



Haute école d'ingénierie et d'architecture Fribourg  
Hochschule für Technik und Architektur Freiburg



centre romand de la qualité  
de l'air intérieur et du radon

# Prévenir ou assainir contre le radon ! Une démarche constructive à adopter par le professionnel de la construction

Joëlle Goyette Pernot

Professeur et déléguée radon de l'OFSP pour la Suisse romande

**Hes·SO**

Haute Ecole Spécialisée  
de Suisse occidentale  
Fachhochschule Westschweiz

# Déroulé

- Un plan d'action national qui met les mesures constructives et la formation des professionnels au cœur de la gestion du risque radon
- Un cadre légal révisé qui invite à construire des bâtiments neufs «radon safe» dès 2020 et à assainir l'existant de façon progressive
- Que faire pour garder le radon hors du bâtiment ? Une approche systématique et préventive
- Que faire pour évacuer le radon du bâtiment ? Une approche intégrée et cohérente pour assurer l'assainissement
- La rénovation énergétique une étape de la vie du bâtiment qui doit intégrer la question du radon !
- Remarques conclusives

# Plan d'action national radon 2012-2020

1. Révision des dispositions légales
2. Amélioration des connaissances de l'exposition au radon dans les habitations
3. Promotion des actions de protection contre le radon dans la construction
4. Élaboration d'une stratégie efficace concernant les assainissements
5. Intégration du radon dans la formation des spécialistes de la construction
6. Amélioration de la sensibilisation du public au problème de santé posé par le radon
7. Développement des outils et des méthodes

**Plan d'action national radon  
2012 – 2020**

**Objectif**  
**Adapter la  
stratégie  
Suisse à la  
nouvelle  
évaluation du  
risque**



 Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'intérieur DFI  
Office fédéral de la santé publique OFSP



## Module Radon du CAS QAI HES-SO 2018



# Programme de la formation 2018

- Jour 1**      \*Problématique radon et qualité de l'air intérieur, bases théoriques de la radioprotection, effets du radon sur l'organisme  
                 \*Origine géogénique du radon – notions de géologie
- Jour 2**      \*Notions de métrologie - mesure du radon (appareils de mesure bases physiques) + Rn habitation, place de travail, matériaux de construction et eau  
                 \*Nouveautés de l'ORaP et protocoles de mesures
- Jour 3**      \*Mesures préventives dans le neuf – Economie d'énergie et QAI impact de la ventilation sur la QAI  
                 \*Diagnostic radon et remédiation
- Jours 4 + 5** \*Camp de terrain à Sainte Croix, Vaud  
                 \*Mise en condition réelle, mesure et diagnostic radon
- Jour 6**      \*Aspects légaux et contractuels, chiffrage des coûts  
                 \*Temps à disposition pour répondre aux questions des participants
- Jour 7**      \*Examen écrit et présentation orale des expertises individuelles



Mesures du radon et du thoron dans le terrain



Analyse critique d'assainissements réalisés



Lecture du paysage



Mesures du radon dans l'eau



Retour d'expérience d'un consultant déjà formé



Observation d'erreurs



Mesure dans les bâtiments

# Un cadre légal révisé qui vise à protéger la population suisse de manière optimale contre le radon jusqu'en 2050

Les voies pour concrétiser cette vision:

- Des valeurs légales conformes aux normes internationales
- La concentration en radon mesurée correctement
- Dès 2020, tous les bâtiments neufs  $< 300 \text{ Bq/m}^3$
- Amélioration progressive de la situation dans les bâtiments existants
- Le principe de précaution appliqué aux enfants
- Des travailleurs qui ne sont pas exposés à plus de  $10 \text{ mSv/an}$

# Protection contre le radon dans les nouveaux bâtiments et lors de transformation (Art. 163 ORaP)

- Dans le cadre de la [procédure d'autorisation de construire](#) pour les [nouveaux bâtiments](#) et les [bâtiments transformés](#), l'autorité délivrant les autorisations [rend le propriétaire du bâtiment attentif](#) aux exigences de l'ORaP concernant le radon.
- Délai de mise en œuvre pour les cantons: [2020](#)

# Assainissement lié au radon (Art. 166 ORaP) et urgence de l'intervention

- En cas de dépassement de 300 Bq/m<sup>3</sup> le **propriétaire** prend les mesures d'assainissement nécessaires à ses frais
- Des recommandations concernant **l'urgence de l'assainissement** lui sont remises:

| Concentration de radon     | Délais d'assainissement              |                                   |                                |
|----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
|                            | >30 h /semaine                       |                                   | <15 h /semaine                 |
|                            | Locaux à séjour de personne prolongé | Locaux à séjour de personne court | Locaux sans séjour de personne |
| 300-600 Bq/m <sup>3</sup>  | 10 ans                               | 30 ans                            | Pas de mesures nécessaires     |
| 600-1000 Bq/m <sup>3</sup> | 3 ans                                | 10 ans                            |                                |
| >1000 Bq/m <sup>3</sup>    | 3 ans                                | 3 ans                             |                                |

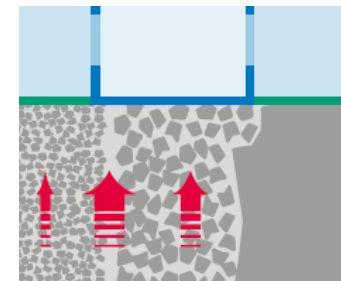
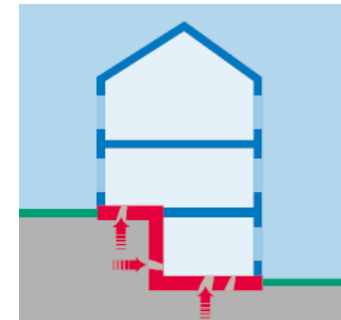
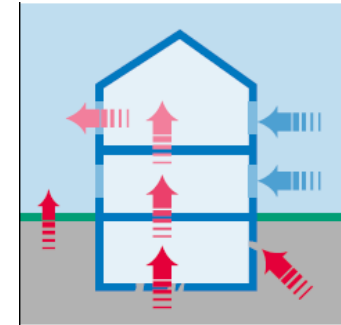
Source: Lignes directrices sur le radon, 2018

- Si le propriétaire du bâtiment demeure inactif, le **canton peut ordonner** l'assainissement lié au radon

# Garder le radon hors du bâtiment

En cause, le tirage thermique

- Renouvellement de l'air dans le bâtiment
- Conception et construction
- Nature du terrain



# Trois approches complémentaires

## Planifier et concevoir le bâtiment

- Emplacement
- Usage des locaux
- Enveloppe et de la structure
- Etanchéité à l'air et isolation

## Limiter les voies d'infiltration du radon dans le bâtiment

- Etanchéité des surfaces en contact avec le terrain
- Limiter les voies de passage du radon dans le bâtiment

## Assurer une bonne qualité de l'air intérieur

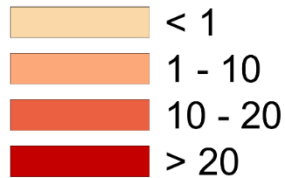
- Assurer un renouvellement de l'air adéquat
- Eviter la mise en dépression du bâtiment

