



# Agir sur le radon

## Dans le neuf ou l'existant

Radon et qualité de l'air intérieur dans les bâtiments

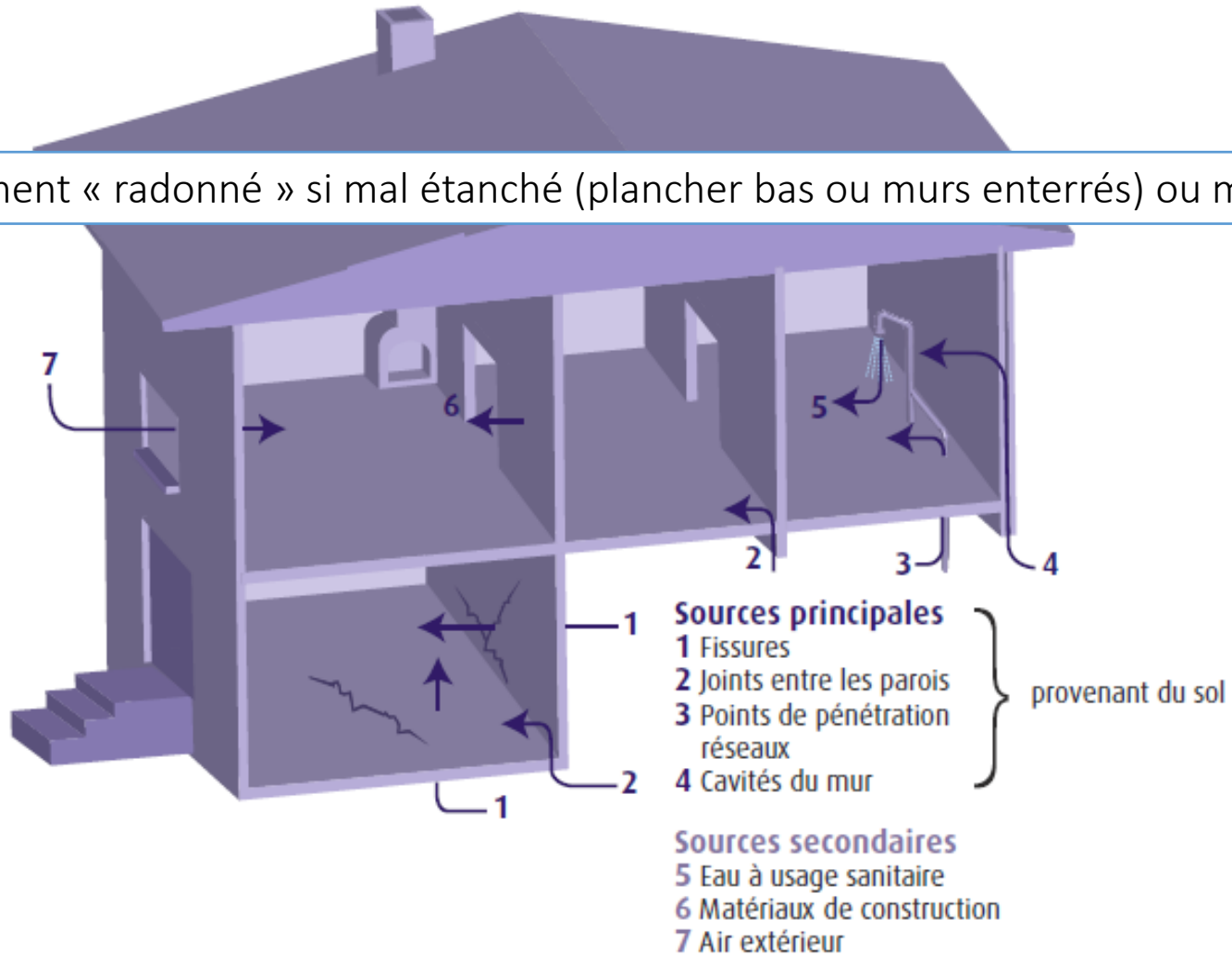
Stéphane COLLE, Chargé d'études en qualité sanitaire des bâtiments

[stephane.colle@cerema.fr](mailto:stephane.colle@cerema.fr)

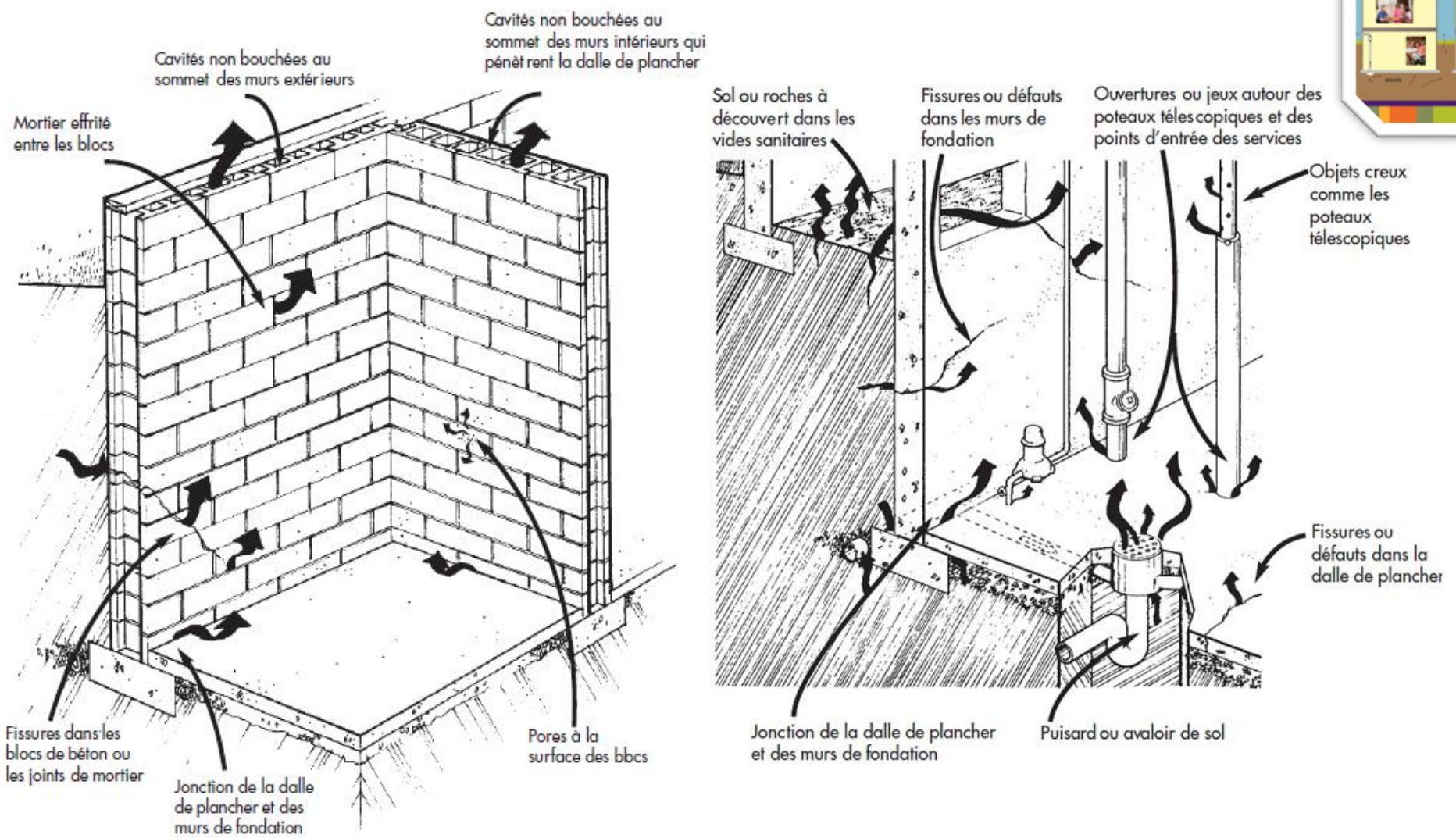
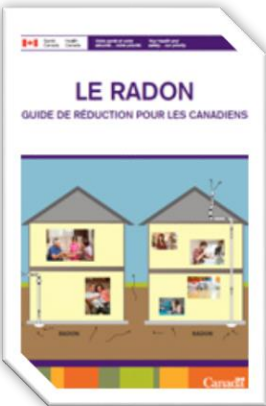
# Du radon dans les bâtiments ?



