

COLLECTION DE DÉTAILS TECHNIQUES ET DE GRAPHIQUES POUR LA GESTION PROFESSIONNELLE DU RADON



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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



Les fiches présentées dans ce document ne se substituent en aucun cas aux textes de référence, qu'ils soient réglementaires, normatifs ou avis techniques. Ses auteurs déclinent toute responsabilité quant aux conséquences directes ou indirectes qui pourraient résulter d'une mauvaise interprétation de leur contenu. Dans tous les cas, il est recommandé de faire appel à un consultant en radon, professionnel qui a suivi une formation reconnue par Office fédéral de la santé publique (OFSP), en mesure de proposer les solutions les plus adéquates pour un bâtiment «sans radon».

COLLECTION DE DÉTAILS TECHNIQUES ET DE GRAPHIQUES POUR LA GESTION PROFESSIONNELLE DU RADON

Introduction

Le radon est un gaz radioactif naturel issu de la désintégration de l'uranium-238 omniprésent dans la croûte terrestre. Il est incolore et inodore et pénètre dans les bâtiments depuis le sous-sol par les parties non étanches de l'enveloppe.

Après la fumée, le radon et ses produits de désintégration sont la deuxième cause la plus fréquente de cancer du poumon.

Le niveau de référence pour le gaz radon, défini par l'ordonnance sur la radioprotection (ORaP) entrée en vigueur le 1er janvier 2018, est de **300 Bq/m³**, en moyenne annuelle dans les locaux où des personnes séjournent plusieurs heures par jour. En outre, une valeur seuil de 1000 Bq/m³ est applicable en concentration moyenne annuelle de radon, sur les places de travail.

Malgré la présence d'une base légale, un nombre important de bâtiments présentent des concentrations de radon supérieures au niveau de référence et doivent donc être assainis. Parallèlement, les nouveaux bâtiments doivent également respecter la valeur de référence définie dans l'ORaP. Ils doivent donc être conçus en tenant compte des recommandations émises par l'Office fédéral de la santé publique (OFSP).

Objectifs et public cible

Le radon est un problème auquel on est régulièrement confronté dans le cadre des nouvelles constructions et des rénovations. Son impact sur la santé des occupants est très important puisqu'il provoque 200 à 300 décès par an en Suisse selon l'OFSP. Cette question ne doit donc pas être sous-estimée et doit avant tout être connue des architectes et des ingénieurs. Ils doivent en tenir compte dans leurs projets. Ce document se compose d'une série de fiches techniques divisées selon le type d'intervention. **Il n'a pas de caractère normatif et ne garantit pas l'efficacité des solutions proposées qui sont dépendantes des choix effectués et de leur mise en œuvre.** Il sert néanmoins de **support aux professionnels du secteur de la construction. Les auteurs déclinent donc toute responsabilité à l'égard de la mise en œuvre des solutions proposées.**

Domaine d'application – Importance des consultants en radon

Ces fiches sont destinées à fournir aux architectes et aux ingénieurs une aide pratique lors du choix et de la mise en œuvre de mesures constructives de protection ou de prévention contre le radon dans les petits bâtiments résidentiels (habitations individuelles ou multifamiliales, petits immeubles d'habitation), qu'ils soient existants ou neufs. Ce sont donc des outils qui aident les professionnels à définir la situation et à identifier la stratégie à mettre en œuvre lorsqu'ils sont confrontés à cette problématique. Si, en ce qui concerne la prévention, l'architecte/ingénieur compétent peut en principe intervenir par lui-même avec des mesures constructives adaptées au niveau de risque dès la phase de conception, dans le cas d'une intervention sur un **bâtiment existant dans lequel des concentrations de radon supérieures au niveau de référence ont été constatées, la figure du consultant en radon est fondamentale.** Il s'agit d'un **professionnel formé et reconnu par l'OFSP, disposant d'une expérience significative dans le domaine.** Chaque intervention dans ce cas nécessite d'être conçue et adaptée au cas particulier. De nombreuses **variables** peuvent en effet influencer le choix de l'intervention à mettre en œuvre. L'expérience du consultant peut alors être déterminante.

Les solutions décrites ici sont en principe également applicables, moyennant quelques adaptations, à des bâtiments ayant des usages différents et des dimensions plus importantes. Dans ces cas, il peut être nécessaire d'intervenir en intégrant plusieurs solutions ou en augmentant, si elles font appel à un ventilateur, sa puissance et sa capacité d'extraction. L'expérience du consultant en radon est là encore significative dans ces situations spécifiques.

Liste des interventions proposées et détaillées

Le type d'intervention est identifié par la lettre **P** s'il s'agit d'un cas de **prévention**, donc réalisé dans le cadre d'un bâtiment neuf ou d'une rénovation globale, et par la lettre **R** dans le cas d'une **remédiation** vis-à-vis du radon dans un bâtiment existant. Différentes solutions, en particulier dans le cas des rénovations, peuvent et, dans certains cas, doivent être combinées pour obtenir un bon résultat.

Prévention

P1 Ventiler et assurer un air intérieur de bonne qualité – Points de vigilance vis-à-vis du radon pp. 9-18

Présentation de 6 types de ventilation différents allant de la ventilation naturelle par ouverture manuelle des fenêtres à la ventilation double flux avec récupération de chaleur. Chaque situation est décrite individuellement au moyen de diagrammes, de graphiques radar et de descriptions textes explicatifs.

P2 Limiter l'infiltration du radon dans les bâtiments – Assurer l'étanchéité à l'air des surfaces bâties en contact avec le terrain pp. 19-24

Construction d'une enveloppe étanche en contact avec le terrain pour limiter les infiltrations de radon dans le bâtiment.

P3 Mettre le terrain sous le bâtiment en dépression – Drainer le radon pp. 25-31

Assurer la protection à long terme du bâtiment neuf en interceptant le gaz sous le bâtiment, en coulant une dalle étanche et en traitant soigneusement l'étanchéité des traversées de dalle.

Remédiation

R1 Ventiler et assurer un air intérieur de bonne qualité – Points de vigilance vis-à-vis du radon pp. 32-41

Présentation de 6 types de ventilation différents allant de la ventilation naturelle par ouverture manuelle des fenêtres à la ventilation double flux avec récupération de chaleur. Chaque situation est décrite individuellement au moyen de diagrammes, de graphiques radar et de textes explicatifs.

R2 Limiter l'infiltration du radon dans les bâtiments – Assurer l'étanchéité à l'air des surfaces en contact avec le terrain pp. 42-48

Colmatage des fissures et joints de reprise de bétonnage, mise en place d'une membrane pare-radon, résine ou peinture époxy, étanchéification des passages de réseaux terrestres, siphon de sol, etc.

R3 Limiter le transfert du radon vers les espaces de vie – Compartimenter les espaces pp. 49-55

Identifier les voies de transfert possibles du radon à travers les espaces intérieurs du bâtiment (ex. ascenseur, cage d'escalier ouverte, descente de linge, défauts d'étanchéité entre les étages à travers les planchers ou les dalles, prises électriques) et proposer des solutions correctives ponctuelles.

R4 Ventiler la cave et autres mesures pp. 56-61

Ventilation naturelle ou mécanique de la cave et cloisonnement de la cave du reste des locaux par des portes étanches et autres mesures.

R5 Ventiler le vide sanitaire et autres mesures

Ventilation naturelle, dépressurisation ou mise en surpression du vide sanitaire existant. pp. 62-66

R6 Mettre le terrain sous le bâtiment en dépression – Le puisard radon pp. 67-71

Dépressuriser le terrain sous le bâtiment en installant un puisard à radon.

R7 Mettre le terrain sous le bâtiment en dépression – Drainage radon ou nouveau vide sanitaire pp. 72-76

Dépressuriser le terrain sous le bâtiment en installant un système de drainage du radon ou en créant un nouveau vide sanitaire sous une nouvelle dalle étanche.

Contenu et structure des fiches

Chaque fiche produite comprend les informations suivantes:

Code de référence et nom de l'intervention

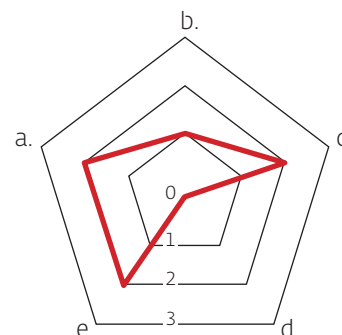
Décrit dans le chapitre précédent.

Type d'intervention

Décrit dans le chapitre précédent.

Représentation graphique en rose des vents

Sur chaque fiche, une rose des vents résume certains aspects qui peuvent intéresser les professionnels et les propriétaires. Toutes les catégories se rapportent à une habitation unifamiliale et sont notées sur une échelle allant de 0 à 3. Vous trouverez ci-dessous une représentation graphique et une description de celle-ci.



a. Caractère envahissant de l'intervention

Ce critère décrit la perturbation potentielle que l'intervention pourrait induire en termes de complexité du travail et d'inconfort pour les occupants du logement concerné. Il est évalué selon l'échelle suivante:

- 0 Aucun - Planification de mesures préventives dans les bâtiments neufs.
- 1 Faible - Interventions de faible impact pour les espaces: scellement, remplacement de portes, etc.
- 2 Moyen - Nécessité d'une excavation et/ou d'un carottage, mise en place possible d'une canalisation.
- 3 Haut/Élevé - Nécessité de condamner un espace de vie ou un local; remplacement des sols ou des revêtements muraux.

b. Efficacité

Le potentiel de réduction de la concentration de radon est évalué selon l'échelle suivante:

- 0 Aucun
- 1 Faible
- 2 Moyen
- 3 Élevé

c. Durabilité

La capacité de l'intervention à maintenir son efficacité dans le temps est évaluée. Ce critère permet de considérer la solution comme étant soit temporaire (facile à mettre en œuvre dans l'immédiat, mais non adéquate à long terme) ou soit permanente (maintien de son efficacité à long terme), selon l'échelle suivante:

- 0 Aucun
- 1 Faible
- 2 Moyen
- 3 Élevé

d. Coûts d'exploitation et de maintenance

Le coût annuel du fonctionnement (par exemple, l'électricité pour le fonctionnement du ventilateur) et de l'entretien de l'installation sont estimés selon l'échelle suivante:

- 0 0
- 1 < 100 CHF
- 2 100-300 CHF
- 3 > 300 CHF

e. Coûts de la mise en œuvre

Le coût de la mise en œuvre est estimé (par rapport au tableau ci-dessous). Vous trouverez des estimations plus précises dans la *Notice pour l'intervention de consultants en radon*.

- 0 0 - 3'000 CHF
- 1 3'000 - 8'000 CHF
- 2 8'000 - 15'000 CHF
- 3 > 15'000 CHF

Ces descriptions ne prétendent pas être exhaustives. En effet, chaque situation est différente. Par conséquent, une estimation précise est souvent complexe. L'objectif de cette tentative de quantification des interventions proposées est de fournir une indication approximative permettant la comparaison avec les autres types d'interventions.

Description

Décrit les aspects fondamentaux de l'intervention et indique les variantes possibles.

Avantages et inconvénients

Examen des avantages et inconvénients de chaque intervention et de ses variantes.

Conditions de mise en œuvre

Description de la procédure et détails techniques.

Points de vigilance

Aspects auxquels il faut prêter le plus d'attention et erreurs à éviter.

Schéma général

Présentation graphique des variantes des différentes interventions possibles, en les identifiant au moyen d'une nomenclature spécifique. Elles sont ensuite brièvement décrites. Un exemple explicatif est proposé ci-dessous:

Code de l'intervention:

- P** Prévention dans les nouveaux bâtiments
- R** Remédiation dans les bâtiments existants
- nb** Identifie l'intervention spécifique

Code de la variante:

- E** Intervention par l'extérieur de l'enveloppe du bâtiment
- I** Intervention à l'intérieur de l'enveloppe du bâtiment
- nb** Identifie la variable spécifique



Détails constructifs

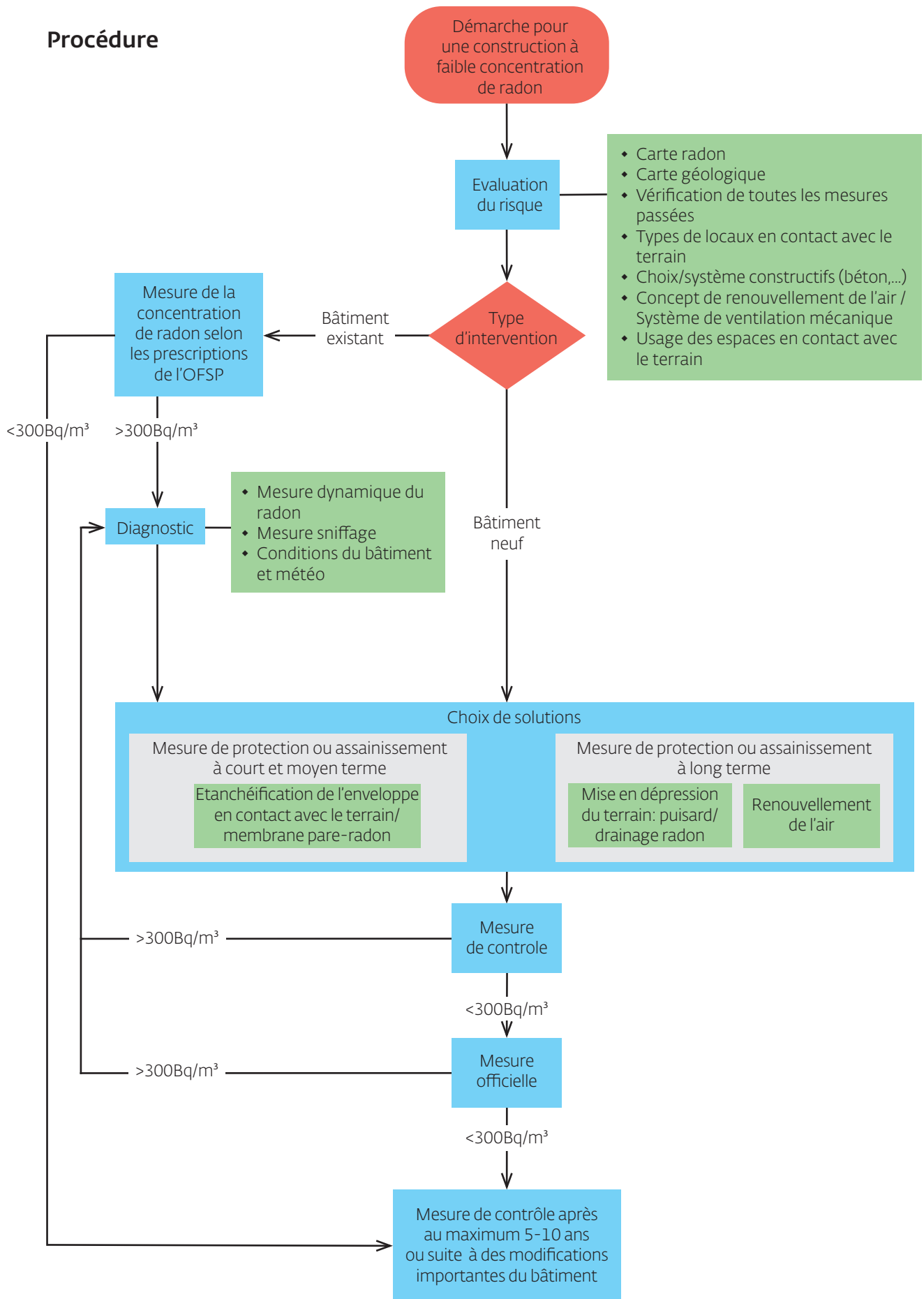
Les détails sont mis en évidence dans un schéma général à l'aide d'un encadré bleu et d'une nomenclature dans laquelle figure le numéro de la fiche de référence, ainsi que celui du détail spécifique. Cela permet de retrouver la référence à un détail présenté dans une autre fiche. Certaines parties des détails sont analysées à plus grande échelle, de sorte qu'il est également possible de trouver des cases dans les détails eux-mêmes, en plus du schéma général.

Enfin, pour une plus grande lisibilité des diagrammes, chaque détail n'est marqué par une case qu'une seule fois dans le schéma général, mais peut être applicable à plusieurs endroits.

- D** Détail



Procédure



Glossaire

Consultant en radon	Conformément à l'article 161 de l'Ordonnance sur la radioprotection (ORaP), les Consultants en radon soutiennent et conseillent les maîtres d'ouvrage, les entrepreneurs et les spécialistes du bâtiment en matière de mise en œuvre de mesures de protection dans les bâtiments neufs et mesures d'assainissement dans les bâtiments existants en tenant compte de l'état de la technique. ¹
Remédiation radon	Dans ces fiches, sauf indication contraire, l'assainissement est toujours compris comme une intervention visant à réduire les concentrations de radon dans un bâtiment existant et se distingue d'autres types d'assainissements, comme l'assainissement énergétique.
Puisard à radon	Système ponctuel de dépressurisation du sol sous le bâtiment. Le radon est extrait du terrain et évacué dans l'air extérieur où il est dilué.
Drainage radon	Système linéaire de dépressurisation du terrain sous une partie ou la totalité de l'emprise au sol du bâtiment. Le radon est extrait du terrain et évacué dans l'air extérieur où il est dilué.
Mise en dépression	Réduire la pression de l'air en l'aspirant à l'aide d'un ventilateur. Dans le cas des puisards à radon et du drainage radon, l'aspiration se fait directement dans le terrain. De cette façon, les flux convectifs dans les espaces de vie sont évités.
Mise en surpression	Augmentation de la pression de l'air en introduisant dans un espace clos à l'aide d'un ventilateur. Cela crée une "barrière" vis-à-vis du passage du radon.
Effet de cheminée	Effet de la convection naturelle générée par l'élévation de l'air plus chaud car moins dense. Plus la différence de température de l'air à l'intérieur d'une pièce (par exemple, bâtiment, conduit) est importante, plus ce mouvement est rapide, entraînant une légère dépression au niveau le plus bas du bâtiment. Cet effet de cheminée, s'il est généré dans des conduits spécifiques, peut être exploité pour l'expulsion passive du radon. En revanche, il est souvent à l'origine d'infiltrations du gaz car il génère une légère dépression dans la cave/le rez-de-chaussée, ce qui a pour effet d'"aspérer" le radon dans la maison.
Intervention passive	Une intervention est définie comme passive lorsqu'elle n'implique pas de consommation d'électricité et donc ne nécessite pas de ventilation mécanique (par exemple, une barrière anti-radon).
Intervention active	Une intervention est définie comme active lorsqu'un ventilateur est nécessaire pour dépressuriser ou sur-pressuriser un espace.
Ventilateur axial	L'air est aspiré et poussé parallèlement à l'axe de rotation du ventilateur. En général, le débit d'air est supérieur à celui du ventilateur radial centrifuge, mais génère une surpression plus importante. Les ventilateurs axiaux ou hélicoïdaux permettent des débits d'air élevés, mais ne peuvent généralement fournir de grandes différences de pression que si la vitesse périphérique des pales est élevée. Pour cette raison, ils sont souvent bruyants. Toutefois, des progrès récents ont permis à certains fabricants d'obtenir des caractéristiques similaires à celles des ventilateurs centrifuges avec des niveaux de bruit légèrement supérieurs. Ces ventilateurs sont également très faciles à installer et peu coûteux. Les ventilateurs axiaux peuvent avoir des rendements très élevés (jusqu'à 90 %), mais sont très sensibles aux conditions d'alimentation, c'est-à-dire au profil de vitesse de l'air en amont du ventilateur. ²

¹ Fiche d'information sur les services des consultant-e-s en radon. www.bag.admin.ch
² Source: www.energieplus-lesite.be

Glossaire

Ventilateur radial-centrifuge	L'air est aspiré parallèlement à l'axe de rotation et poussé par la force centrifuge perpendiculairement à l'axe de rotation. Pour un même diamètre de roue, les ventilateurs centrifuges ont une capacité de débit inférieure à celle des ventilateurs axiaux, mais permettent des différences de pression beaucoup plus importantes. Si le débit doit être augmenté, il faut utiliser une double roue avec deux orifices d'entrée. Les ventilateurs centrifuges sont réputés pour être plus silencieux que les ventilateurs axiaux. L'enveloppe du ventilateur telle qu'elle est fournie par le fabricant peut ne pas être totalement étanche à l'air. Il convient donc de la vérifier et, le cas échéant, de prendre des dispositions à cet égard (boucher les trous de vis, couvrir les joints entre les pièces, ...).
Installation pilote	Il s'agit d'une mise en œuvre préliminaire installée dans le bâtiment qui est surveillée pendant quelques jours pour évaluer son efficacité. Une fois le test de l'installation pilote réussi, il est possible de procéder à l'installation du système final. Ce test est normalement effectué lors de l'utilisation d'un ventilateur.
Local à risque	Un local est considéré comme étant à risque si il est en contact partiel ou global avec le terrain naturel, ou avec une pièce à forte concentration de radon (par exemple, une cave avec un sol naturel ou un mur contre le terrain).
Espace sous-sol	Zone du bâtiment située sous le niveau du sol naturel.
Cave	Espace situé dans le sous-sol d'un bâtiment. Il peut présenter un sol en terre naturelle.
Chambres de séjour /long séjour	Les pièces occupées régulièrement plus de 15 heures par semaine sont considérées comme des pièces d'habitation ou de long séjour.



Ce projet a été développé par le Centre de compétence Radon de l'Università Professionale della Svizzera italiana (SUPSI) en collaboration avec le Centre romand pour la qualité de l'air intérieur et du radon (CroqAIR) de la Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg (HEIA-FR). Il a été soutenu financièrement par l'Office fédéral de la santé publique (OFSP).

VENTILER ET ASSURER UN AIR INTÉRIEUR DE BONNE QUALITÉ – POINTS DE VIGILANCE VIS-À-VIS DU RADON

Prévention

Présentation de 6 types de ventilation différents allant de l'aération par ouverture manuelle des fenêtres à la ventilation double flux avec récupération de chaleur. Chaque situation est décrite individuellement au moyen de diagrammes, de graphiques radar et de textes explicatifs.

Description

Pour assurer un air de bonne qualité dans le bâtiment, une aération régulière du bâtiment est importante pour évacuer le CO₂ et les polluants qui s'y accumulent (ex. radon, composés organiques volatils, ...). Une multitude de solutions existent. Soit l'aération se fait naturellement par ouverture manuelle des fenêtres, soit elle se fait à l'aide d'un système de ventilation mécanique. Chaque bâtiment doit minimalement disposer d'un concept de ventilation défini au stade du projet (SIA 180). En outre selon la norme SIA 180, les mesures de correction contre le radon ne devraient pas passer par une sur-ventilation des locaux occupés pour diluer le gaz, mais bien par le fait de supprimer les sources de radon dans le bâtiment ou en déviant son flux avant qu'il ne s'infiltré dans le bâtiment (ex. mise en dépression du terrain sous le bâtiment à l'aide d'un drainage radon, fiche P3 *Mettre le terrain sous le bâtiment en dépression - Drainer le radon*).

L'aération par ouverture manuelle des fenêtres permet d'éliminer temporairement le radon qui s'accumule dans les pièces, mais n'est pas suffisante comme système de prévention sur le long terme. De plus, elle nécessite l'intervention des occupants des locaux.

Les systèmes de ventilation mécanique par extraction (par exemple hotte de cuisine ou ventilateur de salle de bain) génèrent une dépression dans le bâtiment. Cette dernière risque de renforcer les infiltrations du gaz si le bâtiment présente des défauts d'étanchéité vis-à-vis du terrain et/ou que les prises d'air neuf sont insuffisantes ou mal entretenues, ne pouvant alors compenser efficacement l'air extrait.

Les systèmes de ventilation mécanique double flux sont généralement une solution qui garantit une bonne qualité de l'air dans le bâtiment. Une légère surpression peut contribuer à limiter les infiltrations de radon, mais pourrait aussi avoir dans certains cas des conséquences qui pourraient générer des problèmes de physique du bâtiment sur le long terme.

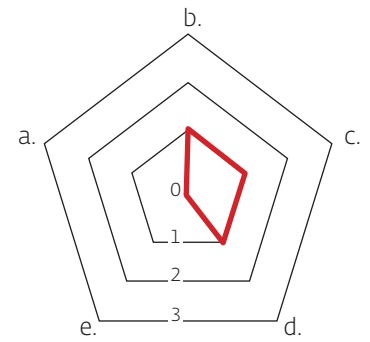
Système de ventilation et réduction de la concentration de radon en construction neuve	Adapté	Adapté sous conditions adaptées	Pas ou peu adapté
Aération par ouverture manuelle des fenêtres			*
Ventilation naturelle par ouverture automatique des fenêtres			
Ventilation simple-flux et simple-flux hygroréglable		**	
Ventilation double-flux centralisée avec récupération de chaleur			
Ventilation double-flux par local avec récupération de chaleur			
Ventilation mécanique par insufflation		***	

- * L'aération par ouverture manuelle des fenêtres ne peut être considérée comme une solution préventive pour se protéger du radon dans le bâtiment neuf. Elle ne peut être considérée comme suffisante que si et seulement si cette problématique a été prise en considération à d'autres niveaux tels que l'étanchéité de l'enveloppe contre le terrain ou la déviation du flux par la mise en place d'un drainage dédié.
- ** La ventilation simple-flux ne sera pas adaptée comme mesure préventive contre le radon si on se situe dans une zone géographiquement impactée par le risque ou si l'étanchéité à l'air contre le terrain n'est pas parfaitement bien assurée.
- *** Du fait de la mise en surpression, il existe des risques d'exfiltration d'air. Ces fuites pourraient produire de la condensation dans l'enveloppe et endommager des éléments sensibles (pièces en bois, isolation, etc.). Une construction en ossature bois ou les combles d'une maison en maçonnerie sont par défaut peu étanches (absence de murs continus, crépis, etc.). Dans le document «Ventilation mécanique par insufflation dans l'habitat individuel, Rapport final, Martine Bianchina, Mars 2017, COSTIC», il est mentionné qu'une surpression de seulement 1Pa peut créer une accumulation durable et inacceptable d'humidité dans les parois d'un bâtiment en structure bois.

Aération par ouverture manuelle des fenêtres

Elle consiste en l'ouverture manuelle des fenêtres par les occupants. Pour une meilleure aération des espaces intérieurs en hiver, on recommande d'aérer 4 à 6 fois par jour (aération unilatérale de 10 à 15 minutes, aération traversante de 3 à 5 minutes), selon la norme SIA 2023. La présence des occupants est nécessaire pour assurer l'aération du logement. L'efficacité de l'aération dépend également de la hauteur des fenêtres, car en absence de vent, plus l'ouverture est haute pour une même section et plus le renouvellement de l'air sera important. Dans le cas de la ventilation traversante, qui est plus efficace, la vitesse du vent est déterminante. Si l'étanchéité de l'interface entre le bâtiment et le terrain est bonne, l'aération régulière par ouverture des fenêtres suffit pour évacuer les légères accumulations de radon dans la pièce.

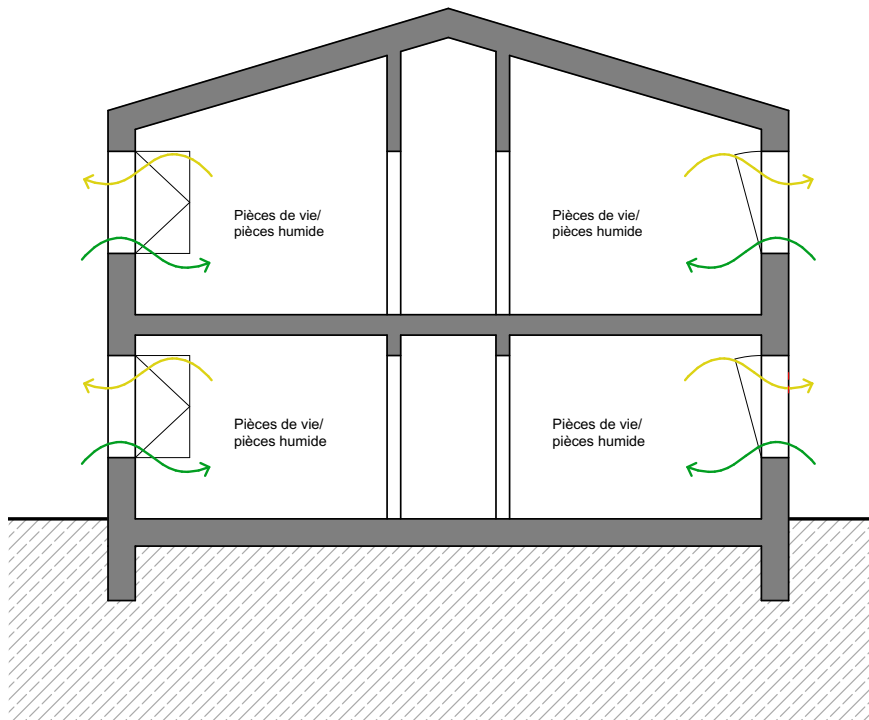
Noter qu'en hiver, l'ouverture d'une fenêtre oscillo-battante entraîne des pertes d'énergie considérables sans assurer une aération efficace.



- a. Envassement
- b. Efficacité
- c. Durabilité
- d. Coûts d'exploitation et d'entretien
- e. Coûts de mise en œuvre



Ventilation par ouverture manuelle des fenêtres



Les espaces humides sont définis comme des pièces dans lesquelles il y a un accès à l'eau (salle de bain, cuisine, buanderie) et où il y a donc plus d'humidité.

Avantages

- ♦ Aucune consommation électrique
- ♦ L'utilisateur gère seul l'aération

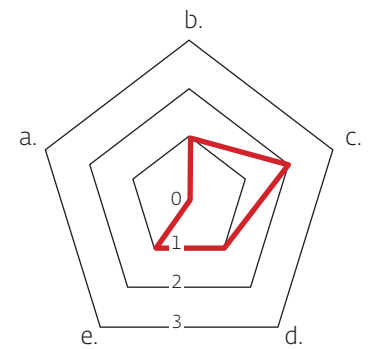
Inconvénients

- ♦ Présence des occupants indispensable: évacuation du radon impossible hors occupation
- ♦ Solution insuffisante en cas de problématique radon importante
- ♦ Pertes énergétiques associées

Ventilation naturelle par ouverture automatique des fenêtres

Elle consiste en l'ouverture automatique des fenêtres grâce à un système de régulation. La présence des occupants n'est donc pas nécessaire pour assurer l'aération des pièces. L'efficacité de l'aération dépend principalement de la section des fenêtres oscillo-battantes. C'est le mode en principe utilisé, notamment pour éviter les effractions. Dans le cas de la ventilation traversante, qui est plus efficace, la vitesse du vent est le facteur déterminant.

Si l'étanchéité de l'interface entre le bâtiment et le terrain est bonne, une ventilation régulière par ouverture des fenêtres suffit à réduire les légères accumulations dans les pièces.

