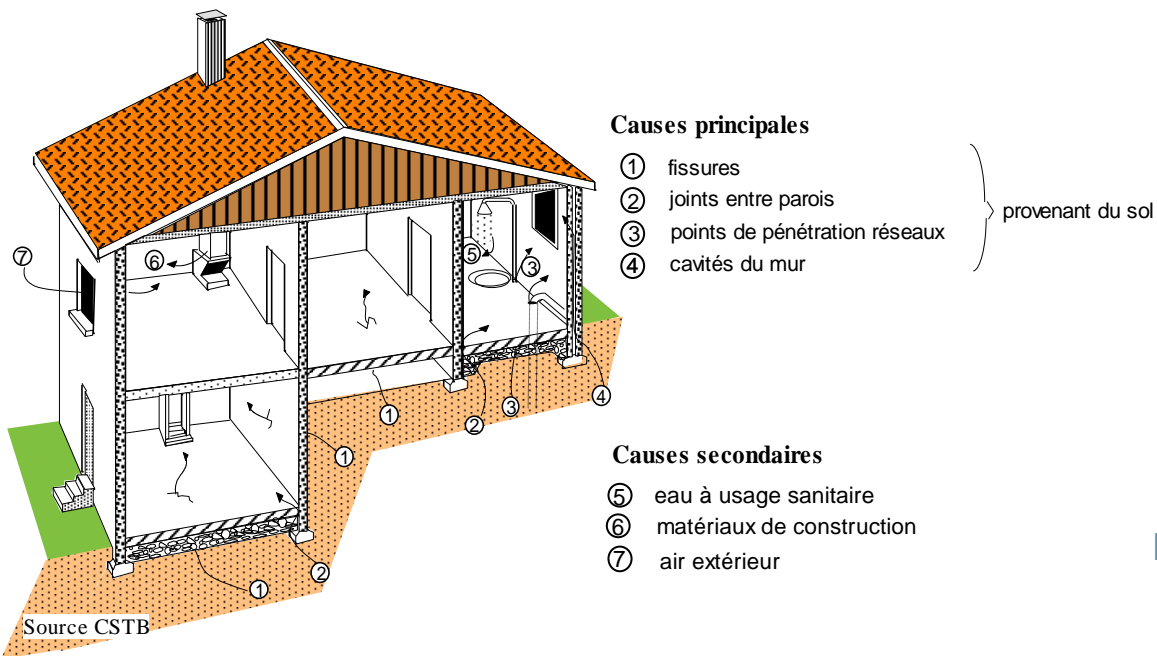
> Selon la taille du bâtiment et l'ampleur de la rénovation prévue



> 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 :

