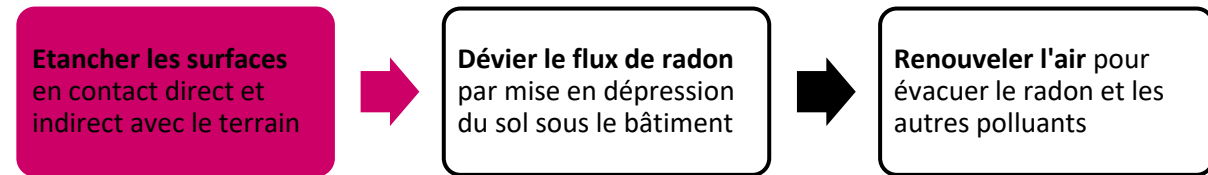


Limiter les infiltrations de radon dans le bâtiment et son transfert vers la zone de vie

## A1 : Étancher les surfaces en contact direct et indirect avec le terrain

Pour lutter efficacement contre la présence de radon dans un bâtiment, plusieurs éléments doivent être combinés :



**Étancher<sup>1</sup>**



**Dévier<sup>2</sup>**



**Renouveler l'air<sup>3</sup>**

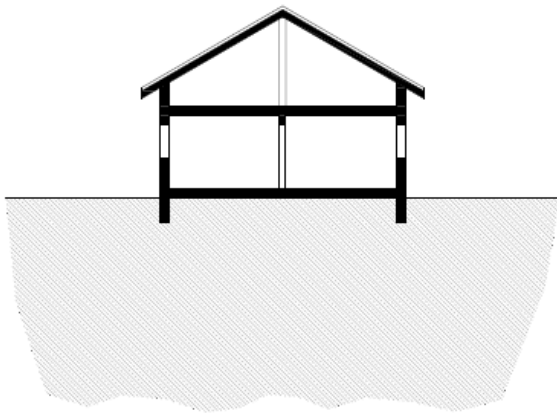
**1 :** éléments pour réaliser l'étanchéité de surfaces, de raccords et de passages de conduites (photos : ©Effiteam Sàrl). **2 :** ventilateur pour mise en dépression du sol sous le bâtiment et tube drainant en polyéthylène dans sa partie sous terrain (photos : ©Econs SA). **3 :** renouvellement de l'air par une ouverture manuelle des fenêtres ou par un système de ventilation mécanique (photos : ©Effiteam Sàrl).

<sup>1</sup> Toutes les surfaces et les passages de conduites techniques en contact direct et indirect avec le terrain doivent être étanchées au mieux pour limiter les infiltrations de radon du terrain vers le soubassement du bâtiment ainsi que son transfert dans les niveaux et espaces occupés. C'est le thème traité par cette fiche.

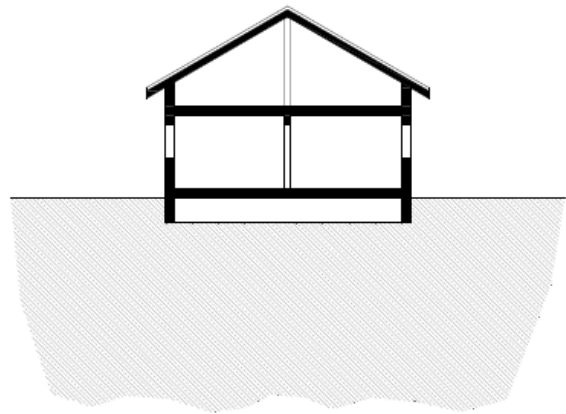
<sup>2</sup> Selon la concentration de radon mesurée dans l'habitation, il peut également être nécessaire de mettre en dépression le sol sous le bâtiment (en plus de l'étanchéification des surfaces) pour « dévier le radon » avant qu'il ne s'infiltré dans le bâtiment. Lorsque les locaux sont occupés plus de 30h par semaine, la concentration de radon mesurée doit être < 300 Bq/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle selon la nouvelle Ordonnance sur la Radioprotection (ORaP, 2017). L'organisation mondiale de la santé (OMS) va plus loin et recommande d'avoir une teneur en radon la plus basse possible, avec un niveau de référence de 100 Bq/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle. Le label de qualité Minergie, via son complément ECO définit que la concentration pour les rénovations doit être inférieure à 100 Bq/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle, confirmé par des mesures après la réception du bâtiment (critère obligatoire pour l'obtention du label). En revanche, pour les nouvelles constructions le complément ECO du label Minergie ne fixe aucune exigence obligatoire à propos du radon (seulement un critère optionnel pour une concentration inférieure à 100 Bq/m<sup>3</sup>) et n'impose pas de mesure de radon après réception du bâtiment. Pourtant, 6% des constructions neuves mesurées à ce jour en Suisse présentent une teneur en radon supérieure à 300 Bq/m<sup>3</sup>. La mise en dépression du sol est traitée dans la fiche « n°R02 : dévier le radon avant qu'il n'entre dans les parties occupées ». Cela devrait systématiquement être fait lorsqu'une ventilation simple-flux est installée dans des locaux occupés directement en contact avec le terrain dans une zone à risque. Ce type de ventilation met légèrement en dépression le bâtiment ce qui favorise donc l'infiltration du gaz.

<sup>3</sup> Dans tous les cas, une bonne aération du logement doit être réalisée. Elle permettra d'évacuer le radon qui aurait tout de même pu s'infiltrer dans le logement, malgré toutes les précautions prises. Ce thème est traité dans les fiches « aérer le bâtiment ». Le renouvellement de l'air peut s'effectuer par ouverture manuelle des fenêtres ou à l'aide d'un système de ventilation contrôlée automatique. Cela permet également d'évacuer les autres polluants de l'air intérieur émis par le mobilier, les occupants, les produits de consommation courante utilisés et d'implicitement assurer une bonne qualité d'air dans les locaux.