Bâtiment « radonné » si mal étanché (plancher bas ou murs enterrés) ou mal ventilé

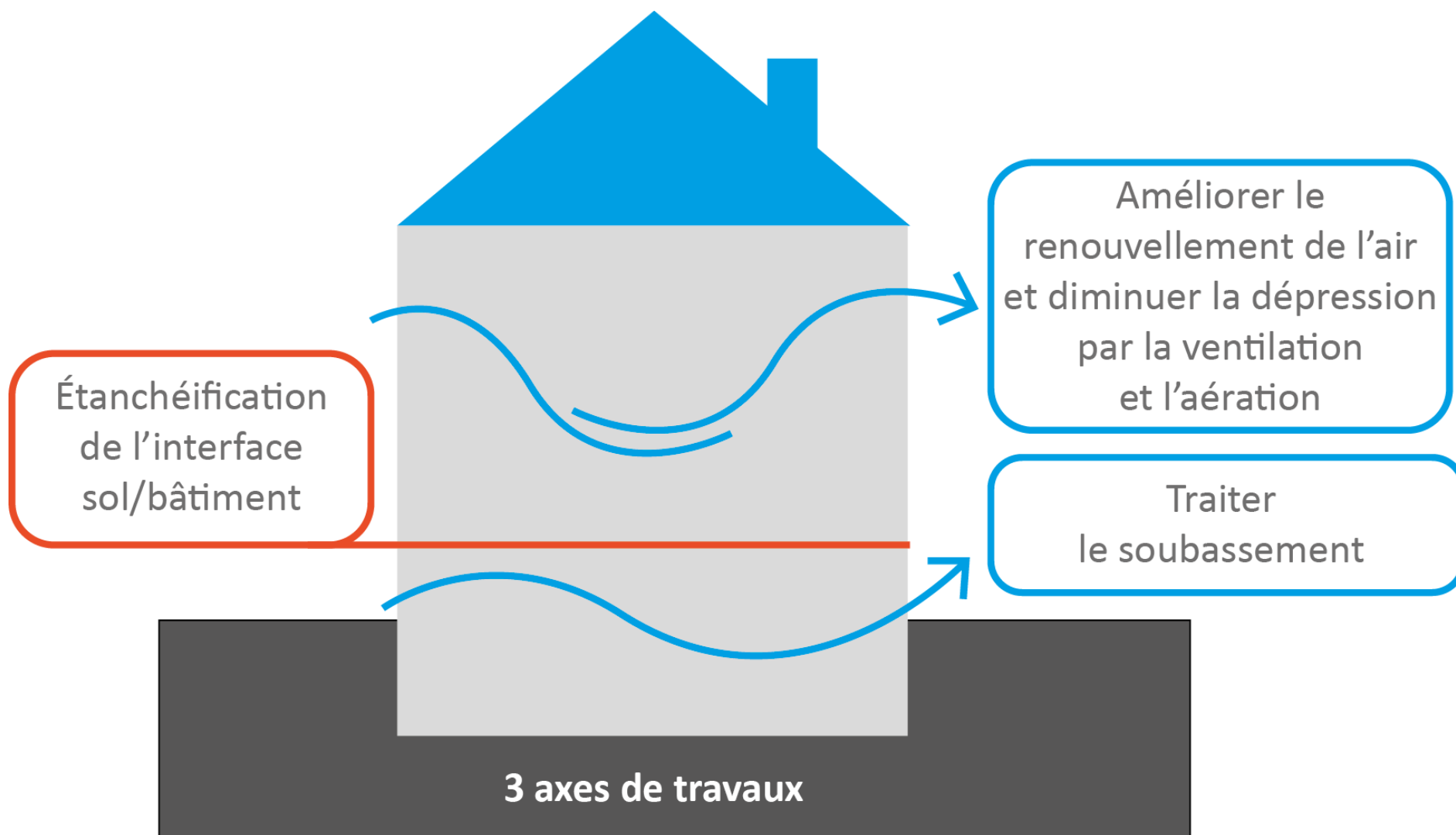


# Du radon dans les bâtiments ?



Chaque défaut d'étanchéité contribue à [Rn] mesurée

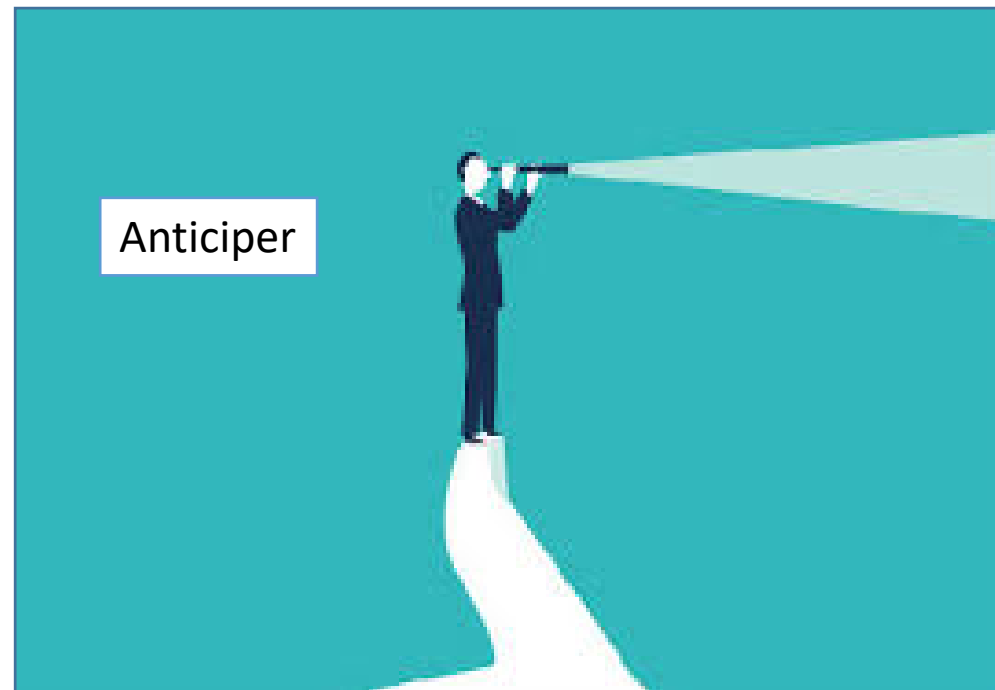
# Stratégie anti-radon



# Prévenir dans le neuf

## Pas d'obligation au niveau de l'acte de construire

- Réglementation « radon » = surveillance
- RT2012 : des bâtiments plus étanches, plus de DFLX -> Moins de radon (?)
- Aller au-delà de la réglementation... voire sur des certifications environnementales
  - mais là encore, obligation de mesures à réception, et pas toujours de moyens à mettre en œuvre (HQE Performance, Sentinel House, WELL, Airinterieur...)



# Prévenir dans le neuf



- Limiter la surface de contact avec le sol (plancher bas, sous-sols, murs enterrés...)
- Assurer l'**étanchéité**, à l'eau et à l'air, entre le bâtiment et son sous-sol, au niveau du plancher bas mais aussi des remontées de réseau et des joints périphériques
- Privilégier les **vide-sanitaires ventilés**, les **radiers** et les dalles portées aux dalles indépendantes

Matériau	Epaisseur mm	Etanchéité au radon
<b>Feuilles d'étanchéité</b>		
PEHD	1,5	oui
PVC armé	1	oui
Polymères bitumineux	3,8	oui
<b>Peintures, revêtements</b>		
Peintures synthétiques	0,2	non
Résines époxy	3	oui
<b>Matériaux de construction</b>		
Béton armé	100	partiellement
Briques silico-calcaire	150	non
Plâtre	100	non
Terre cuite	150	non

Tableau 5.1: Etanchéité au radon de divers matériaux de construction (en l'absence de fissures et autres défauts).