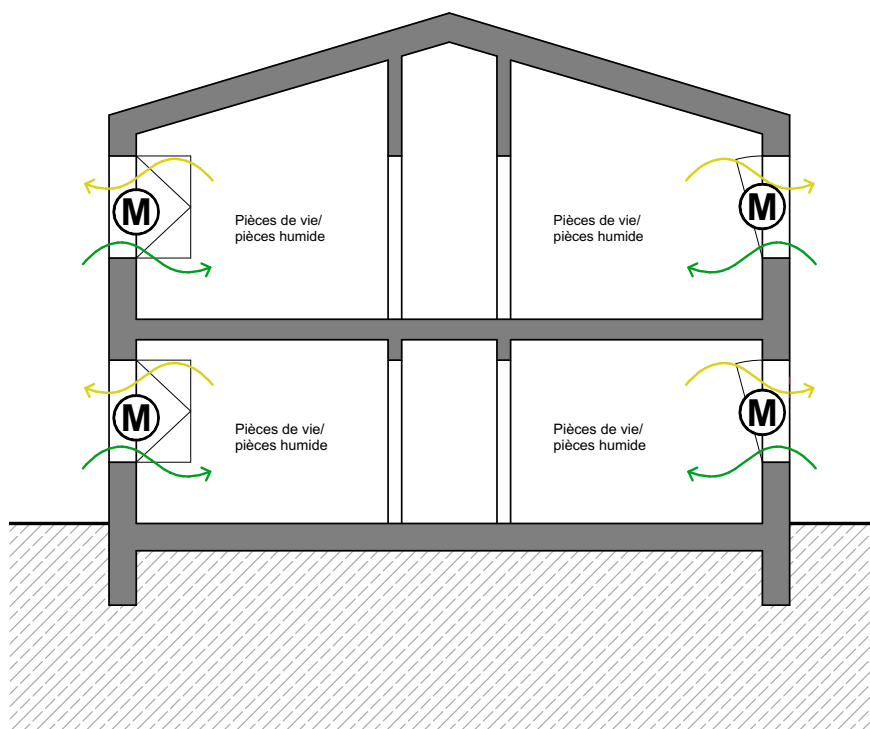


- a. Envassement
- b. Efficacité
- c. Durabilité
- d. Coûts d'exploitation et d'entretien
- e. Coûts de mise en œuvre



Fenêtre à ouverture automatique

(M) = moteur



Avantages

- ♦ Aération automatique des pièces
- ♦ Fonctionnement indépendant de l'occupant

Inconvénients

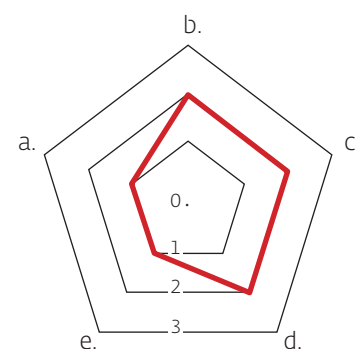
- ♦ Courants d'air froids lors de l'aération en hiver
- ♦ Pertes énergétiques

Ventilation simple-flux et simple-flux hygroréglable

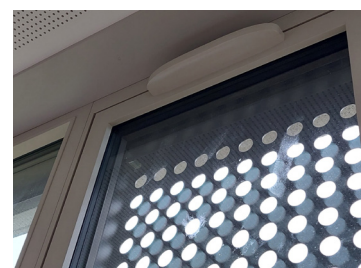
Le rôle de la ventilation simple-flux est d'apporter un air neuf aux occupants et d'évacuer et d'extraire les polluants et l'humidité de manière continue et globale. L'air vicié est extrait dans les pièces avec production d'humidité ou d'odeurs (ex. cuisine, salle de bain, WC) à l'aide de bouches d'extraction (hygroréglables) et d'un ventilateur fonctionnant en permanence. L'amenée d'air neuf se fait impérativement grâce à des entrées d'air (éventuellement hygroréglables) dans les pièces principales (ex. chambres, salon, séjour, bureau etc.) afin de limiter la dépression créée par le système. Les portes intérieures doivent être détalonnées (garder un passage d'air allant de 0.5 cm et 2 cm entre les portes et le sol) et ainsi assurer la bonne circulation globale de l'air au sein du bâtiment. L'évacuation de l'air vicié se fait vers l'extérieur à l'aide du ventilateur. Si un ventilateur est installé dans chaque pièce humide au lieu d'un seul centralisé, on parle alors de « ventilation mécanique répartie ».

Une ventilation simple-flux génère une légère dépression dans le bâtiment, qui peut favoriser l'introduction du radon. Il convient que l'interface sol-bâtiment soit étanche à l'air.

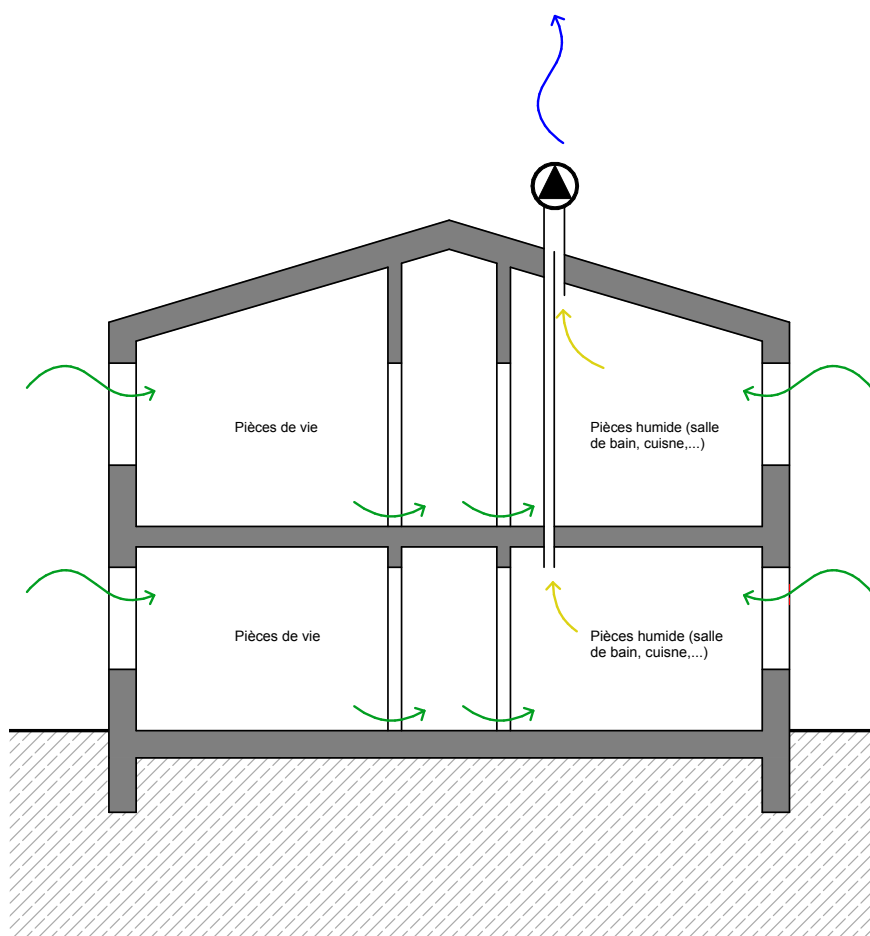
Si le bâtiment n'est pas étanche, l'entrée d'air se fera principalement par les fuites et non pas par les entrées d'air prévues et cela mettra en péril le bon fonctionnement de l'installation. Une construction en ossature bois ou les combles d'une maison en maçonnerie sont par défaut très peu étanches (absence de murs continus, crépis, etc.). Une bonne étanchéité peut être obtenue en apportant un soin particulier lors de la construction du bâtiment.



- a. Envassement
- b. Efficacité
- c. Durabilité
- d. Coûts d'exploitation et d'entretien
- e. Coûts de mise en œuvre



Grille de ventilation sur cadre de fenêtre



Avantages

- ♦ Renouvellement permanent de l'air dans tout le logement

Inconvénients

- ♦ Absence de récupération de chaleur
- ♦ Peut favoriser l'introduction de radon dans le bâtiment à cause de la légère dépression générée (indispensable au fonctionnement du système)

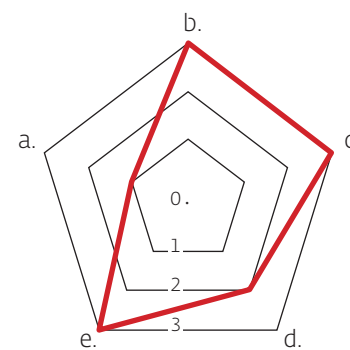
Ventilation double-flux centralisée avec récupération de chaleur

Elle implique une amenée d'air propre via un réseau installé dans les espaces de vie. L'extraction d'air vicié dans les pièces avec production d'humidité ou d'odeurs (ex. cuisine, salle de bain, WC) s'effectue au moyen de soupapes de ventilation. Un monobloc avec un ventilateur de pulsion d'air et un ventilateur d'air repris est installé. La récupération de la chaleur de l'air extrait se fait à l'aide d'un échangeur à plaques ou rotatif. Le débit d'air doit être régulé en fonction des débits minimums légaux, sur la base d'une programmation horaire, d'un capteur de CO₂ ou d'un capteur d'humidité. Si les concentrations en radon sont élevées, la ventilation double-flux seule ne suffira pas à gérer le risque. D'autres mesures de prévention contre le radon devront être envisagées.

La mise en surpression des locaux par la ventilation doit être réalisée avec prudence, car cela peut conduire à de l'exfiltration d'air chaud et humide à travers les parois extérieures en hiver avec un risque de condensation dans les murs extérieurs.

Si l'enveloppe du bâtiment n'est pas étanche, le rendement de la récupération de chaleur sera péjoré. Une construction en ossature bois tout comme les combles d'une maison en maçonnerie sont, par défaut, très peu étanches à l'air (ex. absence de murs continus, crépis, etc.). Il est possible d'avoir une bonne étanchéité en soignant la construction.

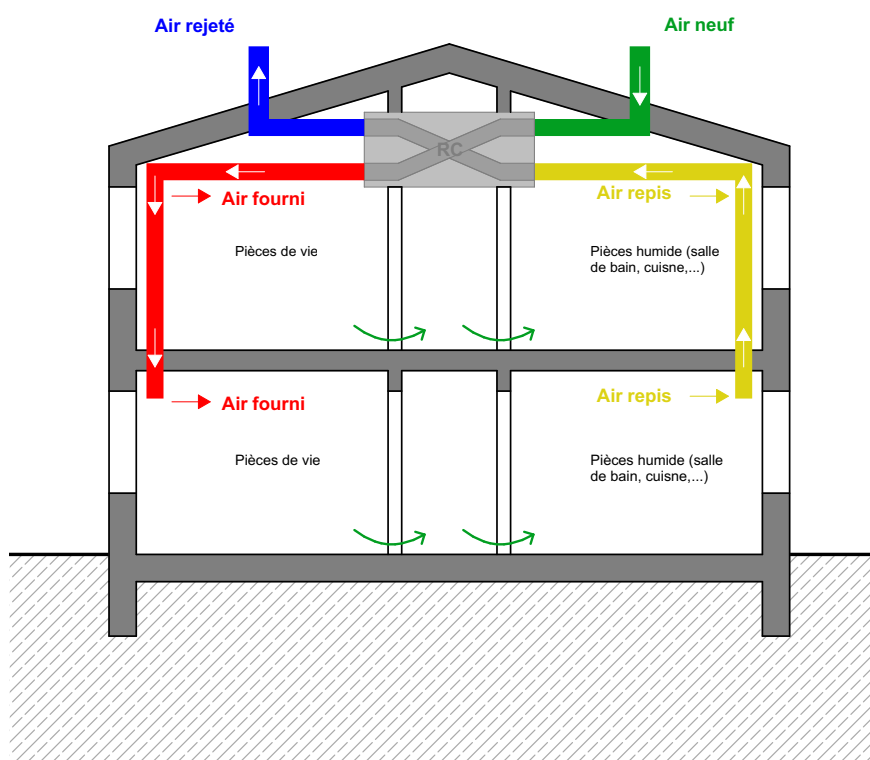
Le filtre du système de ventilation doit être remplacé régulièrement car il ne remplit plus sa fonction au bout d'un certain temps et, une fois bouché, crée un déséquilibre dans le système de ventilation, générant alors ainsi une dépression dans le bâtiment. L'entretien nécessaire du système de ventilation se limite au nettoyage périodique des conduits et des grilles.



- a. Envassement
- b. Efficacité
- c. Durabilité
- d. Coûts d'exploitation et d'entretien
- e. Coûts de mise en œuvre



Monobloc de ventilation



Avantages

- ♦ Renouvellement permanent et automatique selon choix de programmation de l'air dans tout le logement
- ♦ Absence de courant d'air froid

Inconvénients

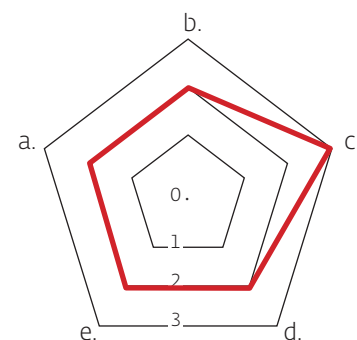
- ♦ Maintenance régulière à assurer
- ♦ Remplacement régulier des filtres
- ♦ Investissement élevé

Ventilation double-flux par local avec récupération de chaleur

Un monobloc est installé par pièce habitable au-dessus ou sous la fenêtre. La chaleur est récupérée de l'air extrait au moyen d'un échangeur de chaleur à plaques ou rotatif. Le débit d'air est contrôlé au moyen d'un programme horaire, d'un capteur de CO₂ ou d'un capteur d'humidité.

Si la concentration de radon est élevée, la ventilation double-flux à elle-seule ne suffira pas à la réduire suffisamment. D'autres mesures de prévention contre le radon devront être envisagées. La mise en surpression des locaux par la ventilation doit être évaluée avec soin, car elle peut conduire à de l'exfiltration d'air chaud et humide à travers les parois de l'enveloppe en hiver avec un risque de condensation dans les murs.

Si l'enveloppe du bâtiment n'est pas étanche, le rendement de la récupération de chaleur sera péjoré. Une construction en ossature bois tout comme les combles d'une maison en maçonnerie sont, par défaut, peu étanches à l'air (ex. absence de murs continus, crépis, etc.). Il est possible d'avoir une bonne étanchéité en soignant la construction. La maintenance des appareils est compliquée et coûteuse, car il faut intervenir sur chaque appareil dans le bâtiment.

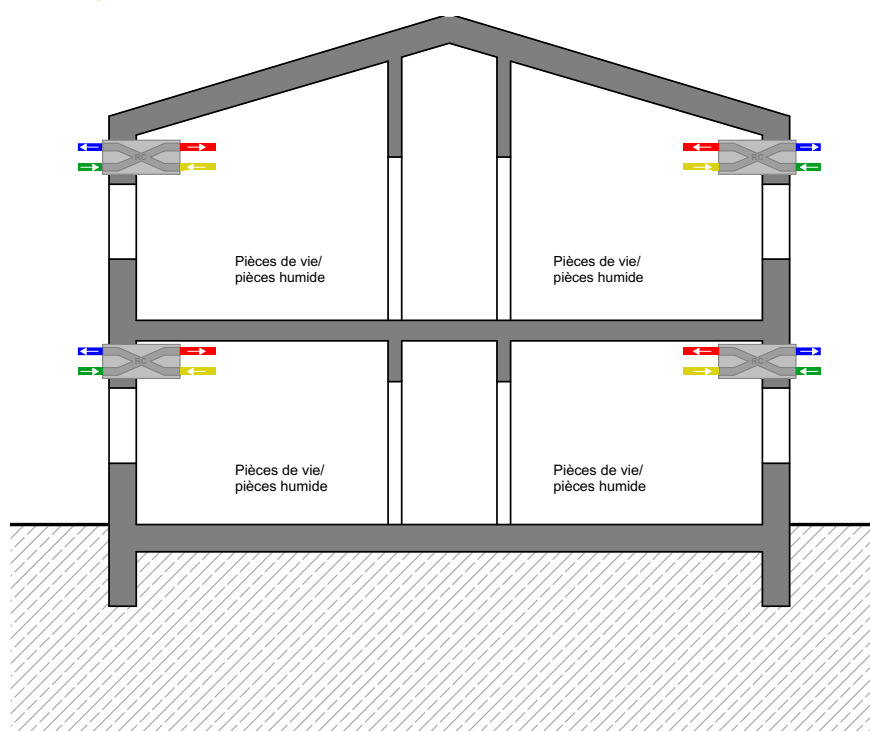


- a. Envassement
- b. Efficacité
- c. Durabilité
- d. Coûts d'exploitation et d'entretien
- e. Coûts de mise en œuvre



Ventilation double-flux décentralisée
Source : Brink climate systems

- Air rejeté
- Air neuf
- Air fourni
- Air repis



Avantages

- ◆ Renouvellement permanent de l'air dans la pièce
- ◆ Mise en place du système au cas par cas

Inconvénients

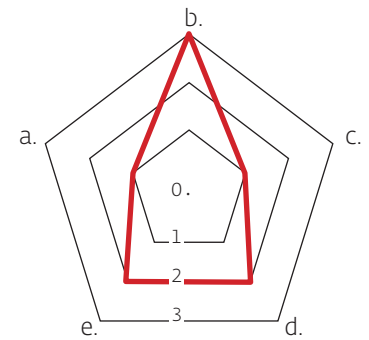
- ◆ Système moins adapté dans le neuf que dans la rénovation
- ◆ Maintenance régulière à assurer
- ◆ Remplacement régulier des filtres
- ◆ Investissement élevé
- ◆ Possible nuisance sonore

Ventilation mécanique par insufflation

L'air est introduit mécaniquement dans le bâtiment, puis expulsé par des grilles, sans extraction mécanique. La prise d'air neuf se situe en général en toiture ou en façade. L'air neuf est traité par filtration et/ou par chauffage dans le caisson de traitement de l'air avant d'être insufflé via un réseau de conduits débouchant soit en un point central (VMI centralisée) ou en plusieurs points d'insufflation dans les pièces principales de la maison (VMI décentralisée). L'air vicié est évacué naturellement par les sorties d'air situées dans toutes les pièces principales et techniques ou par les pièces techniques. L'air transite dans chaque pièce par le biais du détalonnage des portes.

La ventilation mécanique par insufflation met le bâtiment en surpression ce qui peut limiter les remontées de radon dans le bâtiment. Néanmoins si une fenêtre est ouverte dans une pièce, la surpression disparaît. Les locaux sont alors simplement ventilés et l'air s'échappe par la fenêtre ouverte.

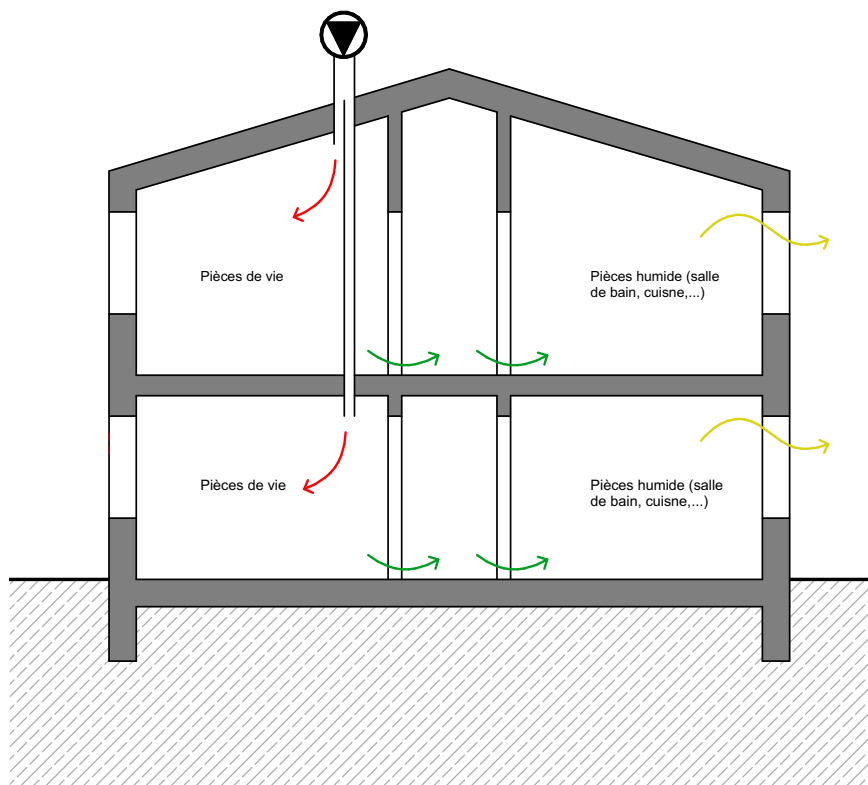
Du fait de la mise en surpression, il existe des risques d'exfiltration d'air. Ces fuites pourraient produire de la condensation dans l'enveloppe et conduire à des dégradations d'éléments sensibles (pièces en bois, isolation, etc.). Une construction en ossature bois ou les combles d'une maison en maçonnerie sont par défaut peu étanches (absence de murs continus, crépis, etc.). Une augmentation excessive de la pression crée une accumulation durable et inacceptable d'humidité dans les murs d'un bâtiment.



- a. Envassement
- b. Efficacité
- c. Durabilité
- d. Coûts d'exploitation et d'entretien
- e. Coûts de mise en œuvre



Ventilateur centrifuge



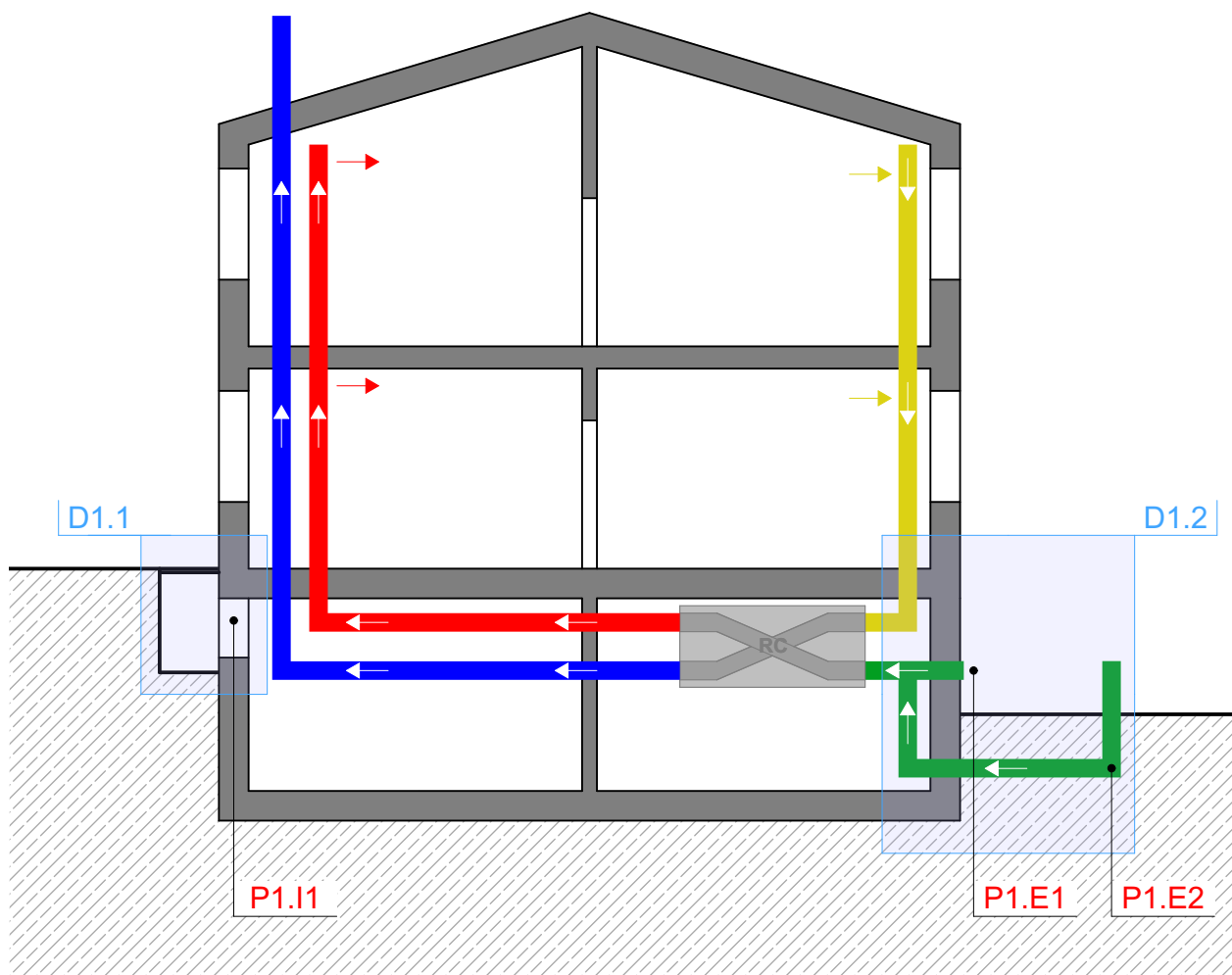
Avantages

- ♦ Renouvellement permanent de l'air dans tout le logement
- ♦ Mise en légère surpression du bâtiment qui limite les infiltrations de radon

Inconvénients

- ♦ Investissement élevé
- ♦ Dysfonctionnement du système en cas d'ouverture d'une fenêtre
- ♦ Possible nuisance sonore

Schéma général



P1.E1 Prise d'air pour les systèmes de ventilation

La prise d'air neuf pour les systèmes de ventilation doit se situer à une hauteur d'au moins 3 mètres du sol dans les zones accessibles au public. Cette hauteur peut être réduite à 1,5 mètre dans les espaces privés sans accès. Si la conduite doit passer dans le terrain, elle doit être réalisée de manière étanche (voir détail D1.2- Puit canadien.).

P1.E2 Puit canadien

Le but du puit canadien est de climatiser l'air extérieur avant de l'introduire dans le bâtiment. La prise d'air doit respecter une hauteur minimale de 1,5 m ou 3 m du sol selon la situation. La conduite doit être réalisée de manière étanche avec des tubes en PE ou PP. Les raccords entre les tubes doivent être étanches. Une pente minimale de 2% doit être prévue dans le réseau pour l'évacuation de l'eau de condensation via un siphon. L'introduction dans le bâtiment doit être soignée et réalisée à l'aide d'un manchon étanche au gaz.

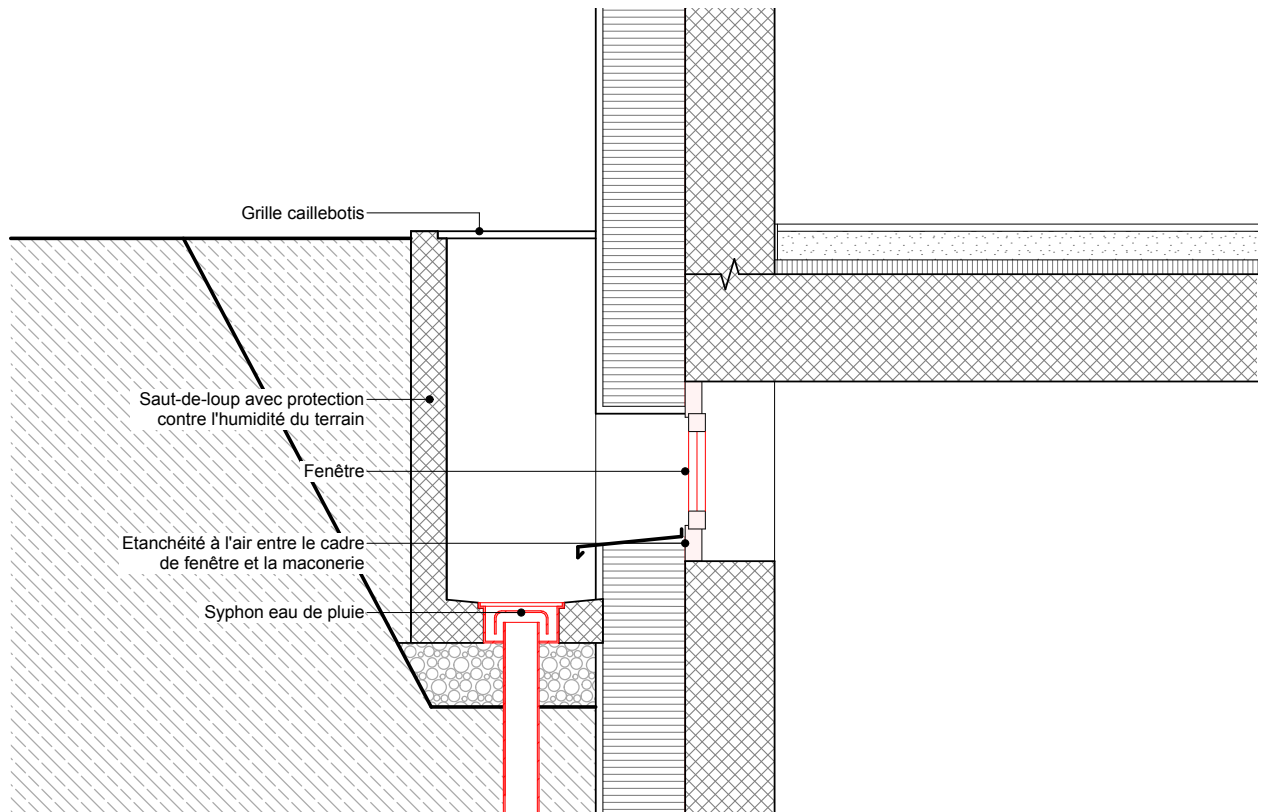
Une alternative au puit canadien qui présente moins de risques de contamination de l'air neuf avec du radon s'il présente un défaut d'étanchéité est le registre d'eau glycolée qui permet de climatiser l'air neuf à l'aide d'un échangeur de chaleur.

P1.I1 Fenêtre dans un saut de loup

Une fenêtre dans un saut de loup présente des risques vis-à-vis du radon et de la ventilation. Si le saut de loup est étanche à l'eau (ex. béton, maçonnerie, PP), le risque vis-à-vis du radon est fortement réduit. Il est important que la barrière d'étanchéité de l'enveloppe soit continue dans le saut de loup.