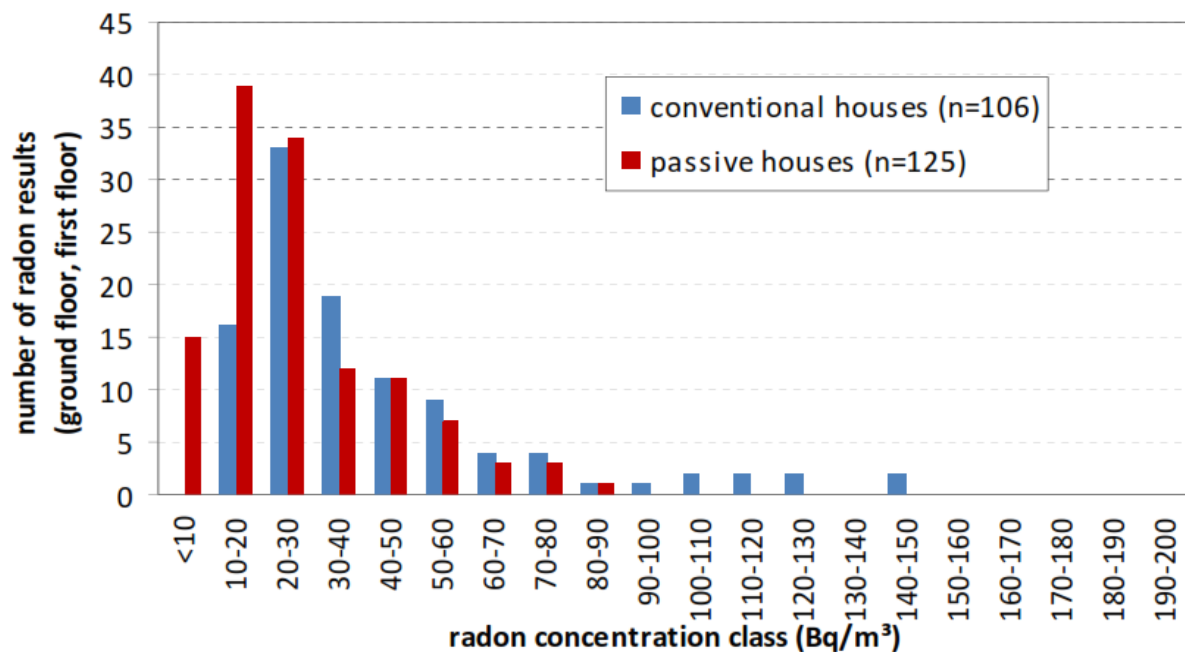
- > Etanchement de l'interface sol-bâtiment
- > Traitement des volumes habités
- > Traitement des soubassements

## 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 ?



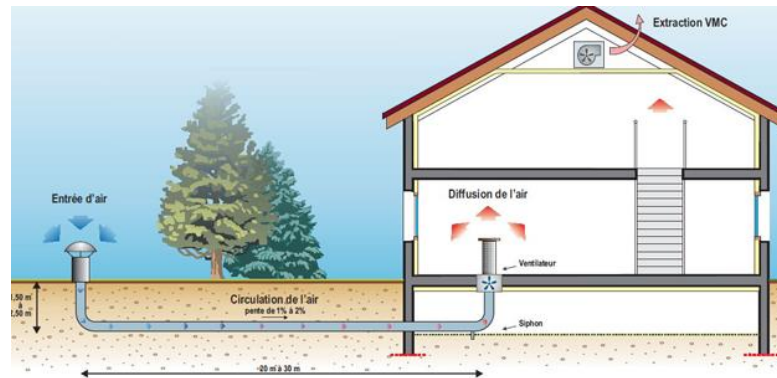
## DONNÉES AUTRICHIENNES (W. RINGER, RADPAR 2012)



- > 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>	

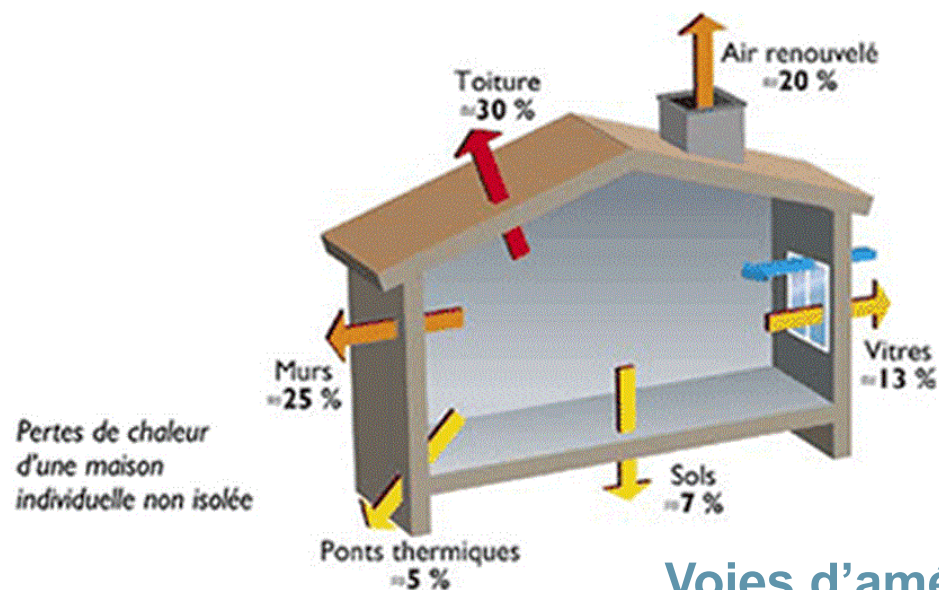
Résultats Séjour (RDC)