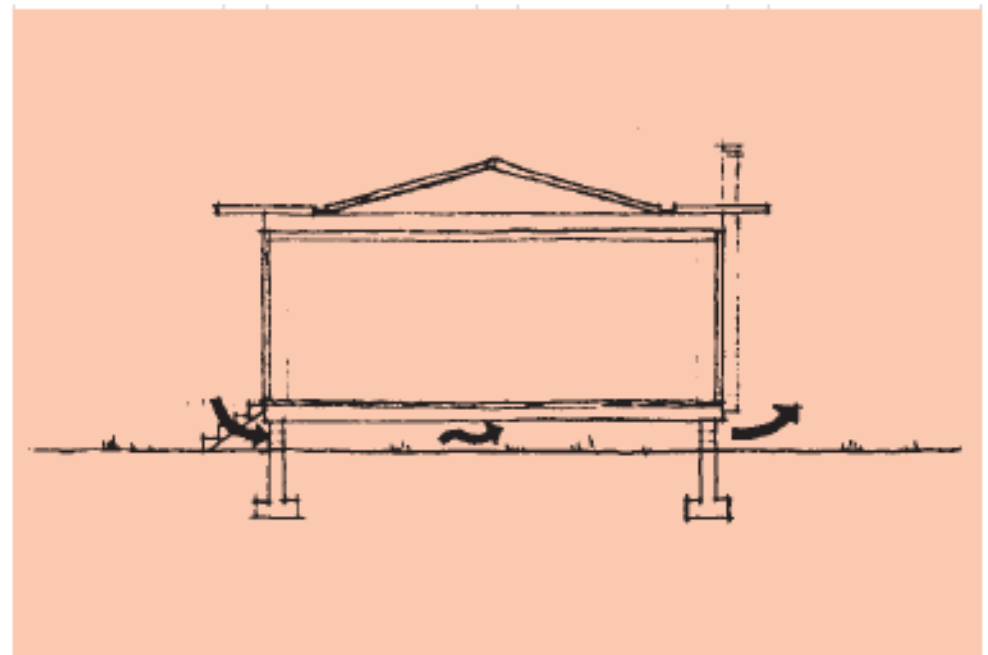


Fig. 6.4 : Ventilation de vides sanitaires sous le bâtiment.

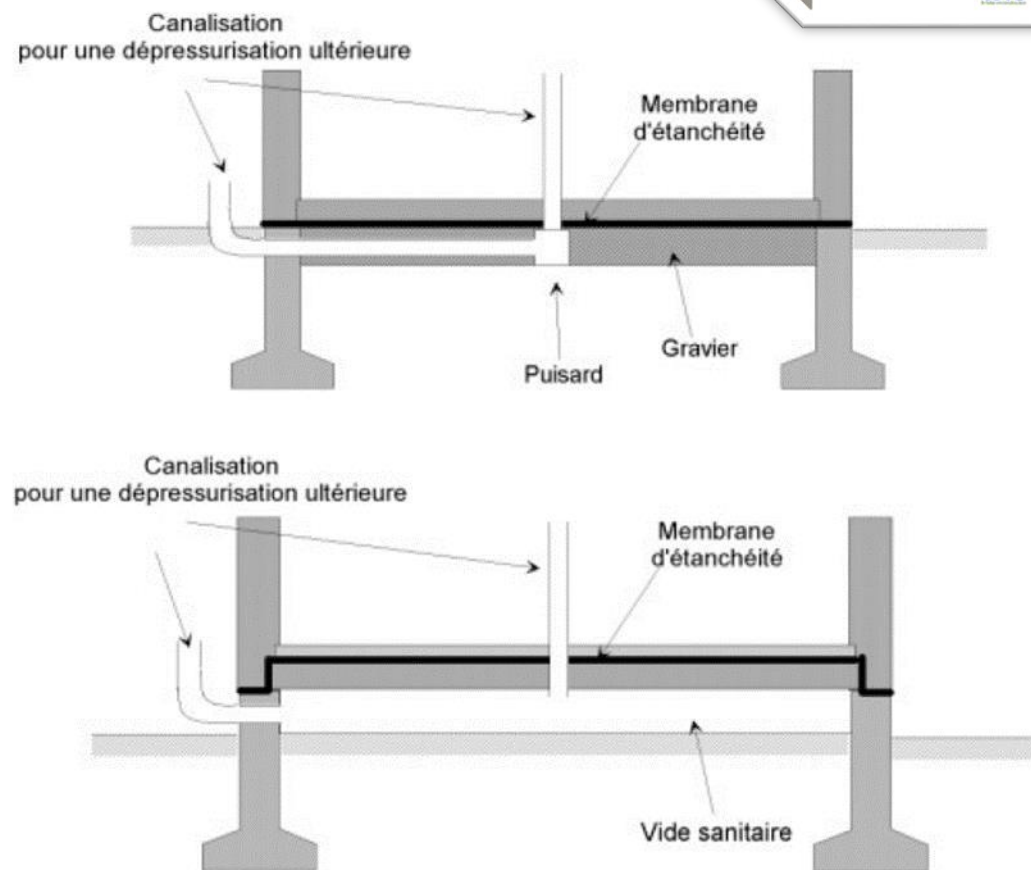
# Prévenir dans le neuf

- Veiller à la **bonne ventilation** du bâtiment en évitant les différences de pression entre le soubassement et la partie occupée
  - Mise en **surpression** du bâtiment (DFLX : débit insufflé > débit extrait)
  - Livraison
    - Réglages et filtres neufs à livraison
    - Vérification des débits d'air (SF/DF)
    - Carnet d'entretien
- Mettre éventuellement en œuvre une **membrane anti-radon**
  - Peu de produits : polyéthylène, PVC ou produits bitumineux
  - Pas d'avis technique du CSTB
  - Publication en octobre 2015 : norme NF ISO 11665-10
  - Membranes : Eradon, XTRn, Isofilma, Radostop, Elotene DS, Radon Block LVM... (Prix : 5 à 10 €/m<sup>2</sup>).
- Être vigilant lors de la mise en œuvre de **puits climatique**



# Prévenir dans le neuf

- Mettre en place un **système de mise en dépression** du soubassement, à relier éventuellement ultérieurement à un ventilateur pour mise en dépression, à mettre en marche selon les résultats de mesure