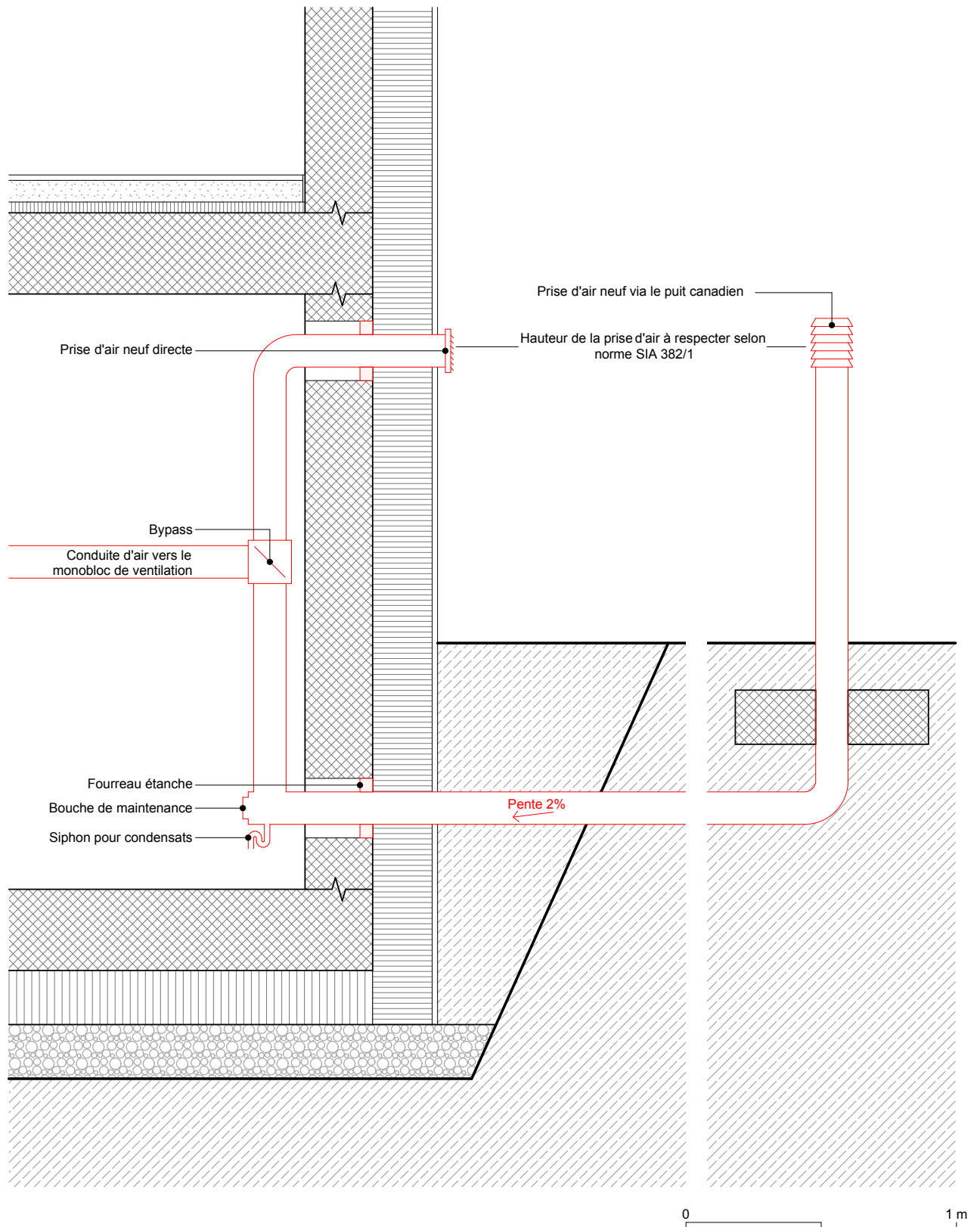
Détails constructifs

D1.1 Fenêtre dans un saut de loup



Détails constructifs

D1.2 Prise d'air neuf pour les systèmes de ventilation avec puit canadien



LIMITER L'INFILTRATION DU RADON DANS LE BATIMENT – ASSURER L'ÉTANCHÉITÉ DES SURFACES BÂTIES EN CONTACT AVEC LE TERRAIN

Prévention

Construction d'une enveloppe étanche en contact avec le terrain pour limiter les infiltrations de radon dans le bâtiment.

Description

Pour assurer un air contenant peu de radon dans le bâtiment, il est généralement nécessaire de garantir une enveloppe étanche contre le terrain. Avec le temps le bâtiment bouge et des fissures peuvent apparaître dans l'enveloppe. Ces fissures en contact avec le terrain peuvent être des voies d'entrée du radon dans le bâtiment. Le gaz aura tendance à s'infiltrer de manière plus importante et à s'accumuler en hiver quand le bâtiment est chauffé et que l'effet de cheminée (convection naturelle) est présent. Les introductions terrestres réalisées de manière non étanche peuvent être des points de faiblesse dans l'enveloppe vis-à-vis du radon. Il en est de même des murs et planchers poreux.

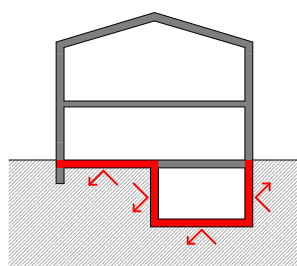
Dans le cas des constructions neuves il est recommandé de construire avec un béton étanche répondant à la norme SIA 272. Cette étanchéité de l'enveloppe peut être obtenue de différentes manières : par la construction d'une cuve blanche, jaune ou noir ou en encore mettant en place une membrane d'étanchéité spécifique contre le radon.

Si une cave est conçue avec un sol en terre naturelle, cette pièce risque de présenter un risque plus marqué vis-à-vis du radon dû fait de l'absence d'étanchéité vis-à-vis du terrain. Il est important de limiter le transfert de gaz de cette pièce vers le reste du bâtiment. Idéalement, il faudrait prévoir un accès à cet espace par l'extérieur et assurer une enveloppe étanche autour de cette pièce. Si l'on souhaite que l'accès se fasse par l'intérieur, il faut alors prévoir une porte étanche (avec joints sur les 4 côtés de la porte) à fermeture automatique.

Assurer l'étanchéité des voies d'infiltration contre le terrain

Il existe plusieurs solutions pour garantir un soubassement étanche au radon:

- Construction d'une cuve blanche (comme le recommande l'OFSP): il s'agit d'un béton étanche (sans besoin de membrane). Les joints de reprise de bétonnage sont réalisés de manière étanche (ex. joint gonflant, étanchéité collée sur joint).
- Mise en place d'une membrane pare-radon avant ou après le bétonnage du radier et des murs périphériques. Dans ce cas, il est nécessaire de suivre strictement les instructions d'installation du fabricant.
- Pose de verre cellulaire en plaque utilisé comme barrière statique.
- Les arrivées des réseaux terrestres doivent être réalisées de manière étanche à l'aide de manchons ou de fourreaux étanches.



F.1 Zones de l'enveloppe présentant un risque d'infiltration

Avantages

- Protection statique contre le radon
- Créer une protection contre l'humidité

Inconvénients

- Le travail doit être réalisé dans les règles de l'art pour un fonctionnement optimal
- Au fil du temps, l'étanchéité à l'air peut être réduite à la suite de tassements dans le bâtiment

Conditions de mise en œuvre et points de vigilance

Cuve étanche (blanche / noire / jaune)

En condition idéale dans les nouveaux bâtiments, le choix du type de structure en contact avec le sol doit être défini au moment de la planification. Les options possibles sont énumérées ci-dessous:

- Une cuve blanche est constituée d'un béton contenant des additifs qui le rendent imperméable à l'eau, mais pas à la vapeur. Elle ne nécessite a priori pas d'autre membrane ou traitement. La norme SIA 272 donne des précisions sur le béton étanche.
- Le réservoir noir est constitué d'une ou plusieurs couches d'étanchéité bitumineuse appliquées sur un mur en béton ou en maçonnerie ou sur une isolation thermique. L'étanchéité est généralement réalisée par l'application d'une couche bitumineuse ou par la pose de barrières spécifiques.
- La cuve jaune est constituée d'une membrane synthétique placée au fond du coffrage et qui agit comme une barrière contre le radon. Elle est solidement fixée au béton.

Les joints de reprise de bétonnage sont la plupart du temps noyés dans le mur.

Joints de reprise de bétonnage [F.2, F.3]

Les joints de reprise de bétonnage doivent être réalisés de manière soignée et étanche à l'aide d'une résine ou d'une membrane collée depuis l'intérieur ou l'extérieur du bâtiment, ou à l'aide d'un joint gonflant noyé dans le mur.

Joints de dilatation

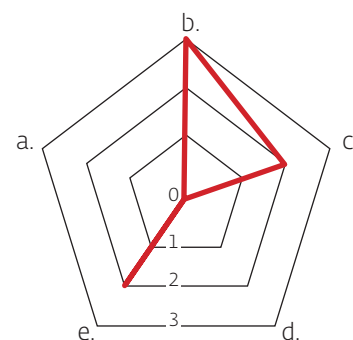
Si le bâtiment nécessite des joints de dilatation, il est important de les traiter avec une membrane souple qui accepte le mouvement ou un mastic avec une élasticité permanente.

Membrane pare-radon [F.4]

Il existe différents types de membranes. Elles sont généralement constituées d'une ou de deux couches en PE et éventuellement d'une feuille en aluminium. Il est important de respecter les instructions de pose du fabricant notamment en ce qui concerne le chevauchement entre deux lés. Les feuilles d'aluminium ne sont pas nécessairement indiquées en raison de leur manque de flexibilité.

Verre cellulaire

L'isolation thermique peut être mise à l'extérieur ou à l'intérieur de la structure et agir comme barrière statique. Elle contribue ainsi à créer une enveloppe isolée d'un seul tenant tout en assurant une parfaite étanchéité au radon. Il est recommandé de suivre les instructions de pose du fabricant.



- a. Envassement
- b. Efficacité
- c. Durabilité
- d. Coûts d'exploitation et d'entretien
- e. Coûts de mise en œuvre



F.2 Cuve étanche avec joint reprise de bétonnage noyé dans le mur



F.3 Joint de reprise de bétonnage



F.4 Cuve jaune employée comme membrane pare-radon

Introductions terrestres étanches contre le terrain [F.5, F.6]

Les introductions terrestres sont toujours des points sensibles de l'enveloppe en contact avec le terrain. Il est nécessaire de traiter le passage des tubes à travers la dalle ou les murs à l'aide de joints munis de colliers de serrage qui sont ensuite noyés dans la dalle en béton ou de manchons étanches [F.5, F.6]. Dans le cas du passage de câbles électriques, il est nécessaire de rendre étanche l'espace entre les câbles électriques et le conduit, ainsi qu'entre le conduit et le tuyau de revêtement.

Puit canadien

Voir fiche P1 *Ventiler et assurer un air intérieur de bonne qualité - points de vigilance vis-à-vis du radon.*

Énergie géothermique / Sondes géothermiques / Chauffage urbain

Les sondes géothermiques ne devraient pas être implantées sous l'emprise du bâtiment. Dans le cas contraire, des précautions doivent être mises en place tel un drainage radon en tête de sonde géothermique. L'introduction dans le bâtiment peut se faire, par exemple, en passant d'abord par un saut de loup pour favoriser l'évacuation du radon avant qu'il ne s'infilte dans le bâtiment.

Dans le cas d'un champ de sondes géothermiques, les têtes de sondes peuvent être rassemblées dans un collecteur situé à l'extérieur du bâtiment afin de limiter le nombre de percements dans l'enveloppe. Dans tous les cas, la traversée de l'enveloppe devra toujours être réalisée à l'aide de manchons ou fourreaux étanches.

Grille de sol étanche [F.7]

Les grilles de sol peuvent être des voies d'infiltration du radon si les canalisations sont chargées d'air contaminé et que le siphon est sec. Leur fonctionnalité doit donc toujours être garantie. Elle s'évapore moins vite que l'eau. Il est aussi recommandé d'installer un clapet anti-retour qui garantit une étanchéité au gaz même en absence d'eau [D2.3].



F.5 Joint d'étanchéité avec collier de serrage pour traversée de dalle

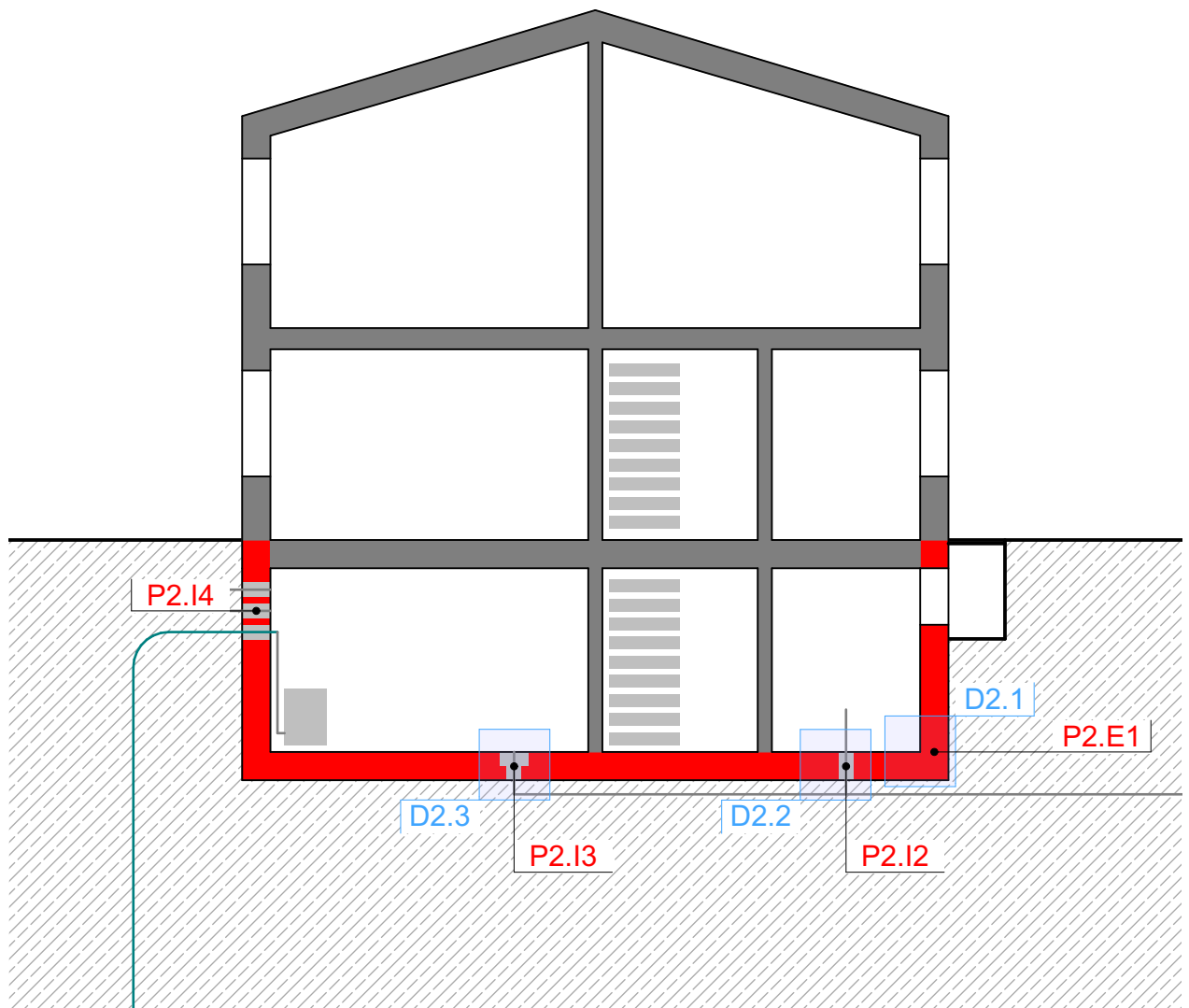


F.6 Fourreau étanche pour traversée de paroi



F.7 Grille de sol avec siphon

Schéma général



P2.E1 Raccord dalle-mur

En cas de construction d'une cuve étanche, il est important de réaliser les travaux dans les règles de l'art pour limiter de manière optimale les infiltrations de radon au raccord entre mur et dalle.

P2.12/14 Introductions terrestres

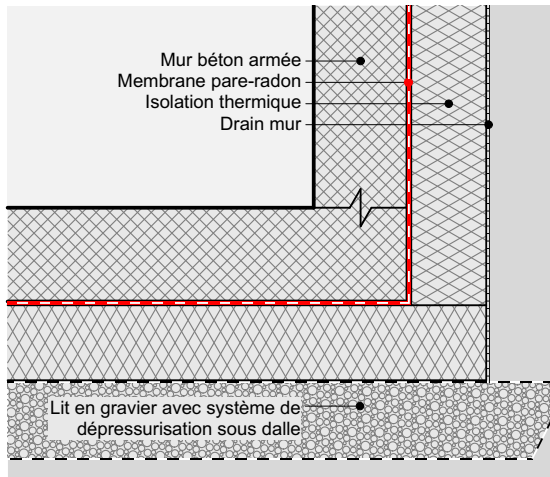
Les introductions doivent être réalisées à l'aide d'un joint ou d'un fourreau étanche au radon.

P2.13 Grille de sol/siphon

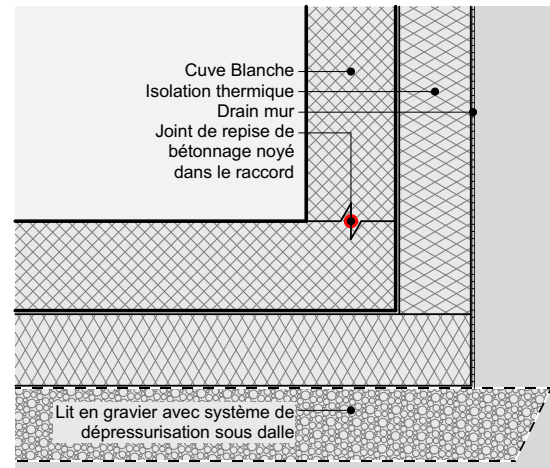
Ces grilles de sol doivent être équipées d'un siphon ou d'un clapet anti-retour afin de limiter les remontées de gaz en provenance des canalisations.

Détails constructifs

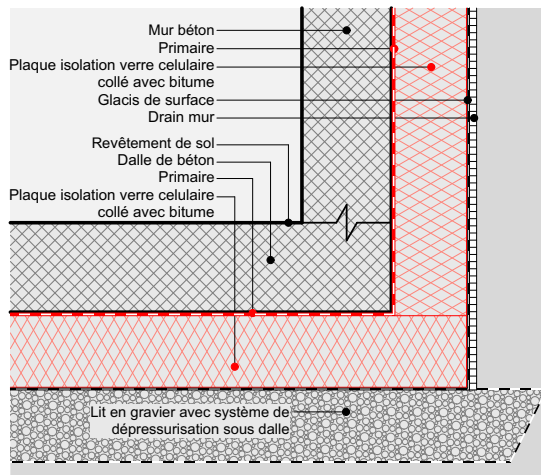
D2.1/1 Béton avec membrane pare-radon à l'extérieur



D2.1/2 Joint gonflant de reprise de bétonnage dans le cas d'une cuve blanche

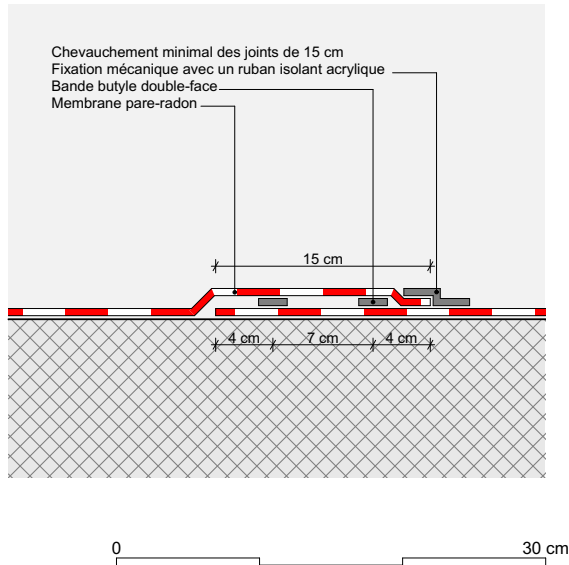


D2.1/3 Fondation en béton avec barrière radon en verre cellulaire

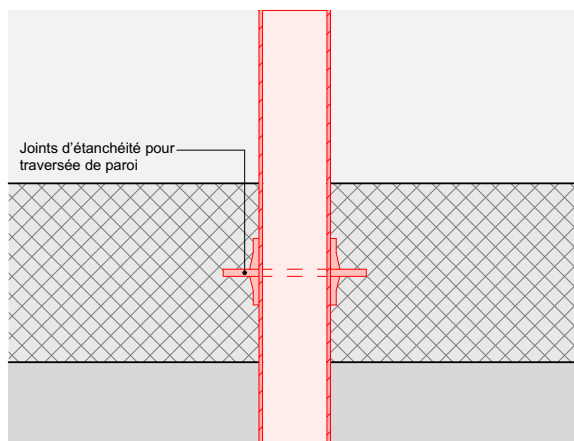


Détails constructifs

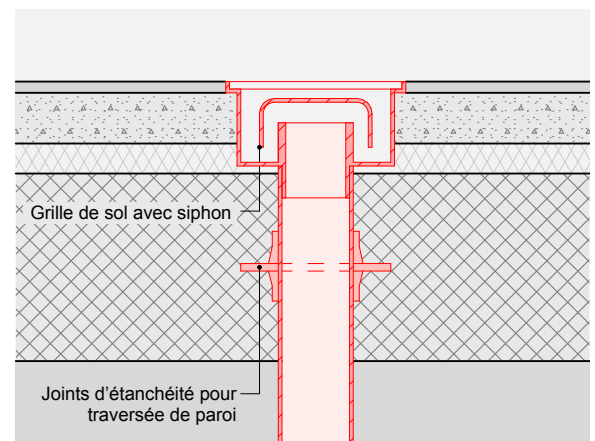
D2.1/4 Chevauchement de deux lés pare-radon



D2.2 Passage de conduite avec joint d'étanchéité pour traversée de la dalle



D2.3 Grille de sol avec siphon



0 30 cm

METTRE LE TERRAIN SOUS LE BÂTIMENT EN DÉPRESSION – DRAINER LE RADON

Prévention

Assurer la protection à long terme du bâtiment neuf en interceptant le gaz sous le bâtiment, en coulant une dalle étanche et en traitant soigneusement les traversées de dalle.

Description

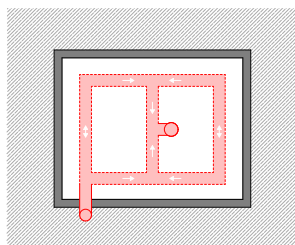
Le système de mise en dépression du sol est un système préventif simple contre le radon. Le principe consiste à mettre en dépression le terrain sous le bâtiment pour dévier le flux de radon avant qu'il ne s'infilte dans le bâtiment. En plus d'être facile à concevoir et à mettre en œuvre dans un nouveau bâtiment, ce système est efficace et durable.

Le système est constitué d'un réseau de drainage posé horizontalement sous le bâtiment et d'un point d'évacuation du gaz. Le drainage est installé dans un lit de gravier de 20 à 40 cm d'épaisseur. La densité du réseau varie selon la nature du terrain. Plus le terrain est compact, plus le réseau doit être dense.

Le drainage radon peut être combiné au drainage des eaux claires sous les fondations du bâtiment. On parle alors d'un drainage mixte radon/eau. Dans tous les cas, le drainage doit être connecté à un point d'évacuation du gaz idéalement en toiture mais cela est aussi possible dans le jardin en respectant certaines conditions.

Drainage radon avec extraction passive par l'intérieur du bâtiment

Le drainage est installé sous les fondations de la maison. Ce dernier est connecté à une cheminée qui traverse les espaces chauffés du bâtiment ce qui permet une évacuation passive du radon sous l'effet du tirage thermique naturel.



F.1 Plan d'implantation d'un modèle de drainage avec extraction passive

Avantages

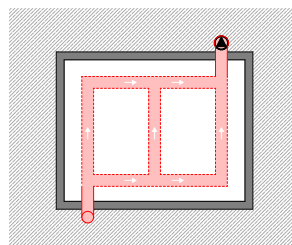
- Fonctionne de manière naturelle et passive sans consommation d'énergie
- Peu de maintenance particulière

Inconvénients

- Nécessite une gaine verticale étanche sur toute la hauteur de la cheminée mais non isolée du point de vue thermique dans les espaces chauffés
- Doit être anticipé lors de la conception du bâtiment
- Nécessite un conduit de cheminée de plus grand diamètre

Drainage radon avec extraction mécanique active (ventilateur)

Le drainage est installé sous les fondations de la maison. Ce dernier est connecté à une cheminée qui sort en façade du bâtiment et ne peut donc bénéficier du tirage thermique naturel. Un ventilateur est indispensable pour assurer l'extraction et dévier le flux de radon vers l'extérieur.



F.2 Plan d'implantation d'un modèle de drainage avec extraction active

Avantages

- Extraction optimale du gaz
- Diamètre réduit de la gaine
- Installation possible du ventilateur après-coup

Inconvénients

- Consomme de l'électricité
- Exige la maintenance du ventilateur
- Passage en façade (critère esthétique)

Conditions de mise en œuvre

Drainage radon [F.3]

Dans le cas d'un drainage radon le diamètre des tubes devrait varier entre 125 mm et 160 mm. Les perforations sont orientées vers le bas. Les drains sont placés en partie supérieure du lit de gravier juste sous la dalle. Le drainage radon peut prendre plusieurs formes sous le bâtiment :

- le drainage en râteau ou en épis
- le drainage en boucle

La densité du drainage va varier selon la perméabilité du terrain. Dans un terrain compact le drainage aura un entraxe d'environ 3 m et dans un terrain plus perméable l'entraxe peut aller jusqu'à 8 m. Le drainage s'arrête à environ 1 m des fondations périphériques du bâtiment.

Le drainage en boucle est préférable au drainage linéaire afin d'optimiser les chances de fonctionnement à long terme du réseau (par exemple en réduisant le risque de colmatage des tuyaux qui le rendrait moins efficace).

Dans ce cas, il est important de prévoir un point d'inspection (pipe de rinçage) pour contrôler le système et le nettoyer si nécessaire.

Drainage mixte radon / eau [F.4]

Dans le cas d'un drainage mixte radon/eau les perforations sont orientées vers le haut. Une pente d'au moins 0.5% est assurée de manière à permettre à l'eau de s'écouler. Le diamètre des conduites doit être suffisant pour permettre à l'eau et au gaz de cohabiter dans le drainage. Prévoir un diamètre pour les tuyaux du drainage de 160 mm à 200 mm de diamètre.

Un clapet anti-retour ou un siphon doit être installé au point de raccordement entre le système de drainage du radon et le système de drainage ou d'infiltration des eaux claires. Le but est de drainer l'air sous le bâtiment. Il est important de prévoir un point d'inspection (pipe de rinçage) pour vérifier le système et le nettoyer si nécessaire.

Cheminée passive [F.5]

La cheminée doit être réalisée si possible d'un seul tenant le plus verticalement possible. Si la conduite doit être déviée sur son parcours, cela peut être fait à l'aide au maximum de deux coudes de 30°. La conduite ne doit pas être isolée thermiquement dans les espaces chauffés, mais doit l'être dans les espaces froids tels que la cave, les combles et la sous-toiture. Elle doit être en revanche étanche à l'air sur toute sa hauteur et pour cela on préfère les tuyaux thermosoudés. Le diamètre idéal est de 200 millimètres. Le chapeau de la cheminée devrait avoir une forme qui favorise la mise en dépression de la conduite.

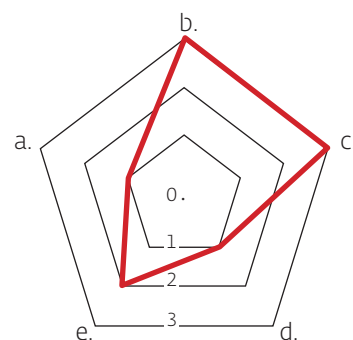
Il faut prévoir la possibilité d'installer ultérieurement un ventilateur de toit au cas où l'extraction passive ne serait pas suffisante. Une gaine électrique doit être prévue à cet effet.

Cheminée active [F6]

La cheminée est réalisée si possible d'un seul tenant le plus verticalement possible. Le conduit doit être étanche durant toute sa hauteur. Le diamètre idéal est de 100 à 125 millimètres. L'optimisation du chapeau de l'extracteur augmente les débits extraits et réduit l'inversion du flux d'air dans le conduit, améliorant ainsi la dépression générée. Le ventilateur doit rester allumé en permanence.

Type de ventilateur

Un ventilateur centrifuge permet de créer une bonne dépression dans le terrain. La puissance du ventilateur est choisie en fonction de la capacité d'extraction requise. Pour les habitations unifamiliales, elle varie généralement entre 10 et 70 W.



- a. Envahissement
b. Efficacité
c. Durabilité
d. Coûts d'exploitation et d'entretien
e. Coûts de mise en œuvre



F.3 Drainage radon en PE



F.4 Drainage radon et eau en PP



F.5 Cheminée passive, passage de la conduite à travers la dalle

Précautions et points de vigilance

- Les canalisations à l'intérieur et en contact avec le sol doivent être en PP ou en PE, mais jamais en PVC en raison de sa faible résistance aux contraintes et agressions chimiques avec le temps. En façade, il est préférable d'utiliser des tuyaux en acier inoxydable ou en cuivre. Les tuyaux flexibles sont déconseillés (pertes de charge, durabilité).
- Tous les passages de tuyauterie et tous les raccords doivent être étanches à l'air. L'utilisation de raccords et de joints thermosoudés pour les raccords sont fortement recommandés.
- Nous recommandons de limiter les coudes dans les canalisations car ils augmentent les pertes charge et réduisent la capacité d'extraction du système.
- S'il est nécessaire d'insérer un ventilateur, l'installation verticale est préférable afin d'éviter les problèmes de condensation. En cas d'installation horizontale, un système d'évacuation de l'eau de condensation doit être prévu.
- Nous recommandons de placer le ventilateur à l'extérieur de l'enveloppe du bâtiment. En effet, la section de la gaine située après le ventilateur est en surpression et, en cas de fuite du système, la contamination de l'air intérieur pourrait être importante.
- Le point d'expulsion de l'air contaminé doit être suffisamment éloigné et sous le vent du bâtiment pour disposer d'un volume de dilution optimal et éviter sa remise en circulation à l'intérieur du bâtiment par les ouvertures (distance minimale de 2 m) en façade. Il ne doit pas non plus se situer à proximité d'une zone d'utilisation fréquente (ex. terrasse, cour d'école...). Dans l'idéal il devrait être en toiture. Les vents dominants doivent être pris en compte pour décider de l'emplacement de l'évacuation du radon.
- Prévoir pour le ventilateur et la conduite de gaz des fixations qui ne transmettent pas de vibration/bruit dans le bâtiment. Si nécessaire prévoir un silencieux à la sortie de la gaine de ventilation.
- Le réseau de drainage radon doit être équipé d'un point d'inspection (pipe de rinçage) pour vérifier et entretenir le réseau.
- Dans les terrains très perméables, il est recommandé de mettre en place un béton de propreté avant la chaille pour optimiser la performance du drainage sous toute la surface du bâtiment (augmente la résistance du sol).
- Dans le cas d'une construction sans sous-sol, prévoir un pare-gel afin que la dépression générée sous le bâtiment ne risque pas d'aspirer l'air extérieur.

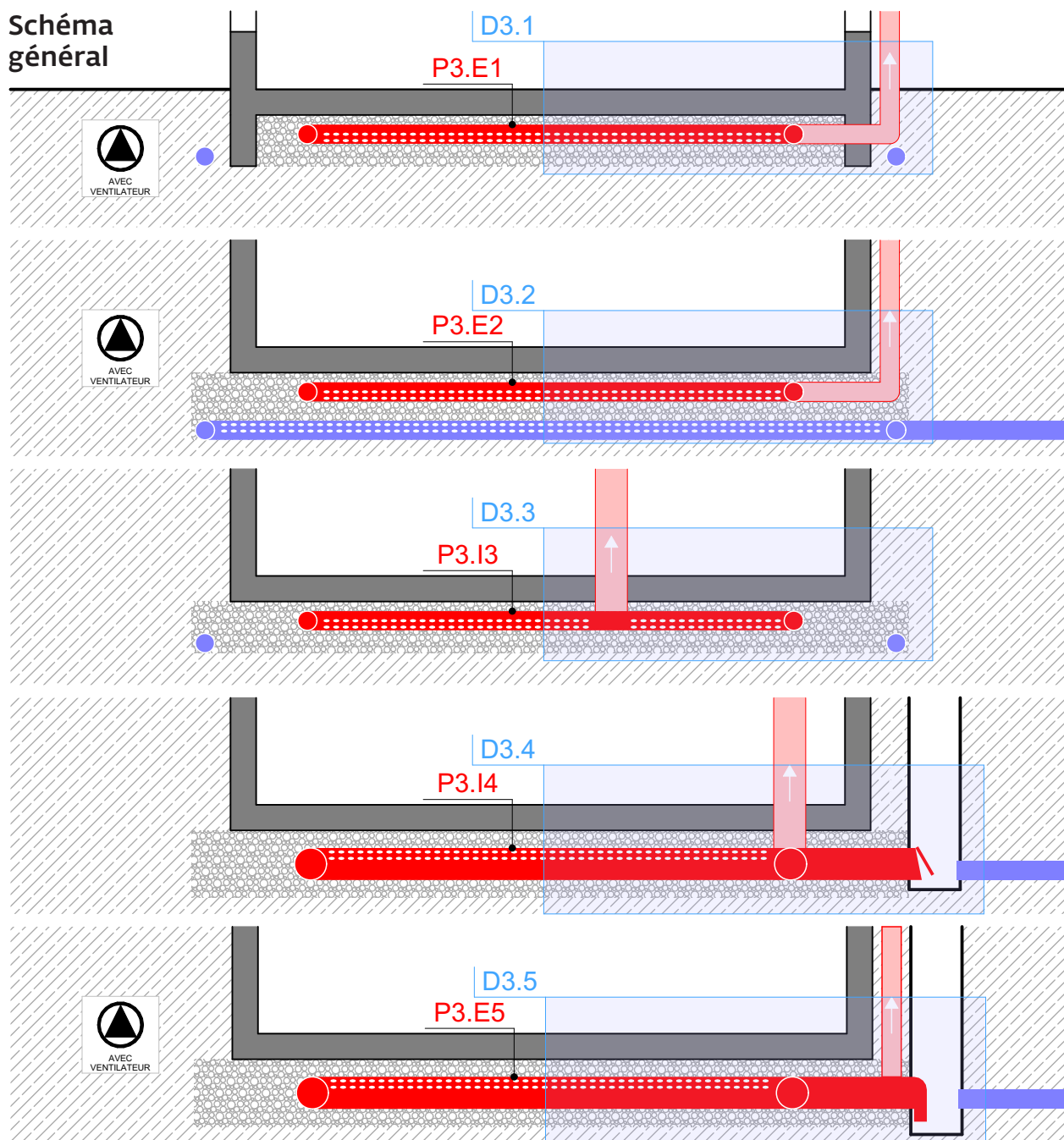


F.6 Conduite extérieure et ventilateur



F.7 Coude dans un drainage mixte radon/eau en PP

Schéma général



P3.E1 Drainage du radon avec extraction active sous la dalle de fondation

Extraction du radon pour générer une dépression sous les fondations du bâtiment et dévier le flux d'air contaminé vers le toit à l'aide d'un ventilateur en extraction.