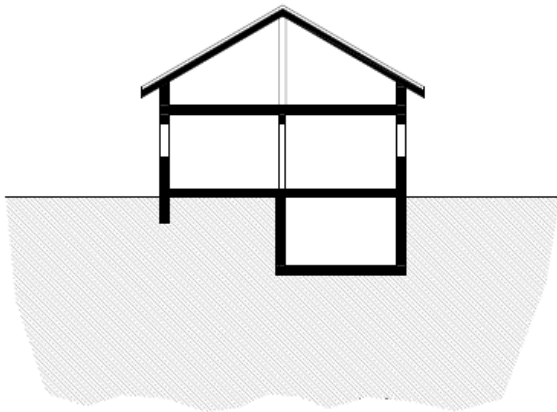
**Types de contact avec le terrain :**



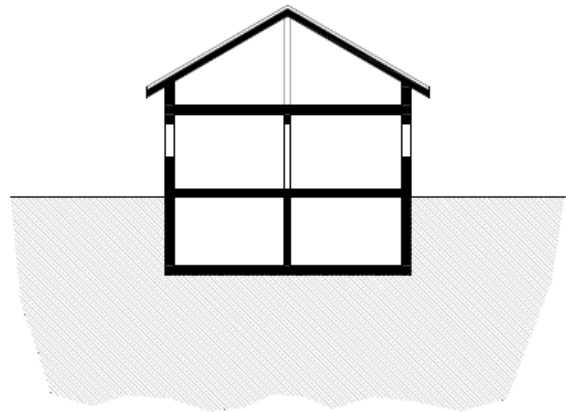
Sol sur terre plein



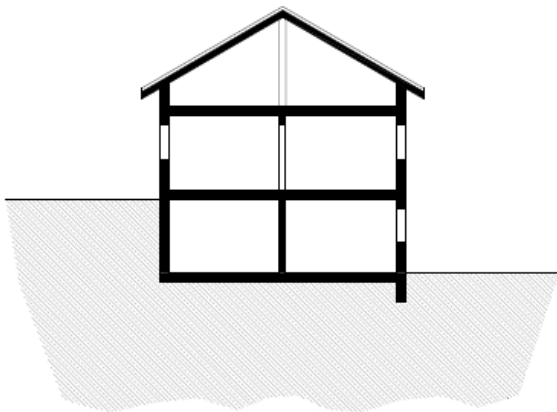
Sol sur vide sanitaire



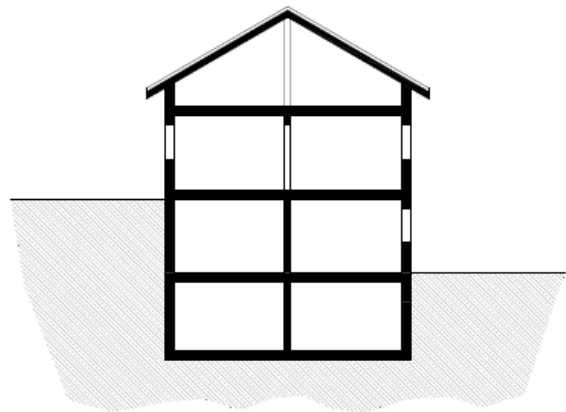
Sous-sol semi excavé



Sous-sol excavé



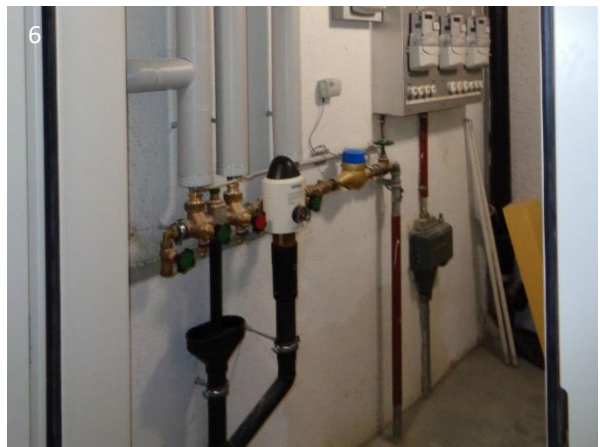
Rez inférieur adossé au terrain



Sous-sol excavé et Rez inférieur adossé au terrain

Vue schématique de contacts avec le terrain (détail : croqAIR, HEIA-FR)

**Illustrations de situations rencontrées favorisant l'infiltration du radon dans le bâtiment et son transfert vers les espaces chauffés :**



**1** : vide sanitaire mal ventilé avec traversées de conduites et plafond non étanche de hourdis de brique, parfois avec trappes d'accès direct depuis l'habitation. **2** : cave en terre battue avec porte d'accès non étanche. **3** : cave en terre battue avec traversées de conduites. **4** : porte d'accès à la cave non étanche donnant directement dans l'habitation. **5** : fissure sur un mur d'accès au sous-sol. **6** : local technique avec traversées de conduites au sol (introductions d'électricité et d'eau potable, canalisations). (photos : ©Effiteam Sàrl)



**1** : introduction d'eau potable traversant le radier. **2** : introduction d'eau potable dans une cave en terre battue avec murs enterrés en moellons, séparation avec l'habitation par un plancher en bois non étanche. **3** : introduction de gaz à travers un mur enterré. **4** : canalisation d'eau usée traversant la dalle au sous-sol. **5** : gaine technique reliant les étages avec le sous-sol. **6** : passages de conduites (eau potable, électricité et colonnes de chute) à travers une dalle en hourdis de briques terre cuite non étanche séparant le sous-sol de l'habitation. (photos : ©Effiteam Sàrl)