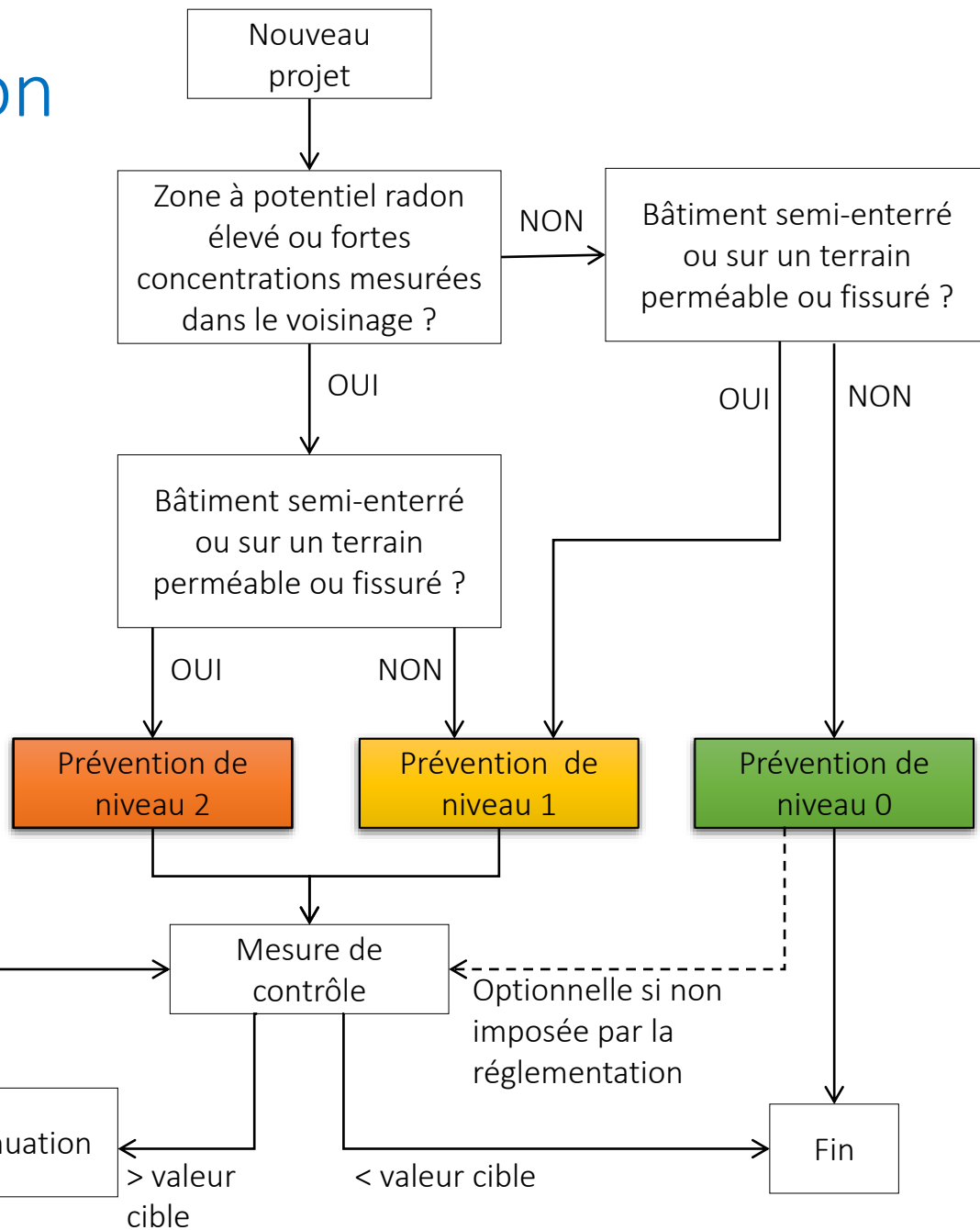






# Solution de gestion

La méthode bretonne inspirée de la méthode suisse





# Solution de gestion

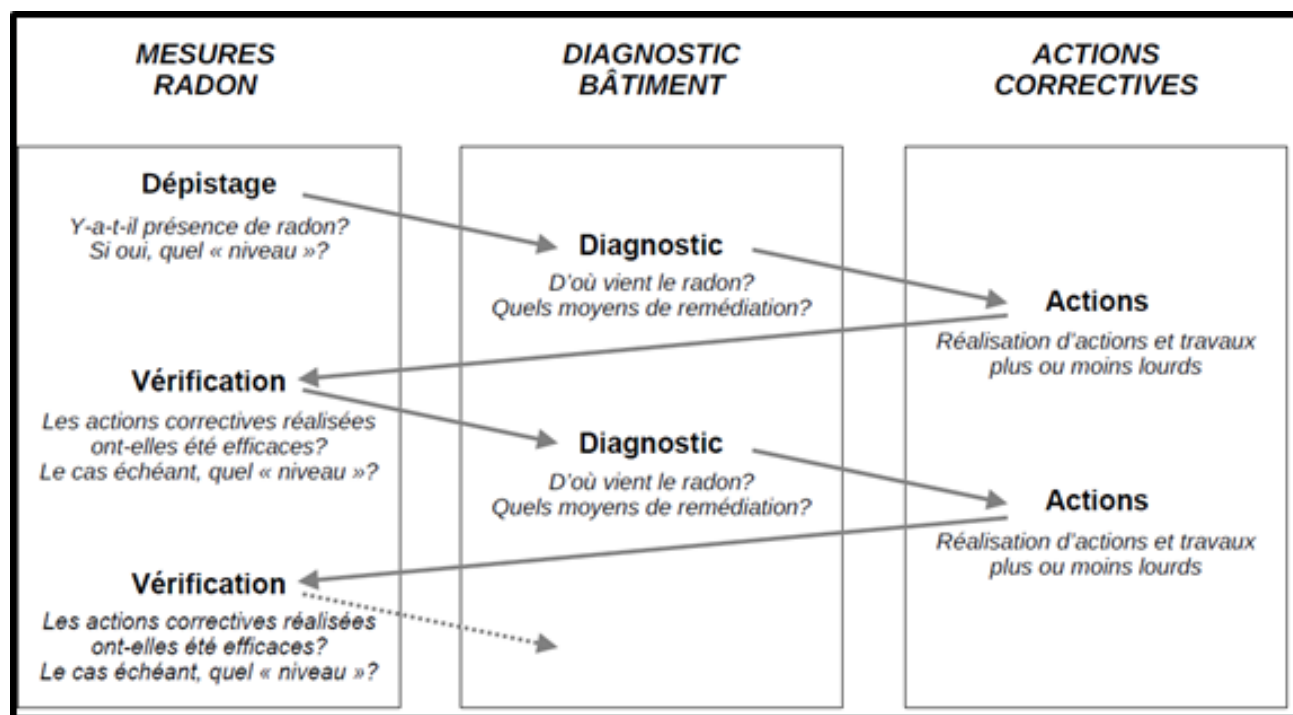
*La méthode bretonne inspirée de la méthode suisse*



	CONCEPTION	ETANCHEITE	VENTILATION
NIVEAU 0		<ul style="list-style-type: none"> <li>Etanchéité à l'air du bâtiment, y compris des parties enterrées</li> <li>Etanchéité à l'air des échangeurs géothermiques et des passages de réseaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Système de VMC installé en respectant les règles de l'art</li> </ul>
NIVEAU 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proscription des passages ouverts entre Ssol et RDC, et entre Ssol et cage d'escalier</li> <li>Vide-sanitaire</li> <li>Conception des cheminées, gaines techniques, cages d'ascenseur et d'escalier de manière à ce qu'ils ne créent pas de dépression</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pose d'une membrane d'étanchéité à l'air sous le radier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ventilation de l'interface sol/bâti, avec possibilité de mécaniser l'aspiration si besoin</li> </ul>
NIVEAU 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agencement des pièces favorisant les CH à coucher à l'étage</li> <li>Accès Ssol par l'extérieur</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en dépression du sol à l'aide d'un puisard / SDS</li> </ul>

# Agir dans les bâtiments existants > 300

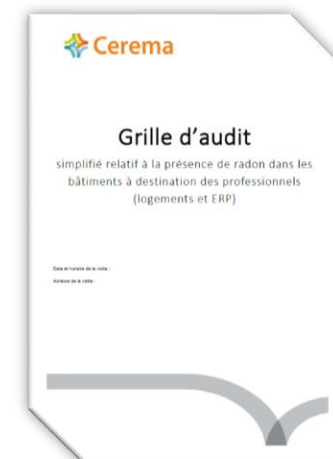
- Chaque bâtiment est un **cas particulier**
- Les **stratégie de remédiation** proposées sont proportionnelles aux taux de radon mesurés :
  - 300 Bq/m<sup>3</sup> à 1000 Bq/m<sup>3</sup> : actions simples
  - > 1000 Bq/m<sup>3</sup> : actions plus poussées
  - Travaux de remédiation à appliquer graduellement
- Vérifier l'efficacité des travaux réalisés par la **mesure** de radon





# Agir dans les bâtiments existants > 300

- Guide d'[autoévaluation](#) du bâtiment à l'intention du MOA privé ou public (06/19)
- Grille d'[audit](#) du Cerema
  - Outil facilitateur pour l'audit/l'expertise
  - Pour décrire le.s bâtiment.s, faire l'inventaire de ses systèmes de chauffage et de ventilation
  - Pour fournir de premiers éléments d'explication des niveaux mesurés
  - Donner des pistes possibles d'amélioration



# Agir dans les bâtiments existants > 300

## Bloc homogène

- Année de construction et données constructives
- Présence d'une cave, d'un vide sanitaire
- Nombre de niveaux, de pièces sèches et humides
- Vitrages, ventilation et chauffage, réseaux

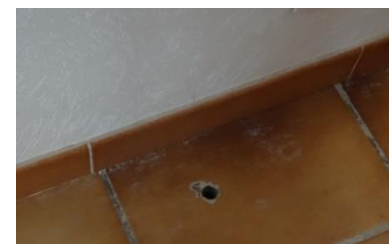
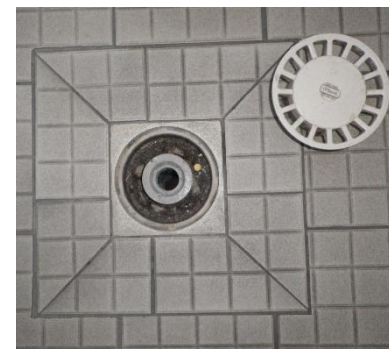
## Pièce

- Dimensions, ouvrants
- Examen de l'étanchéité des sols, murs, passage de réseaux
- Ventilation ? Aération ?