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

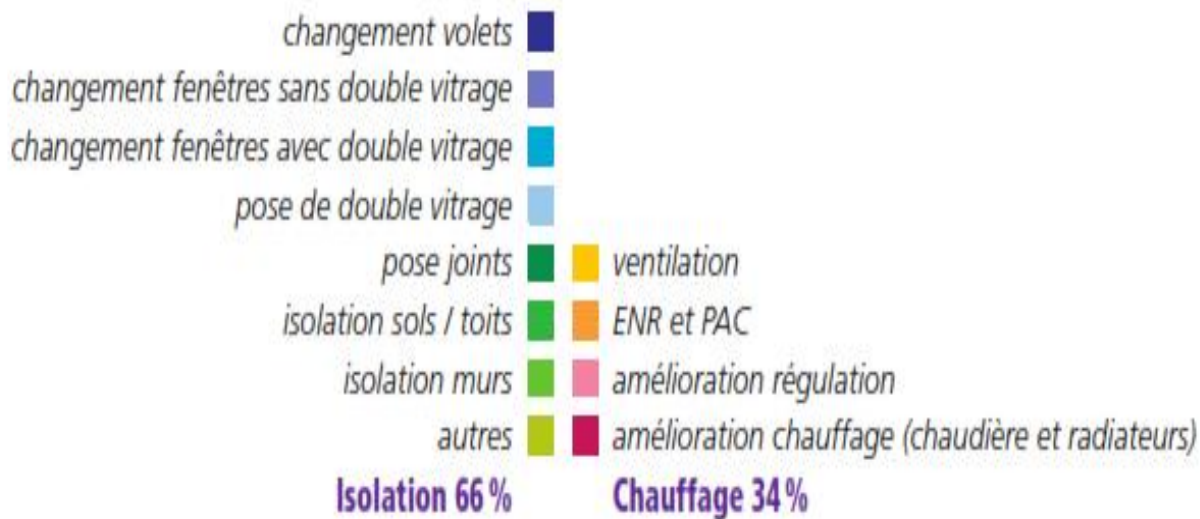
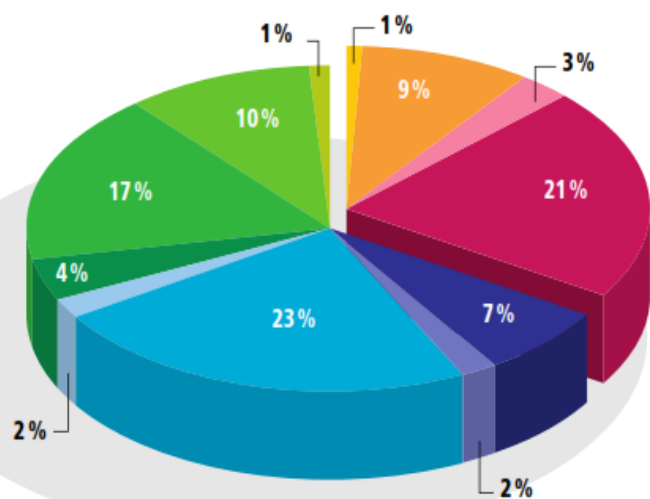
## DÉPERDITION THERMIQUE D'UN LOGEMENT EXISTANT (SOURCE ADEME)