P3.E2 Drainage du radon avec extraction active sous la dalle du sous-sol

Extraction du radon pour créer une dépression sous le plancher du sous-sol du bâtiment et dévier le flux d'air contaminé en toiture grâce à l'utilisation d'un ventilateur en extraction.

P3.I3 Drainage radon avec extraction passive par l'intérieur du bâtiment

Drainage du radon pour créer une dépression sous les fondations du bâtiment et dévier le flux du radon de manière passive à l'aide d'une cheminée qui traverse les espaces chauffés du bâtiment.

P3.I4 Drainage mixte radon/eau avec extraction passive à l'intérieur du bâtiment

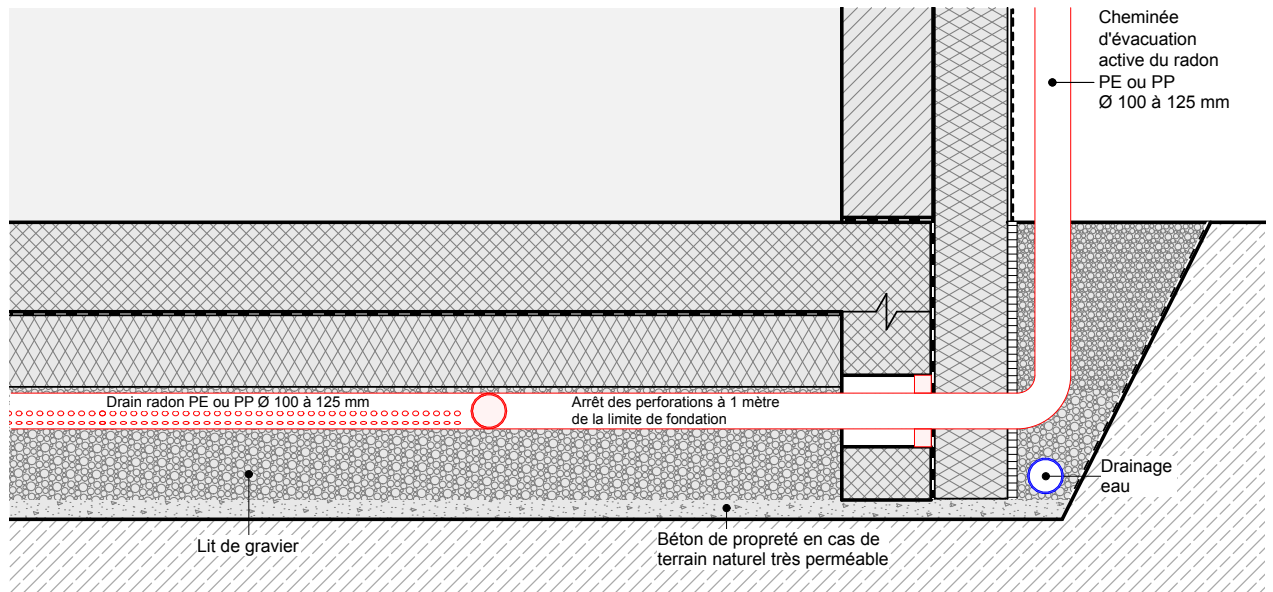
Drainage mixte du radon et des eaux claires sous le bâtiment avec évacuation passive en toiture grâce à l'effet de cheminée généré dans un conduit de cheminée traversant les pièces chauffées du bâtiment.

P3.E5 Drainage mixte radon/eau avec extraction mécanique active

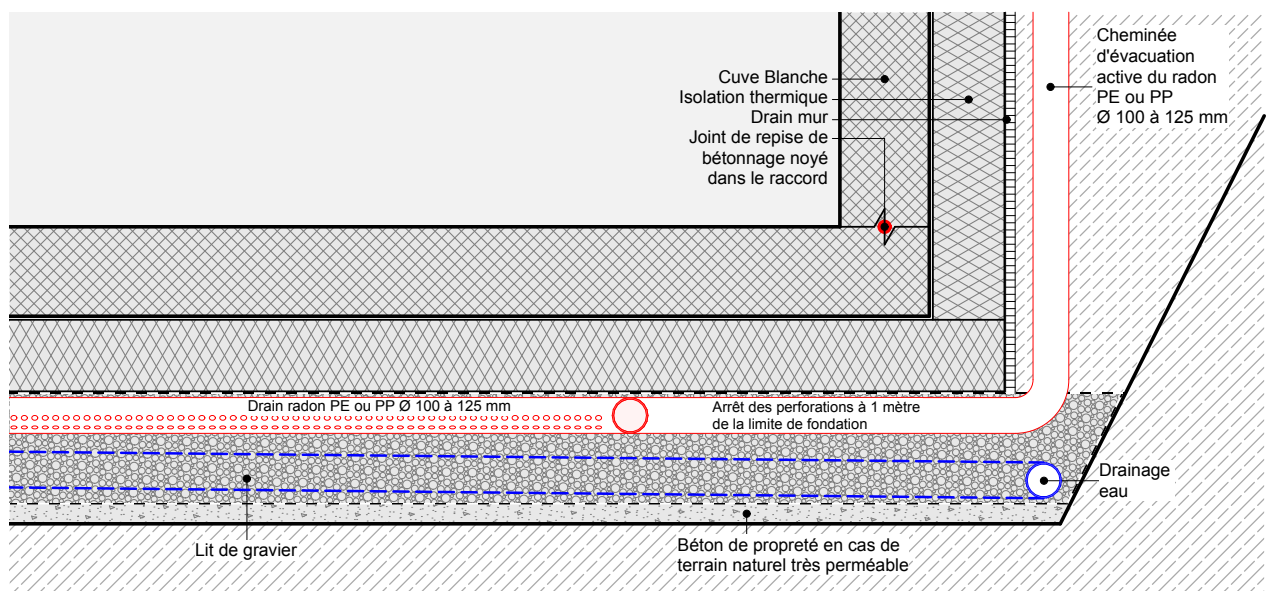
Drainage mixte du radon et des eaux claires sous les fondations avec évacuation active à l'aide d'un ventilateur.

Détails constructifs

D3.1 Drainage radon sous radier de rez-de-chaussée avec extraction mécanique



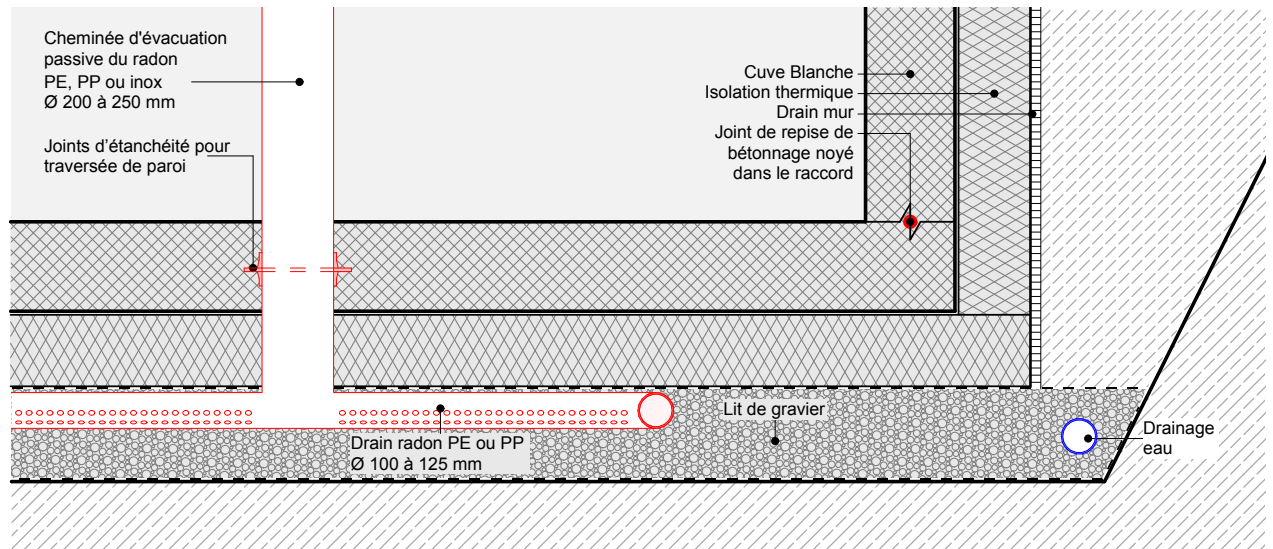
D3.2 Drainage radon sous radier de sous-sol avec extraction mécanique



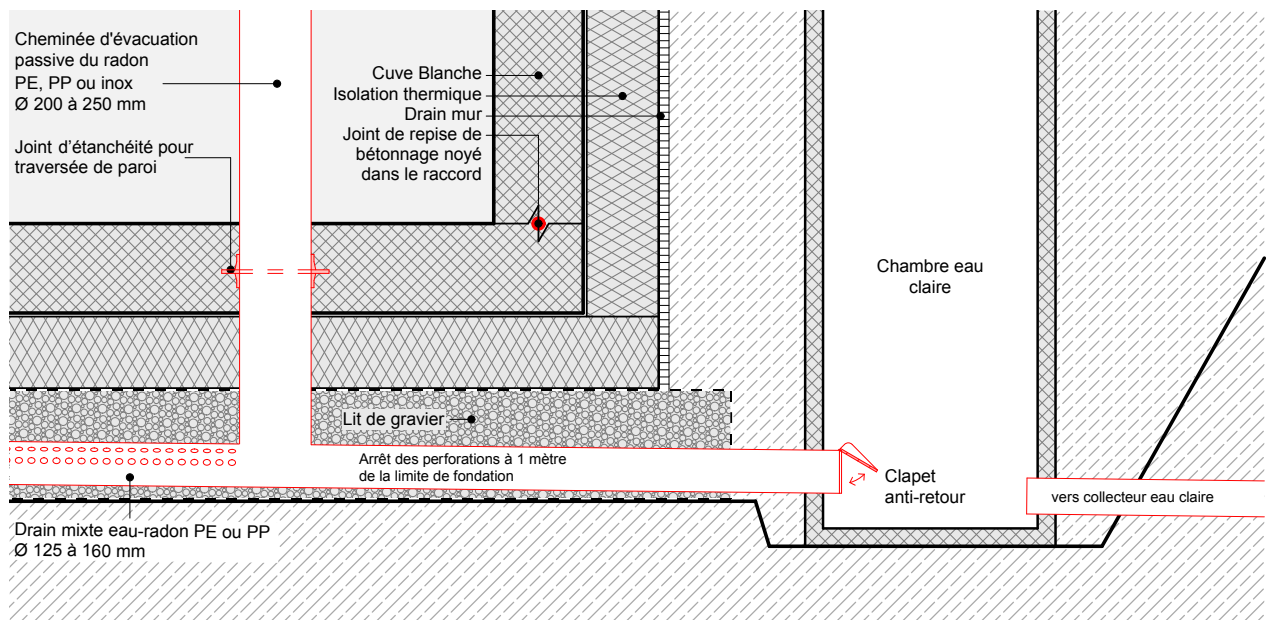
0 1 m

Détails constructifs

D3.3 Drainage radon sous radier de sous-sol avec extraction passive

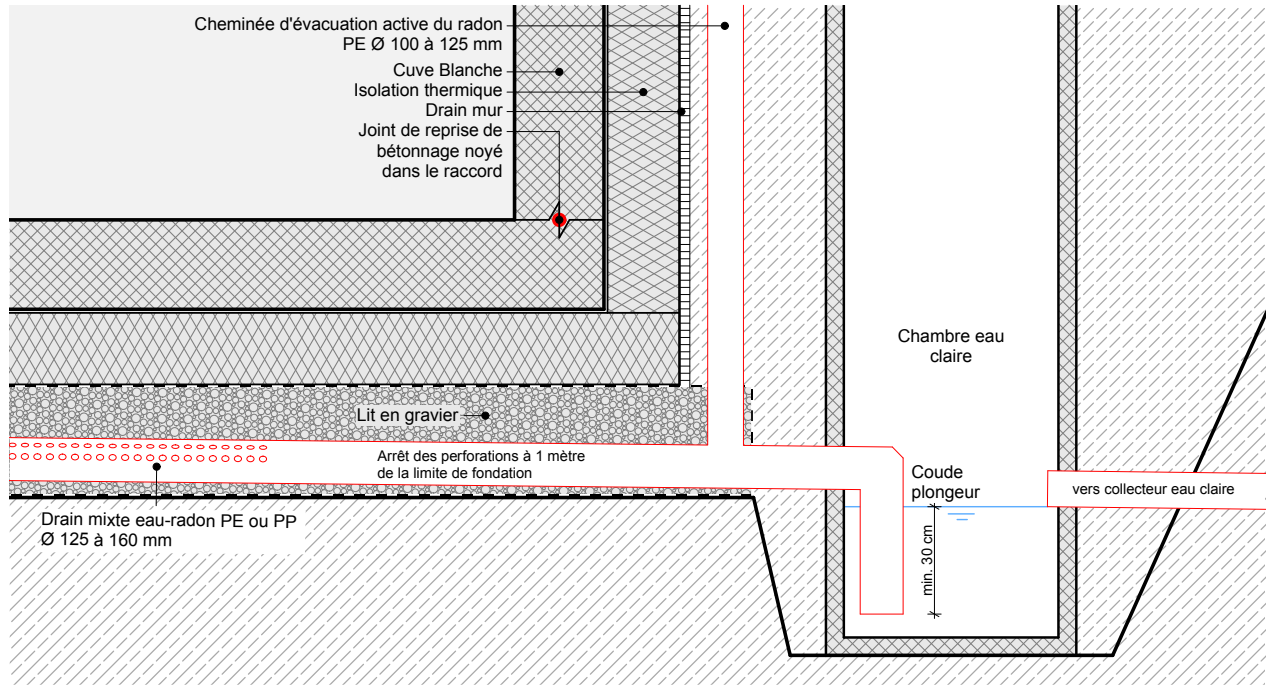


D3.4 Drainage mixte eau/radon sous radier de sous-sol avec extraction passive à l'intérieur du bâtiment



Détails constructifs

D3.5 Drainage mixte eau/radon sous radier de sous-sol avec extraction mécanique



0 1 m

VENTILER ET ASSURER UN AIR INTÉRIEUR DE BONNE QUALITÉ – POINTS DE VIGILANCE VIS-À-VIS DU RADON

Remédiation

Présentation de 6 types de ventilations allant de l'aération par ouverture manuelle des fenêtres à la ventilation double-flux avec récupération de chaleur. Chaque situation est décrite individuellement à l'aide de diagrammes, de roses des vents et de textes explicatifs.

Description

Pour assurer un air de bonne qualité dans le bâtiment, une aération régulière du bâtiment est importante pour évacuer le CO₂ et les polluants qui s'y accumulent (ex. radon, composés organiques volatils, ...). Une multitude de solutions existent. Soit l'aération se fait naturellement par ouverture manuelle des fenêtres, soit elle se fait à l'aide d'un système de ventilation mécanique. En outre selon la norme SIA 180, les mesures de correction contre le radon ne devraient pas passer par une sur-ventilation des locaux occupés pour diluer le gaz, mais bien par le fait de supprimer les sources de radon dans le bâtiment ou en déviant son flux avant qu'il ne s'infilte dans le bâtiment (ex. mise en dépression du terrain sous le bâtiment à l'aide d'un drainage radon, fiche R7 *Mettre le terrain sous le bâtiment en dépression - drainage radon ou nouveau vide sanitaire*).

L'aération par ouverture manuelle des fenêtres permet d'éliminer temporairement le radon qui s'accumule dans les pièces, mais ne convient pas comme système de remédiation sur le long terme. De plus, elle nécessite l'intervention régulière des occupants des locaux.

Les systèmes de ventilation mécanique en extraction (par exemple hotte de cuisine ou ventilateur de salle de bain) génèrent une dépression dans le bâtiment. Ils risquent de renforcer les infiltrations du gaz si le bâtiment présente des défauts d'étanchéité vis-à-vis du terrain et/ou que les prises d'air neuf sont insuffisantes ou non entretenues, ne pouvant alors compenser efficacement l'air extrait.

Les systèmes de ventilation mécanique double flux sont généralement une solution qui garantit une bonne qualité de l'air dans le bâtiment. Une légère surpression peut contribuer à limiter les infiltrations de radon, mais pourrait aussi avoir dans certains cas des conséquences qui pourraient générer des problèmes de physique du bâtiment sur le long terme.

Système de ventilation et réduction de la concentration de radon en construction neuve	Adapté	Adapté sous conditions	Pas ou peu adapté
Aération par ouverture manuelle des fenêtres			*
Ventilation naturelle par ouverture automatique des fenêtres			
Ventilation simple-flux et simple-flux hygroréglable			**
Ventilation double-flux centralisée avec récupération de chaleur			
Ventilation double-flux par local avec récupération de chaleur			
Ventilation mécanique par insufflation		***	

* En présence de concentrations élevées en radon, l'aération par ouverture des fenêtres ne peut être qu'une solution temporaire d'urgence le temps d'effectuer une remédiation plus durable vis-à-vis du radon.
 ** La ventilation simple-flux met le bâtiment en légère dépression. Elle peut donc favoriser l'introduction de radon. Cette technique est adaptée si et seulement si l'interface entre le terrain et le bâtiment est étanche et qu'une mise en dépression du terrain est possible sous radier.
 *** Du fait de la mise en surpression, il existe des risques d'exfiltration d'air. Ces fuites pourraient produire de la condensation dans l'enveloppe et endommager des éléments sensibles (pièces en bois, isolation, etc.). Une construction en ossature bois ou les combles d'une maison en maçonnerie sont par défaut peu étanches (absence de murs continus, crépis, etc.). Dans le document «Ventilation mécanique par insufflation dans l'habitat individuel, Rapport final, Martine Bianchina, Mars 2017, COSTIC», il est mentionné qu'une surpression de seulement 1Pa peut créer une accumulation durable et inacceptable d'humidité dans les parois d'un bâtiment en structure bois.

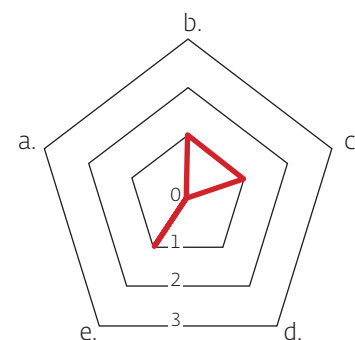
Aération par ouverture manuelle des fenêtres

Elle consiste en l'ouverture manuelle des fenêtres par les occupants. Pour une meilleure aération des espaces intérieurs en hiver, on recommande d'aérer 4 à 6 fois par jour (aération unilatérale de 10 à 15 minutes, aération traversante de 3 à 5 minutes), selon la norme SIA 2023. La présence des occupants est nécessaire pour assurer l'aération du logement. L'efficacité de l'aération dépend également de la hauteur des fenêtres, car en absence de vent, plus l'ouverture est haute pour une même section et plus le renouvellement de l'air sera important. Dans le cas de la ventilation traversante, qui est plus efficace, la vitesse du vent est déterminante.

Si l'étanchéité de l'interface entre le bâtiment et le terrain est bonne, l'aération régulière par ouverture des fenêtres suffit pour évacuer les légères accumulations de radon dans la pièce.

Si les fenêtres ne sont pas étanches, un échange continu d'air est très probable. Si les valeurs isolantes des murs extérieurs, sols, toiture, etc. ne sont pas conformes à la norme SIA 180 et que l'aération par l'occupant avec les nouvelles fenêtres n'est pas au moins équivalente à celle avant le remplacement des fenêtres, il y a risque de développement de moisissures et de concentrations de radon plus élevées dans le logement.

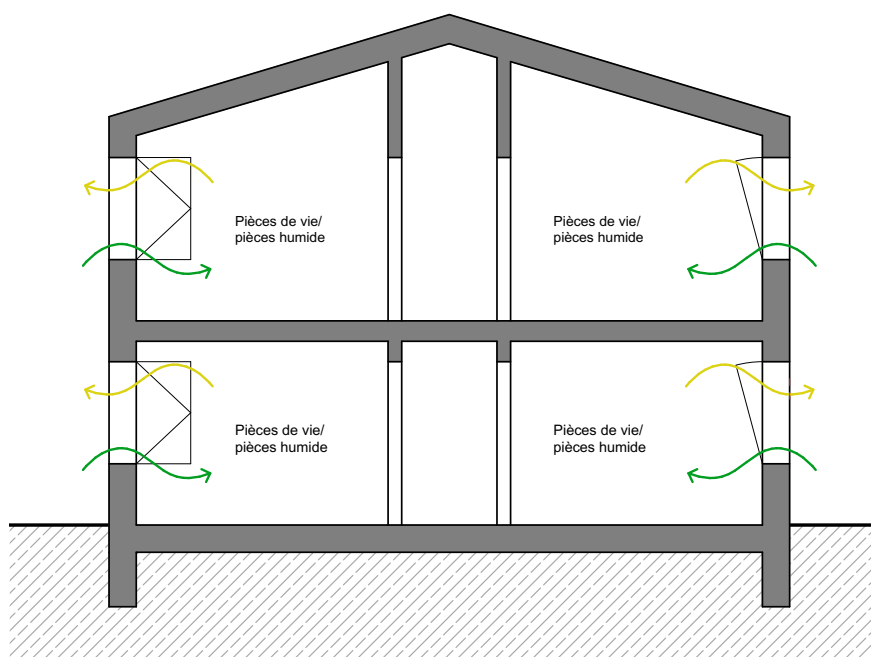
Noter qu'en hiver, l'ouverture d'une fenêtre oscillo-battante entraîne des pertes d'énergie considérables sans assurer une aération efficace.



- a. Envassement
- b. Efficacité
- c. Durabilité
- d. Coûts d'exploitation et d'entretien
- e. Coûts de mise en œuvre



Ventilation par ouverture manuelle des fenêtres



Les espaces humides sont définis comme des pièces dans lesquelles il y a un accès à l'eau (salle de bain, cuisine, buanderie) et où il y a donc plus d'humidité.

Avantages

- ♦ Aucune consommation électrique
- ♦ L'utilisateur gère seul l'aération
- ♦ Pas de coût d'installation

Inconvénients

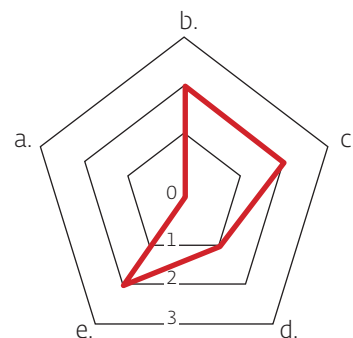
- ♦ Présence des occupants indispensable: évacuation du radon impossible hors occupation
- ♦ Solution insuffisante en cas de problématique radon importante
- ♦ Solution temporaire et non permanente
- ♦ Pertes énergétiques associées

Ventilation naturelle par ouverture automatique des fenêtres

Elle consiste en l'ouverture automatique des fenêtres à l'aide d'un système de régulation. La présence des occupants n'est donc pas nécessaire pour assurer l'aération des pièces. L'efficacité de l'aération dépend principalement de la section des fenêtres oscillo-battantes. C'est le mode en principe utilisé, notamment pour éviter les effractions. Dans le cas de la ventilation traversante, qui est plus efficace, la vitesse du vent est le facteur déterminant.

Si l'étanchéité de l'interface entre le bâtiment et le terrain est bonne, une ventilation régulière par ouverture des fenêtres suffit à réduire les légères accumulations dans les pièces.

Si les fenêtres ne sont pas étanches, un échange continu d'air est très probable. Si les valeurs isolantes des murs extérieurs, sols, toiture, etc. ne sont pas conformes à la norme SIA 180 et que l'aération naturelle par ouverture automatique des fenêtres n'est pas au moins équivalente à celle avant le remplacement des fenêtres, il y a risque de développement de moisissures et de concentrations de radon plus élevées dans le logement.

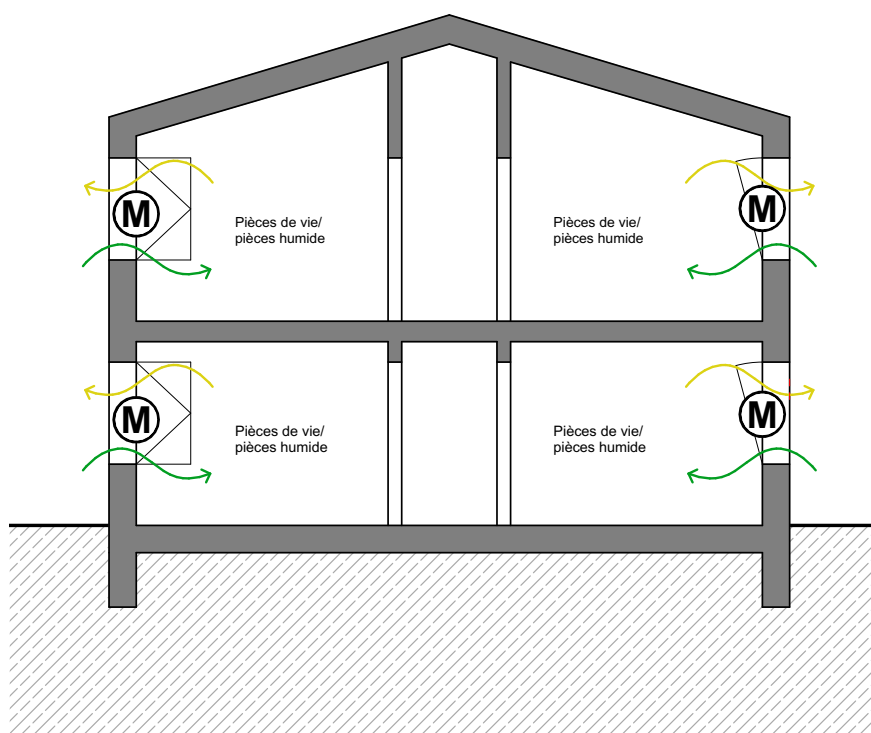


- a. Envassement
- b. Efficacité
- c. Durabilité
- d. Coûts d'exploitation et d'entretien
- e. Coûts de mise en œuvre



Fenêtre à ouverture automatique

(M) = moteur



Avantages

- ♦ Aération automatique des pièces
- ♦ Solution facilement adaptable en cas de rénovation (pas de réseau de gaines à déployer)
- ♦ Fonctionnement indépendant de l'occupant

Inconvénients

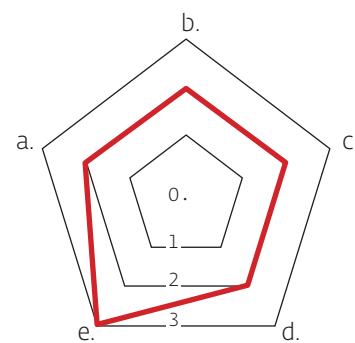
- ♦ Courants d'air froids lors de l'aération en hiver
- ♦ Pertes énergétiques

Ventilation simple-flux et simple-flux hygroréglable

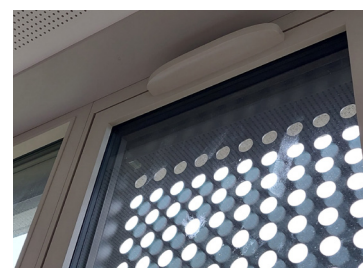
Le rôle de la ventilation simple-flux est d'apporter un air neuf aux occupants et d'évacuer et d'extraire les polluants et l'humidité de manière continue et globale. L'air vicié est extrait dans les pièces avec production d'humidité ou d'odeurs (ex. cuisine, salle de bain, WC) par des bouches d'extraction (hygroréglables) et à l'aide d'un ventilateur fonctionnant en permanence. L'amenée d'air neuf se fait impérativement par des entrées d'air (éventuellement hygroréglables) dans les pièces principales (ex. chambres, salon, séjour, bureau etc.) afin de limiter la dépression créée par le système. Les portes intérieures doivent être détalonnées (garder un passage d'air allant de 0.5 cm et 2 cm entre les portes et le sol) et ainsi assurer la bonne circulation globale de l'air au sein du bâtiment ventilé. L'évacuation de l'air vicié se fait vers l'extérieur à l'aide du ventilateur. Si un ventilateur est installé dans chaque pièce humide au lieu d'un seul centralisé, on parle alors de « ventilation mécanique répartie ».

Une ventilation simple-flux génère une légère dépression dans le bâtiment, qui peut favoriser l'introduction du radon. Il convient que l'interface sol-bâtiment soit étanche à l'air.