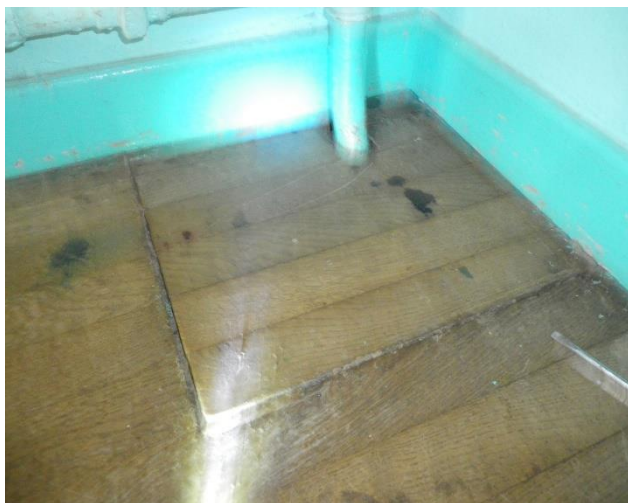
## Solutions

- Etanchement de l'interface sol-bâtiment / traitement du soubassement
- Ventilation : remise à niveau ou mise en place + aération et comportement
- Points singuliers : hotte aspirante, appareils à combustion, portes communicantes vers sous-sol, caves...

# Points de pénétration du radon

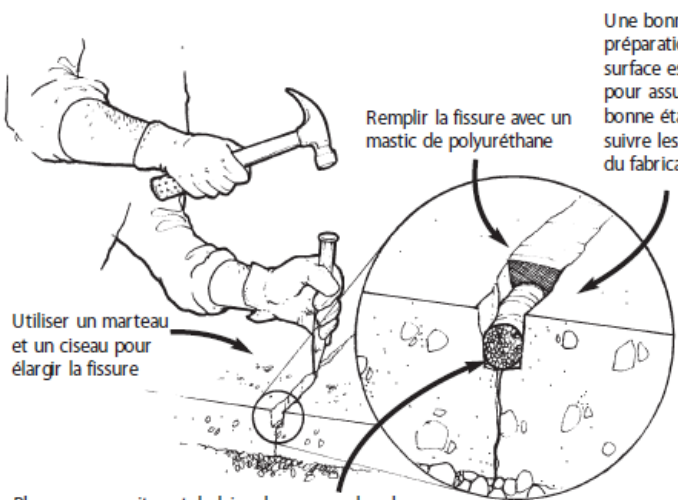


# Points de pénétration du radon



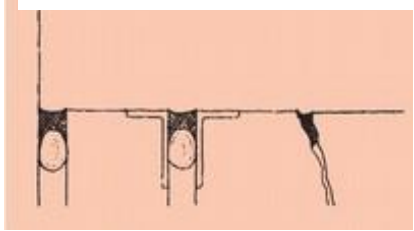
# Lutter contre la pénétration du radon

- **Reboucher ponctuellement** : fissures, joints sols-murs, arrivées et départs des réseaux par application d'un mastic d'étanchéité à l'air (acryliques, élastomère, à élasticité permanente, polyuréthane..)

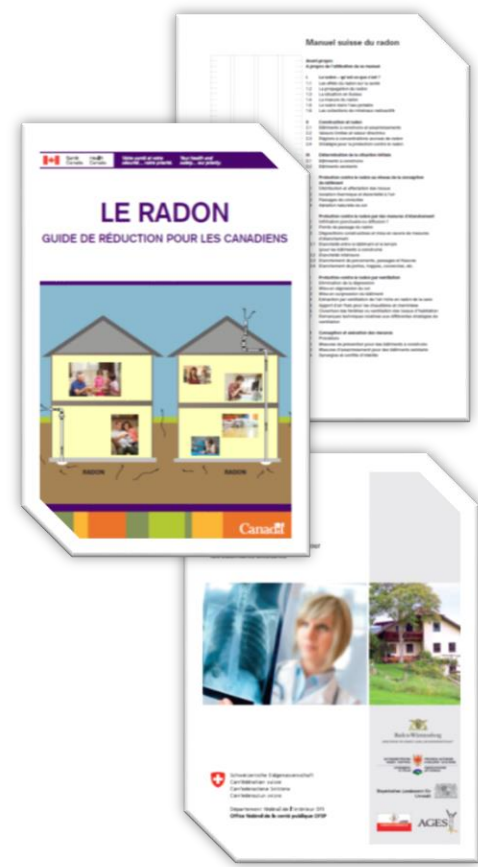
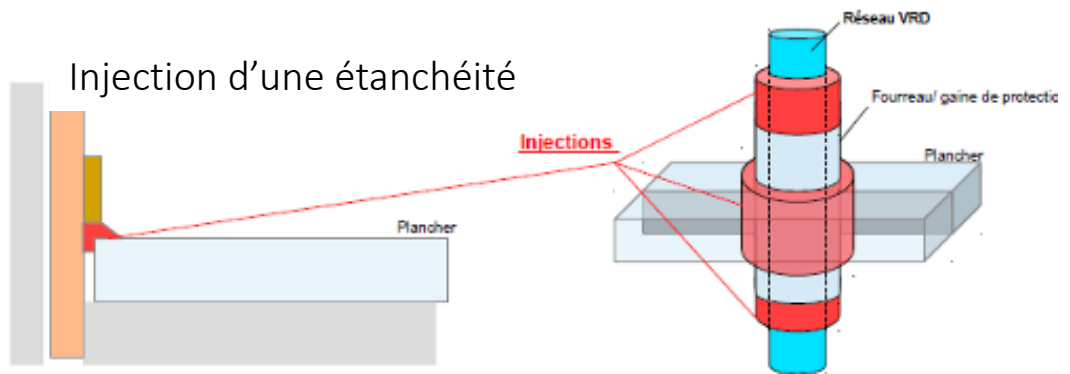


Une bonne préparation de la surface est essentielle pour assurer une bonne étanchéité; suivre les directives du fabricant de mastic

## Étanchéification avec mastic à élasticité permanente



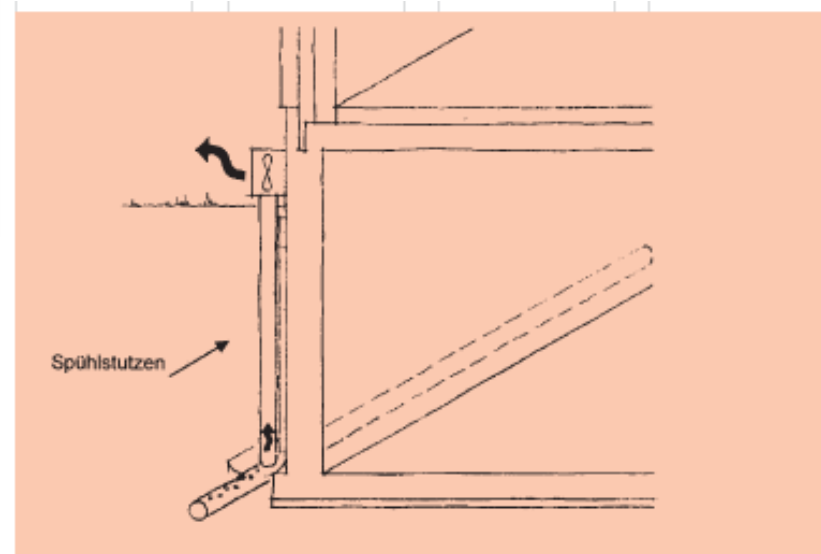
## Injection d'une étanchéité





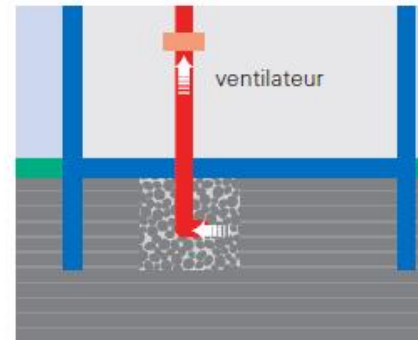
# Lutter contre la pénétration du radon

- **Étanchement** des portes, trappes, voire escaliers donnant sur un volume non habité (cave, vide sanitaire, garage...) (joints de compression périmétriques, seuils avec butée et joints, encloisonnement...)
- **Traitement spécifique des murs semi-enterrés ou enterrés** par drainage ou mise en dépression.