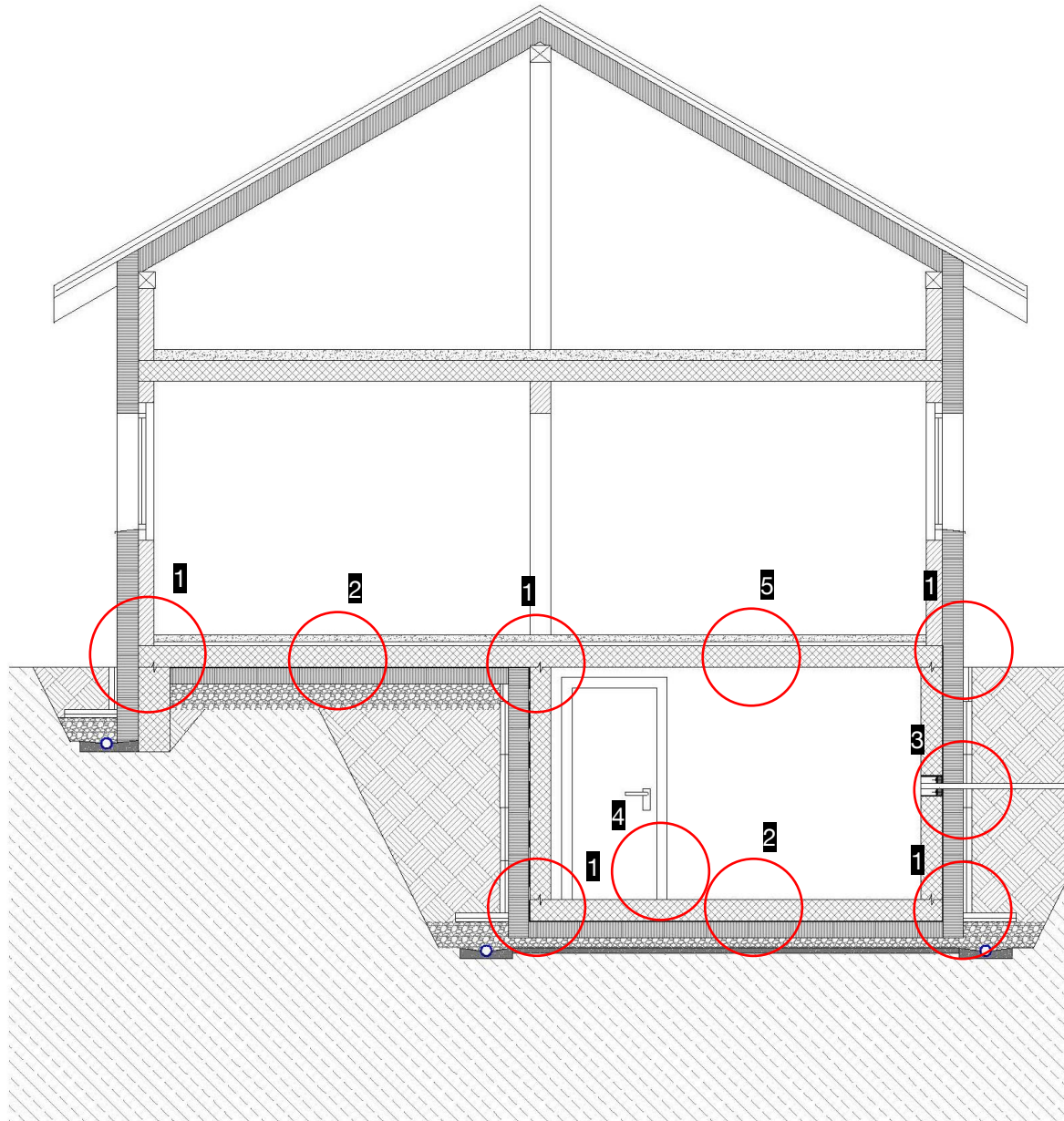


Trappe d'accès vide sanitaire



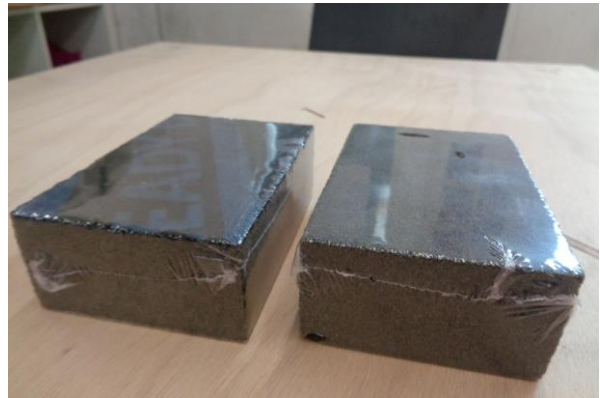
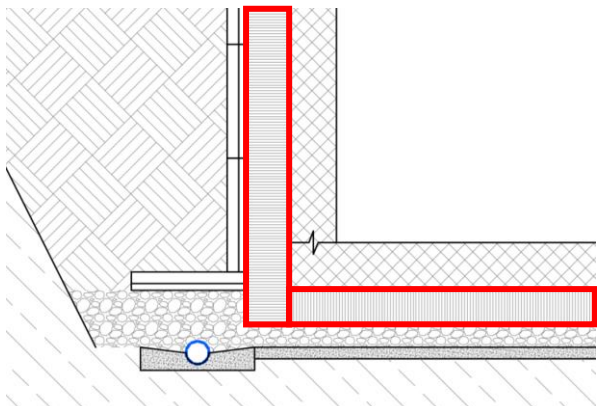
**1** : Mur en brique non crépi. **2** : plancher en bois. **3** : Trappe d'accès à vide sanitaire dans un sous-sol avec escalier d'accès à l'habitation. **4** : Siphon de sol. (photos : ©Effiteam Sàrl).

**Vue détaillée des points principaux d'entrée du radon pour un type de contact avec le terrain :**

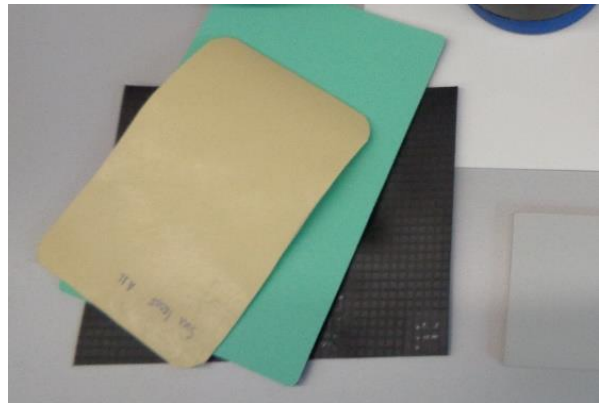
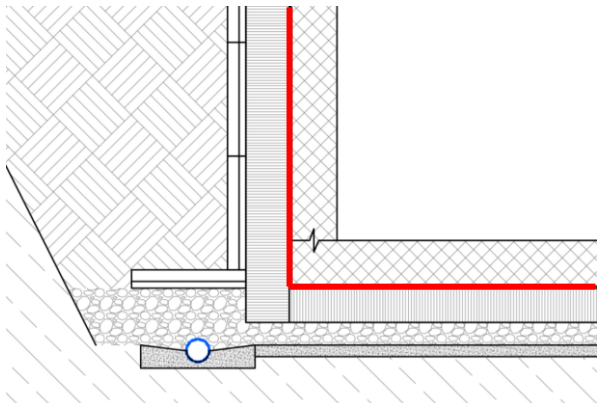