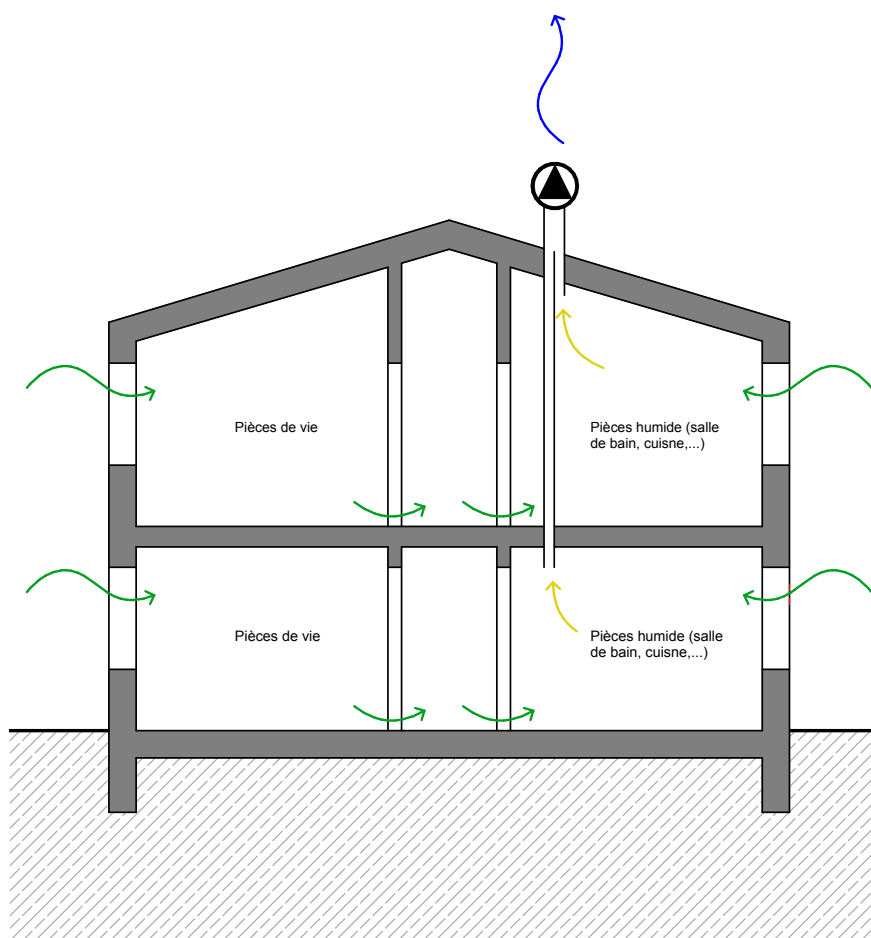
Si le bâtiment n'est pas étanche, l'entrée d'air fera se faire principalement par les fuites et non pas par les entrées d'air prévues et cela mettra en péril le bon fonctionnement de l'installation. Une construction en ossature bois ou les combles d'une maison en maçonnerie sont par défaut très peu étanches (absence de murs continus, crépis, etc.). Il est possible d'avoir une bonne étanchéité en soignant la réalisation.



- a. Envassement
- b. Efficacité
- c. Durabilité
- d. Coûts d'exploitation et d'entretien
- e. Coûts de mise en œuvre



Grille de ventilation sur cadre de fenêtre



Avantages

- ♦ Renouvellement permanent de l'air dans tout le logement
- ♦ Solution adaptée en cas de réhabilitation (pas de réseau de canalisations à déployer)

Inconvénients

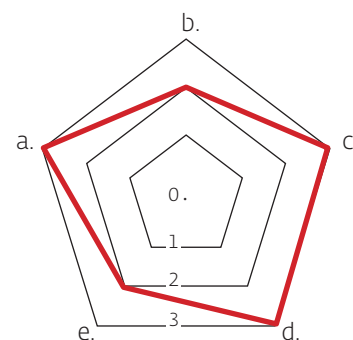
- ♦ Absence de récupération de chaleur
- ♦ Peut favoriser l'introduction de radon dans le bâtiment à cause de la légère dépression générée (indispensable au fonctionnement du système)

Ventilation double-flux par local avec récupération de chaleur

Elle implique une amenée d'air neuf via un réseau installé dans les espaces de vie. L'extraction d'air vicié dans les pièces avec production d'humidité ou d'odeurs (ex. cuisine, salle de bain, WC) s'effectue au moyen de soupapes de ventilation. Un monobloc avec un ventilateur de pulsion d'air et un ventilateur d'air repris est installé. La récupération de la chaleur de l'air extrait se fait à l'aide d'un échangeur à plaques ou rotatif. Le débit d'air doit être régulé en fonction des débits minimums légaux, sur la base d'une programmation horaire, d'un capteur de CO₂ ou d'un capteur d'humidité. Si les concentrations sont élevées, la ventilation double-flux seule ne suffit pas à gérer le risque. D'autres mesures de remédiation contre le radon doivent être envisagées.

La mise en surpression des locaux par la ventilation doit être réalisée avec prudence, car cela peut conduire à de l'exfiltration d'air chaud et humide à travers les parois extérieures en hiver avec un risque de condensation dans les murs extérieurs. La mise en surpression des locaux par la ventilation doit être réalisée avec prudence, car cela peut conduire à de l'exfiltration d'air chaud et humide à travers les parois extérieures en hiver avec un risque de condensation dans les murs extérieurs. Si l'enveloppe du bâtiment n'est pas étanche, le rendement de la récupération de chaleur sera péjoré. Une construction en ossature bois tout comme les combles d'une maison en maçonnerie sont, par défaut, très peu étanches à l'air (ex. absence de murs continus, crépis, etc.). Une bonne étanchéité peut être obtenue en apportant un soin particulier lors de la construction du bâtiment.

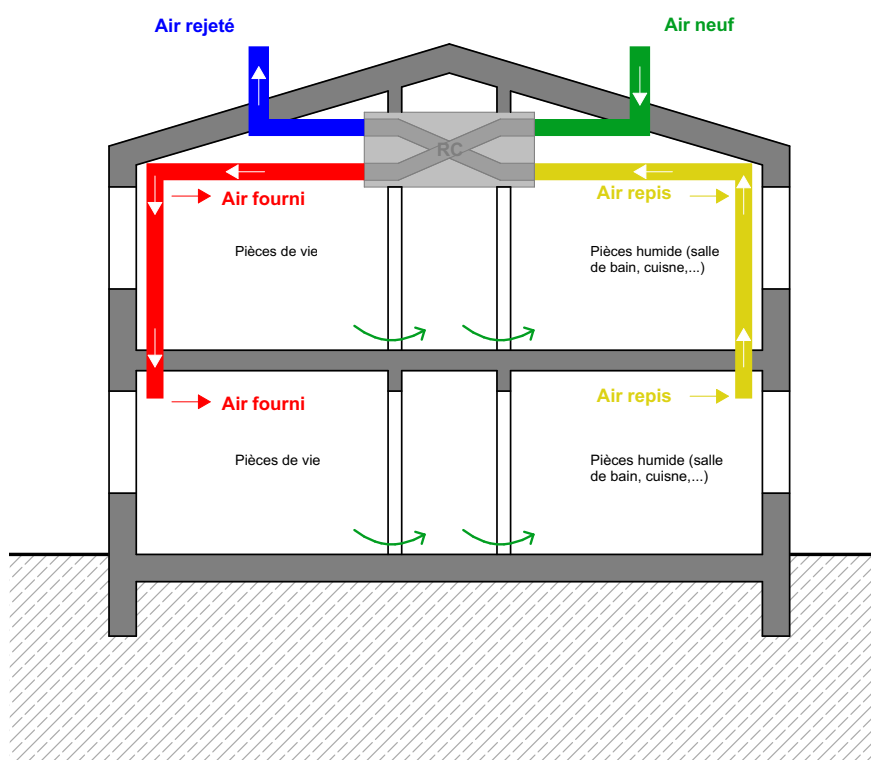
Le filtre du système de ventilation doit être remplacé régulièrement car il ne remplit plus sa fonction au bout d'un certain temps et, une fois bouché, crée un déséquilibre dans le système de ventilation, générant alors ainsi une dépression dans le bâtiment. L'entretien nécessaire du système de ventilation se limite au nettoyage périodique des conduits et des grilles.



- a. Envassement
- b. Efficacité
- c. Durabilité
- d. Coûts d'exploitation et d'entretien
- e. Coûts de mise en œuvre



Monobloc de ventilation



Avantages

- ♦ Renouvellement permanent et automatique selon choix de programmation de l'air dans tout le logement
- ♦ Absence de courant d'air froid

Inconvénients

- ♦ Difficile à appliquer dans le cas d'une rénovation, sauf en cas d'intervention majeure sur le bâtiment
- ♦ Maintenance régulière à assurer
- ♦ Remplacement régulier des filtres
- ♦ Investissement élevé

Ventilation double-flux par local avec récupération de chaleur

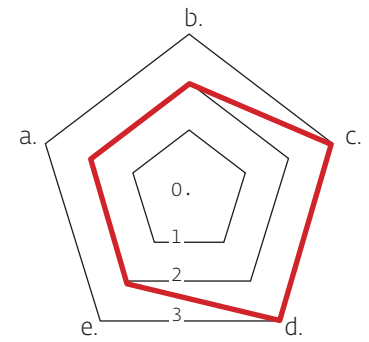
Un monobloc est installé par pièce habitable au-dessus ou sous la fenêtre. La chaleur est récupérée de l'air extrait au moyen d'un échangeur de chaleur à plaques ou rotatif. Le débit d'air est contrôlé au moyen d'un programme horaire, d'un capteur de CO₂ ou d'un capteur d'humidité.

Si la concentration de radon est élevée, la ventilation double-flux à elle-seule ne suffit pas à la réduire suffisamment. D'autres mesures de remédiation contre le radon doivent être envisagées.

La mise en surpression des locaux par la ventilation doit être évaluée avec soin, car elle peut conduire à de l'exfiltration d'air chaud et humide à travers les parois de l'enveloppe en hiver avec un risque de condensation dans les murs.

Si l'enveloppe du bâtiment n'est pas étanche, le rendement de la récupération de chaleur est péjoré. Une construction en ossature bois tout comme les combles d'une maison en maçonnerie sont, par défaut, peu étanches à l'air (ex. absence de murs continus, crépis, etc.). Il est possible d'avoir une bonne étanchéité en soignant la construction.

La maintenance des appareils est compliquée et coûteuse, car il faut intervenir sur chaque appareil dans le bâtiment.

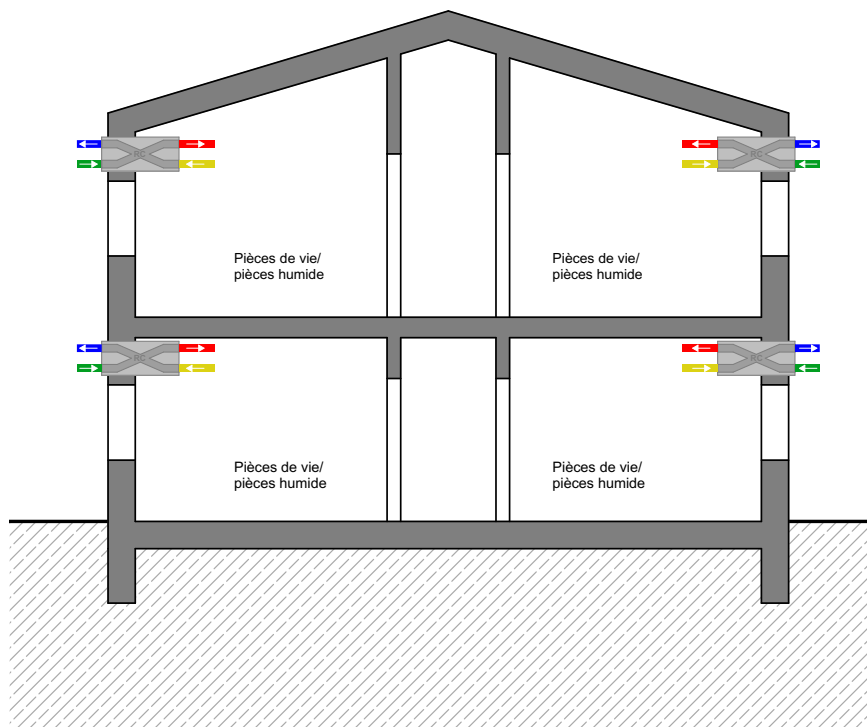


- a. Envassement
- b. Efficacité
- c. Durabilité
- d. Coûts d'exploitation et d'entretien
- e. Coûts de mise en œuvre



Ventilation double-flux décentralisée
Source : Brink climate systems

- Air rejeté
- Air neuf
- Air fourni
- Air repis



Avantages

- ◆ Renouvellement permanent de l'air dans la pièce
- ◆ Système plus facile à intégrer lors d'une rénovation que la ventilation mécanique centralisée

Inconvénients

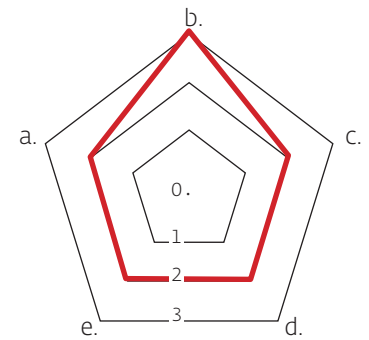
- ◆ Maintenance régulière à assurer
- ◆ Remplacement régulier des filtres
- ◆ Investissement élevé

Ventilation mécanique par insufflation

L'air est introduit mécaniquement dans le bâtiment, puis expulsé par des grilles, sans extraction mécanique. La prise d'air neuf se situe en général en toiture ou en façade. L'air neuf est traité par filtration et/ou par chauffage dans le caisson de traitement de l'air avant d'être insufflé via un réseau de conduits débouchant soit en un point central (VMI centralisée) ou en plusieurs points d'insufflation dans les pièces principales de la maison (VMI décentralisée). L'air vicié est évacué naturellement par les sorties d'air situées dans toutes les pièces principales et techniques ou par les pièces techniques. L'air transite dans chaque pièce par le biais du détalonnage des portes.

La ventilation mécanique par insufflation met le bâtiment en surpression ce qui peut limiter les remontées de radon dans le bâtiment. Néanmoins si une fenêtre est ouverte dans une pièce, la surpression disparaît. Les locaux sont alors simplement ventilés et l'air s'échappe par la fenêtre ouverte.

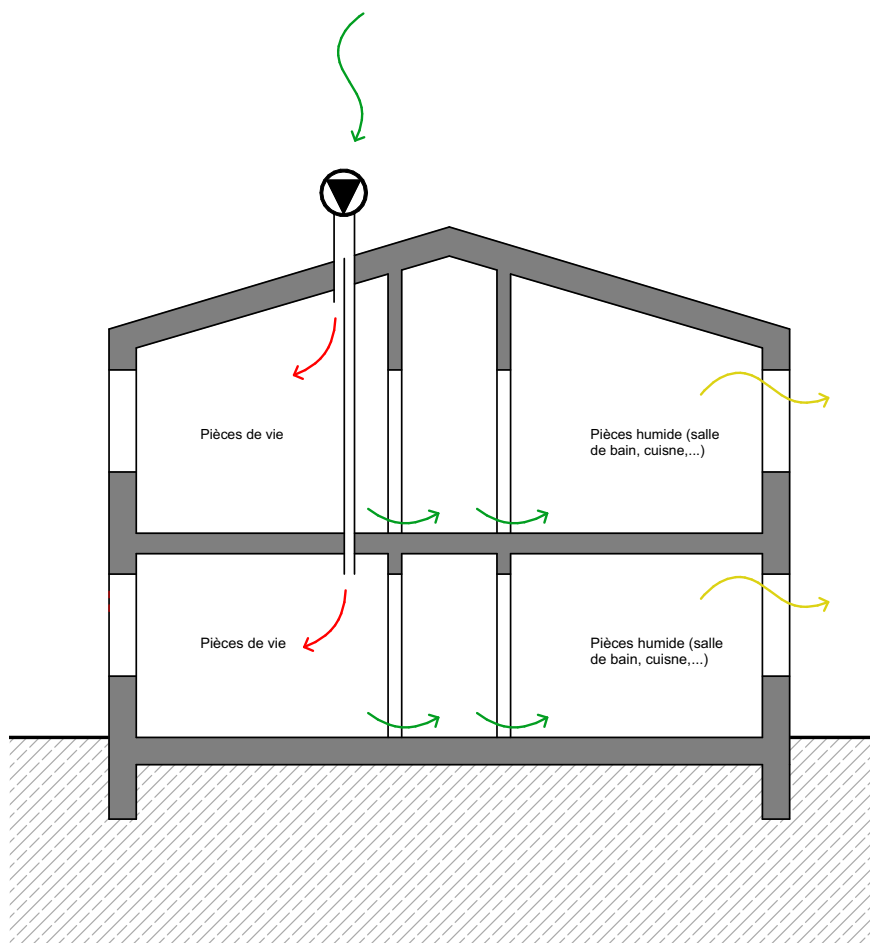
Du fait de la mise en surpression, il existe des risques d'exfiltration d'air. Ces fuites pourraient produire de la condensation dans l'enveloppe et conduire à des dégradations d'éléments sensibles (pièces en bois, isolation, etc.). Une construction en ossature bois ou les combles d'une maison en maçonnerie sont par défaut peu étanches (absence de murs continus, crépis, etc.). Une augmentation excessive de la pression crée une accumulation durable et inacceptable d'humidité dans les murs d'un bâtiment.



- a. Envassement
- b. Efficacité
- c. Durabilité
- d. Coûts d'exploitation et d'entretien
- e. Coûts de mise en œuvre



Ventilateur centrifuge



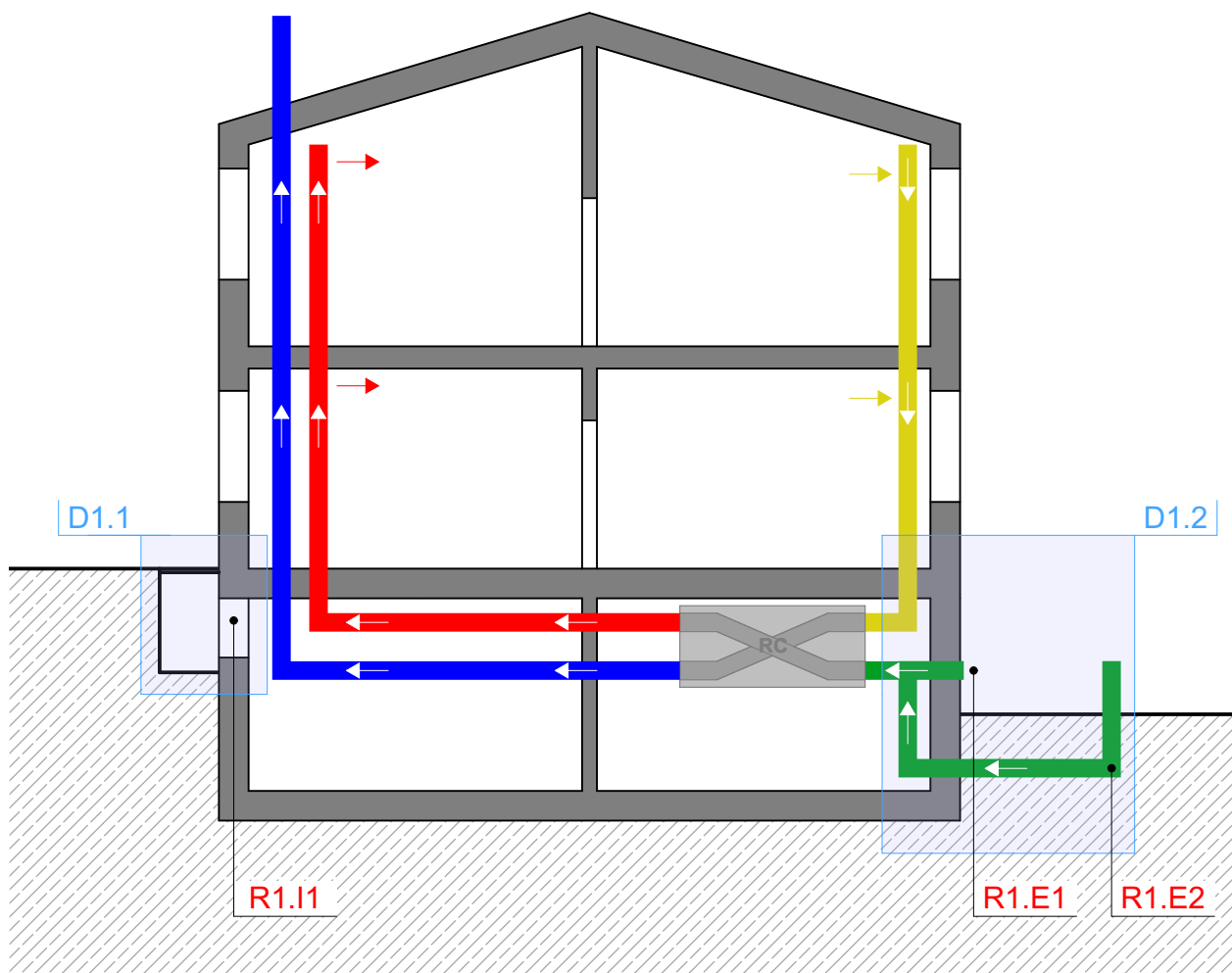
Avantages

- ♦ Renouvellement permanent de l'air dans tout le logement
- ♦ Mise en légère surpression du bâtiment qui limite les infiltrations de radon

Inconvénients

- ♦ Investissement élevé
- ♦ Dysfonctionnement du système en cas d'ouverture d'une fenêtre

Schéma général



R1.E1 Prise d'air pour les systèmes de ventilation

La prise d'air neuf pour les systèmes de ventilation doit se situer à une hauteur d'au moins 3 mètres du sol dans les zones accessibles au public. Cette hauteur peut être réduite à 1,5 mètre dans les espaces privés sans accès. Si la conduite doit passer dans le terrain, elle doit être réalisée de manière étanche (voir détail D1.2- Puit canadien.).

R1.E2 Puit canadien

Le but du puit canadien est de climatiser l'air extérieur avant de l'introduire dans le bâtiment. La prise d'air doit respecter une hauteur minimale de 1,5 m ou 3 m du sol selon la situation. La conduite doit être réalisée de manière étanche avec des tubes en PE ou PP. Les raccords entre les tubes doivent être étanches. Une pente minimale de 2% doit être prévue dans le réseau pour l'évacuation de l'eau de condensation via un siphon. L'introduction dans le bâtiment doit être soignée et réalisée à l'aide d'un manchon étanche au gaz.

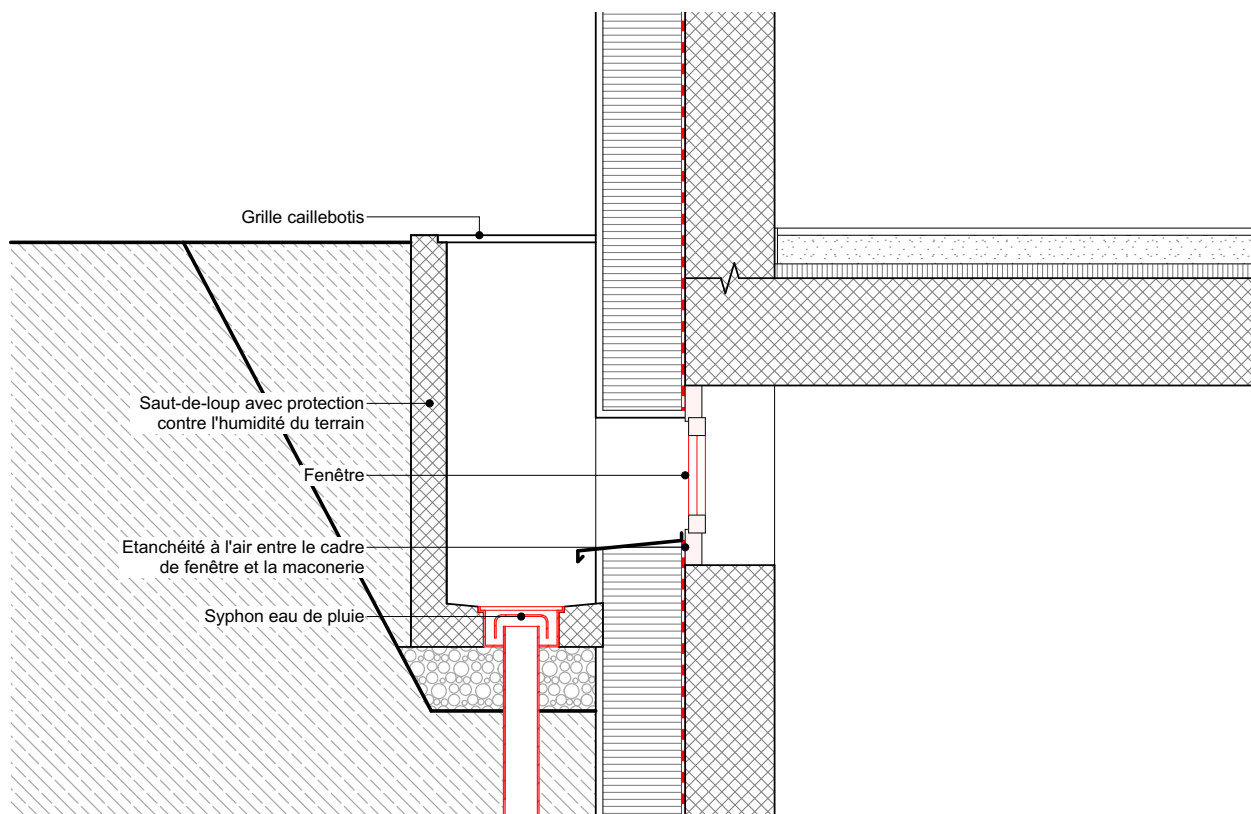
Une alternative au puit canadien qui présente moins de risques de contamination de l'air neuf avec du radon s'il présente un défaut d'étanchéité est le registre d'eau glycolée qui permet de climatiser l'air neuf à l'aide d'un échangeur de chaleur.

R1.I1 Fenêtre dans un saut de loup

Une fenêtre dans un saut de loup présente des risques vis-à-vis du radon et de la ventilation. Si le saut de loup est étanche à l'eau (ex. béton, maçonnerie, PP), le risque vis-à-vis du radon est fortement réduit. Il est important que la barrière d'étanchéité de l'enveloppe soit continue dans le saut de loup.

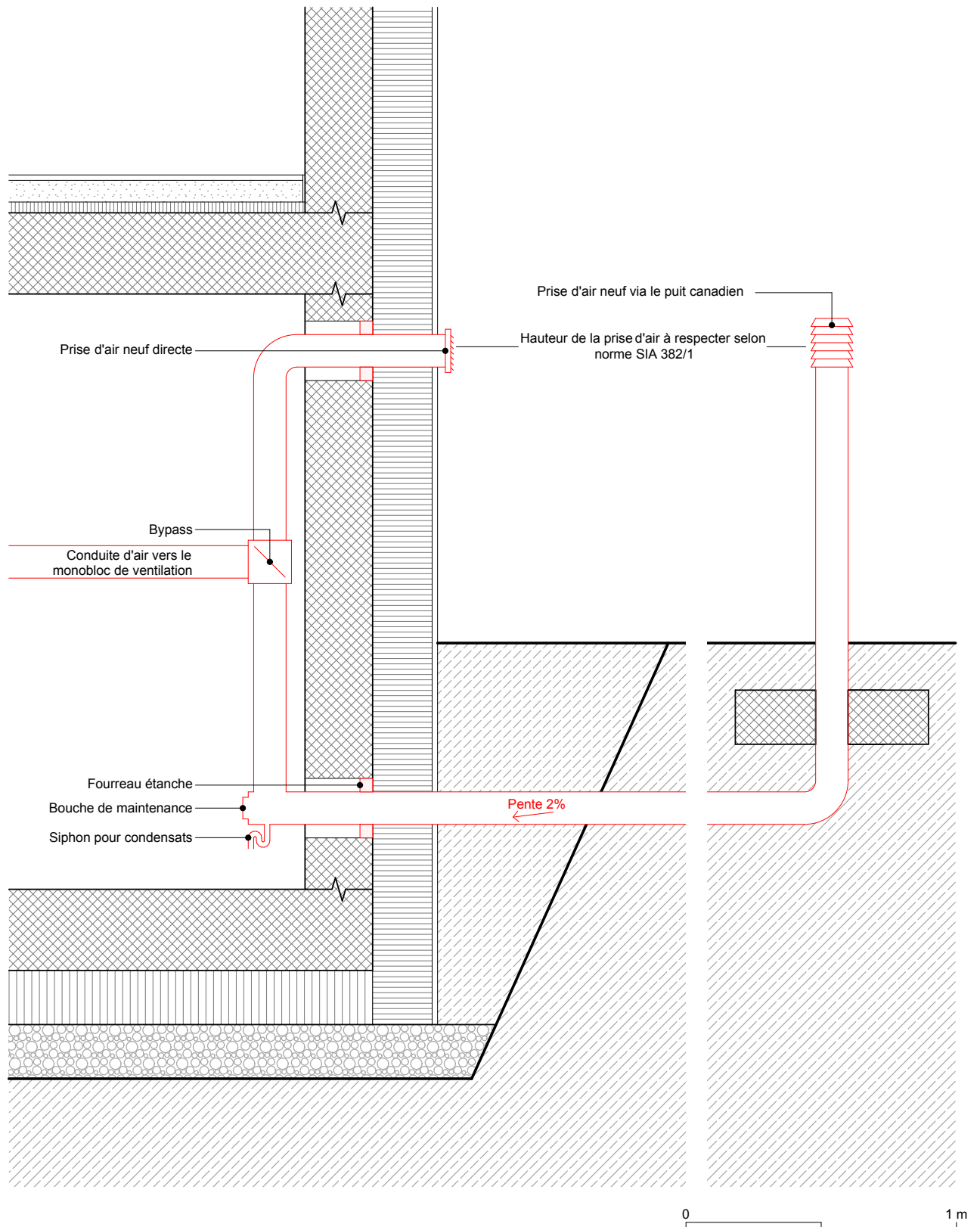
Détails constructifs

D1.1 Fenêtre dans un saut de loup



Détails constructifs

D1.2 Prise d'air neuf pour les systèmes de ventilation avec puit canadien



LIMITER L'INFILTRATION DU RADON DANS LES BÂTIMENTS – ASSURER L'ÉTANCHÉITÉ DES SURFACES BÂTIES EN CONTACT AVEC LE TERRAIN

Remédiation

Colmatage des fissures et joints de reprise de bétonnage, mise en place d'une membrane pare-radon, résine ou peinture époxy, étanchéification des passages de réseaux terrestres, siphon de sol, etc.

Description

Pour assurer un air contenant peu de radon dans le bâtiment, il est généralement nécessaire de garantir une enveloppe étanche contre le terrain. Avec le temps le bâtiment bouge et des fissures peuvent apparaître dans l'enveloppe. Ces fissures en contact avec le terrain peuvent être des voies d'entrée du radon dans le bâtiment. Le gaz aura tendance à s'infiltrer de manière plus importante et à s'accumuler en hiver quand le bâtiment est chauffé et que l'effet de cheminée (convection naturelle) est présent.

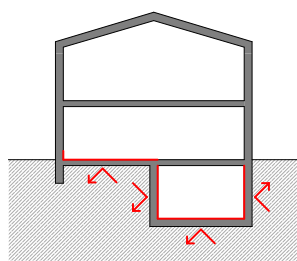
Les introductions terrestres réalisées de manière non étanche peuvent être des points de faiblesse dans l'enveloppe vis-à-vis du radon. Il en est de même des murs et planchers poreux.

Dans le cas d'une remédiation au radon, il est possible de venir colmater les fissures avec un mastic ou de poser une membrane pare-radon. Ces travaux peuvent être coûteux et le résultat n'est pas toujours satisfaisant. Il est possible que ces mesures ne soient pas suffisantes et qu'il soit nécessaire de les combiner entre elles ou avec d'autres mesures plus importantes, comme l'installation d'un puisard radon.

Assurer l'étanchéité des voies d'infiltration contre le terrain

Dans les constructions existantes, des mesures de remédiation au radon peuvent être entreprises pour améliorer l'étanchéité au radon des sols et des murs:

- Mastiquage des fissures à l'aide d'un composé d'étanchéité (mastic, silicone).
- Joint de reprises de bétonnage à l'aide d'une membrane et d'une colle époxy.
- Pose d'une membrane/peinture pare-radon sur les sols et murs, mais:
 - Attention à l'humidité dans les murs
 - Attention aux points critiques avec des raccords entre deux éléments (ex. sol, mur, plafond)
- Mise en place de verre cellulaire comme barrière statique et isolation thermique. Un soin important doit être apporté lors du collage des plaques entre-elles. Le nombre de joints augmente le risque d'infiltration.