# Sur terre-plein

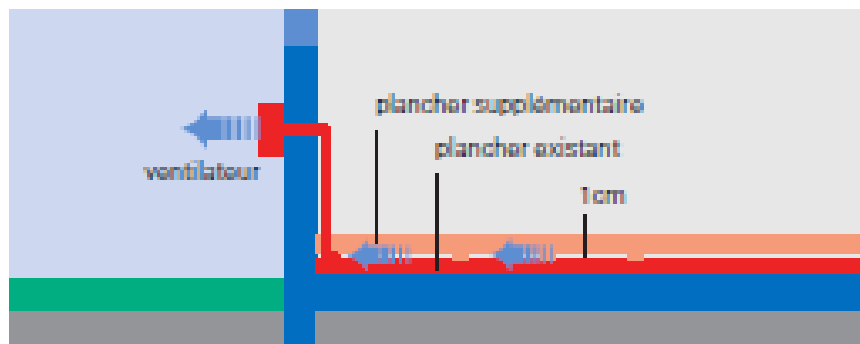
- Dépose du sol, mise en œuvre d'une nouvelle dalle et d'un sol étanche (membrane anti-radon)
- Double plancher
- Mise en place d'un SDS



Mise en dépression ponctuelle du terrain sous le bâtiment avec évacuation sur le toit



Un ventilateur situé à l'extérieur permet de créer une légère dépression sous la dalle



Ventilation d'un double plancher dans un local



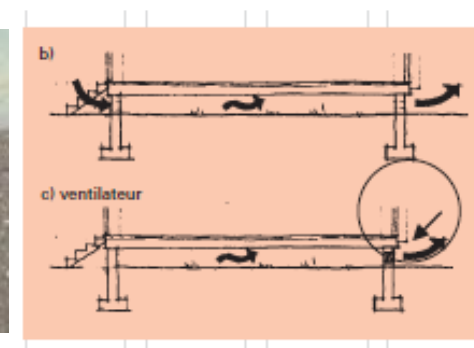
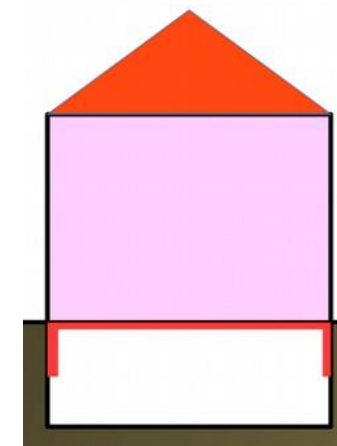
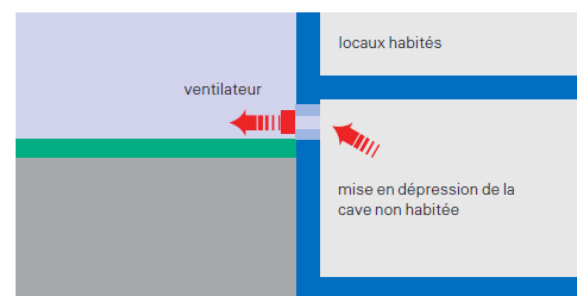
Rénovation de la structure sous le plancher : pose d'un système de drainage du radon



Ventilation ponctuelle (puisard à radon) – Excavation d'un puits

# En cas de soubassement

- Cas de l'obturation d'une prise d'air pour appareil à combustion, prenant son air comburant dans la cave, vide sanitaire : **nouvelle arrivée d'air** donnant sur l'extérieur, en traversée de mur.
- **Etanchement de surface** (ou d'un double plancher ventilé) pour sol poreux existant (membranes en sous face de plancher, résine polymérisable...)
  - Jonction soignée avec murs.
- **Ventilation** du soubassement, voire **extraction** de l'air radonné vers l'extérieur

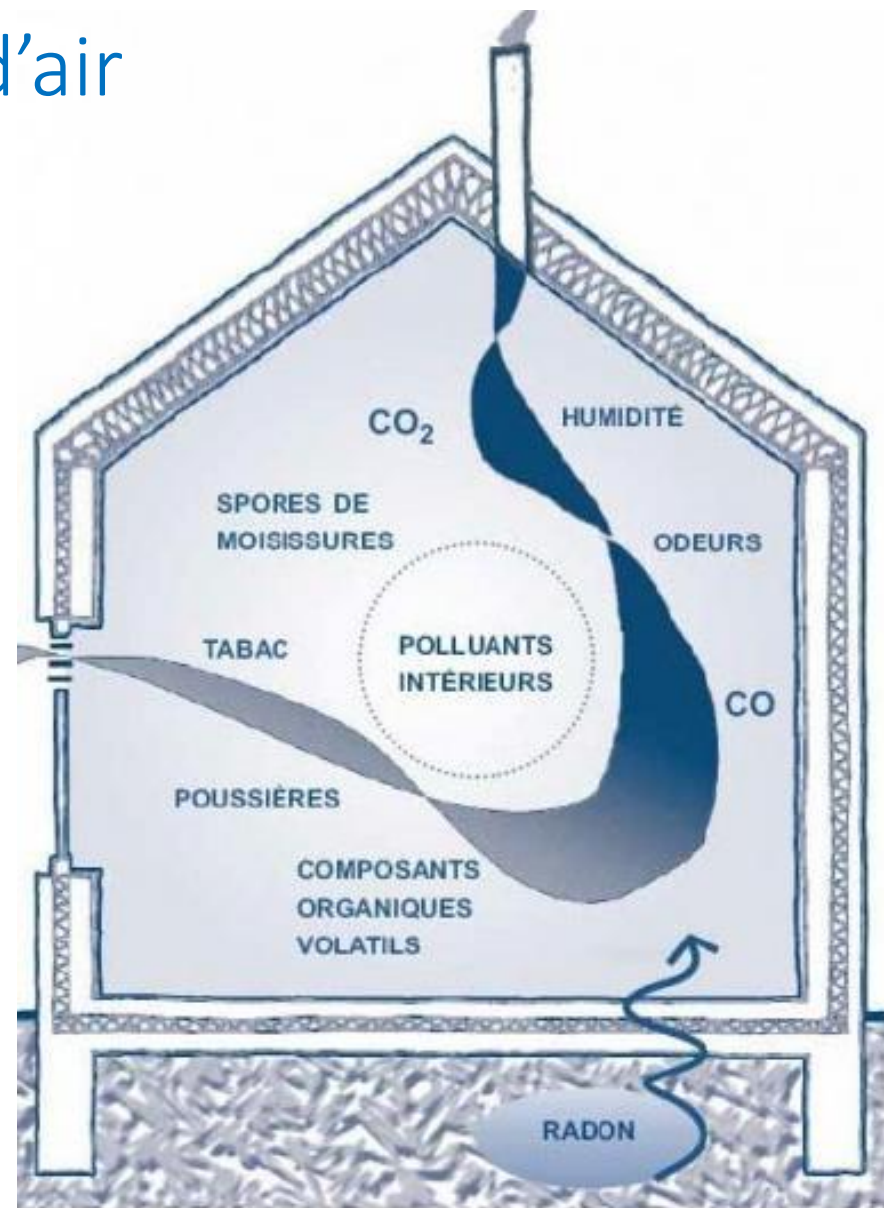


# La ventilation



# Améliorer le renouvellement d'air

- Dans le **logement** : ventilation permanente et générale, par balayage, avec des débits à atteindre depuis les arrêtés de 1982/1983
- Pour les **travailleurs**, code du travail (articles R4422-1 et suivants)
- Pour les **usagers** dans les ERP : le Règlement Sanitaire Départemental (Titre III – Dispositions applicables aux bâtiments autres que ceux à usage d'habitation et assimilés)
  - < 1000 voire 1300 ppm CO<sub>2</sub>
  - Débits entrants/occupant si ventilation
  - 6 m<sup>3</sup>/occupant sinon



# Améliorer le renouvellement d'air



- Beaucoup de défauts des systèmes de ventilations : dysfonctionnements !
  - Entrées d'air absentes, encrassées, voire bouchées par l'occupant
  - Extractions qui dysfonctionnent
  - Blocs moteurs à l'arrêt, horloge inopérante
  - Passages de transit d'air non conforme
  - Entretien inexistant
  - Système déséquilibré avec flux entrant < flux sortant, r  
dépression et favorisant la remonté de radon
- Mettre en place des [protocoles d'aération](#)
  - Solution palliative, mise en place immédiate
  - [Mais non pérenne](#)