Bâtiment avec sous-sol semi-enterré et points critiques d'entrée du radon dans le bâtiment. **1** : Joints de reprise de bétonnage. **2** : Passages de conduites, fissures, siphon de sol et degré d'étanchéité du radier. **3** : Passages de conduites, fissures et degré d'étanchéité du mur enterré. **4** : Porte ou passage entre le sous-sol et l'habitation, parfois avec trappes d'accès direct au vide sanitaire depuis l'habitation. **5** : Passages de conduites et étanchéité de la dalle vers des locaux non chauffés au sous-sol. (détail : croqAIR, HEIA-FR)

## Composants pour assurer l'étanchéité des voies d'infiltration contre le terrain : Bâtiments neufs

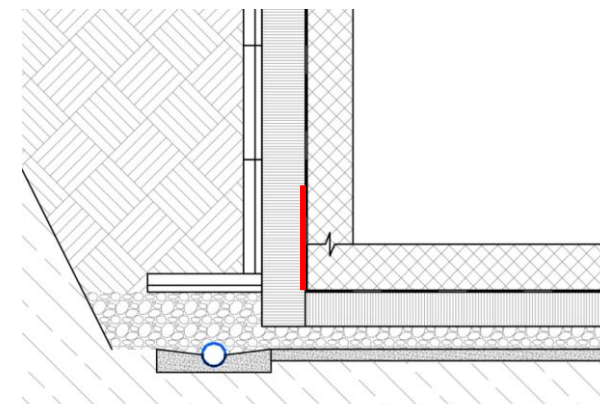
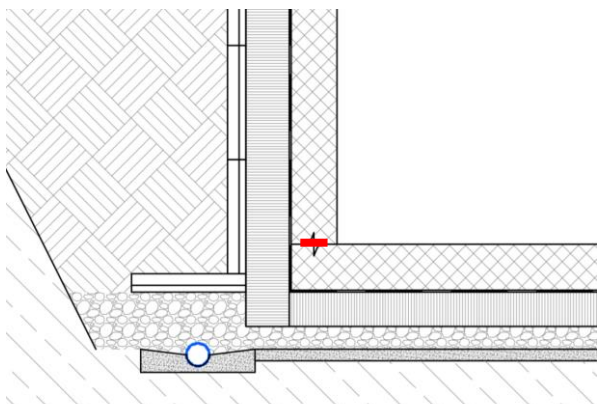


Verre cellulaire en barrière statique pour isolation d'éléments contre terre (murs et sols). La pose des plaques et l'exécution des joints entre les plaques doivent être irréprochables. En effet, la longueur totale de joints est importante et augmente les risques d'infiltrations (détail : croqAIR, HEIA-FR ; photo : ©Effiteam Sàrl)



Membrane pare-radon posée avant le bétonnage (détail : croqAIR, HEIA-FR ; photo : ©Effiteam Sàrl)

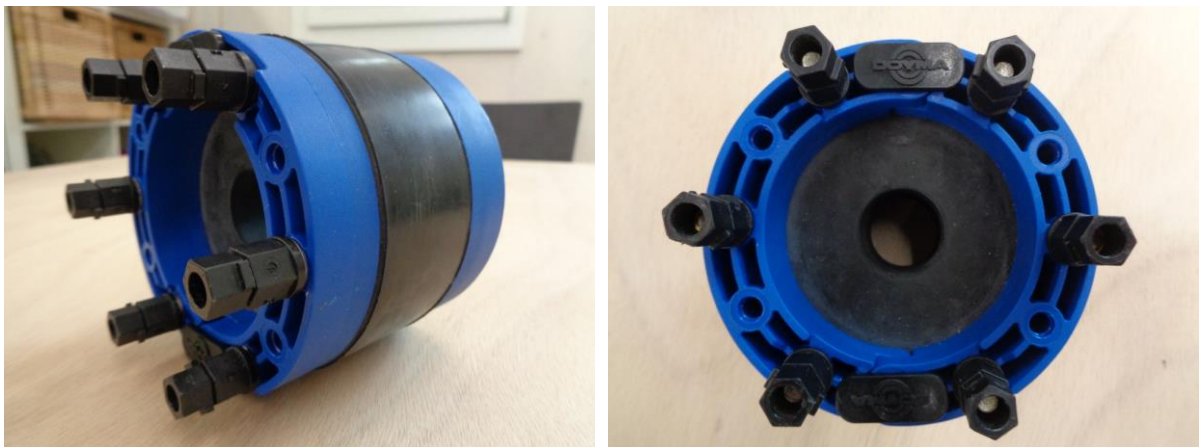
La pose de ce type de membrane ne s'improvise pas. Il faut impérativement respecter les instructions du fabricant pour assurer l'efficacité du système. En principe, une membrane se pose sur l'isolant, avant le bétonnage des murs extérieurs, en commençant par les jonctions radier-murs. Il faut dans tous les cas laisser de la réserve de chevauchement lors de la pose sur les jonctions pour assurer la continuité de l'étanchéité entre la membrane posée sur le sol sous le radier et celle posée contre les murs par exemple. Tous les raccords entre deux parties de membranes doivent être résolus avec des produits spécifiques. Cela concerne les angles intérieurs et extérieurs, les jonctions murs-dalles, les passages de conduites, les distanceurs de coffrage et les joints de reprise, etc. Des vidéos pour la pose de produits se trouvent sur [jurad-bat.net](http://jurad-bat.net) dans la matériauthèque.



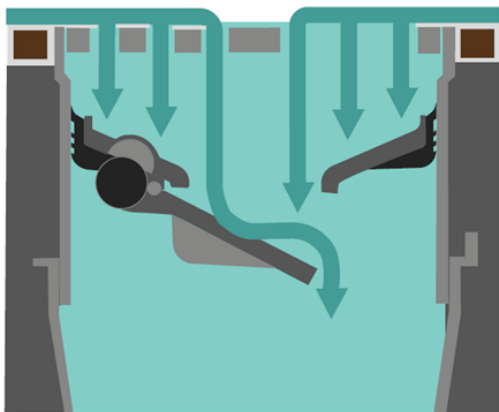
Etanchéité pour reprise de bétonnage en neuf (joint gonflant à gauche et étanchéité extérieure à droite) (détail : croqAIR, HEIA-FR)



Joint « Frank » avec collier de serrage pour passage de conduites verticales à travers un radier neuf (photo : ©Effiteam Sàrl). Ces joints sont à poser sur les tubes avant le coulage de la dalle béton.