L'objectif sera la plupart du temps atteint grâce à une **combinaison de méthodes**

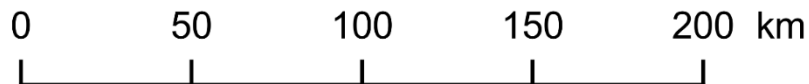
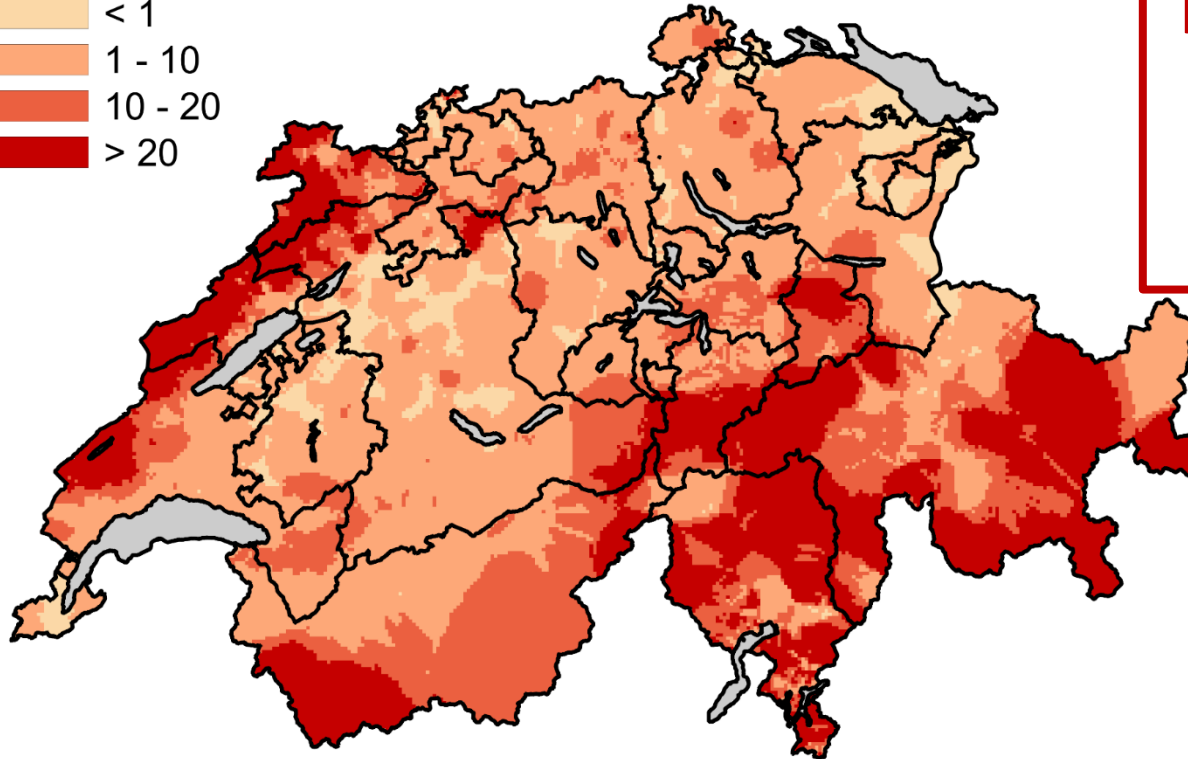
# Une grille pour évaluer le risque

| Groupe de critères        | Risque réduit si                                                                               | Risque aggravé si                                            |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Situation                 | Localisation sur le plateau suisse                                                             | Localisation dans l'arc jurassien ou le massif alpin         |
| Terrain                   | Terrain marneux, argileux, molasse<br>Terrain plat, peu pentu                                  | Rocher, gravier, karst, granite<br>Terrain en pente, éboulis |
| Conception architecturale | Aucun local occupé en contact direct avec le terrain                                           | Locaux occupés en contact avec le terrain.                   |
|                           | Entrée au sous-sol uniquement par l'extérieur.                                                 | Passage direct entre le sous-sol et les locaux occupés.      |
|                           |                                                                                                | Cage d'ascenseur ou d'escaliers descendant au sous-sol.      |
| Mode de construction      | Radier et murs étanches en contact avec le terrain                                             | Cave en terrain naturel ou plancher sur terrain naturel      |
|                           | Conduites passant par l'extérieur ou par un local aéré avant d'entrer dans les locaux occupés. | Conduites traversant les parois et dalles contre le terrain. |
|                           | Vide sanitaire prévu.                                                                          | Échangeur air-sol (puits canadien ou provençal)              |
|                           | Pas de regards à l'intérieur du bâtiment.                                                      | Ouvertures de contrôle (regards) ouvrant sur l'intérieur.    |
|                           | Ventilation naturelle ou mécanique double flux.                                                | Ventilation mécanique en extraction.                         |
|                           | Cheminée ou poêle avec amenée directe d'air frais                                              | Cheminée ou poêle sans amenée directe d'air frais            |

# Nouvelle cartographie du radon



Toute la Suisse est  
concernée par la  
problématique  
radon !



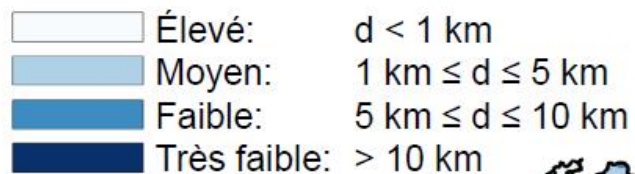
Probabilité en % de dépassement de la valeur de référence de 300 Bq/m<sup>3</sup>