F.1 Zones de l'enveloppe sujettes à rénovation

Avantages

- Protection passive contre le radon
- Pas d'intervention sur la structure
- Aucune consommation d'énergie

Inconvénients

- Concept de remédiation pouvant être limité dans le temps
- La mise en œuvre d'une protection étanche/imperméable dans le bâtiment existant est une opération délicate

Conditions de mise en œuvre et points de vigilance

Joints de reprise de bétonnage [F.2]

Les joints de reprise de bétonnage doivent être réalisés de manière soignée et étanche à l'aide d'une résine ou d'une membrane collée par l'intérieur ou l'extérieur du bâtiment.

Joints de dilatation

Si le bâtiment nécessite des joints de dilatation, il est important de les traiter avec une membrane souple qui accepte le mouvement ou un mastic avec une élasticité permanente.

Membrane pare-radon [F.3]

Il existe une multitude de différents types de membranes. Généralement elles sont constituées d'une ou de 2 couches en PE et éventuellement d'une feuille en aluminium. Il est important de respecter les prescriptions de pose du fabricant pour le raccord entre 2 lés. La feuille en aluminium n'est pas tellement recommandée en raison de son relatif manque de souplesse.

Verre cellulaire comme barrière statique

Le verre cellulaire peut être collé à l'intérieur, mais dans ce cas le nombre de points de faiblesse risque d'augmenter. Les plaques de verre sont collées au support et les joints, principale faiblesse du système, doivent être étanches à l'air. La pose en deux couches avec des joints décalés limitera le passage de l'air. Il est recommandé de suivre les prescriptions du fabricant pour sa mise en œuvre.

Joint de fissures [F.4]

Dans le cadre de l'assainissement d'un mur ou d'un radier il est possible de colmater la fissure à l'aide d'un mastic pour limiter le transfert du gaz entre le terrain et le bâtiment. Le joint doit être nettoyé et éventuellement agrandi pour que le mastic puisse coller. En cas de grande surface, il est également possible de venir avec un revêtement de sol à base de résine époxy.

Peinture époxy [F.5]

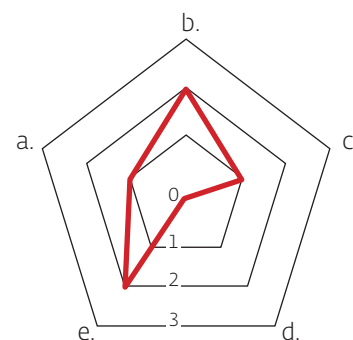
Des peintures époxy peuvent être utilisées pour colmater les microfissures d'un mur/radier en béton/maçonnerie. Le point de raccord entre deux éléments (ex. sol, mur, plafond) doit être réalisé de manière particulièrement soignée. Les prescriptions du fabricant doivent être respectées.

Introductions terrestres étanches

Les introductions terrestres sont toujours des points sensibles dans l'enveloppe en contact avec le terrain. Il est nécessaire de traiter le passage des tubes à l'aide de manchons étanches munis de colliers de serrage qui sont ensuite noyés dans la dalle en béton ou de fourreaux étanches à travers les murs [F.6]. Dans le cas du passage de câbles électriques, il est également nécessaire de rendre étanche l'espace entre les câbles et les conduits, ainsi qu'entre les conduits et le tuyau de revêtement.

Puit canadien

Voir fiche R1 Ventiler et assurer un air intérieur de bonne qualité - points de vigilance vis-à-vis du radon.



- a. Envassement
- b. Efficacité
- c. Durabilité
- d. Coûts d'exploitation et d'entretien
- e. Coûts de mise en œuvre



F.2 Joint de reprise de bétonnage



F.3 Membrane pare-radon



F.4 Joint de fissures

Énergie géothermique / Sondes géothermiques / Chauffage urbain

Les sondes géothermiques ne devraient pas être implantées sous l'emprise du bâtiment. Dans le cas contraire, des précautions doivent être mises en place tel un drainage radon en tête de sonde géothermique. L'introduction dans le bâtiment peut se faire, par exemple, en passant d'abord par un saut de loup pour favoriser l'évacuation du radon avant qu'il ne s'infilte dans le bâtiment.

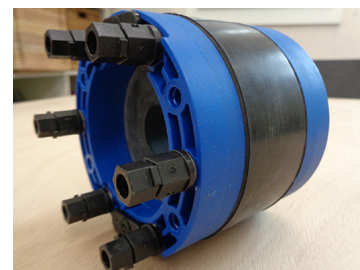
Dans le cas d'un champ de sondes géothermiques, les têtes de sondes peuvent être rassemblées dans un collecteur situé à l'extérieur du bâtiment afin de limiter le nombre de percements dans l'enveloppe. Dans tous les cas, la traversée de l'enveloppe devra toujours être réalisée à l'aide de manchons ou fourreaux étanches.

Grille de sol étanche [F.7]

Les grilles de sol peuvent être des voies d'infiltration du radon si les canalisations sont chargées d'air contaminé et que le siphon est sec. Une possibilité est de mettre un peu d'huile dans le siphon. Elle s'évapore moins vite que l'eau. Il est aussi recommandé d'installer un clapet anti-retour qui garantit une étanchéité au gaz même en absence d'eau [D2.3].



F.5 Peinture epoxy

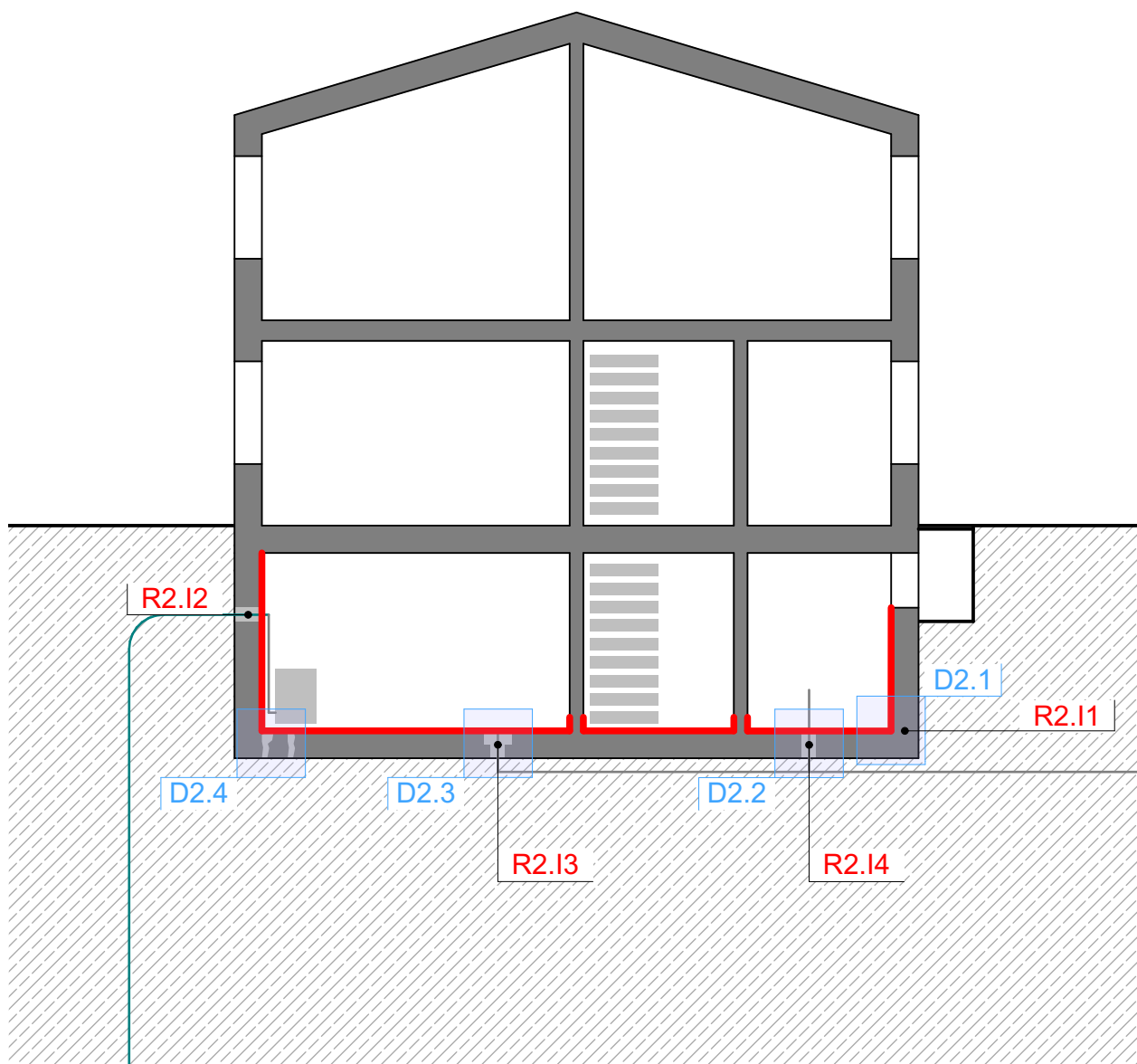


F.6 Fourreau étanche



F.7 Grille de sol avec siphon

Schéma général



R2.11 Mise en place d'une membrane pare-radon à l'intérieur du bâtiment

Une membrane peut être collée contre l'enveloppe intérieure pour limiter les infiltrations de radon par l'enveloppe du bâtiment. Un soin particulier doit être apporté au raccord entre deux lés et au raccord d'un angle de mur, avec le sol ou le plafond. Attention avec cette variante le mur risque de se charger en humidité s'il n'est pas bien drainé en contact avec le terrain.

R2.12/14 Introductions terrestres

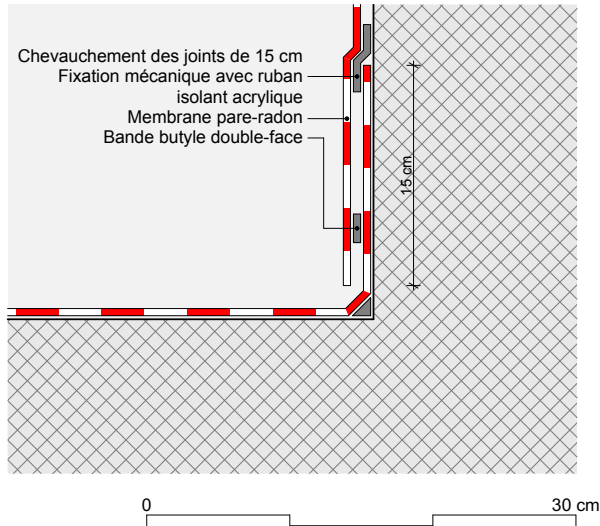
Les introductions terrestres doivent être rendues étanches en mastiquant l'espace entre la conduite et l'enveloppe. En cas de nouvelle conduite à faire passer, il est recommandé de travailler avec un fourreau étanche placé à travers le mur.

P2.13 Grille de sol/siphon

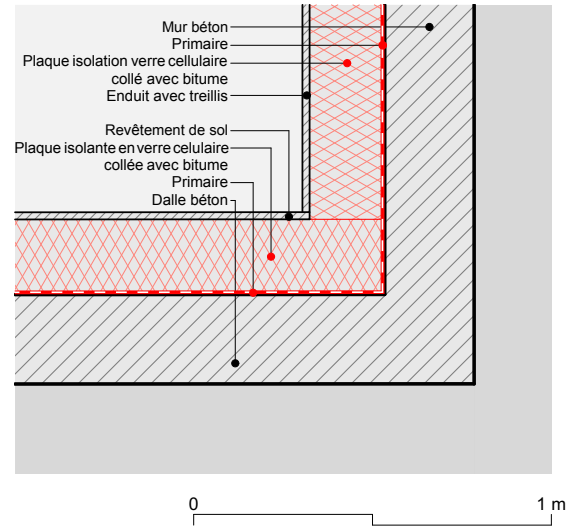
Ces grilles de sol doivent être équipées d'un siphon ou d'un clapet anti-retour afin de limiter les remontées de gaz en provenance des canalisations.

Détails constructifs

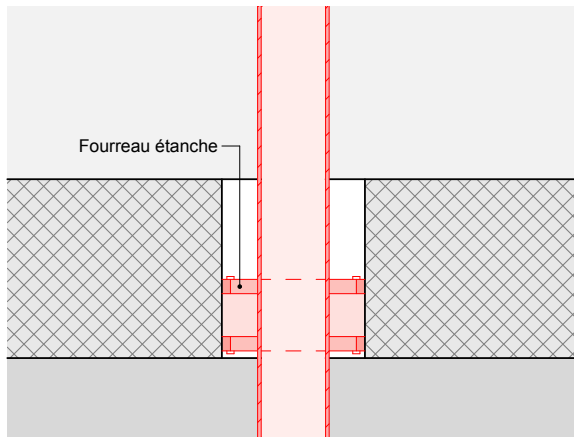
D2.1/1 Béton avec membrane pare-radon intérieure



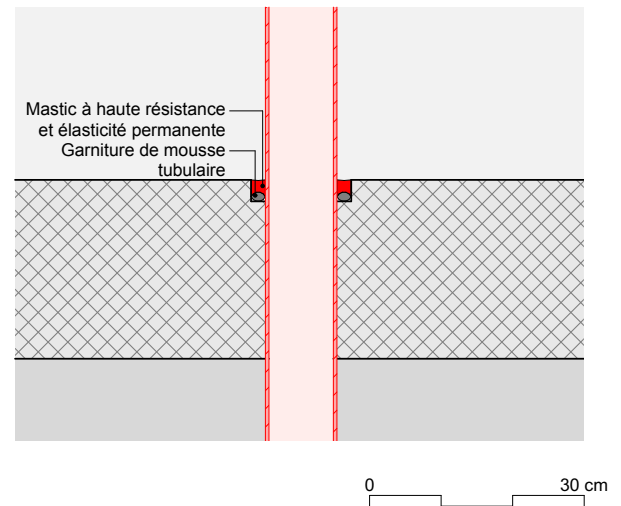
D2.1/2 Isolation avec du verre cellulaire intérieur



D2.2/1 Passage de conduite avec fourreau étanche dans la dalle existante (carottage)

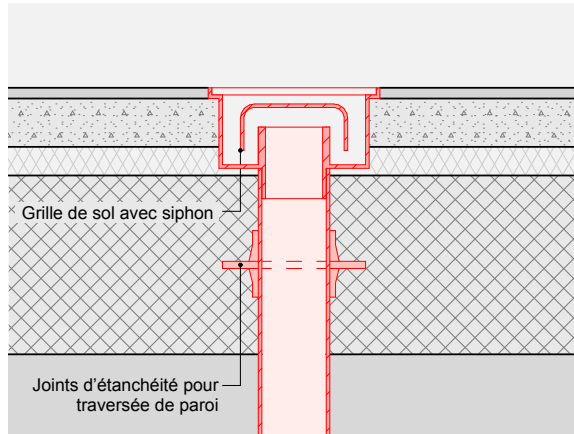


D2.2/2 Passage de conduite avec mastic

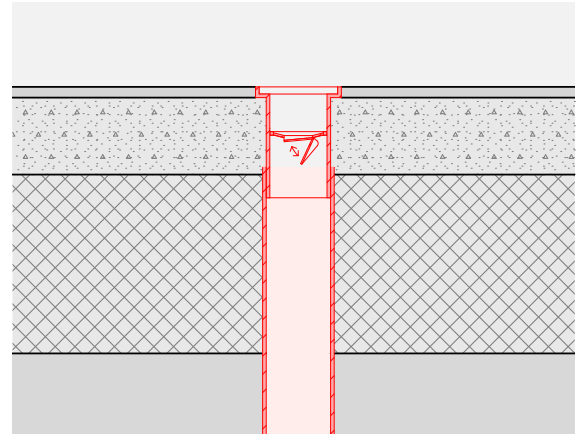


Détails constructifs

D2.3/1 Grille de sol avec siphon

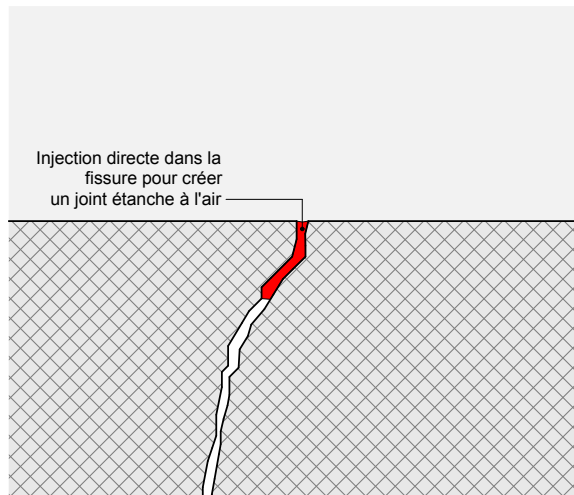


D2.3/2 Grille de sol avec siphon

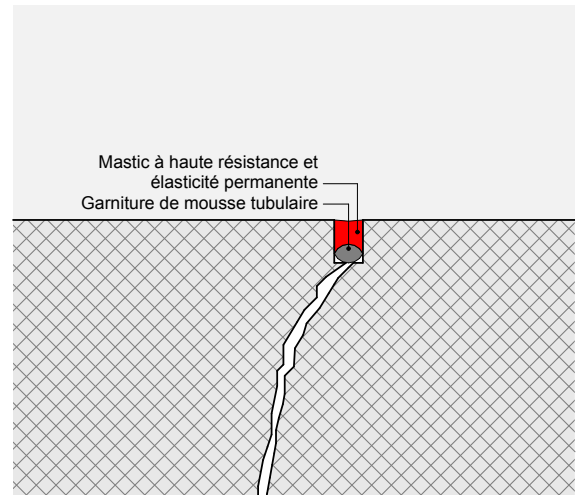


0 30 cm

D2.4/1 Masticage de fissure



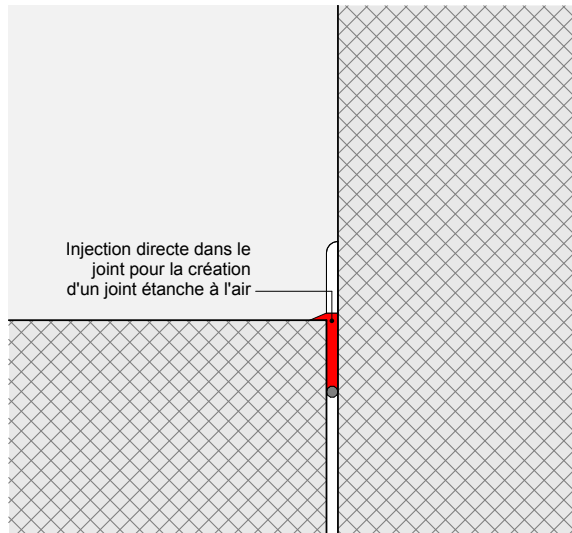
D2.4/2 Colmatage de fissure



0 30 cm

Détails constructifs

D2.4/3 Masticage du joint mur-plancher



D2.4/4 Membrane pare-radon sur le joint mur-plancher



0 30 cm

LIMITER LE TRANSFERT DU RADON VERS LES ESPACES DE VIE - COMPARTIMENTER LES ESPACES

Remédiation

Identifier les voies de transfert possibles du radon à travers les espaces intérieurs du bâtiment (ex. ascenseur, cage d'escalier ouverte, descente de linge, défauts d'étanchéité entre les étages à travers les planchers ou les dalles, prises électriques) et proposer des solutions correctives ponctuelles.

Description

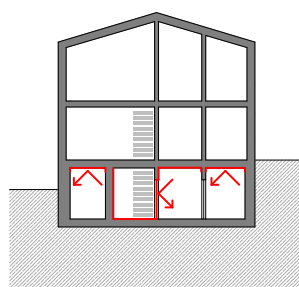
En hiver, sous l'effet du tirage thermique (convection naturelle) qui se crée dans le bâtiment chauffé, le radon qui s'accumule dans les pièces en contact direct avec le sol a tendance à s'élever dans les étages ou à se déplacer vers les pièces adjacentes, qui peuvent être des locaux de long séjour. Ce transfert peut être favorisé par la présence d'éléments qui facilitent le passage de l'air entre les pièces, tels que les gaines techniques, les gaines électriques, les cages d'escalier ouvertes ou équipées de portes palières non étanches au gaz, les dévaloirs à linge, les cages d'ascenseur, les défauts d'étanchéité dans la dalle (ex. fissures), une dalle poreuse (ex. dalle à hourdis) ou un plancher bois.

Un relevé de l'utilisation des pièces, des concentrations de radon mesurées dans les pièces ainsi qu'une cartographie des voies de passage du radon est à réaliser. Dans certaines situations, il sera plus simple d'isoler le sous-sol du bâtiment des autres pièces de vie à l'étage. Dans ce cas une isolation du plafond du sous-sol ainsi que la mise en place d'une porte étanche à fermeture automatique au niveau de la cage d'escalier sont recommandées.

Il est toujours important de se rappeler que le gaz peut aussi provenir des matériaux de construction eux-mêmes (ex. murs en moellons) ou circuler à travers ceux-ci par diffusion et atteindre les espaces de vie.

Compartimenter les espaces

Les espaces/pièces où se concentre le radon sont isolés du reste du bâtiment, qui est ainsi mis en sécurité. Ce type d'intervention ne réduit pas la concentration de radon dans les pièces concernées ; au contraire, elle l'augmente généralement.



F.1 Différents points sensibles mis en évidence dans la coupe

Avantages

- Aucun coût d'entretien (barrière statique contre le radon)
- Possibilité de limiter la propagation du radon dans le reste du bâtiment, même grâce à une intervention minimale

Inconvénients

- Mise en place délicate dans l'existant qui nécessite une exécution habile pour assurer son efficacité
- Le bâtiment n'est pas complètement assaini contre le radon
- Sacrifice de locaux (les espaces présentant des concentrations élevées ne peuvent pas être utilisés comme espaces de séjour long)

Mise en œuvre et points de vigilance

Cage d'escalier ouverte/avec porte non étanche [F.2, F.3]

La cage d'escalier ouverte [F.2] sur tous les étages permet le transfert du radon dans les étages par le biais du courant d'air naturel dans le bâtiment. Une solution consiste à installer une porte étanche au gaz au niveau du sous-sol ou du rez-de-chaussée pour limiter les transferts du gaz entre les étages par la cage d'escalier. La porte doit être équipée d'un joint souple qui assure l'étanchéité à l'air sur les quatre bords de la porte [R3.I2]. Les portes avec joint mobile ou à brosse ne sont pas suffisamment étanches au gaz. Une porte phonique ou coupe-feu assure une bonne protection contre le radon. La serrure ne doit pas être un point de faiblesse dans l'étanchéité à l'air.

Attention: Cela signifie que le sous-sol contient du radon. Le bâtiment n'est pas assaini, mais on limite l'exposition des occupants dans les espaces de vie.

Cage d'ascenseur

La cage d'ascenseur peut-être une voie facile de transfert du radon entre les étages. Les mouvements de l'ascenseur peuvent créer un effet de pompe. Il est important que la fosse d'ascenseur soit étanche vis-à-vis du terrain (voir fiche R2 *Limiter l'infiltration du radon dans le bâtiment - Assurer l'étanchéité des surfaces bâties en contact avec le terrain*).

Trappe d'accès au vide sanitaire/couvercle du regard de canalisation [F.4]

Il est important de remplacer les trappes ou couvercles non étanches par des couvercles étanches pour limiter les transferts de radon dans l'habitation.

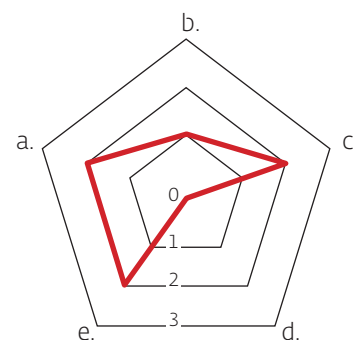
Dévaloir à linge

Comme pour la cage d'ascenseur, les dévaloirs à linge relient les différents étages entre eux. Un couvercle hermétique limite le transfert du gaz entre les étages.

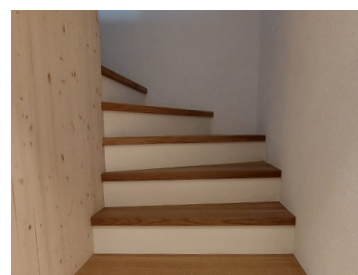
Défauts d'étanchéité entre les étages avec plancher en bois ou dalle à hourdis [F.5]

Dans le cas d'un plancher perméable entre un sous-sol et un espace d'habitation, il est important de limiter le transfert du gaz. Plusieurs options sont possibles:

- Limiter le transfert à l'aide d'une membrane. Dans cette situation, le revêtement de sol doit être enlevé et une membrane pare-radon doit être installée. Un soin particulier doit être apporté au niveau des raccords avec les murs et le passage des conduites techniques. Il est également possible de placer la barrière au plafond, mais uniquement si le plancher inférieur est chauffé (dans le cas contraire, elle doit être posée sur le côté chaud de la dalle pour éviter les problèmes de condensation).
- Mettre le plancher en dépression pour dévier le flux de radon vers l'extérieur du bâtiment. Voir fiche R4 *Ventiler la cave et autres mesures*.
- Dans toutes les situations il faut prendre en compte la physique du bâtiment pour ne pas créer de problème de condensation dans les éléments de construction.



- a. Envahissement
b. Efficacité
c. Durabilité
d. Coûts d'exploitation et d'entretien
e. Coûts de mise en œuvre



F.2 Cage d'escalier ouverte sur les étages supérieurs



F.3 Porte non-étanche



F.4 Trappe de vide sanitaire étanche

Gaines techniques et réseaux électriques [F.6]

Les gaines (ex. technique) et percements qui relient les différents étages ou les différentes pièces doivent être étanchés à l'air. Cette étanchéité peut être réalisée à l'aide d' :

- un système de protection contre le feu à base de laine de roche et de plâtre. Cette solution limite les transferts, mais ne garantit pas une étanchéité totale à l'air. Une finition avec une peinture époxy augmente l'efficacité. un manchon ou un fourreau étanche
- un produit d'étanchéité à élasticité permanente.

Attention: pour calfeutrer les espaces entre les câbles et la gaine électrique, il est important de travailler avec un système réversible comme des bouchons en plastique ou un mastic spécifique.

Double mur/doublage

Un double mur peut avoir le même effet qu'une gaine technique servant de voie de transfert par les espaces vides. Dans cette situation la mise en dépression de cet espace et l'évacuation du gaz à l'extérieur est envisageable. Un soin particulier devra être apporté aux raccords entre plancher, mur adjacent et plafond pour rendre ces raccords étanches à l'air.

Murs en pierres naturelles [F.7]

Les murs en pierres naturelles (murs en moellons) peuvent être des voies de passage ou des sources de radon dans le bâtiment. Comme dans le cas des doubles murs, un doublage peut être envisagé accompagné de la ventilation pour extraire cette lame d'air. Il est aussi possible d'appliquer une résine époxy ou peinture pare-radon, mais il est important de faire attention à la physique du mur pour ne pas créer un nouveau problème avec l'humidité dans le mur.

Appareil à combustion [F.8]

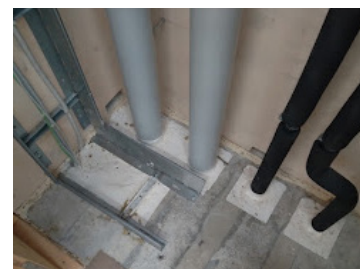
Les appareils à combustion non étanches (cheminée ouverte, fourneau, poêle à bois, etc.) c'est-à-dire sans prise d'air spécifique, peuvent mettre le logement en dépression et favoriser le transfert et l'infiltration du radon par les défauts d'étanchéité. Dans cette situation une prise d'air pour fournir l'air de combustion doit être installée. Elle aura comme effet également celui de limiter le risque d'intoxication sévère en monoxyde de carbone. Dans les nouvelles constructions, la prise d'air spécifique doit être installée d'office selon la norme SIA 180.

Hotte de cuisine à extraction d'air/ventilateur en extraction dans pièces bornes [F.9]

Les hottes de cuisine par extraction ou les ventilateurs de sanitaire mettent le bâtiment en dépression et favorisent le transfert et l'infiltration du radon par les défauts d'étanchéité. Il est important de planifier une prise d'air spécifique ou d'assurer une compensation d'air en tenant une fenêtre ouverte lorsque la hotte de cuisine ou la turbulette de salle de bain fonctionnent.



F.5 Dalle à hourdis non étanche



F.6 Gaine technique réalisée de manière étanche



F.7 Murs en moellons

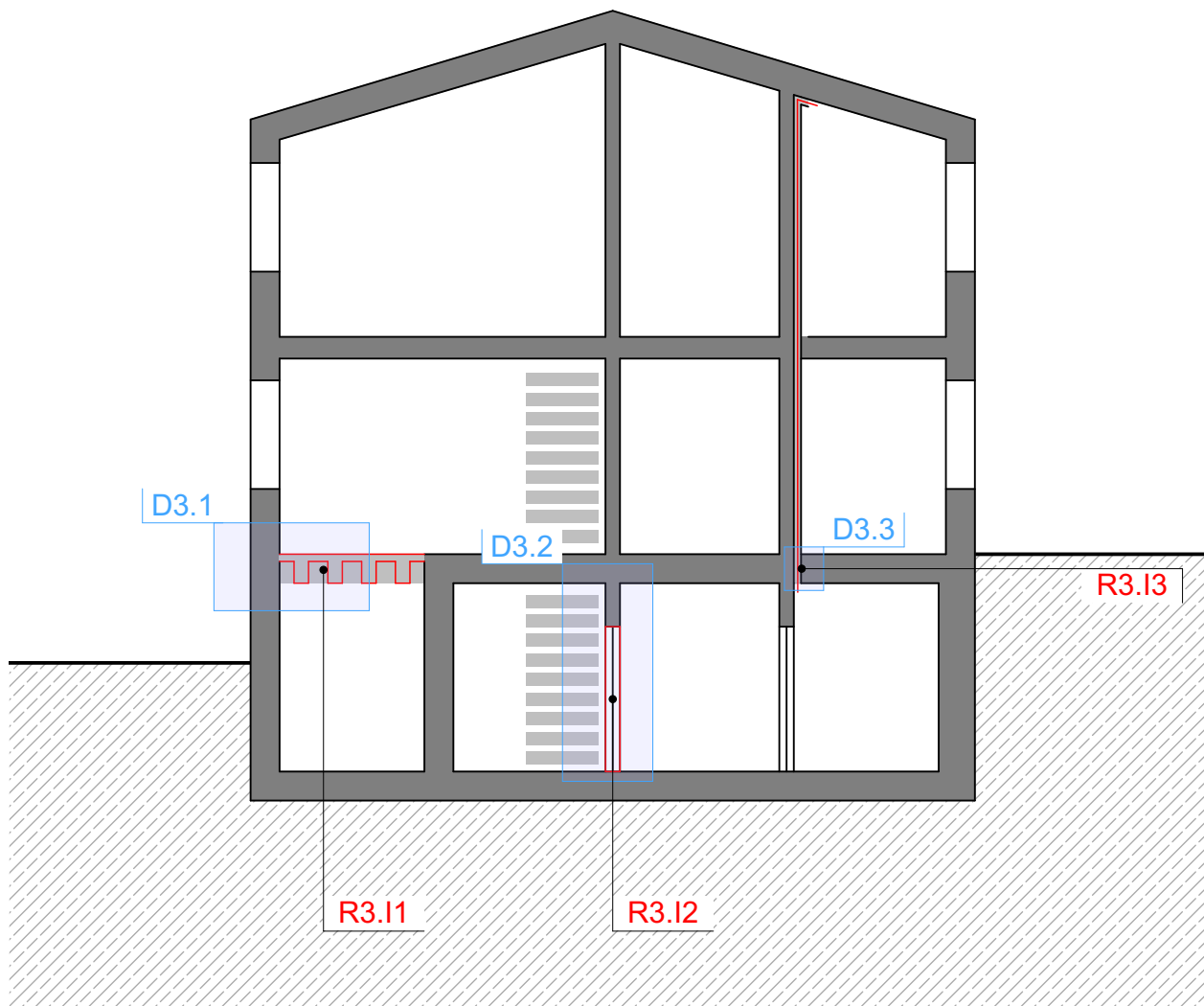


F.8 Cheminée ouverte



F.9 Hotte de cuisine à extraction

Schéma général



R3.11 Améliorer l'étanchéité à l'air du plancher

Amélioration de l'étanchéité du plancher vis-à-vis du radon à l'aide d'une membrane. Le raccord de la membrane avec les parois de la pièce doit être réalisé de la manière la plus étanche possible.