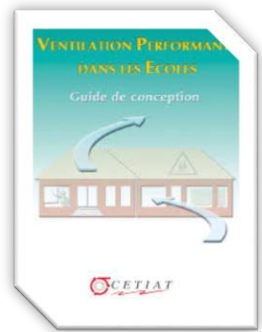


# Le cas d'école : une école

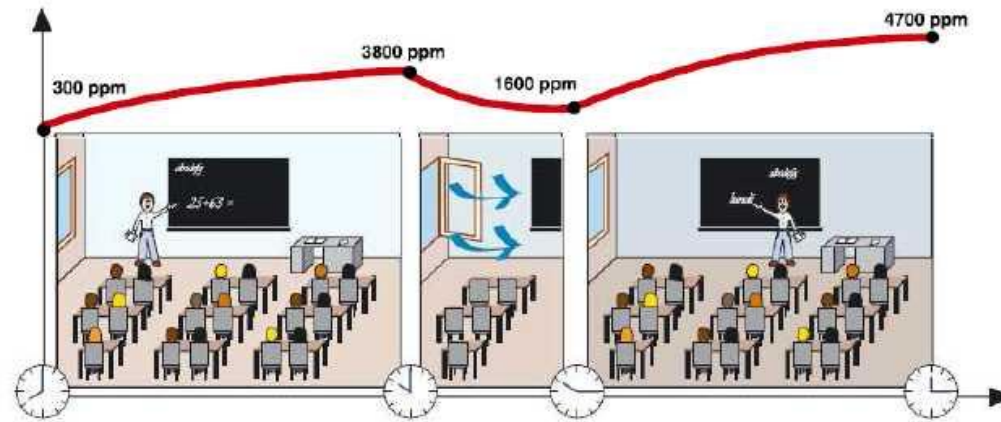
- RSDT : 1300 ppm CO<sub>2</sub> max / 15 m<sup>3</sup>/h/enfant – 18 m<sup>3</sup>/h/collégien, lycéen et +

## Exemple d'évolution de concentration en CO<sub>2</sub> :

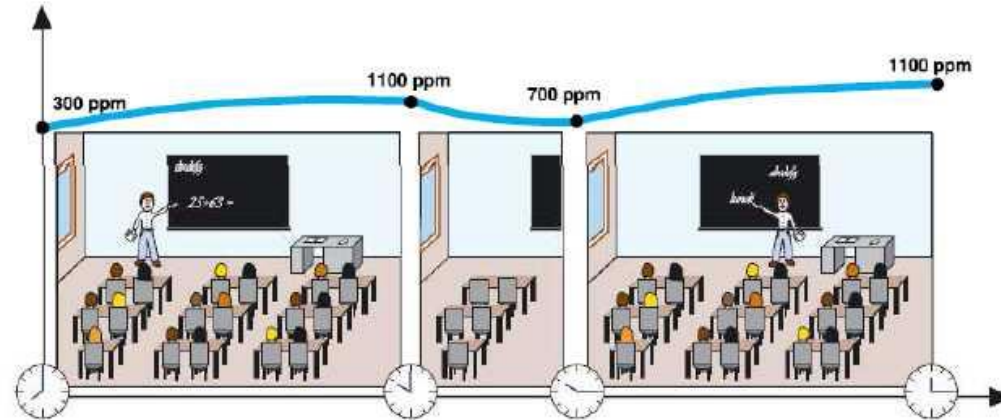
Classe de 25 élèves, 2h cours -> 1/4h interours -> 2h cours



**Cas " sans ventilation " :**  
 infiltrations 0.2Vol/h  
 (interours 4Vol/h)  
 Remarque : sans aération à l'interours, on atteindrait la valeur de 6200 ppm au bout de la période considérée (4h15).

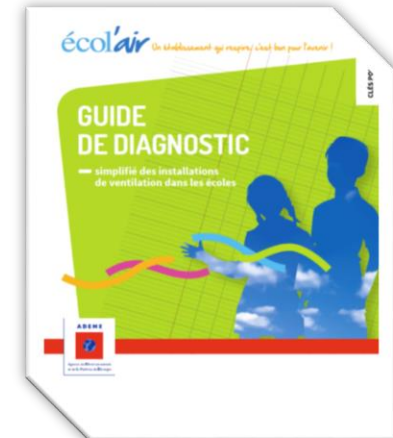


**Cas " avec ventilation " :**  
 18m<sup>3</sup>/h/pers->2.6Vol/h (en permanence)



# Le cas des écoles

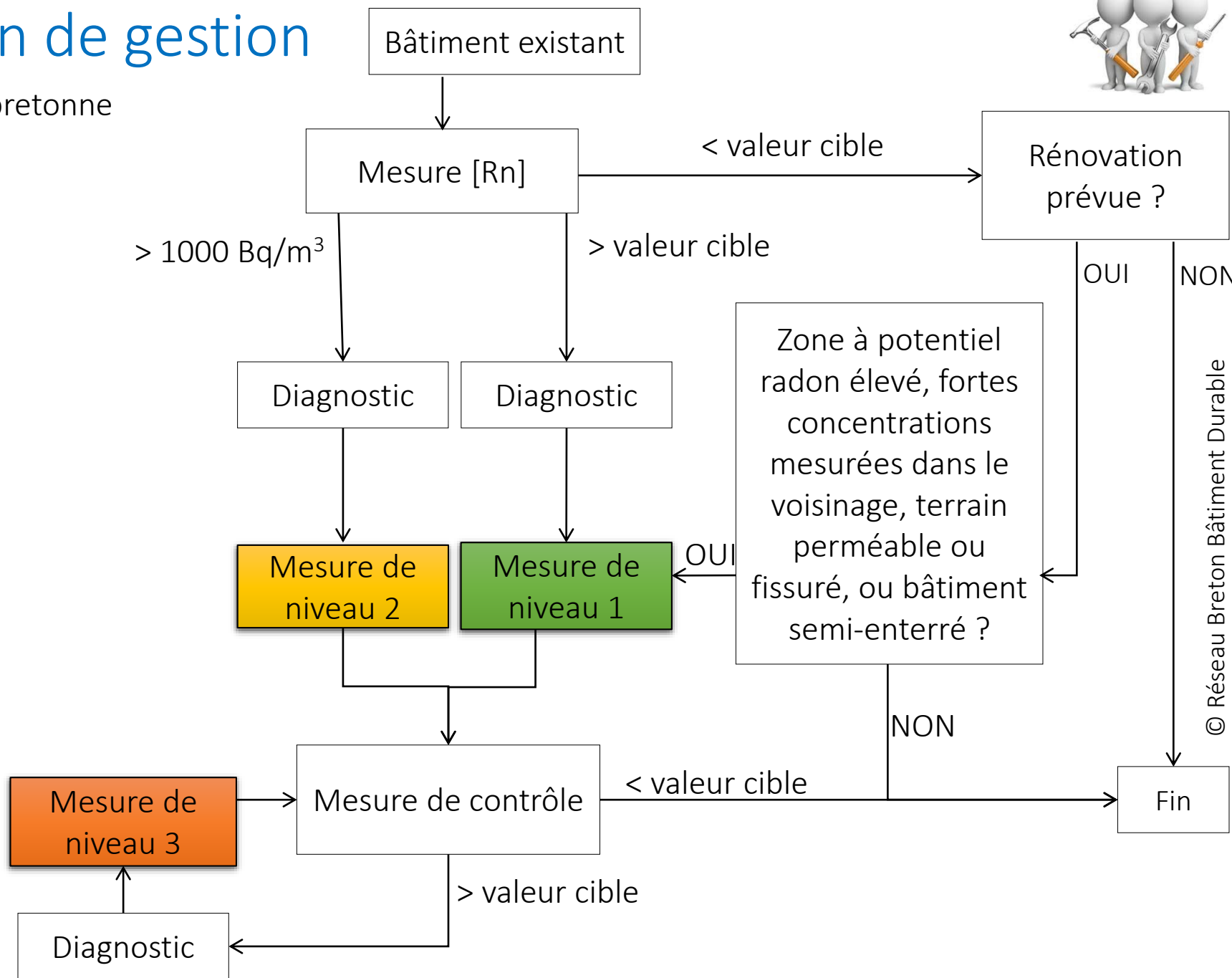
- **Entretien régulier des systèmes de ventilation, si existants**
  - Bouches d'entrées/sorties, blocs moteurs
  - Changement régulier des filtres
  - Nouvelles solutions techniques de nettoyages des conduits (Robots « ramoneur / aspirateur », soufflage et aspiration par section de gaines...)
  - Contrat d'entretien ?
- Fonctionnement efficient du système en place ?
  - Faire un **diagnostic** ([Guide du diagnostic Ecol'Air](#))
- Autres fiches pratiques spécifiques Ecol'Air
  - [Système de ventilation DF monobloc destiné aux salles de classe](#)
  - [Des solutions d'extraction d'air localisée dans les poubelles des locaux de changes](#)