Source : Office fédéral de la santé publique, état 2017

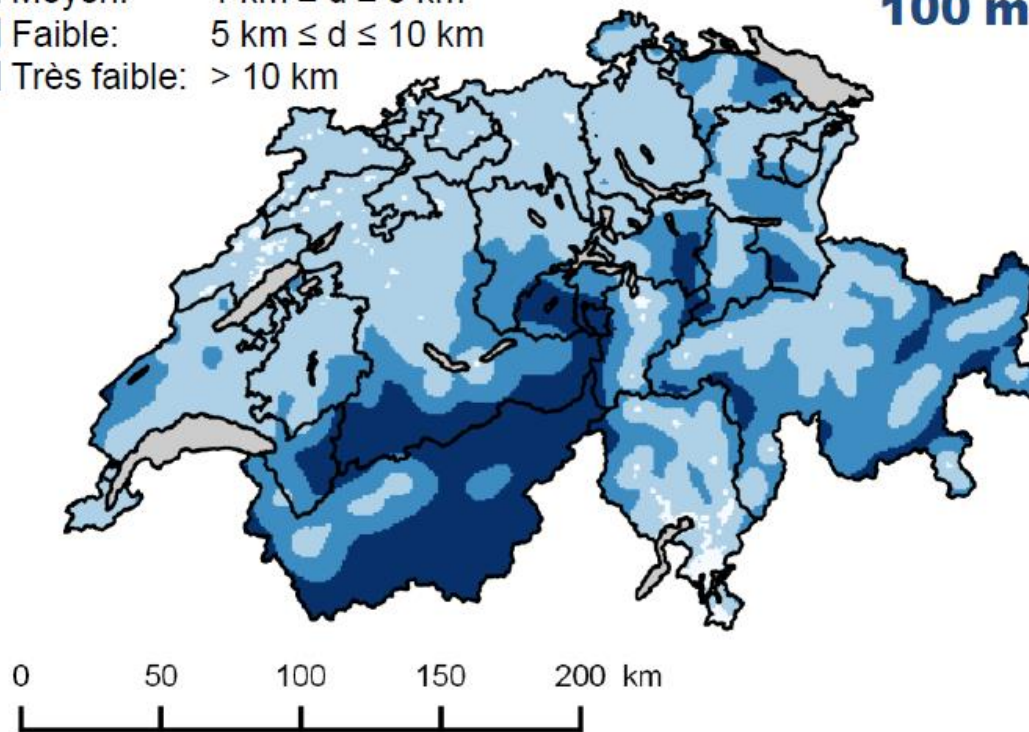
[https://map.geo.admin.ch/?layers=ch.bag.radonkarte&lang=fr&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers\\_opacity=0.75](https://map.geo.admin.ch/?layers=ch.bag.radonkarte&lang=fr&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers_opacity=0.75)



# Indice de confiance



Distance moyenne au **prochaines**  
**100 mesures**



Source : Office fédéral de la santé publique, état 2017

# Quelle décision prendre ?

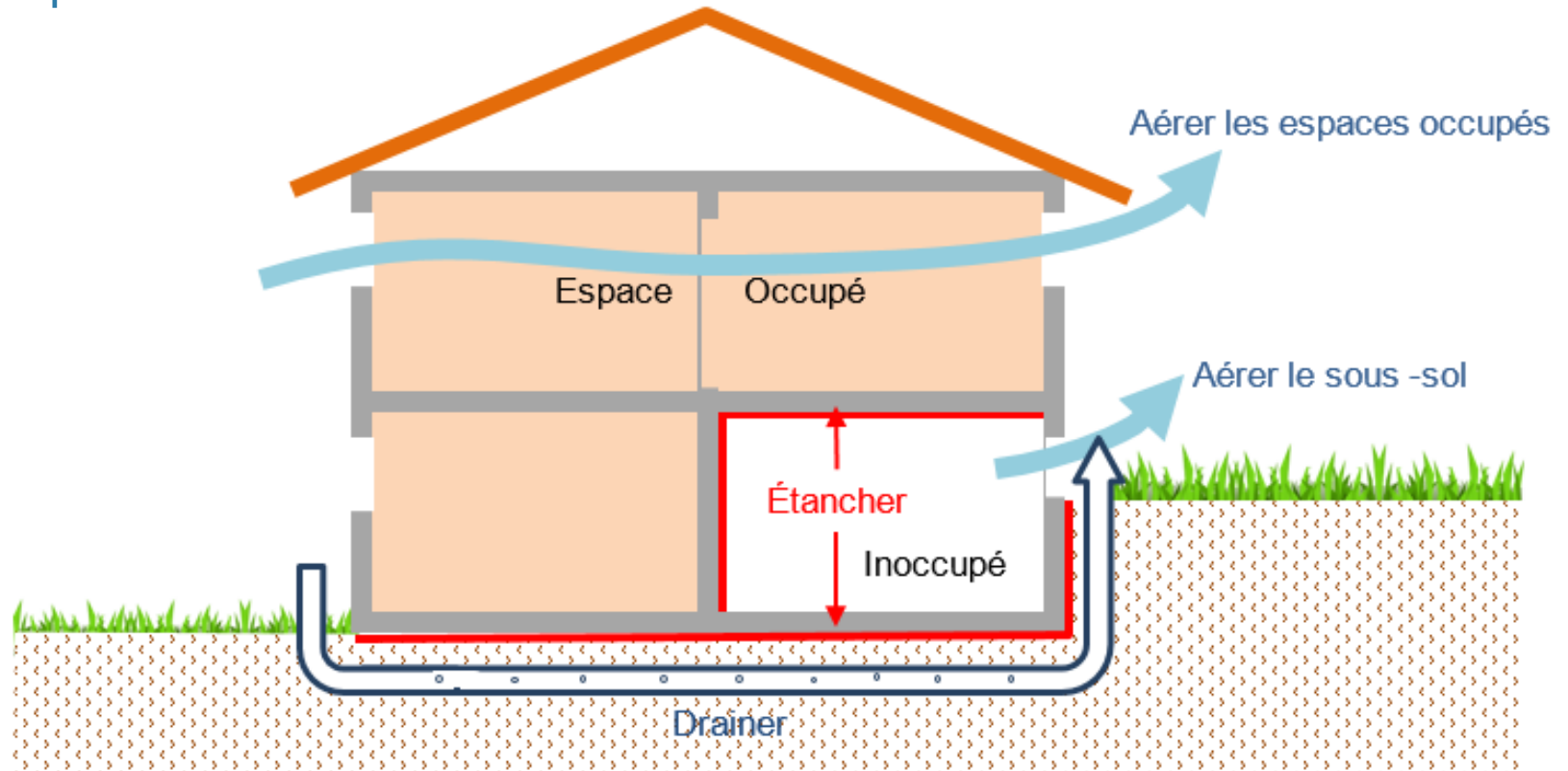
- Si le projet ne présente pas de risque spécifique → mettre en œuvre les mesures usuelles de protection contre l'humidité du terrain
- Si un ou + facteurs aggravants, prendre les mesures préventives ou préparatoires qui s'imposent



- Quoiqu'il en soit une **mesure de contrôle** s'impose pour connaître le niveau de radon **durant hiver qui suit la réception du bâtiment!**

# Mesures préventives

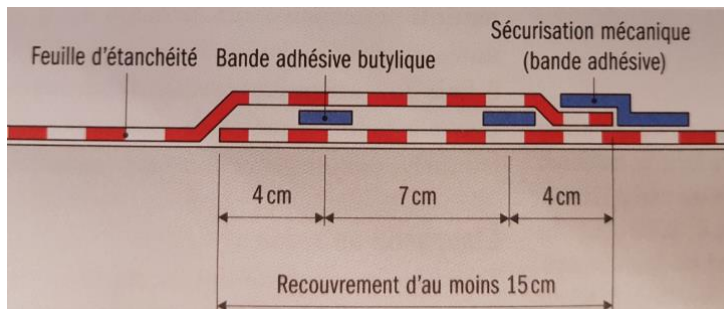
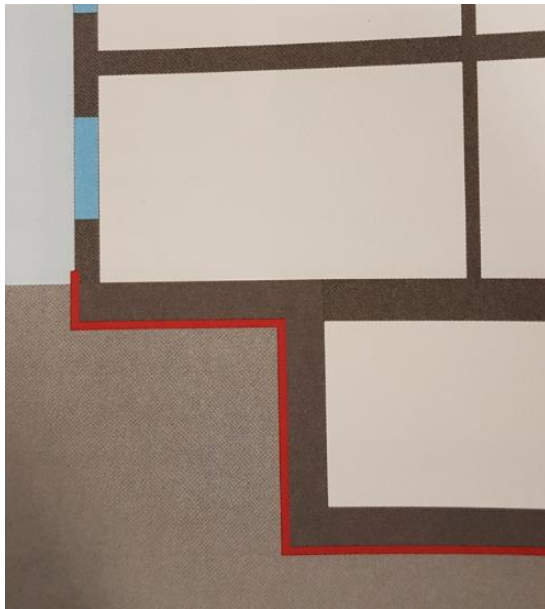
## Principes