R3.12 Remplacement ou installation d'une porte

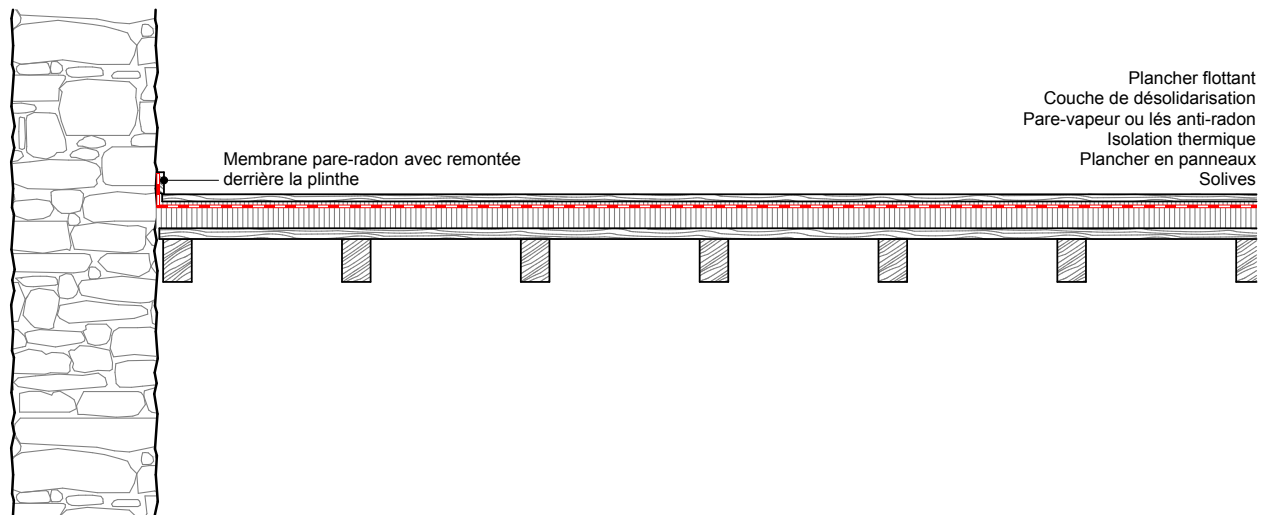
Mise en place d'une porte pour compartimenter le radon dans un espace non occupé et limiter la propagation du radon dans les espaces de vie.

R3.13 Améliorer les passages techniques à travers un plancher

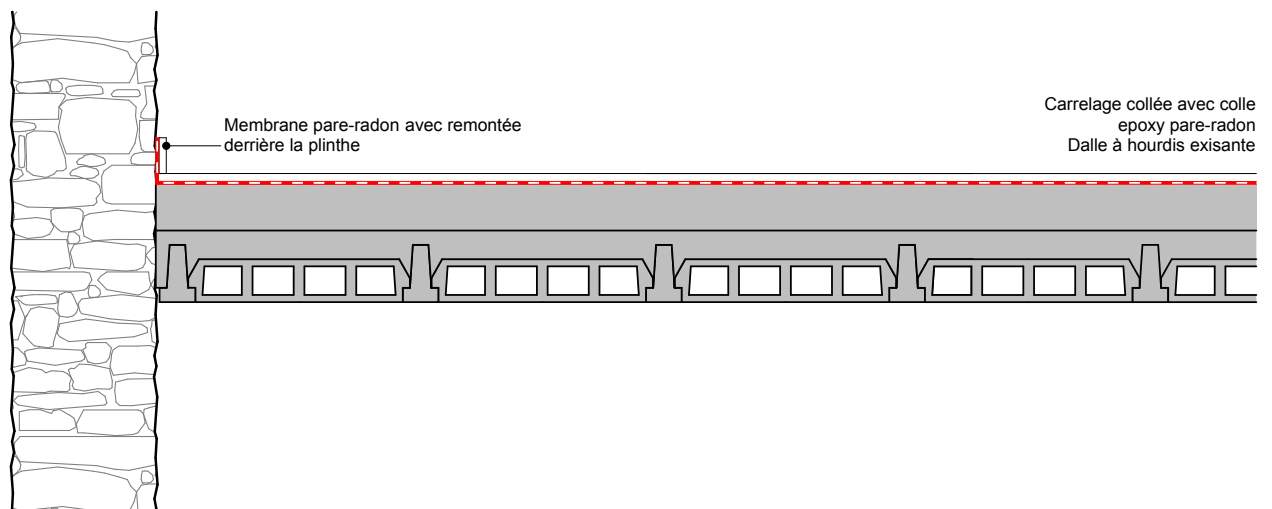
Calfeutrage des gaines techniques et des gaines électriques pour limiter le transfert de gaz.

Détails constructifs

D3.1/1 Plancher bois avec membrane pare-radon posée sur le plancher



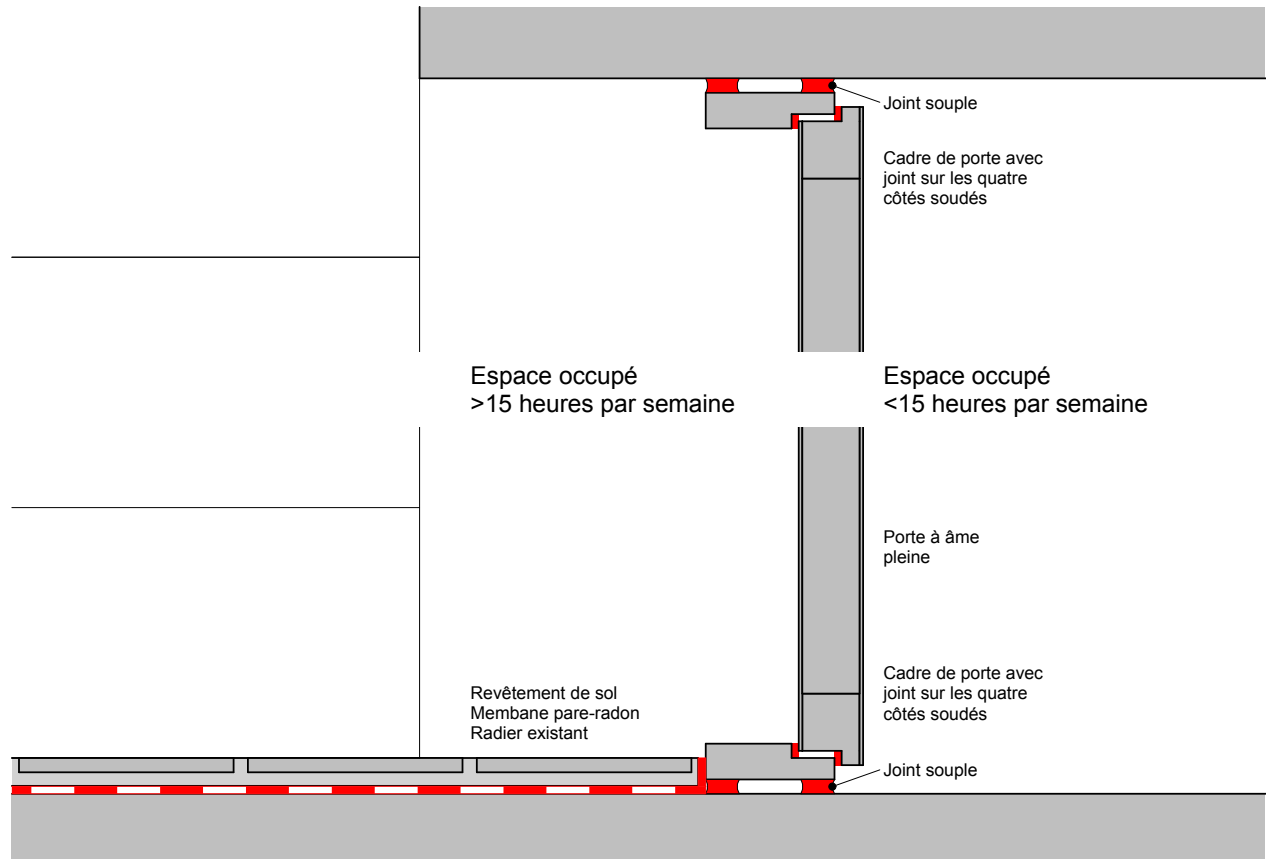
D3.1/2 Dalle à hourdi avec carrelage fixé avec colle époxy



0 1 m

Détails constructifs

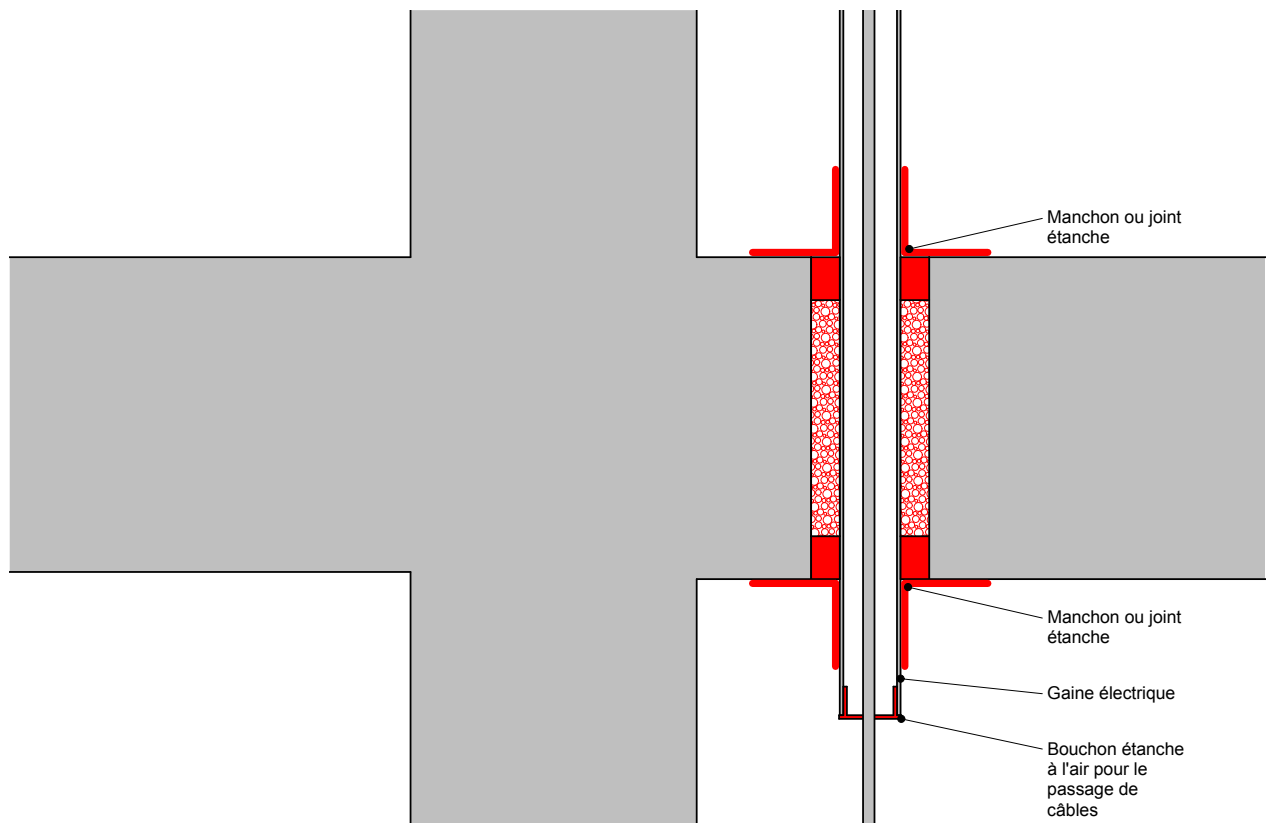
D3.2 Porte étanche pour compartimenter le radon dans un espace non occupé



0 30 cm

Détails constructifs

D3.3 Passage technique au travers d'une dalle



0 30 cm

VENTILER DE LA CAVE ET AUTRES MESURES

Remédiation

Ventilation naturelle ou mécanique de la cave et cloisonnement de la cave du reste des locaux par des portes étanches et autres mesures.

Description

Lorsqu'une cave en sol naturel est présente dans le bâtiment, elle est généralement l'un des principaux points d'infiltration du radon. Il est donc possible d'intervenir directement dans la pièce elle-même en la compartimentant (en la rendant étanche à l'air par rapport aux espaces de vie adjacents) ou en améliorant sa ventilation naturelle (si elle ne fait pas partie des pièces chauffées).

Dans un premier temps, il est toutefois suggéré de tester des mesures constructives passives en colmatant les fissures ou en remplaçant la porte de la cave par une porte étanche à fermeture automatique ou en en ajoutant une. Dans de nombreux cas, l'accès à la cave se fait par l'intérieur, avec ou sans porte de séparation vers d'autres espaces intérieurs du bâtiment. Dans d'autres cas, l'accès se fait par l'extérieur sans accès direct aux espaces de vie, ce qui est dans ce cas plus favorable.

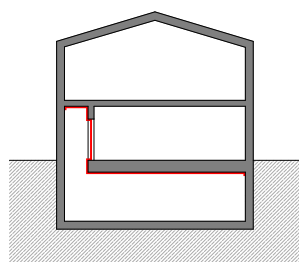
Si la cave est située sous la totalité de l'emprise au sol du bâtiment, il est bon d'analyser les ouvertures existantes afin d'estimer s'il est possible de créer une ventilation transversale suffisante pour diluer les concentrations de radon. Cependant, dans ce cas, la cave ne doit pas faire partie de l'enveloppe thermique du bâtiment, sous peine d'importantes pertes d'énergie.

Si les mesures prises ne suffisent pas pour réduire les concentrations de radon dans l'espace de vie, la cave peut être dépressurisée à l'aide d'un ventilateur. Une telle intervention est en principe efficace même si la cave ne se trouve pas sous la totalité de l'emprise au sol du bâtiment [F.3]. En revanche, cette solution entraîne une augmentation des concentrations de radon dans la pièce choisie, la transformant en puisard à radon.

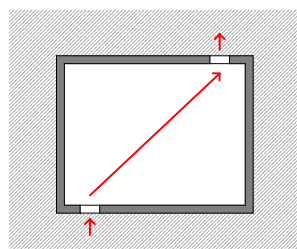
Il est suggéré de tester la solution choisie en mettant en place une installation pilote et en surveillant l'évolution des concentrations de radon dans les pièces à risque. Le cas échéant, le système devra être adapté en conséquence avant mise en place définitive. Afin d'assurer dans le temps l'efficacité de l'intervention effectuée, il est nécessaire d'effectuer un entretien et des contrôles réguliers.

Compartimentation, ventilation et dépressurisation de la cave

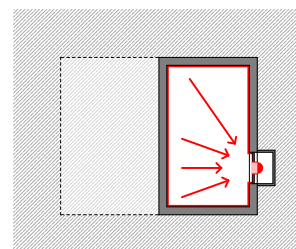
Au stade de la planification, il convient d'accorder une attention particulière à la présence de cages d'escalier, de portes et de murs séparant la cave de la zone d'habitation, ainsi qu'à l'état des sols et des murs (fissures). Dans le cas d'une cave en sol naturel, voir fiche R7 *Mettre le terrain sous le bâtiment en dépression – Drainage du radon ou nouveau vide sanitaire.*



F.1 Cloisonnement de la cave



F.2 Ventilation de la cave



F.3 Dépressurisation de la cave

Avantages

- Certaines interventions passives et ponctuelles peuvent être suffisantes
- Intervention non invasive

Inconvénients

- Efficacité réduite
- Le radon est concentré dans la cave
- Point d'entrée unique

Avantages

- Peut se faire de manière passive
- Intervention non invasive

Inconvénients

- La cave doit être située sous la totalité de l'emprise au sol du bâtiment

Avantages

- Grand rayon d'action (même si la cave ne se trouve pas sous toute l'emprise du bâtiment)
- Grande efficacité

Inconvénients

- Nécessite des contrôles réguliers
- Espace sacrifié et à usage limité
- Consommation d'électricité

Conditions de mise en œuvre

Cloisonnement de la cave [F.1]

- Évaluation de la situation existante:
 - Nombre d'ouvertures et localisation dans le bâtiment
 - Présence de fissures / faiblesse des raccords plancher-mur
 - Accessibilité aux locaux d'habitation
- En cas de passages d'air évidents entre la cave et les pièces de vie, obturer les fissures (joints en silicone, joints d'étanchéité) et/ou remplacer la porte de la cave par une porte étanche à l'air (y compris la serrure) à fermeture automatique [F.7].

Ventilation de la cave [F.2]

- Évaluation de la situation existante:
 - Localisation des ouvertures (le cas échéant)
 - Direction des vents dominants
- Vérifier l'existence d'un flux d'air transversal et si c'est le cas, introduction en ne laissant ouvertes que les ouvertures nécessaires. Si la ventilation naturelle n'est pas suffisante, ajouter un ventilateur.

Dépressurisation de la cave [F.3]

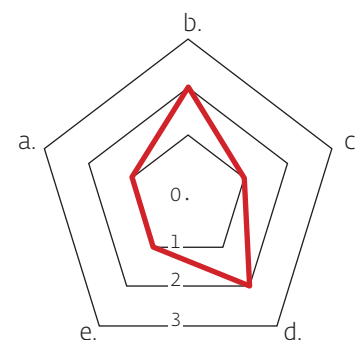
- Obturer toutes les ouvertures de la cave (prises d'air, fenêtres, passages) afin d'optimiser l'aspiration et d'éviter la formation de condensation (qui pourrait être générée par l'aspiration de l'air humide des pièces de vie).
- Carotter un mur donnant sur l'extérieur pour mettre en place le ventilateur. Un mur, une porte extérieure, une fenêtre ou un puits de lumière peuvent être utilisés [F.4, F.5].
- Positionner le ventilateur de manière à ce qu'il extrait l'air de l'intérieur vers l'extérieur.

Type de ventilateur [F.6]

- Axial: s'insère directement dans le mur et peut être utilisé si la zone d'éjection est sans risque. Une extraction efficace nécessite entre 1,5 et 3 m³/h par m² de surface. Pour une maison unifamiliale, une puissance comprise entre 30 et 75 W peut être suffisante. Il est généralement peu bruyant¹.
- Radial-centrifuge: il est choisi si le point d'expulsion doit être éloigné, de préférence en toiture. La gaine doit être en PE, PP ou acier inoxydable sans perforation jusqu'au point d'expulsion. La puissance du ventilateur sera choisie en fonction de la capacité d'extraction requise.

Dommages et points de vigilance

- Les cages d'escalier ouvertes entre la cave et le reste de la maison doivent être évitées car ce sont des volumes de transfert importants pour le radon vers les espaces de vie.
- L'accès à la cave par l'extérieur est préférable à l'accès par l'intérieur.
- Le point d'expulsion de l'air contaminé doit être suffisamment éloigné du bâtiment pour disposer d'un volume de dilution optimal et pour éviter un retour du radon à l'intérieur du bâtiment par les ouvertures (respecter une distance minimale de 2m). Il ne doit pas non plus être situé dans une zone d'utilisation fréquente (terrasse, cour d'école, proximité d'autres habitations, etc.). Il faut également tenir compte de la direction des vents dominants.
- Dans le cas particulier d'une évacuation de l'air contaminé dans un puits de lumière, il est important qu'il n'y ait pas de retour par la fenêtre du puits elle-même (qui doit donc être bien isolée et jamais ouverte) ou par les fenêtres voisines.



- a. Envahissement
b. Efficacité
c. Durabilité
d. Coûts d'exploitation et d'entretien
e. Coûts de mise en œuvre



F.4 Ventilateur intégré au mur et prise de courant dans le puits de lumière



F.5 Ventilateur dans la vitre de la fenêtre



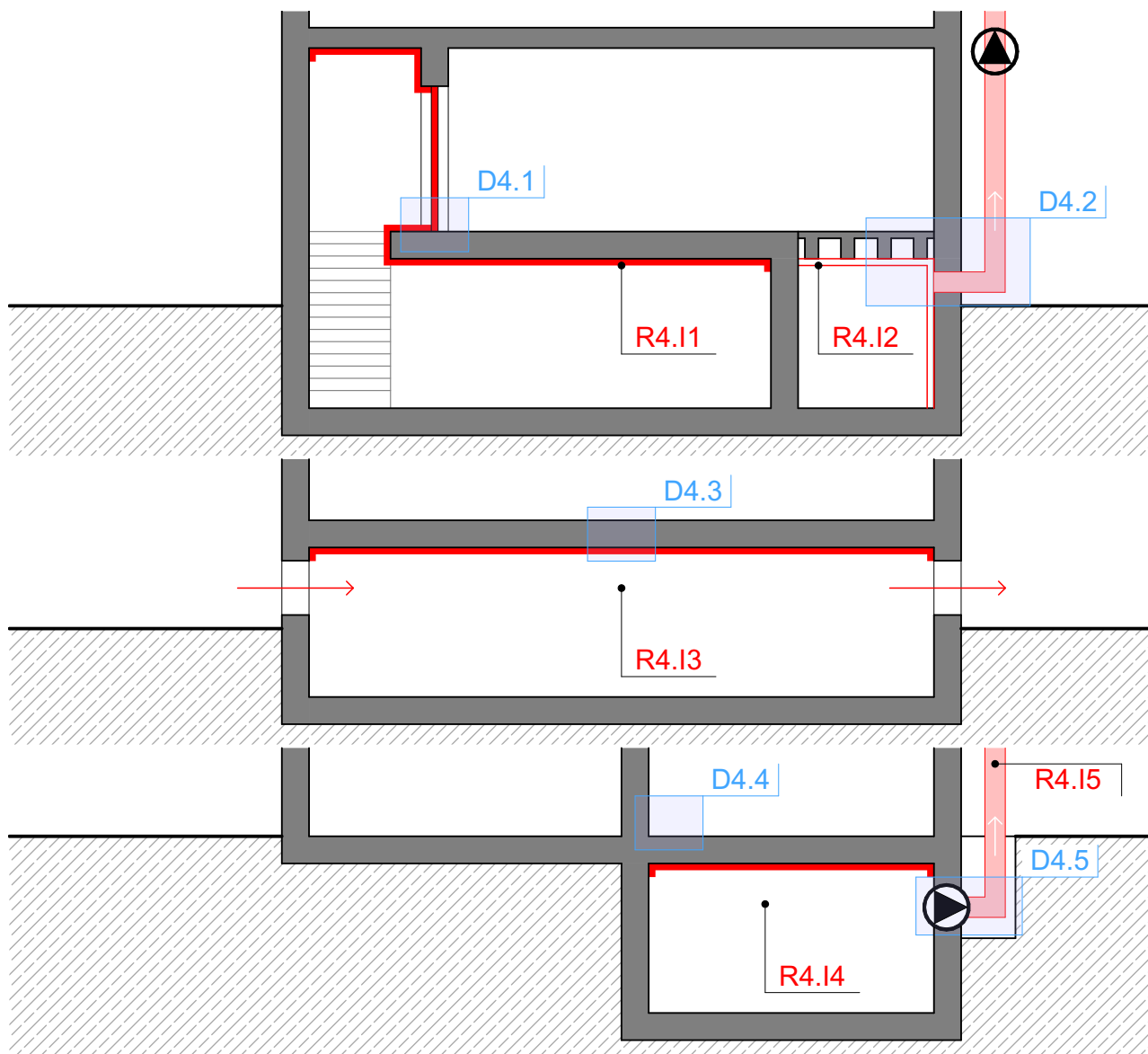
F.6 Ventilateur radial-centrifuge (à gauche) et axial (à droite)



F.7 Porte hermétique à fermeture automatique

¹ Source: Radon, gérer le risque pour la construction et la rénovation de logements Association Qualitel, 2020

Schéma général



R4.I1 Cloisonnement de la cave

Si les concentrations trouvées dans le bâtiment ne sont pas particulièrement élevées, il peut être suffisant de compartimenter la cave. Les solutions sont décrites plus en détail dans les *Conditions de mise en œuvre*.

R4.I2 Création d'un espace de ventilation dans le cas d'un plancher non étanche

Amélioration de l'étanchéité à l'air d'un plancher (par exemple solives en bois ou dalles à hourdis) par l'ajout d'une membrane ou d'un revêtement ventilé à travers lequel l'air contaminé peut être extrait mécaniquement.

R4.I3 Ventilation naturelle de la cave

Si la situation le permet, une bonne ventilation peut suffire pour diluer les concentrations de radon dans l'air.

R4.I4 Dépressurisation de la cave

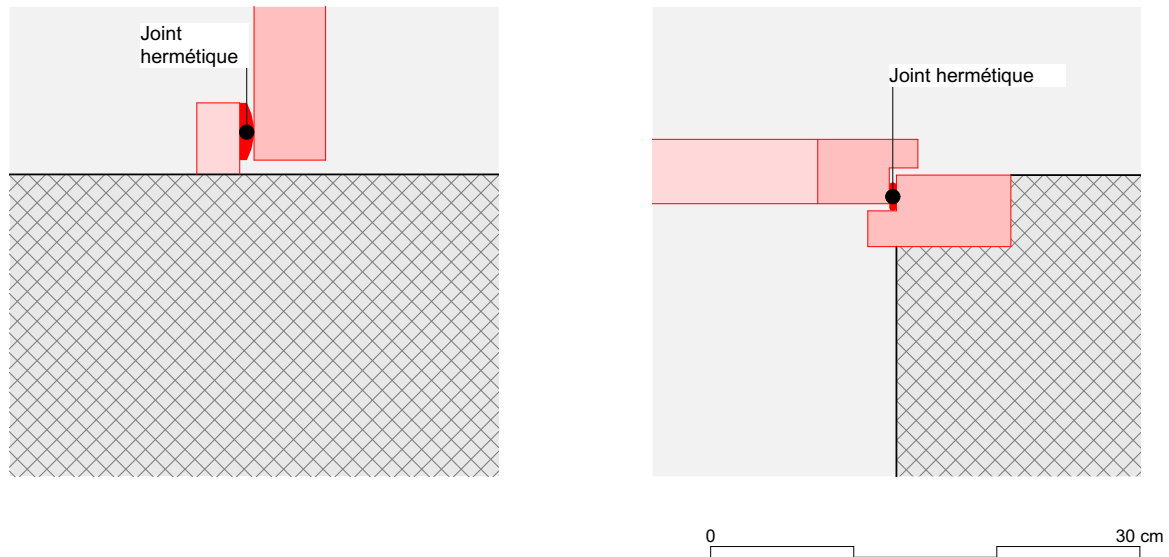
La dépressurisation de la cave est utile lorsqu'elle ne se trouve pas sous toute l'emprise du bâtiment et lorsqu'elle n'est pas assez isolée du reste du bâtiment. La cave agit comme un puisard à radon, donc le radon s'y concentre et son utilisation est dès lors limitée. En ce qui concerne les autres pièces en contact avec le terrain, il est important de s'assurer qu'elles ne permettent pas non plus l'infiltration. Ce cas est abordé plus en détail dans la fiche R2 *Limiter l'infiltration du radon dans les bâtiments - Assurer l'étanchéité des surfaces bâties en contact avec le terrain*.

R4.I5 Dépressurisation de la cave avec extension en toiture de la cheminée d'évacuation de l'air vicié

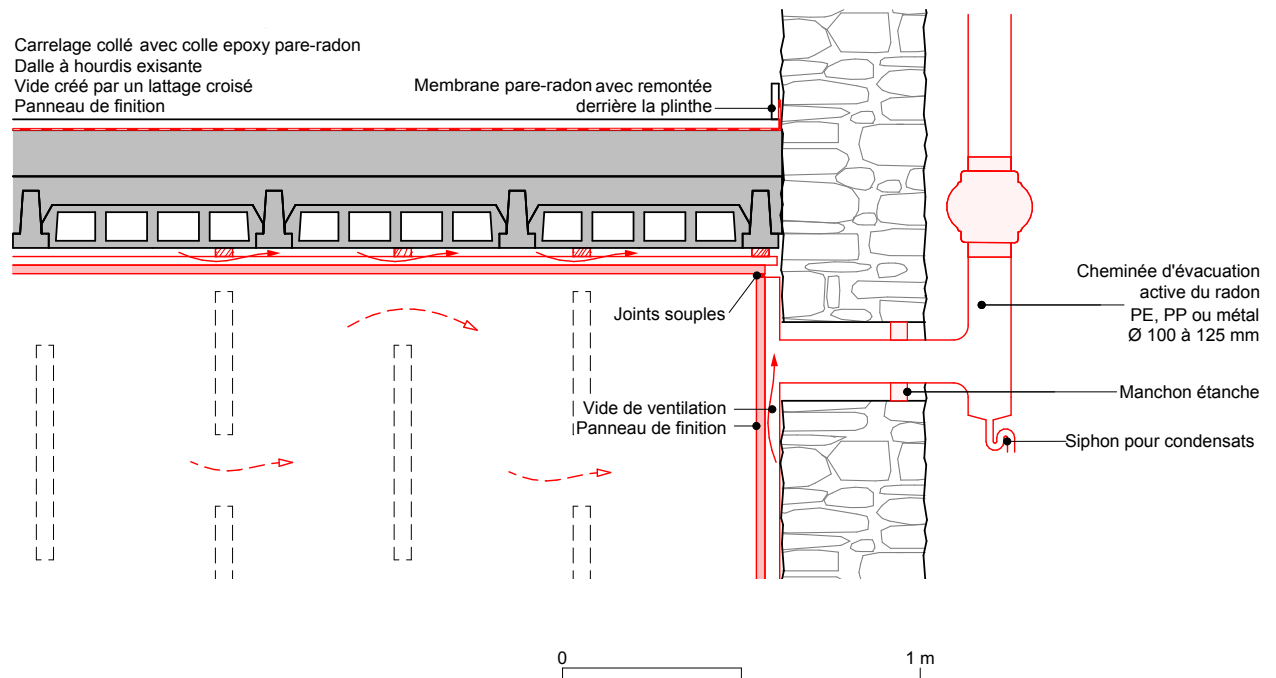
S'il existe une zone sensible ou une fenêtre à proximité du ventilateur d'où l'air contaminé est expulsé, un conduit doit être inséré pour éloigner le point de sortie, de préférence en toiture.