# Solution de gestion

La méthode bretonne





# Solution de gestion

La méthode bretonne



	CONCEPTION	ETANCHEITE	VENTILATION
NIVEAU 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réaffectation des locaux : déplacement des CH à l'étage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Traitement des défauts d'étanchéité les plus simples (trous, fissures, passages de réseaux...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aération naturelle fréquente</li> <li>Création ou agrandissement EA</li> <li>Ventilation naturelle de la cave</li> </ul>
NIVEAU 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Séparation du sous-sol et du RDC, du sous-sol et de la cage d'escalier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pose d'une membrane d'étanchéité sur toutes les parties enterrées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Installation d'un système de VMC efficace</li> <li>Installation d'apports d'air frais pour les appareils à combustion (poêle, cuisinière, etc.)</li> </ul>
NIVEAU 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Accès à la cave par l'extérieur uniquement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pose d'une membrane d'étanchéité sous la dalle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en dépression du sol</li> <li>Mise en dépression de l'interface sol/bâti</li> </ul>



# Solution de gestion

La méthode suisse



Définition des étapes du plan d'assainissement

Les locaux concernés sont en contact avec le terrain

non

oui

Assainissement envisageable/prévu incluant un renouvellement complet de la structure sous le plancher

non

oui

Terrain sous le bâtiment très perméable (p. ex., remblais)

non

oui

Mise en dépression du terrain sous le bâtiment (drainage du radon) incluant une couche étanche sous le lit de remblais

- Assainissement de base**
- Renforcement de l'étanchéité des éléments de la construction entre les parties habitées et inhabitées (cave, vide sanitaire ou cavités)
  - Obturation des ouvertures, fissures, etc. visibles dans la maçonnerie en contact avec le terrain
- Travaux supplémentaires**
- Equilibrage des pressions entre l'intérieur et l'extérieur
  - Mise en dépression du sous-sol (cave) ou du vide sanitaire
  - Mise en dépression du terrain sous le bâtiment (puisard à radon)
  - Installation mécanique d'amenée d'air frais

- Assainissement de base**
- Obturation des ouvertures, fissures, etc. visibles dans la maçonnerie en contact avec le terrain
- Travaux supplémentaires**
- Equilibrage des pressions entre l'intérieur et l'extérieur
  - Mise en dépression du sol sous le bâtiment (puisard à radon)
  - Installation mécanique d'amenée d'air frais
  - Ventilation du double plancher et des murs dans certains locaux

**Mise en dépression du terrain sous le bâtiment (drainage du radon)**

# Radon et QAI : quelles similitudes ?

Le radon est un polluant de l'air intérieur **mais aussi un risque naturel**

	Surveillance QAI ERP	Surveillance Radon ERP
Qui ?	Propriétaire	
Où ?	Partout	Zones 3 (sauf si...)
Quand ?	7 ans (sauf si > : 2 ans)	10 ans (sauf si travaux...)
Comment ?	Evaluation des moyens d'aération Plan d'action ou mesures externalisées Affichage Préfet prévenu si > Expertise si >	Dépistage externalisé  Affichage Préfet prévenu si > Expertise si >
Combien ?	3 k€ / établissement Si mesures par OAcc	800 € / établissement Mesures obligatoires par OA
Pourquoi ?	Pour protéger les populations sensibles qui fréquentent l'établissement	

# Radon et QAI : quelles similitudes ?

>	Benzène		Formaldéhyde
Diagnostic	Source extérieure ou intérieure ?		Sources intérieures principales ?
	Quid du Renouvellement d'Air (RA) dans les locaux ?		
Actions	Source extérieure : isoler le bâtiment de la source, adapter le RA à la pollution extérieure (cf perchloroéthylène)	Source intérieure : éliminer la source intérieure et améliorer éventuellement le RA via l'aération / la ventilation	Éliminer la source intérieure, la remplacer et améliorer éventuellement le RA via l'aération / la ventilation

ICONE > = 3 : confinement ou en cas de > HCHO/Bn, se poser la question de la source mais aussi du RA => [se poser la question du radon, en zone 3, en RDC](#)

# Divers

- Les différents documents cités et en lien depuis ce support
- Faire intervenir un professionnel du bâtiment, en lien avec le radon :
  - Expert pour la phase diagnostic bâtiment : ? Faire référence à la bibliographie
  - Artisans/entreprises : ? - RGE, formation FFB...
    - Guide de la QAI (avt, pdt, ap. les travaux)
- Particuliers : entretenir son logement avec le Carnet de santé de l'habitat
- **Ne jamais s'engager sur des travaux coûteux immédiatement**, toujours vérifier l'efficacité des mesures et travaux entrepris par une mesure de vérification
- Auto-contrôle ou/puis organisme agréé de niveau N1A ASN
- Possibilité de faire appel aux services d'un OA N2 ASN qui va identifier les sources/voies d'entrée/voie de transfert du radon



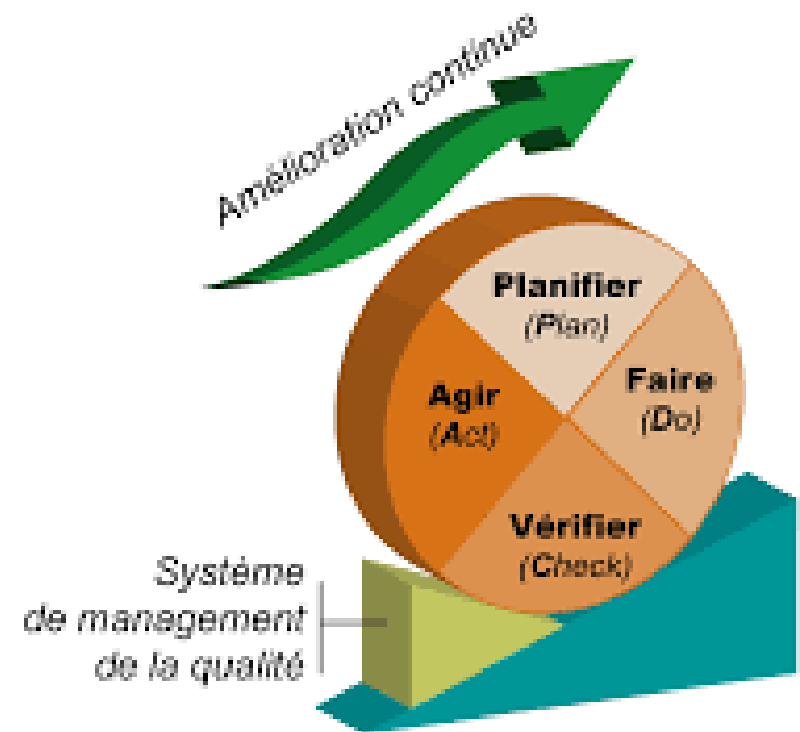
# Agir sur le radon

Mettre d'abord en œuvre des actions :

- En aérant et en entretenant sa ventilation
- En rebouchant les fissures, les trous etc.
- En ventilant le soubassement (si existant)
- Le tout avec une approche transversale (qai, thermique, confort et usages)

Puis, en mesurant à nouveau le radon :

- $< 300$  → continuer à bien entretenir son bâtiment
- $> 300$  → faire un diagnostic du bâtiment en allant plus dans le détail, avec une démarche de pas à pas



# Merci de votre attention



[radon@cerema.fr](mailto:radon@cerema.fr)  
[gai@cerema.fr](mailto:gai@cerema.fr)



L'EXPERTISE PUBLIQUE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE  
DES TERRITOIRES



**COLLECTIVITÉS ET CEREMA :  
INNOVONS ENSEMBLE !**

*Établissement public à caractère administratif (EPA), sous la tutelle conjointe du ministère de la Cohésion des Territoires et du ministère de la Transition écologique et solidaire, le Cerema développe des relations étroites avec les collectivités territoriales qui sont présentes dans ses instances de gouvernance.*