1. Empêcher le radon d'entrer par une étanchéité adéquate ou un drainage du terrain
2. Evacuer le radon qui s'infiltré malgré tout → remédiation

# Mesures préventives

Se protéger contre l'humidité (SIA 180) et radier d'un seul tenant

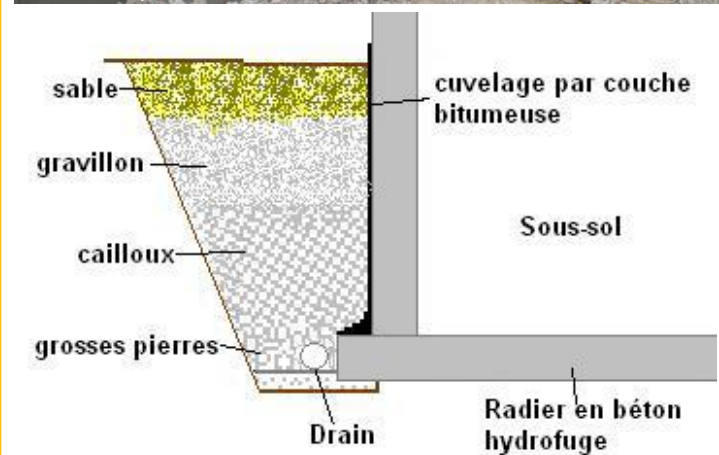


Mesure systématique de base

+



Source: <http://www.hausinfo.ch>



Mesure systématiquement encouragée

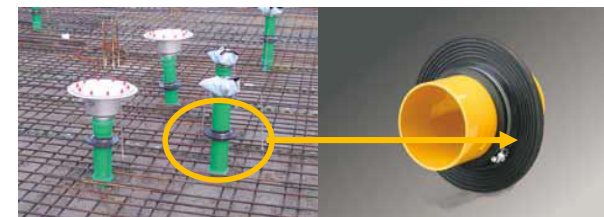
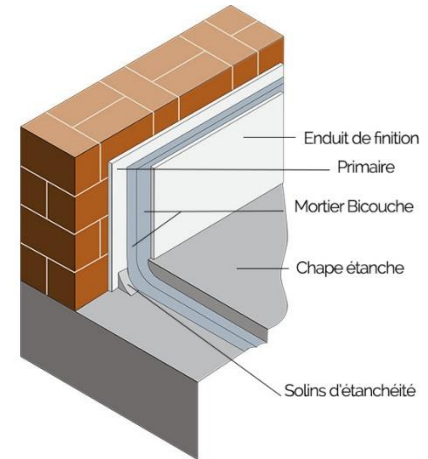


Insuffisant si fort potentiel radon dans le terrain

# Mesures préventives

Assurer une enveloppe étanche en contact avec le terrain si potentiel radon avéré

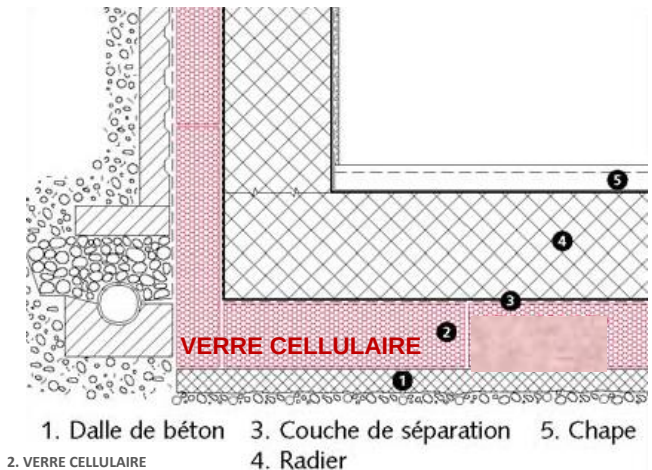
- Murs en contact avec le terrain en béton étanche de classe 1 selon la norme SIA 272 : ex. cuve blanche
- Assurer l'étanchéité des joints de dilatation des dalles ainsi que des raccords entre dalles et murs.
- Possibilité de réaliser cette étanchéité à l'aide d'une membrane continue adéquate si mise en œuvre avec soin (durabilité???)
- Passages de conduites traversant les éléments de construction en contact avec le terrain mais aussi gaines techniques, cages d'ascenseur et trappes d'évacuation



# Mesures préventives

Assurer une enveloppe étanche en contact avec le terrain si potentiel radon avéré

- Emploi possible du verre cellulaire comme barrière statique. Isolation contre mur et sous dalle de plancher
- Efficace comme isolation contre le radon mais aussi comme isolation thermique
- Étanchéité au gaz, résistance à la compression, imputrescibilité, résistance aux parasites mais nécessite une mise en œuvre impeccable

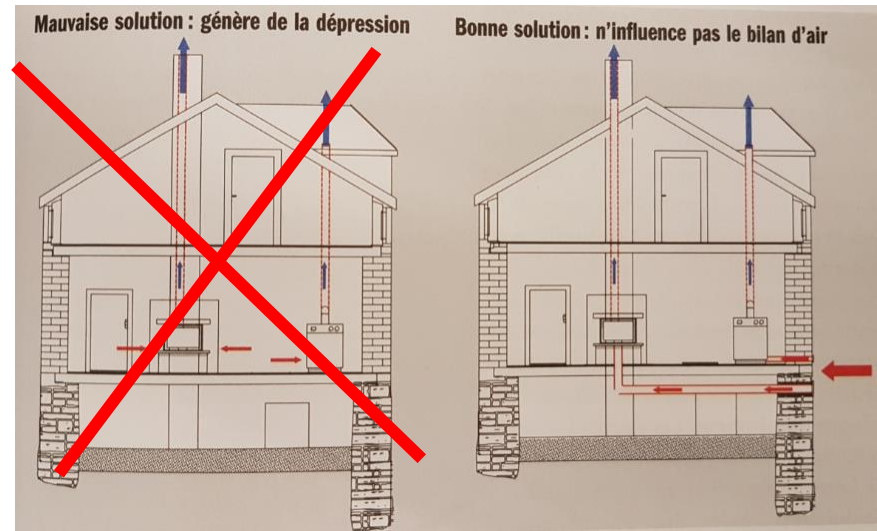


**Surcout important**  
**Exécution soignée indispensable**

# Mesures préventives

Eviter la mise en dépression de l'espace occupé

- Assurer un apport d'air propre adéquat pour chaudières et poêles
- Assurer une amenée d'air pour compenser l'air évacué des zones de cuisson et des salles de bain (ex. extracteurs)
- Assurer un bon renouvellement de l'air dans le logement favorisant une bonne qualité de l'air intérieur
- Créer une légère surpression dans les locaux habités ex. VMC double flux ou VMC par insufflation