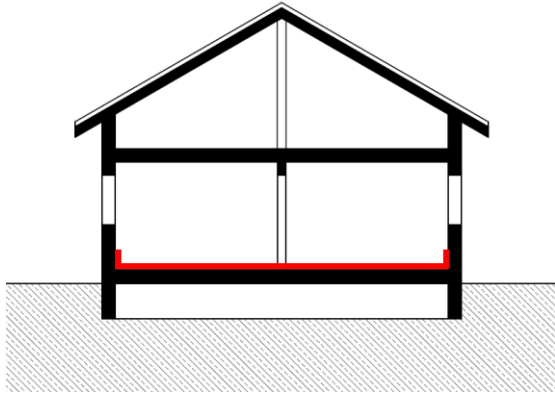


Fourreau étanche pour passage de conduites à travers murs et radier (photo : ©Effiteam Sàrl). A poser uniquement après le bétonnage. Un forage est nécessaire pour insérer le fourreau sur la conduite posée après le coulage du béton. Une fois le fourreau en place, les vis avec tête en plastique doivent être serrées dans l'ordre prescrit et jusqu'à leur rupture (afin d'atteindre le couple de serrage calculé par le fabricant) pour assurer l'étanchéité.



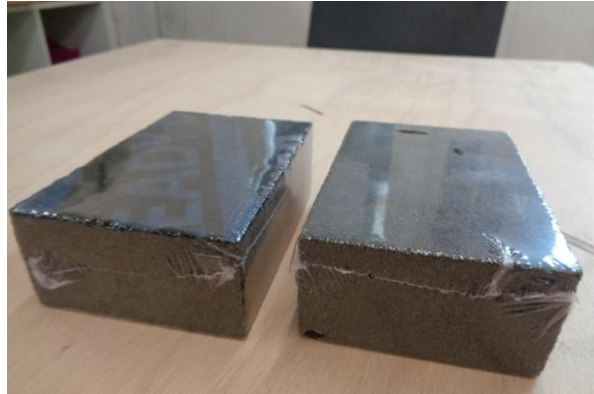
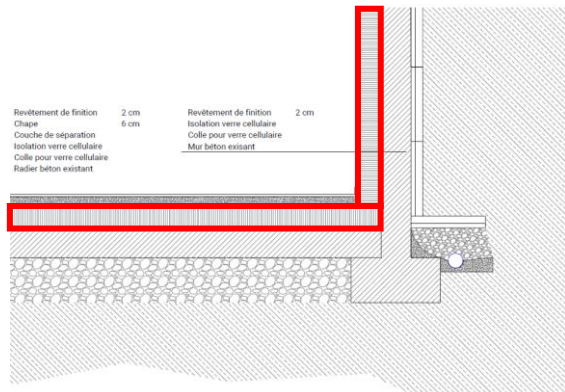
Siphon de sol étanche grâce au clapet anti-retour (invisible sans retirer la grille en fonte). Evite les remontées de radon et d'odeurs par les écoulements peu ou pas sollicités dont les siphons sèchent et permettent ainsi un contact direct entre les canalisations et la pièce concernée. (détail : croqAIR, HEIA-FR ; photo : ©Effiteam Sàrl)



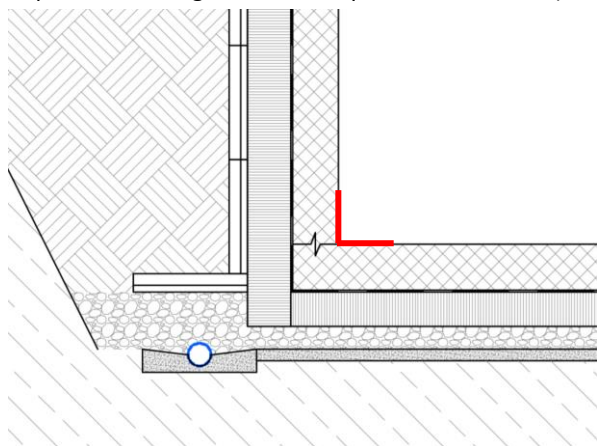


Vide sanitaire en neuf : assurer son étanchéité sur toute la surface et à la jonction avec les murs par la pose d'une membrane sous l'isolant avant le coulage des chapes. Ne pas réaliser de trappe d'accès en contact avec la zone occupée ou le sous-sol. (détail : croqAIR, HEIA-FR ; photo : ©Effiteam Sàrl)

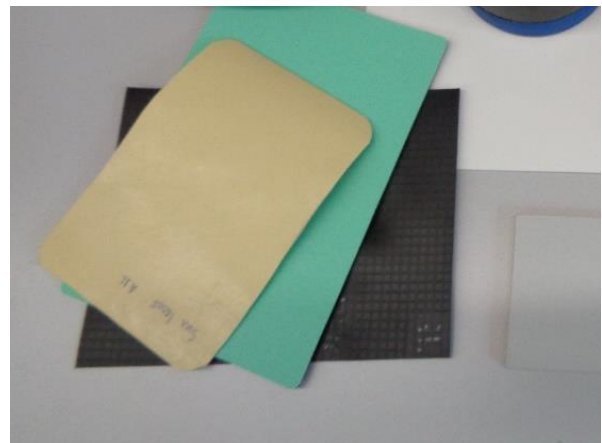
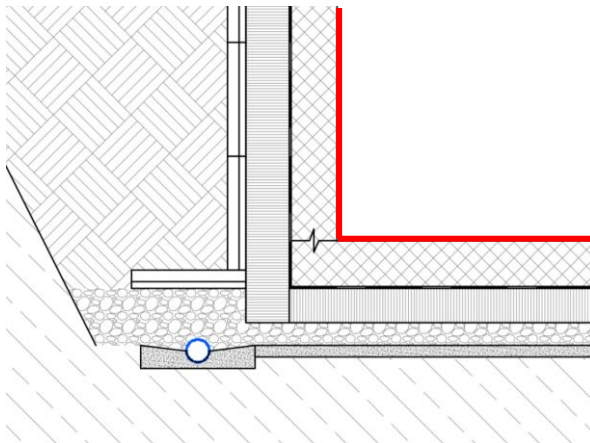
## Rénovation