### 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)

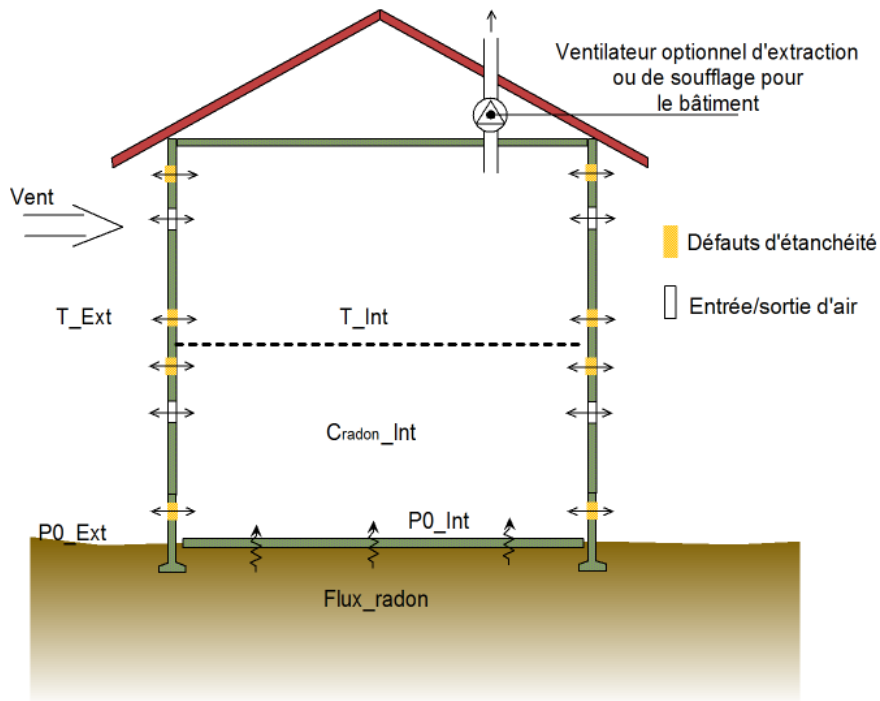


SOURCE TNS-SOFRES

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  $\Phi_{Rn} = 4,12 \times \Delta P^{0,68}$