# Mesures préventives

## Mettre en place un drainage spécifique

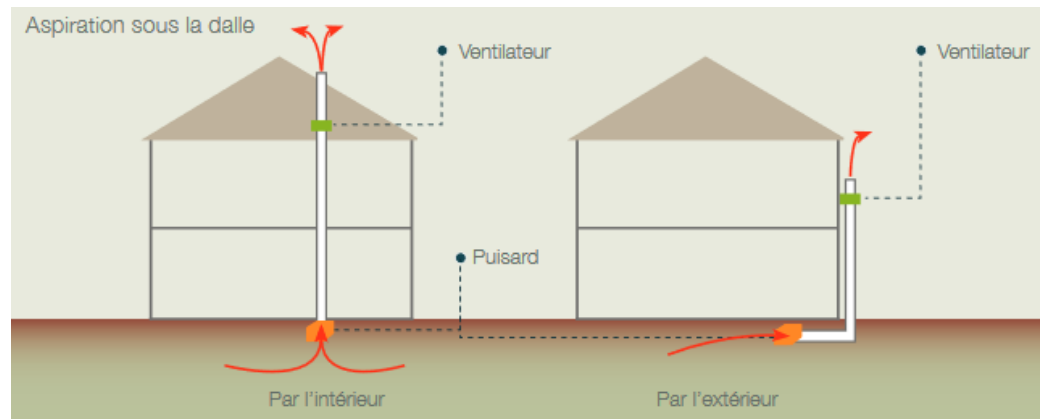
- Mettre en dépression le volume sous le bâtiment pour récolter l'air riche en radon et l'évacuer avant qu'il ne s'infilte dans le bâtiment
- Evacuation par une cheminée intérieure ou une conduite extérieure selon les cas de figure
- Activation facile si nécessaire
- Un vide sanitaire ou un sous sol maintenus en dépression peuvent faire office de drainage → voir remédiation dans l'existant



Source: OFSP



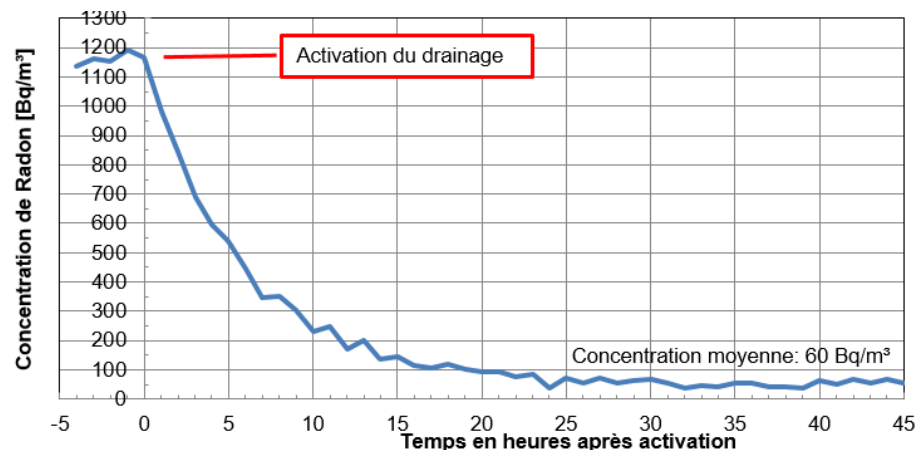
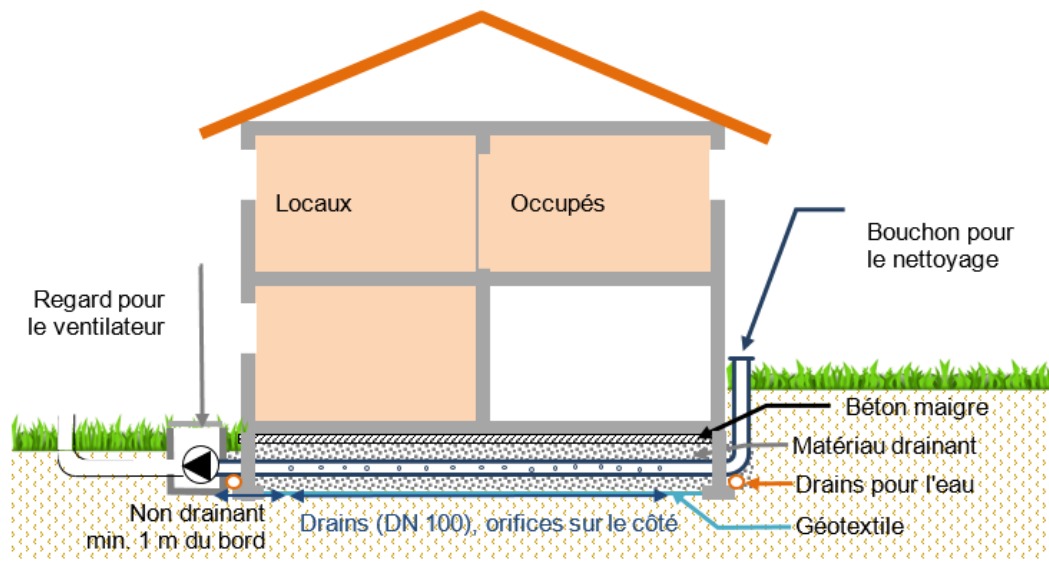
Haute école d'ingénierie et d'architecture Fribourg  
Hochschule für Technik und Architektur Freiburg



Source: fanc.fgov.be

# Mesures préventives

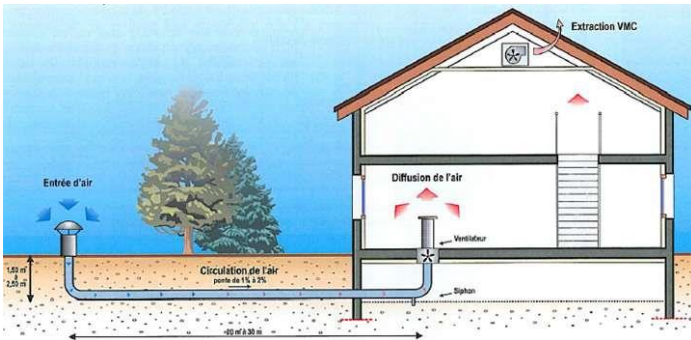
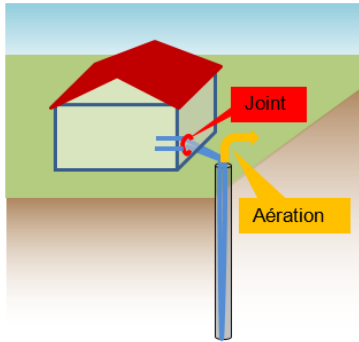
## Mettre en place un drainage spécifique