Verre cellulaire pour isolation d'éléments contre dalle et murs, en barrière statique. La pose des plaques et l'exécution des joints entre les plaques doivent être irréprochables. En effet, la longueur totale de joints est importante et augmente les risques d'infiltrations (détail : croqAIR, HEIA-FR ; photo : ©Effiteam Sàrl)

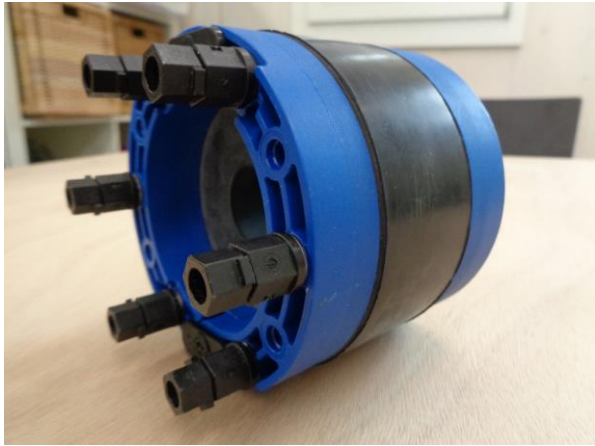


Membrane pour reprise de bétonnage avec résine, à appliquer sur toute la longueur du raccord mur-dalle (détail : croqAIR, HEIA-FR ; photo : ©Effiteam Sàrl)

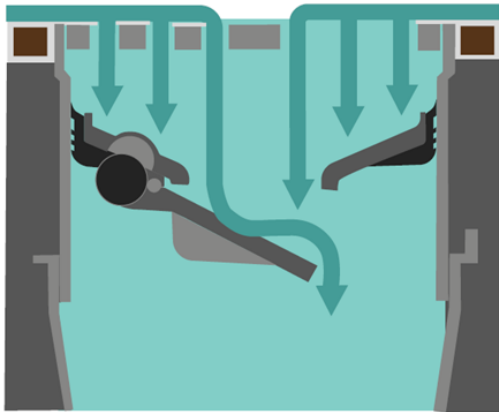


Membrane pare-radon posée à l'intérieur en rénovation (détail : croqAIR, HEIA-FR ; photo : ©Effiteam Sàrl)

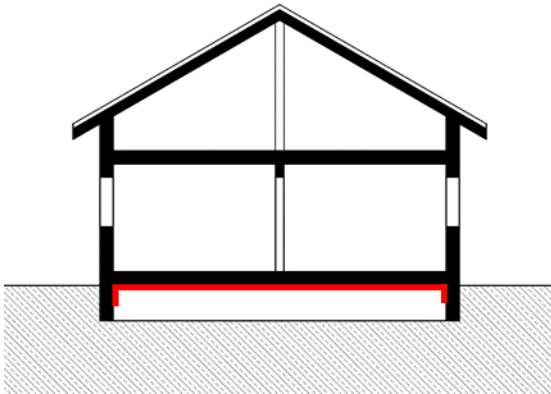
La pose de ce type de membrane ne s'improvise pas. Il faut impérativement respecter les instructions du fabricant pour assurer l'efficacité du système. En rénovation, la pose côté extérieur du support en béton ou en toute autre maçonnerie n'est en principe pas possible. Cela a pour inconvénient que ce support est soumis directement à l'humidité du terrain et à la présence éventuelle de radon. Le moindre défaut d'étanchéité de la membrane induit des risques d'infiltration dans l'habitation. La pose de ce type de membrane ne s'improvise pas, il faut impérativement respecter les instructions du fabricant pour chaque produit posé pour assurer l'efficacité du système. Une membrane se pose en principe d'abord sur les murs avec de la réserve pour permettre ensuite le raccordement avec la membrane posée sur le sol. Il faut résoudre avec des produits spécifiques tous les raccords entre deux parties de membranes, les angles intérieurs et extérieurs, les jonctions murs-dalles, les passages de conduites et les joints de reprise.



Fourreau étanche pour passage de conduites à travers murs et radier (photo : ©Effiteam Sàrl). Un forage est nécessaire pour insérer le fourreau sur la conduite préalablement découpée. Une fois le fourreau en place, les vis avec tête en plastique doivent être serrées dans l'ordre prescrit et jusqu'à leur rupture (afin d'atteindre le couple de serrage calculé par le fabricant) pour assurer l'étanchéité.



Siphon de sol étanche grâce au clapet anti-retour (invisible sans retirer la grille en fonte). Evite les remontées de radon et d'odeurs par les écoulements peu ou pas sollicités dont les siphons sèchent et permettent ainsi un contact direct entre les canalisations et la pièce concernée. (détail : croqAIR, HEIA-FR ; photo : ©Effiteam Sàrl)



Vide sanitaire en rénovation : améliorer l'étanchéité de tous les passages de conduites et autres défauts visibles vers l'habitation. Dans tous les cas, il est intéressant d'isoler thermiquement le plafond du vide sanitaire afin de diminuer les pertes énergétiques. Combiner cette intervention avec l'étanchéification de la dalle séparant le soubassement des locaux habités (en étanchant les joints entre les plaques isolantes par exemple). Jointoyer également la périphérie de toutes les chapes en contact avec le vide sanitaire après avoir retiré les plinthes. Puis reposer les plinthes après étanchéification. En présence d'une trappe d'accès au vide sanitaire en contact direct avec l'habitation, la déplacer si possible à l'extérieur du bâtiment. Si ce n'est pas possible de la déplacer, assurer son étanchéité à l'aide d'un joint périphérique de calfeutrement ou la remplacer par une nouvelle trappe étanche. (détail : croqAIR, HEIA-FR ; photo : ©Effiteam Sàrl)

**Composants pour assurer l'étanchéité des voies de transfert vers les espaces chauffés :**

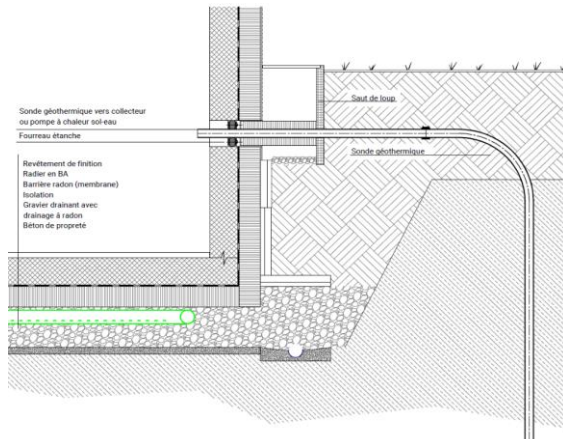


Portes étanches d'accès au sous-sol vers des espaces non chauffés (ne pas utiliser de seuil abaissable ; seul un cadre de porte complet, avec des joints périphériques de calfeutrement sur tout le pourtour est efficace) ; Etanchéité à l'air et raccords pour passages de conduites (photo : ©Effiteam Sàrl)