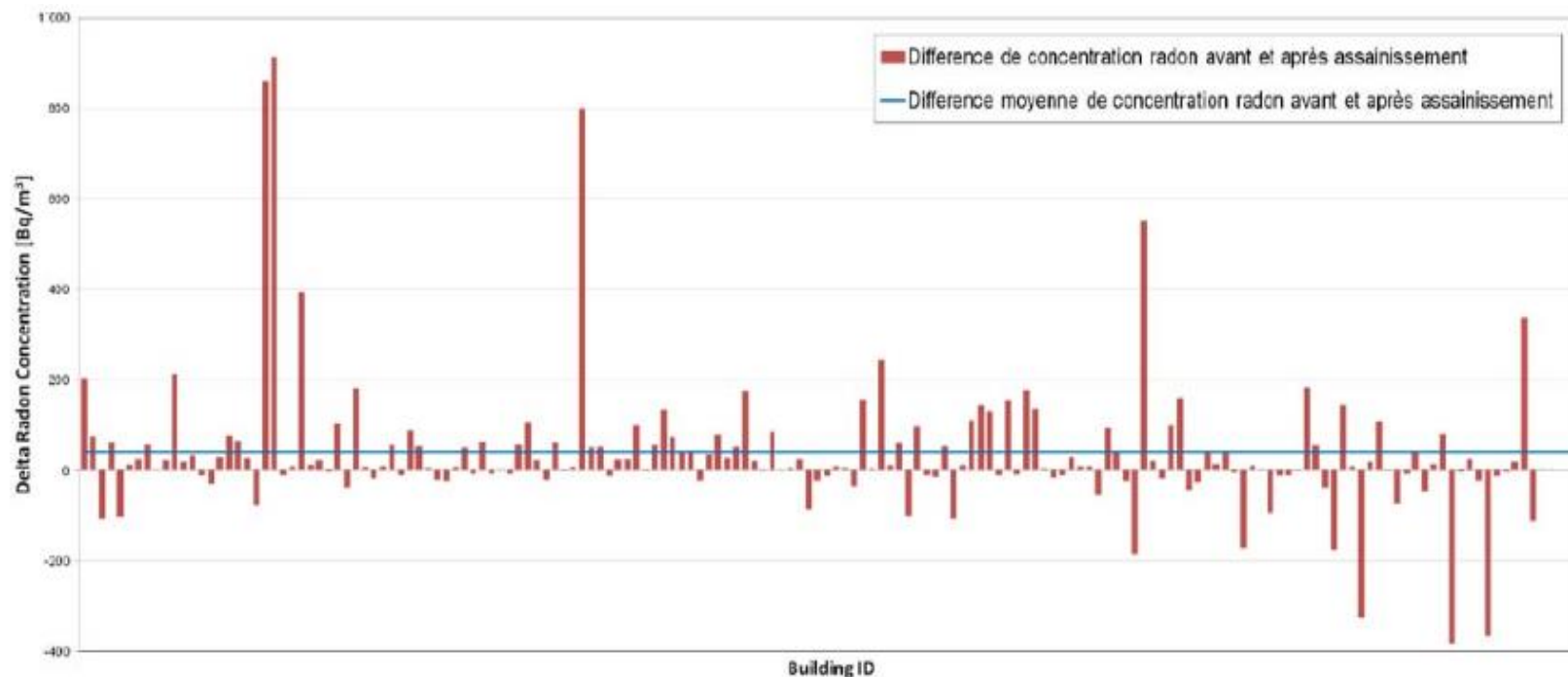
	Perméabilité à l'air du bâtiment			
	$Q_4 = 1,6 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$	$Q_4 = 1,2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ Changement de menuiseries	$Q_4 = 1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ Changement de menuiseries + isolation intérieure	$Q_4 = 0,8 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ Changement de menuiseries + 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>

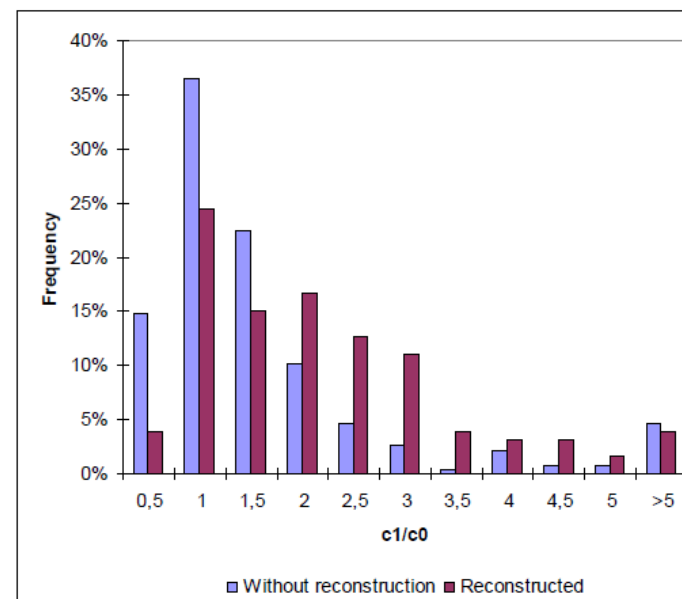
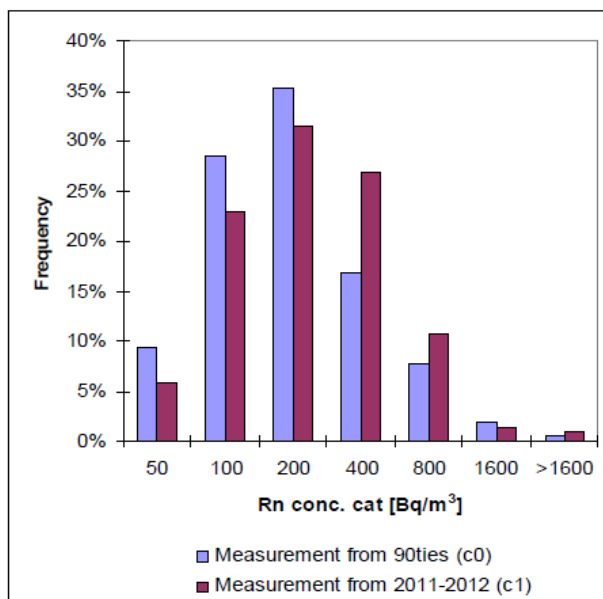
Moyenne après réhabilitation thermique : 193 Bq/m<sup>3</sup>