- Dimensionner le réseau pour réduire les pertes de charge
- Prévoir des orifices de nettoyage et d'évacuation de l'eau pouvant s'y infiltrer
- Boucher les extrémités des tuyaux opposés à la conduite d'évacuation
- Ne drainer que le volume sous le bâtiment. Les tuyaux perforés ne doivent pas sortir du périmètre de fondations
- Poser les tuyaux de drainage avec leurs trous sur le côté
- Eviter le colmatage par de la terre en posant la couche drainante sur un géotextile
- Couler du béton maigre sur la couche drainante pour éviter le colmatage lors du bétonnage du radier
- Effectuer une mesure de contrôle pour déterminer la nécessité de mettre en fonction le ventilateur

# Mesures préventives

## Cas particulier de la géothermie



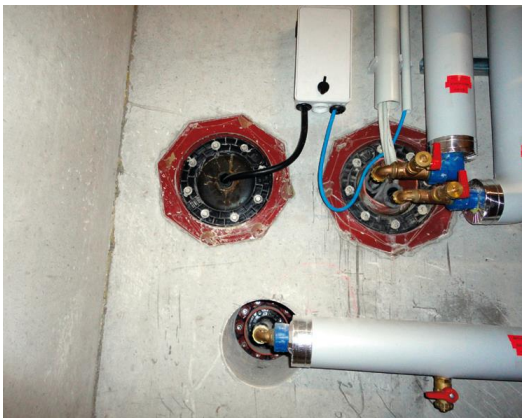
Source: [http://www.cmonney.ch/le\\_puit\\_canadien\\_ou\\_provencal\\_132.htm](http://www.cmonney.ch/le_puit_canadien_ou_provencal_132.htm)

### 1. Sondes ou pompes à chaleur

- Entrée potentielle de radon
- Faire les forage à côté du bâtiment
- Aérer naturellement et en permanence le regard de la tête de puits
- Veiller à l'étanchéité des passages de conduites en utilisant des colliers de passage pour tuyaux ou des joints d'étanchéité
- Privilégier les matériaux qui résistent à long terme aux agressions chimiques et physiques (p.ex. le polyéthylène plutôt que le PVC)

### 2. Échangeur sol-air (puits canadien)

- Eviter que des gaz provenant du terrain ne pénètrent dans le bâtiment par le système de ventilation
- Tuyaux étanches à l'air (PE) et joints étanches durables
- Placer les tubes enterrés en surpression
- Prise d'air frais à l'extérieur doit respecter les indications du cahier technique SIA 2023
- Evacuer l'eau de condensation dans les conduites par des méthodes appropriées



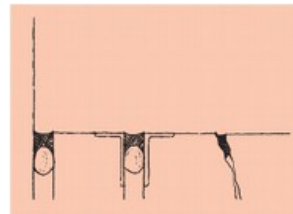
Echangeurs géothermiques air-sol exécutés avec des tuyaux étanches à l'air (matière plastique)

# Assainir contre le radon dans l'existant

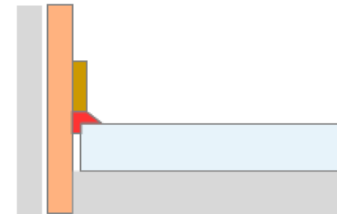
## Traiter l'interface sol/bâtiment

Assurer la meilleure étanchéité à l'air possible entre le bâtiment et son sous-sol

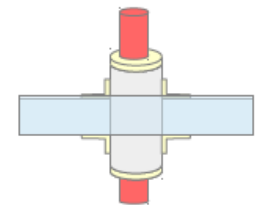
- Etancher les points singuliers entre le soubassement et le volume habité (canalisations, passages de réseaux, portes, trappes)
- Traitement des surfaces (sols, murs enterrés)
- Couverture des sols en terre battue



Étanchéification de fissures au moyen de mastic à élasticité permanente (Manuel suisse du radon)



Injection d'une étanchéité entre le dallage et la plinthe (Cerema)

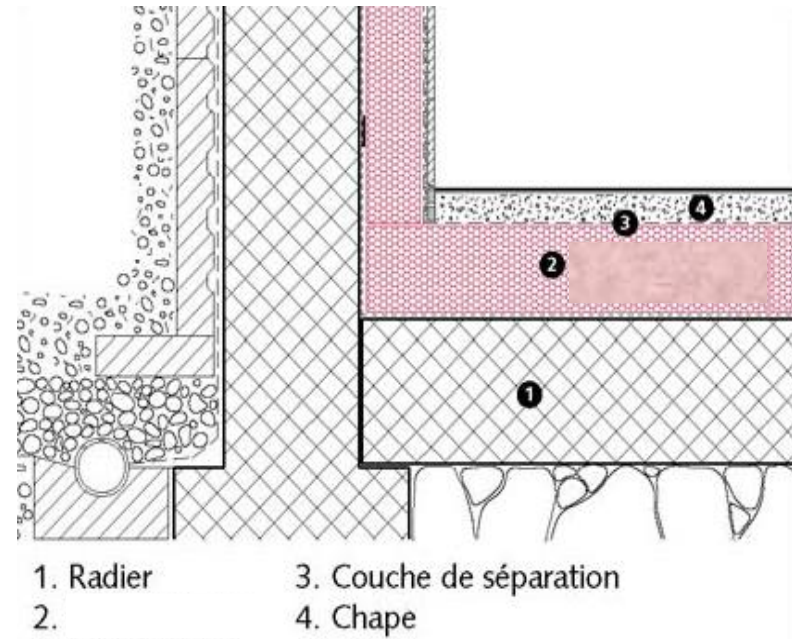


Injection d'une étanchéité autour et à l'intérieur de la gaine électrique (Cerema)

# Assainir contre le radon dans l'existant

## Traiter l'interface sol/bâtiment

- Emploi possible du verre cellulaire comme barrière statique. Isolation contre mur et sur dalle de plancher
- Efficace comme isolation contre le radon mais aussi comme isolation thermique
- Étanchéité au gaz, résistance à la compression, imputrescibilité, résistance aux parasites mais nécessite une mise en impeccable



Source: <http://be.foamglas.com>



**Surcout important**  
**Exécution soignée indispensable!**

# Assainir contre le radon dans l'existant

## Traiter l'interface sol/bâtiment

Etanchéifier la porte d'accès à la cave ou au sous-sol

- Mise en œuvre des joints d'étanchéité élastiques (à lèvres ou creux) sur le pourtour et de manière continue entre le dormant et l'ouvrant de la porte
- Seuils des portes équipés d'une battue munie d'un joint d'étanchéité élastique
- Système de fermeture automatique recommandé
- Les joints doivent être contrôlés tous les 5 à 8 ans
- Les systèmes de battue à base de brosse ou de joint fixe n'offrent pas une étanchéité suffisante



Avec ces mesures, on assume  
que l'on a du radon dans le  
soubassement!