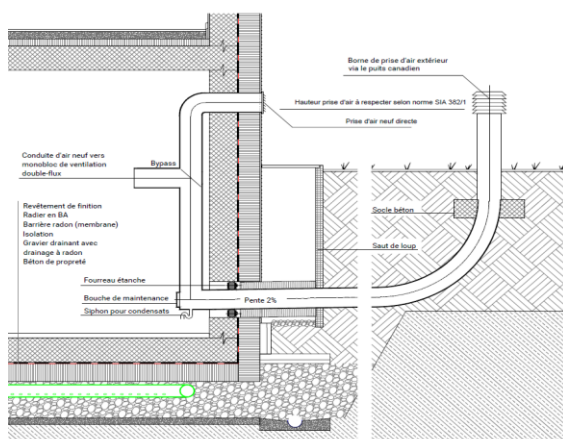
Joint « Frank » avec collier de serrage pour passage de conduites verticales à travers un radier neuf (photo : ©Effiteam Sàrl). Ces joints sont à poser sur les tubes avant le coulage de la dalle béton. Un fourreau étanche peut également être utilisé dans certaines situations.

## Mise en garde et recommandations pour installations techniques dans le terrain Sondes géothermiques :



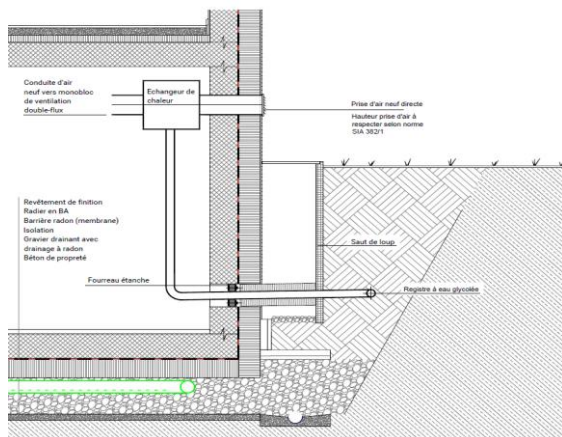
Introduction d'une sonde géothermique dans un bâtiment. L'arrivée de la sonde géothermique ne devrait pas se situer sous le bâtiment pour éviter les remontées de radon en longeant celle-ci depuis la tête de sonde. L'introduction peut ensuite être réalisée en transitant par un saut de loup ventilé permettant l'évacuation des éventuelles remontées de radon. La traversée du mur vers le bâtiment doit ensuite être réalisée avec un fourreau étanche. (détail : croqAIR, HEIA-FR ; photo : ©Effiteam Sàrl)

## Puits canadien à air:



Préchauffage de l'air neuf d'une ventilation contrôlée à double-flux avec récupération de chaleur par un échangeur géothermique à air (puits canadien à air). La hauteur de prise d'air par rapport au terrain doit être respectée selon la norme SIA 382/1:2014 en Suisse. L'air neuf de la ventilation passe à travers un échangeur à air qui lui transmet la température présente dans le terrain. Ceci permet de protéger l'échangeur de chaleur de la ventilation contre le gel en hiver, d'augmenter le rendement de récupération de chaleur de la ventilation contrôlée grâce à un air neuf plus chaud. En été, l'air neuf est pré-refroidi avant d'entrer dans le bâtiment. Ce type d'installation comporte des risques, car avec une ventilation double-flux, le ventilateur d'air fourni est situé dans le bâtiment. Il en résulte une mise en dépression de la gaine de ventilation du puits canadien située dans le terrain. Sans filtration, cette dépression reste limitée, mais il faudra alors faire nettoyer les gaines du puits canadien à intervalles réguliers (maintenance coûteuse) pour garantir des conduites propres et ne pas contaminer l'air neuf. Si un filtre est installé à l'entrée du puits canadien, la poussière sera arrêtée par ce dernier, mais la dépression dans les tubes enterrés sera alors élevée. En cas d'inétanchéité des raccords de tubes et de présence de radon, l'air neuf sera contaminé lors de son passage dans le terrain (le puits canadien agira comme « aspirateur à radon »). Les joints d'étanchéité d'un puits canadien ne peuvent pas être entretenus et ils vont se dégrader avec le temps. (détail : croqAIR, HEIA-FR ; photo : ©Effiteam Sàrl)

## Puits canadien avec registre à eau glycolée :



Préchauffage de l'air neuf d'une ventilation contrôlée à double-flux avec récupération de chaleur par un échangeur géothermique à eau (puits canadien à eau glycolée). La hauteur de prise d'air par rapport au terrain doit être respectée selon la norme SIA 382/1:2014 en Suisse. L'air neuf de la ventilation passe à travers un échangeur à eau glycolée qui lui transmet la température présente dans le terrain. Ceci permet de protéger l'échangeur de chaleur de la ventilation contre le gel en hiver, d'augmenter le rendement de récupération de chaleur de la ventilation contrôlée grâce à un air neuf plus chaud. En été, l'air neuf est pré-refroidi avant d'entrer dans le bâtiment. Un puits canadien neuf devrait être systématiquement réalisé avec cette technique, car l'air ne transite plus dans le terrain qui est source de contamination au radon. Le modèle à air comporte de nombreux risques (voir paragraphe précédent). Si une sonde géothermique est présente ou planifiée, la combinaison est idéale pour l'installation d'un puits canadien à eau glycolée. La sonde sera également utilisée comme source de chaleur pour la ventilation double-flux (détail : croqAIR, HEIA-FR ; photo : ©Effiteam Sàrl)