**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 %)



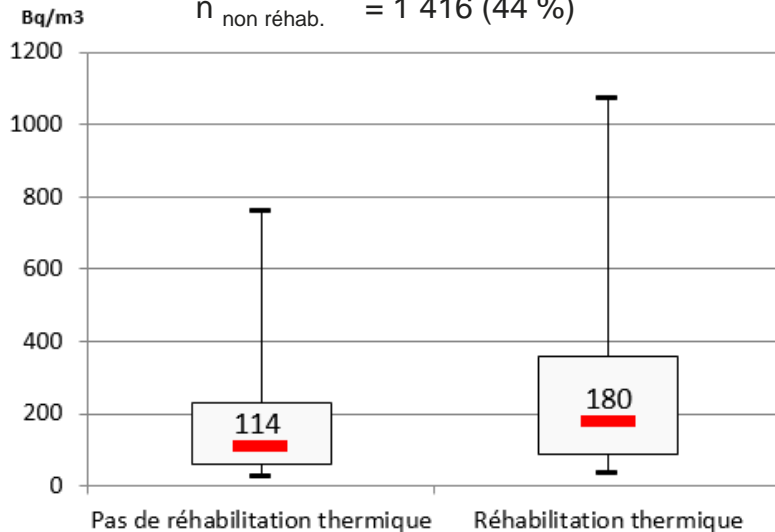
## DONNÉES FRANÇAISES, RÉSIDENTIEL – PREMIÈRES ANALYSES

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

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

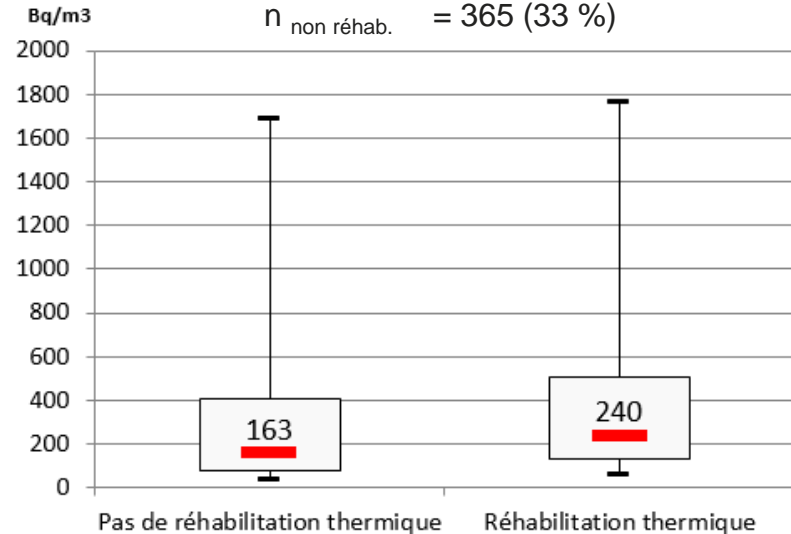
### Bretagne (concarneau)

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 !**