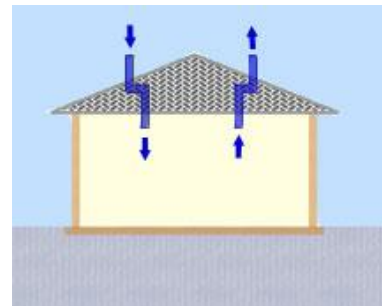
# Assainir contre le radon dans l'existant

Eviter d'aggraver la mise en dépression de l'espace occupé

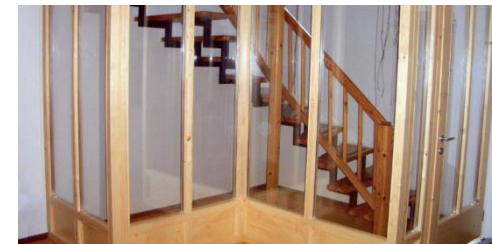
- Garantir un apport d'air propre adéquat pour chaudières et poêles
- Assurer une amenée d'air pour compenser l'air évacué des zones de cuisson et des salles de bain (ex. extracteurs)
- Equilibrer les pressions voire mettre le bâtiment en légère surpression de quelques Pa
- Isoler ou réaffecter les locaux contaminés ou envisager un autre accès



Source: Goyette



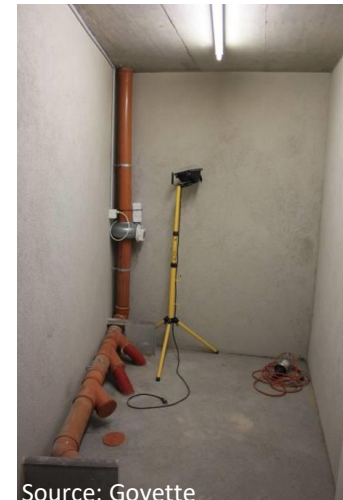
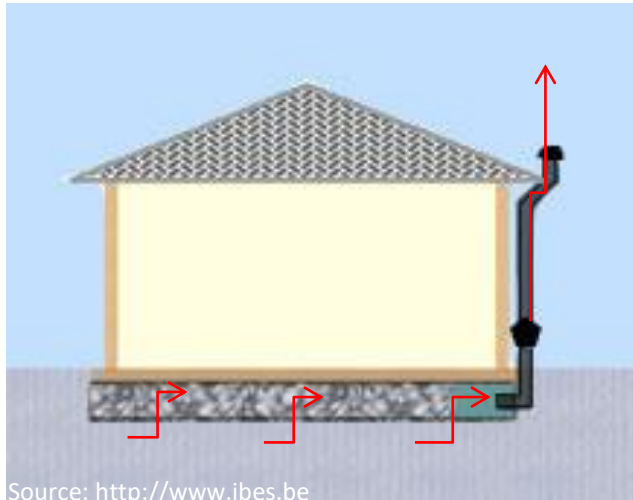
Source: <http://www.ibes.be>



Source: © Office fédéral de la santé publique, 2012

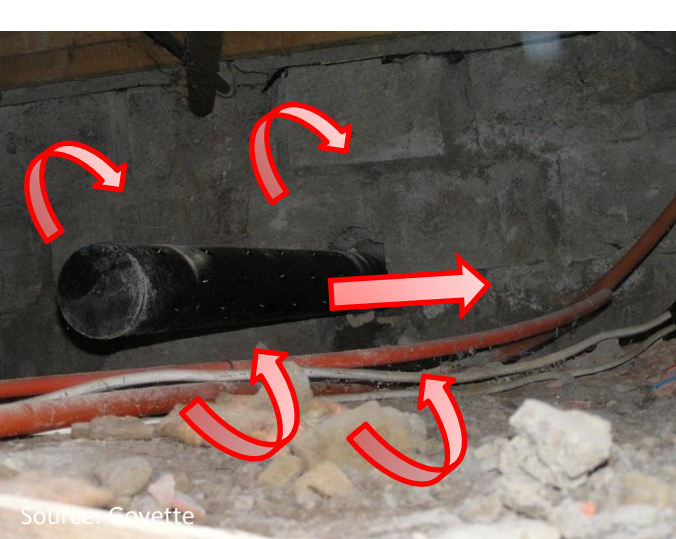
# Extraire le radon avant sa diffusion dans le bâtiment

- Mettre en dépression le terrain situé sous le bâtiment pour empêcher l'infiltration du radon par convection: **cas du puisard à radon** (principe équivalent au drainage sous dalle dans le neuf!)
- Efficacité de cette approche fonction de la nature du terrain
- Evacuation passive ou mécanique

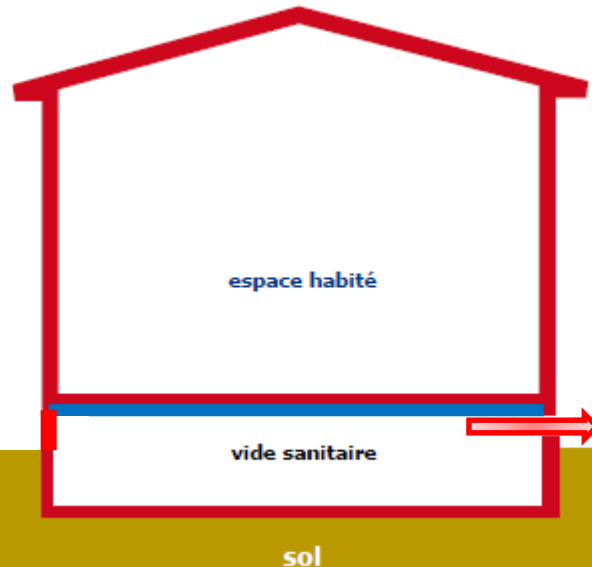


# En présence d'un vide sanitaire

- Ventiler le vide sanitaire et renforcer l'étanchéité du plafond du vide sanitaire
- Extraire le radon du vide sanitaire en le mettant en dépression



Source: Goyette



Source: [http://conseils.xpair.com/livret/qualite\\_air\\_radon.htm](http://conseils.xpair.com/livret/qualite_air_radon.htm)