Efficacité pour lutter contre l'introduction de radon dans le bâtiment par les points faibles d'étanchéité		Construction neuve		Rénovation	
		Adapté	Pas ou peu adapté	Adapté	Pas ou peu adapté
Reprises de bétonnage	Joint gonflant				
	Joint de reprise				
	Etanchéité à l'extérieur côté terrain				
	Résine <sup>4</sup> dans le bâtiment				
Fissures	Mastiquer <sup>5</sup>				
	Résine <sup>6</sup> dans le cas du sol				
Murs : introduction électricité, gaz, chauffage à distance	Fourreau étanche				
	Joint de type « Frank »				
	Saut-de-loup et fourreau				
	Saut-de-loup et joint « Frank »				
	Saut-de-loup et joint autre				
Murs : introduction d'eau potable	Fourreau étanche enterré				
	Joint de type « Frank » contre terre				
	Saut-de-loup				
Murs : Introductions de sondes géothermiques verticales	Fourreau étanche contre terre				
	Joint de type « Frank » contre terre				
	Saut-de-loup et fourreau				
	Saut-de-loup et joint « Frank »				
	Saut-de-loup et joint autre	7			
Radier : passages de conduites eaux usées, etc.	Fourreau étanche				
	Joint de type « Frank »				
	Membrane avec raccords aux tubes	8			
Passage entre espace chauffé et espace non	Raccords prévus pour pare-vapeur				
	Mastiquer <sup>9</sup> autour des conduites				
	Matrices pour passage de tubes				
Portes/locaux non chauffés	Avec seuil d'appui, joints <sup>10</sup> sur 4				
	Avec joint à descente à la fermeture				
Cages d'escaliers contre locaux non chauffés	Fermée en béton				
	Fermée en bois				
	Sans contre-marches				

<sup>4</sup> Attention à bien ventiler les locaux pendant et après l'application de ce type de produits à cause des solvants.

<sup>5</sup> Employer de préférence un mastic à élasticité permanente.

<sup>6</sup> Attention à bien ventiler les locaux pendant et après l'application de ce type de produits à cause des solvants.

<sup>7</sup> Le saut-de-loup permet d'évacuer naturellement par son contact à l'air libre les éventuelles remontées de radon le long de la sonde géothermique. Cela permet ensuite de rentrer dans le bâtiment sans apporter de radon par cet élément.

<sup>8</sup> Par membrane, on entend une membrane d'étanchéité, également étanche au radon. La pose de cette membrane nécessite d'être soudée en plein, ainsi que tous les raccords aux conduites, avec une exécution très soignée. Elle peut être utilisée en plus des fourreaux étanches ou joints frank dans les zones à haut potentiel radon.

<sup>9</sup> Employer de préférence un mastic à élasticité permanente.

<sup>10</sup> Joint d'étanchéité élastique à lèvre ou creux.

## Pour aller plus loin :

### Sites internet :

- [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch)
- <https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/radon/bauliche-massnahmen-radonschutzneu.html>
- [www.jurad-bat.net/](http://www.jurad-bat.net/)

### Références littéraires - normes :

#### Suisse :

- Radon – Manuel pratique (Edition Faktor Verlag, 2018)
- Le radon dans les bâtiments – Guide technique (CSTB)
- Norme SIA 180 :2014 : protection thermique, protection contre l'humidité et climat intérieur dans les bâtiments
- Norme SIA 190:2017 : canalisations
- Norme SIA 271:2007 : l'étanchéités des bâtiments
- Norme SIA 272:2009 : étanchéités et drainages d'ouvrages enterrés et souterrains
- Norme SIA 273:2008 : étanchéités des surfaces carrossables des bâtiments

#### France :

- RT « élément par élément » : arrêté du 22 mars 2017
- Article 12-1 : Dans les salles de classe et dans les salles de réunion des établissements d'enseignement ou de formation professionnelle du premier et du second degré, ainsi que dans les salles de repos et dans les salles d'activité des établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans, les nouvelles fenêtres et portes-fenêtres installées doivent être équipées d'entrée d'air, sauf dans les locaux déjà munis d'entrées d'air ou de bouches d'insufflation d'air.
- - Article 12-2 : Dans les locaux d'habitation et les locaux d'hébergement, les nouvelles fenêtres et portes-fenêtres installées dans les pièces principales doivent être équipées d'entrées d'air, sauf dans les locaux déjà munis d'entrées d'air ou de bouches d'insufflation d'air. La somme des modules de ces entrées d'air doit au moins être de 45 pour les chambres et 90 pour les séjours.
- - Arrêté du 24 mars 1982 (modifié) :  
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000862344>
- - DTU 68.3 : Installation de ventilation mécanique
- - Projet VIA Qualité : Améliorer la qualité des installations de ventilation et de l'air intérieur dans les maisons individuelles ; Le livret d'installation à destination des entreprises et artisans de la ventilation : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/qualite-ameliorer-qualite-installations-ventilation-air-0>
- - règlement sanitaire départemental type :  
<https://pro.aldes.fr/media/1075/reglement-departemntal-type.pdf>
- -règlementation thermique existant par élément :  
<http://www.cohesion-territoires.gouv.fr/la-reglementation-thermique-existant-par-element>
- - réglementation thermique 2012 :  
<https://www.rt-batiment.fr/batiments-neufs/reglementation-thermique-2012/presentation.html>
- - cahier du CSTB n°3376 et 3625
- - CSTB CPT 3615 : Systèmes de ventilation hygrorégulables
- - NF E21-732 : Entrée d'air en façade – caractéristiques et aptitude à la fonctionne
- - Avis techniques des systèmes hygrorégulables et double-flux modulé certifiés CSTB
- - NF DTU 61.1 P5 : Installation de gaz – locaux d'habitation



- - Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation. : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000211449>
- - Exemples de solutions acoustiques RÉGLEMENTATION ACOUSTIQUE 2000 : [http://www.cohesion-territoires.gouv.fr/IMG/pdf/dgaln\\_exemples\\_de\\_solutions\\_acoustiques\\_janvier\\_2014.pdf](http://www.cohesion-territoires.gouv.fr/IMG/pdf/dgaln_exemples_de_solutions_acoustiques_janvier_2014.pdf)
- Aménée d'air spécifique pour les appareils à combustion non étanche : - NF DTU 24.2

Documentation des fournisseurs :

- [www.jurad-bat.net/professionnels/materiautheque](http://www.jurad-bat.net/professionnels/materiautheque)

Formation des consultants radon de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP)

- <https://www.heia-fr.ch/fr/formations-continues/autres-formations>