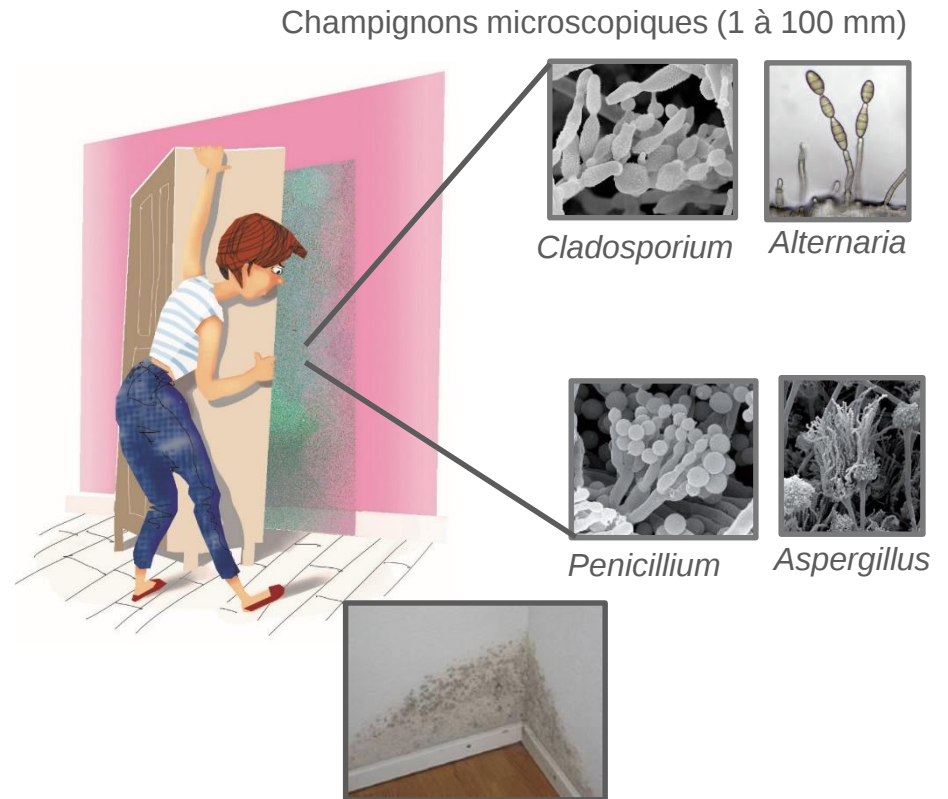
Source: Goyette

# Lutter contre le radon dans l'existant

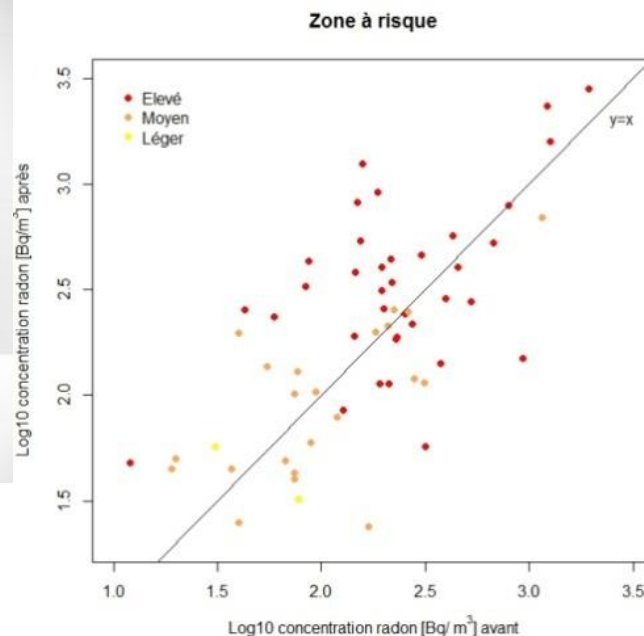
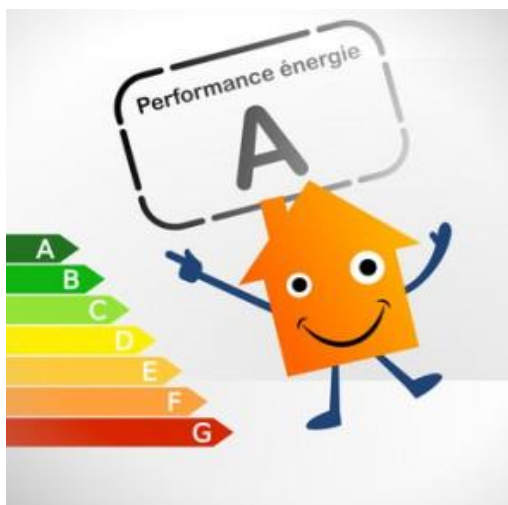
## Améliorer le renouvellement de l'air

Augmenter le renouvellement de l'air à l'intérieur des pièces habitées pour diluer le radon et améliorer globalement la qualité de l'air intérieur

- Apporter un air neuf hygiénique aux occupants
- Évacuer les polluants et odeurs qui s'accumulent
- Éliminer l'excès d'humidité
- Préserver le bâti
- Fournir aux appareils à combustion, l'oxygène dont ils ont besoin pour fonctionner sans danger pour notre santé

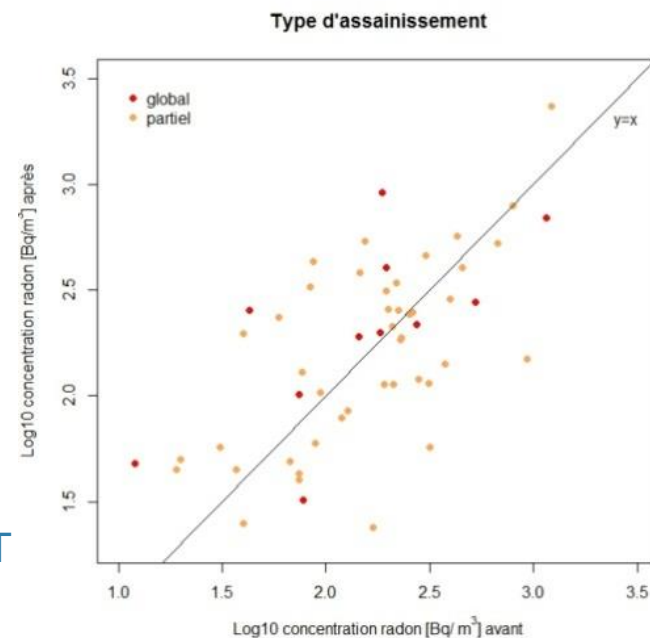


# Rénovation énergétique et radon



$p=0.23$

[Rn] APRÈS = 1.18 X [Rn] AVANT  
en moyenne pour 60 bâtiments



$p=0.24$

[Rn] APRÈS ASS GLOBAL = 1.42 X [Rn] AVANT  
(54 bâtiments)

# Remarques conclusives



- Seule une mesure du radon peut révéler sa présence.
- Avec la révision du cadre légal et l'abaissement des valeurs tolérées, il faut tenir compte du radon de manière plus systématique en Suisse.
- La rénovation énergétique du parc immobilier Suisse est un challenge pour les années à venir.
- Il apparait clairement que seule une approche intégrée portera des fruits.
- Assurer un bon renouvellement de l'air, c'est contribuer à une meilleure QAI et à une amélioration globale de la qualité sanitaire du cadre bâti
- Sensibiliser et former les professionnels est un réel enjeu mais la gestion de ce risque au quotidien doit aussi passer par un public averti.
- Des économies d'énergie, oui! mais «le mieux ne doit pas être l'ennemi du bien»!



# Merci pour votre attention!



© felix

Pour en savoir plus:



Dr Joëlle Goyette Pernot

HEIA-FR

Bd de Pérolles 80

CH-1700 Fribourg

[joelle.goyette@hefr.ch](mailto:joelle.goyette@hefr.ch)



Haute école d'ingénierie et d'architecture Fribourg  
Hochschule für Technik und Architektur Freiburg