Détails constructifs

D4.1 Nouvelle porte avec joints parfaitement étanches (y compris la serrure) – coupe (à gauche) et plan (à droite)

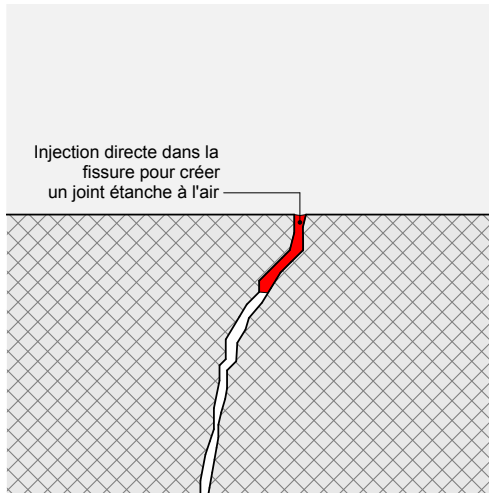


D4.2 Dalle pignon et revêtement de mural ventilé

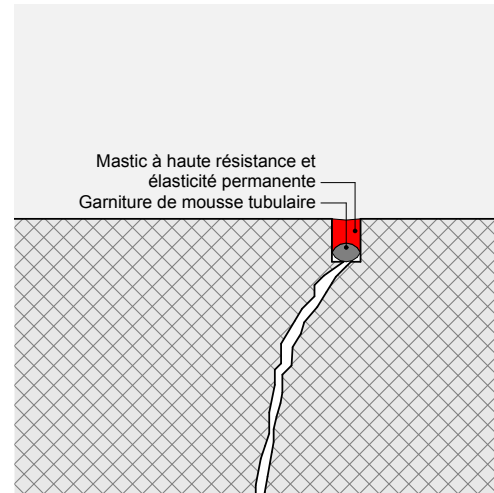


Détails constructifs

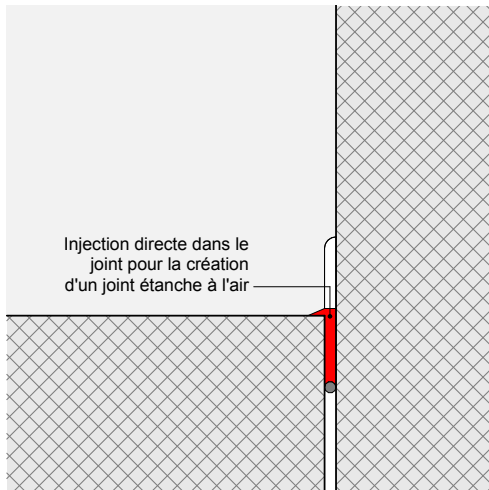
D4.3/1 Colmatage des fissures
Injection directement dans la fissure



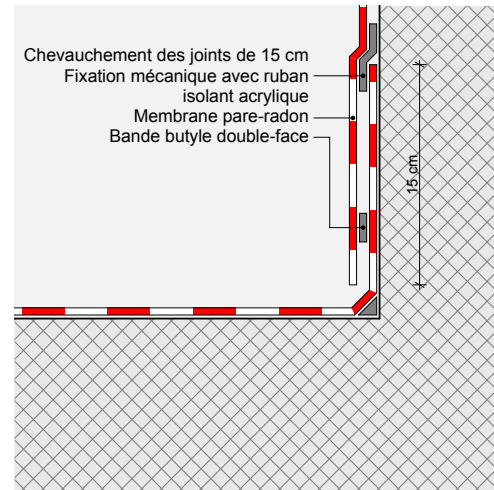
D4.3/2 Colmatage des fissures
Utilisation d'un joint tubulaire



D4.4/1 Raccord entre la dalle et le mur périphérique
Injection directe dans la fissure



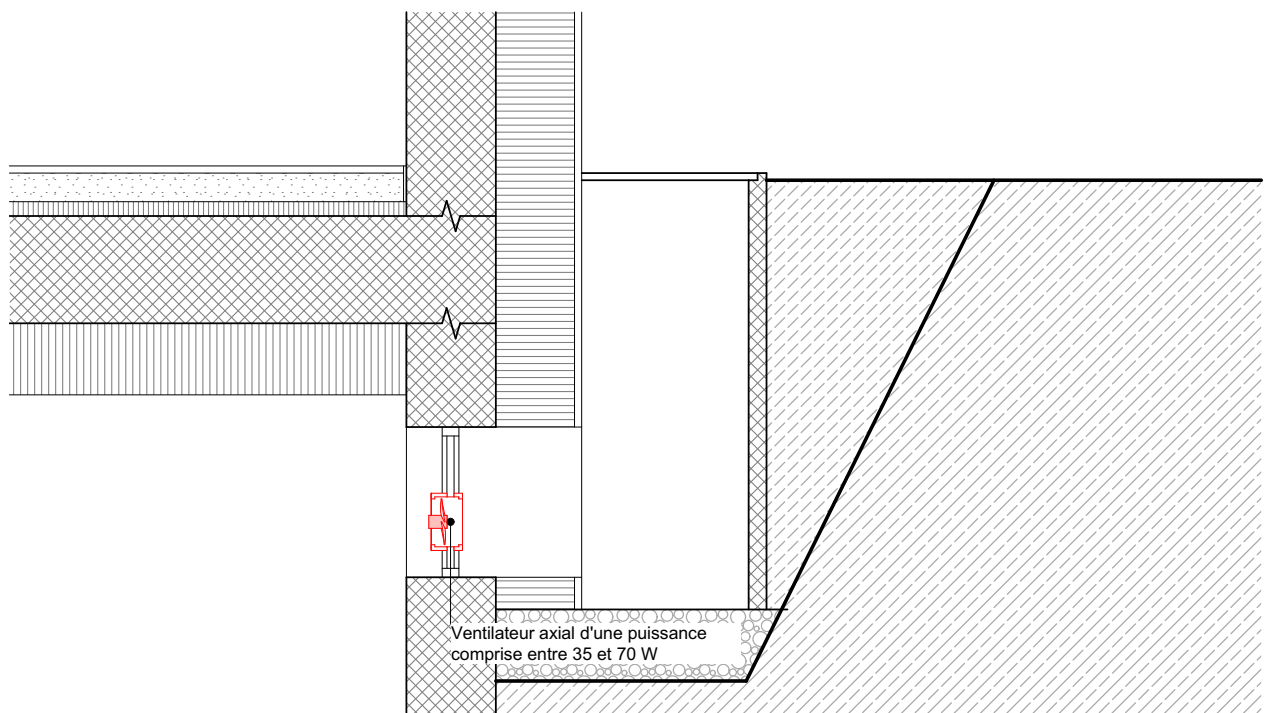
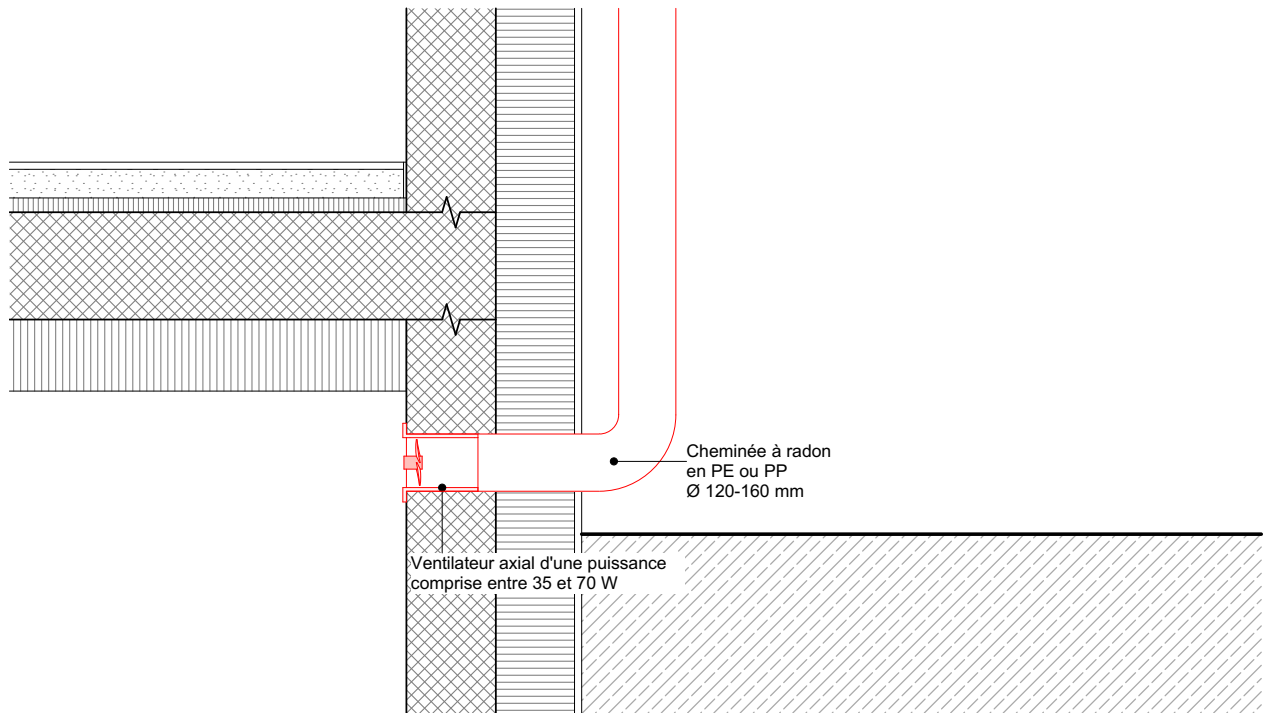
D4.4/2 Raccord entre la dalle et le mur périphérique
Pose d'une bâche de protection



0 30 cm

Détails constructifs

D4.5 Insertion du ventilateur dans le mur (au-dessus) et dans le cadre de la fenêtre (sous)



0 1 m

VENTILER LE VIDE SANITAIRE ET AUTRES MESURES

Remédiation

Ventilation naturelle, dépressurisation ou mise en surpression du vide sanitaire existant.

Description

La présence d'un vide sanitaire représente une opportunité pour se protéger contre le radon sans avoir à intervenir de manière invasive dans le bâtiment. Il convient tout d'abord d'évaluer la possibilité de mettre en œuvre un système d'assainissement passif en exploitant les courants d'air naturels et, si nécessaire, de générer une dépression dans le vide sanitaire à l'aide d'un ventilateur. Dans certains cas, il est possible d'évaluer la possibilité de mettre le vide sanitaire en surpression.

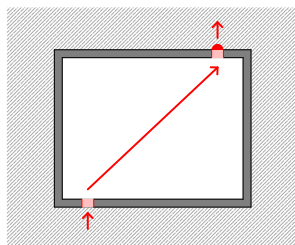
Le plan du bâtiment et la position des éventuels événements et murs porteurs sont déterminants pour le choix du type d'intervention. Dans le cas d'une intervention passive, les ouvertures périmétriques de la cavité sous plancher doivent être examinées afin d'identifier celles qui garantissent une bonne ventilation naturelle. Un bon renouvellement de l'air permet en effet de diluer les concentrations de radon. Si un flux d'air doit être généré ou renforcé, un ventilateur peut être ajouté. Si, en revanche, il est privilégié de mettre en dépression ce volume sous le bâtiment, en plus de placer le ventilateur sur l'une des entrées d'air, il sera nécessaire d'obturer toutes les ouvertures périphériques restantes.

Il est suggéré de tester la solution choisie en mettant en place une installation pilote provisoire et en surveillant l'évolution des concentrations de radon dans les pièces à risque. Le cas échéant, le système devra être adapté en conséquence avant mise en place définitive.

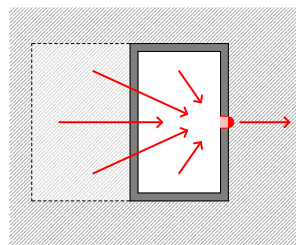
Afin d'assurer dans le temps l'efficacité de l'intervention effectuée, il est nécessaire d'effectuer un entretien et des contrôles périodiques.

Ventilation du vide sanitaire

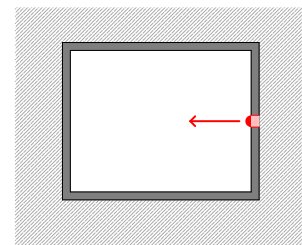
Au stade de la planification, il convient d'accorder une attention particulière à la présence d'ouvertures périphériques, à la position des murs porteurs et à l'étanchéité à l'air de la dalle.



F.1 Balayage transversal



F.2 Mise en dépression



F.3 Mise en surpression

Avantages

- Fonctionnement passif
- Intervention minimale

Inconvénients

- Risque de refroidissement de la dalle en contact avec les espaces de vie si non isolée
- En règle générale, il est nécessaire que le vide sanitaire soit situé sous la surface totale du bâtiment

Avantages

- Large champ d'action
- Peut être efficace même si le vide sanitaire n'est présent que sous une partie de l'emprise au sol du bâtiment

Inconvénients

- Consommation d'électricité
- Augmentation importante des concentrations en cas de mise en œuvre incorrecte

Avantages

- Pas d'expulsion d'air contaminé (et par conséquent pas de travaux connexes)
- Faible puissance nécessaire du ventilateur pour générer une légère surpression

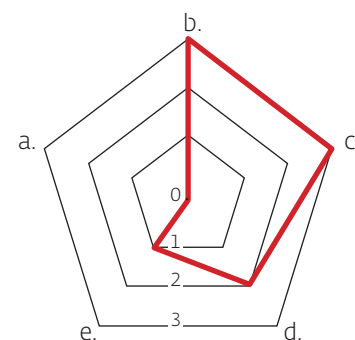
Inconvénients

- Augmentation importante des concentrations en cas de mise en œuvre incorrecte
- Risque de transfert du problème vers d'autres espaces (ex. maison mitoyenne)
- Le vide sanitaire doit occuper l'ensemble de la surface sous l'emprise du bâtiment et sans division (ex. murs de refend)
- Consommation d'électricité

Conditions de mise en œuvre

Création d'un balayage transversal dans le vide sanitaire

- Évaluer la situation existante:
 - Nombre d'ouvertures dans le vide sanitaire et position
 - Direction des vents dominants
- Vérifier l'existence d'un flux d'air transversal [F.1] et, si nécessaire, le renforcer en ne laissant ouvertes que les ouvertures nécessaires. Si la ventilation naturelle n'est pas suffisante, ajouter un ventilateur.
- Isoler thermiquement la dalle de plancher entre le vide sanitaire et l'espace habitable si elle ne l'est pas afin d'éviter que la ventilation sous-jacente ne provoque des pertes d'énergie.



- a. Envahissement
b. Efficacité
c. Durabilité
d. Coûts d'exploitation et d'entretien
e. Coûts de mise en œuvre

Mise en dépression du vide sanitaire

- Possible même si le vide sanitaire ne se trouve pas sous la totalité de l'emprise au sol du bâtiment.
- Sceller toutes les ouvertures dans le vide sanitaire, à l'exception de celle où le ventilateur doit être installé, afin d'optimiser la dépression et d'éviter la formation de condensation (qui pourrait être générée par l'aspiration de l'air humide des pièces d'habitation)..
- Positionner le ventilateur de façon à ce que le point d'expulsion de l'air contaminé se trouve dans une zone sans risque à l'extérieur du bâtiment [F.2].
- Isoler thermiquement la dalle de plancher entre le vide sanitaire et l'espace habitable si elle ne l'est pas afin d'éviter que la ventilation sous-jacente ne provoque des pertes d'énergie.



F.4 Ouverture dans le vide sanitaire

Mise en surpression du vide sanitaire

- Possible uniquement si le vide sanitaire couvre l'ensemble de l'emprise au sol du bâtiment, si la zone est exempte d'obstacles (ex. murs porteurs, murs de refend ou cloisons) et si toutes les surfaces du vide sanitaire (ex. sol et murs périphériques) sont étanches à l'air.
- Fermer toutes les ouvertures du vide sanitaire, à l'exception de celle à utiliser pour y installer le ventilateur. Réaliser un nouveau carottage si nécessaire.
- Placer le ventilateur de manière qu'il amène de l'air extérieur dans le vide sanitaire afin de le placer en surpression [F.3].
- Vérifier s'il est nécessaire d'ajouter une couche d'isolation thermique à la dalle, car l'air provenant de l'extérieur peut entraîner des pertes d'énergie. En outre, il est important que la dalle de séparation avec la zone habitable soit étanche à l'air pour éviter toute infiltration dans le bâtiment.



F.5 Ventilateur radial-centrifuge intégré dans la paroi du vide sanitaire

Types de ventilateurs [F.6]

- Axial: s'insère directement dans le mur et peut être utilisé si la zone d'expulsion est sans risque pour les occupants. Une extraction efficace nécessite entre 1 à 2 m³/h par m² de vide sanitaire. Pour une maison unifamiliale, une puissance comprise entre 30 et 75 W peut être suffisante. Il est généralement peu bruyant¹.
- Radial-centrifuge: favorable si le point d'expulsion doit être éloigné, de préférence en toiture. La gaine doit être en PE ou PP perforé dans le vide sanitaire [D5.1] et se poursuivre (PE, PP ou acier inoxydable) sans perforation jusqu'au point d'expulsion. La puissance du ventilateur sera choisie en fonction de la capacité d'extraction requise.



F.6 Ventilateur radial-centrifuge (à gauche) et axial (à droite)

¹ Source: Radon, gérer le risque pour la construction et la rénovation de logements, Association Qualitel, 2020

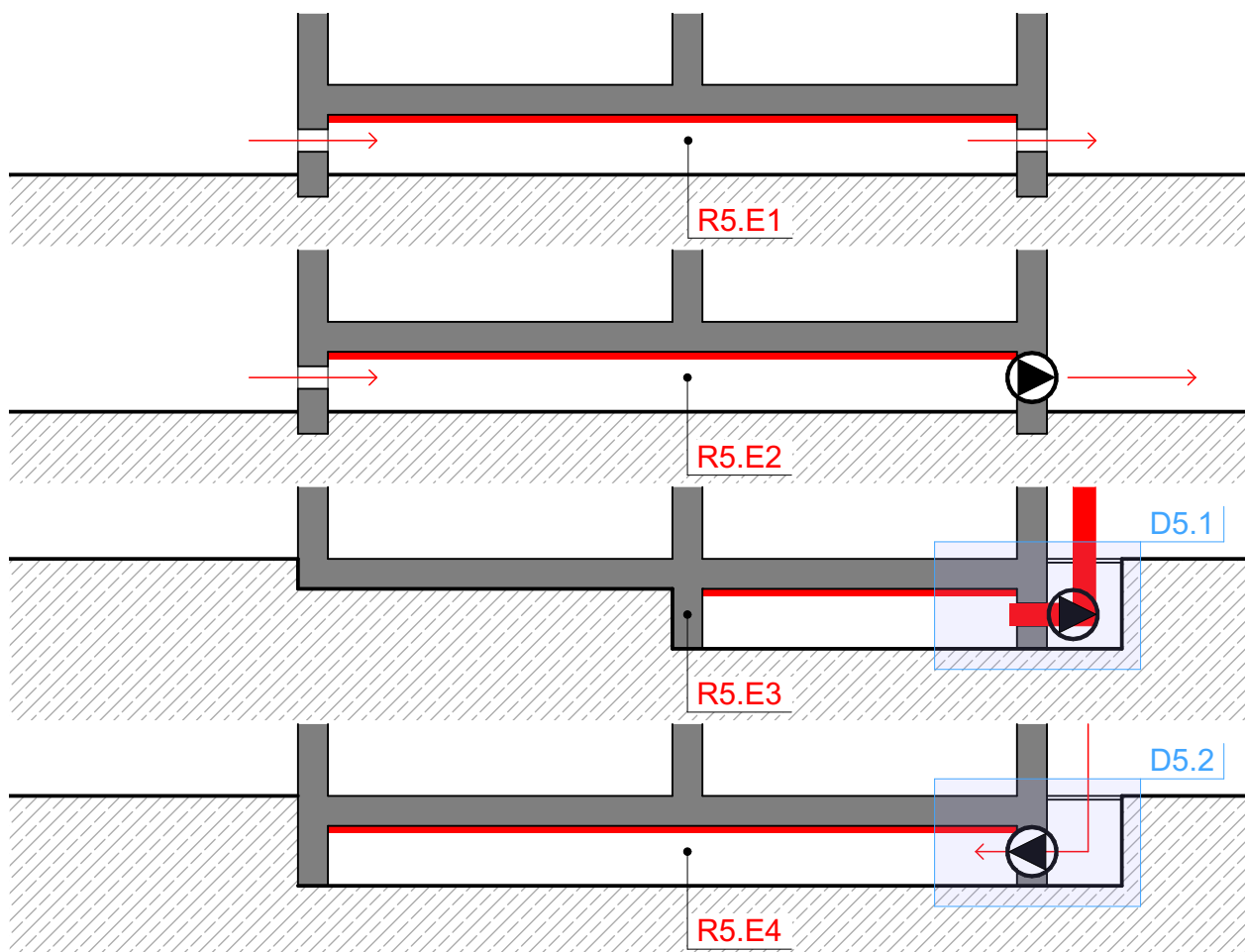
Points de vigilance

- Les canalisations doivent être prévues en PP ou en PE, mais jamais en PVC en raison de sa faible résistance aux contraintes et aux agressions chimiques. Il est préférable d'installer des tuyaux en acier inoxydable ou en cuivre en façade. Les tuyaux flexibles sont fortement déconseillés (pertes de charge, durabilité).
- Les passages de conduits et tous les raccordements doivent être étanches à l'air [D6.4 ; 6.5]. Dans ce dernier cas, l'utilisation de joints thermosoudés est recommandée.
- Il est conseillé de limiter au maximum l'utilisation de coudes dans les conduits afin de limiter les pertes de charge et risquer de réduire la capacité d'extraction du système d'aspiration.
- Il est préférable d'installer le ventilateur verticalement pour éviter les problèmes de condensation. Si une installation horizontale est nécessaire, un système d'évacuation de l'eau de condensation doit être prévu [D6.1].
- Le point d'expulsion de l'air contaminé doit être suffisamment éloigné du bâtiment pour disposer d'un volume de dilution optimal et éviter d'être rabattu dans le bâtiment par les ouvertures existantes (distance minimale de 2 m). Il ne doit en aucun cas être situé dans une zone d'utilisation fréquente (ex. terrasse, cour d'école, proximité d'autres habitations, etc) et la direction des vents dominants doit être prise en compte [F.7].



F.7 Eloignement de l'extraction dans une zone de dépôt à l'arrière du bâtiment

Schéma général



R5.E1 Ventilation naturelle du vide sanitaire

Si les concentrations trouvées dans le bâtiment ne sont pas particulièrement élevées, une simple ventilation adéquate peut être suffisante. Il est important de créer un courant d'air transversal afin que la concentration de radon soit diluée dans l'ensemble de la zone située sous le bâtiment.

R5.E2 Créer un courant d'air dans le vide sanitaire à l'aide d'un ventilateur

Si la solution R5.E1 n'est pas suffisante, alors installer un ventilateur. Les circonstances déterminent le choix du type de ventilateur et la nécessité de prolonger le conduit comme décrit dans les *Conditions de mise en œuvre*.

R5.E3 Dépressurisation du vide sanitaire à l'aide d'un ventilateur

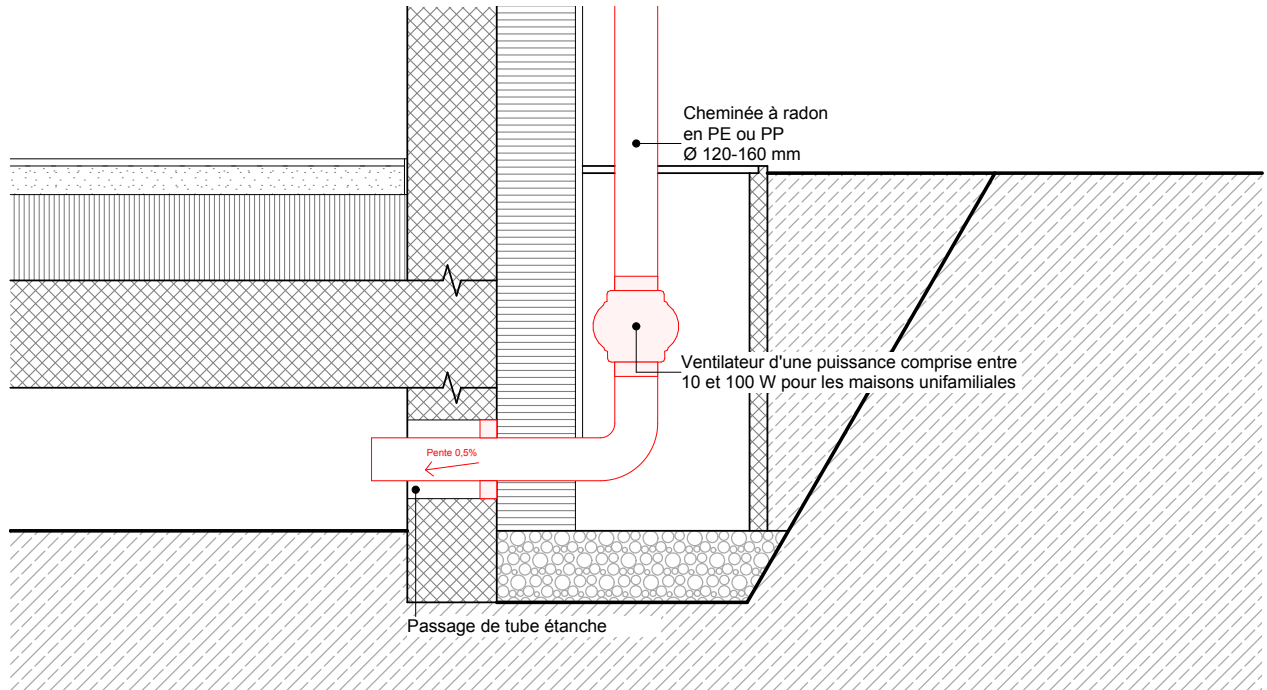
La dépressurisation du vide sanitaire est une solution très efficace et nécessaire lorsque les concentrations de radon sont particulièrement élevées. Ce système est efficace même si le vide sanitaire ne couvre pas la totalité de l'emprise au sol du bâtiment. Avec une puissance suffisante, le système peut également dépressuriser le sol environnant. Les circonstances déterminent le choix du type de ventilateur et la nécessité de prolonger le conduit, comme décrit dans les *Conditions de mise en œuvre*.

R5.E4 Surpressurisation du vide sanitaire à l'aide d'un ventilateur

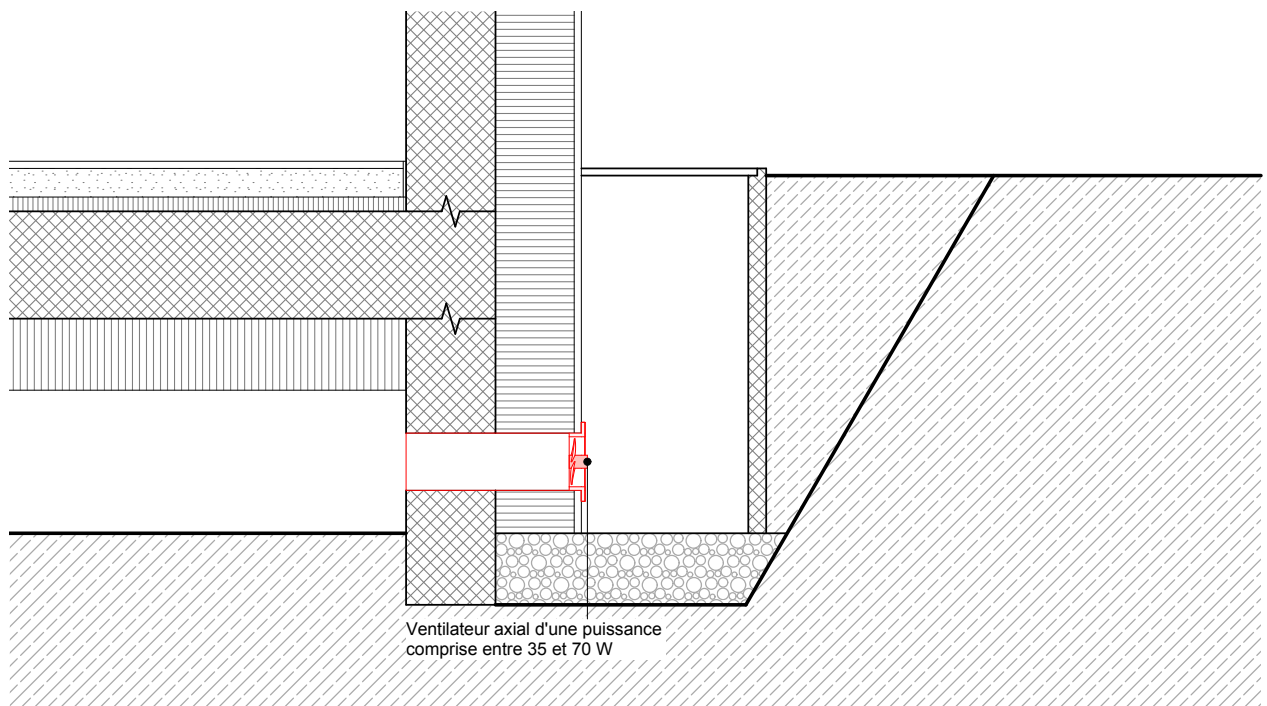
La surpressurisation du vide sanitaire est une solution très efficace lorsqu'elle est mise en œuvre dans les bonnes conditions mais elle présente des risques. De l'air est insufflé dans le vide sanitaire, créant une surpression qui empêche le radon de remonter du terrain. L'étanchéité des passages (tant vers l'extérieur que vers l'intérieur du bâtiment) est cruciale, sans quoi le risque est d'augmenter les concentrations plutôt que de les diminuer. Le ventilateur ne peut pas être arrêté.

Détails de la construction

D5.1 Insertion d'un ventilateur radial-centrifuge et d'un conduit pour l'expulsion de l'air contaminé



D5.2 Insertion d'un ventilateur axial



0 1 m

METTRE LE TERRAIN SOUS LE BÂTIMENT EN DÉPRESSION – LE PUISARD RADON

Remédiation

Dépressurisation du terrain sous le bâtiment en installant un puisard radon.

Description

La dépressurisation du sol sous le bâtiment permet d'empêcher au gaz radon de s'infiltrer dans le bâtiment. Il est conseillé d'évaluer la possibilité de mettre en œuvre un système passif en exploitant l'effet de cheminée (convection naturelle) présent et, si nécessaire, d'installer un ventilateur permettant d'augmenter la dépressurisation du sol.

La disposition du bâtiment, la taille des espaces et le type de terrain sont déterminants du choix de l'emplacement et du nombre de points d'extraction nécessaires.

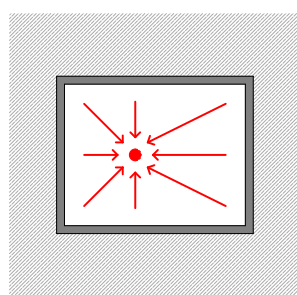
En effectuant des mesures spécifiques du radon, il est dans de nombreux cas possible d'identifier le point principal d'infiltration. Dans ce cas, il est souhaitable d'intervenir au plus près du point d'entrée du gaz. Si le point d'entrée principal n'est pas clairement identifié, il est nécessaire de choisir un point d'extraction avec un rayon d'action aussi large que possible. La structure des fondations du bâtiment (pas toujours claire, surtout dans les bâtiments anciens) pourrait limiter l'efficacité du système d'extraction.

Il est suggéré de tester la solution choisie en mettant en place une installation pilote [F.5] et en surveillant l'évolution des concentrations de radon dans les pièces à risque. Le cas échéant, le système devra être adapté en conséquence avant mise en place définitive. La structure du terrain, en particulier sa perméabilité, peut réduire le rayon d'action du système et, par conséquent, rendre nécessaire l'installation d'un plus grand nombre de puisards radon ou l'augmentation de la capacité d'extraction du système.

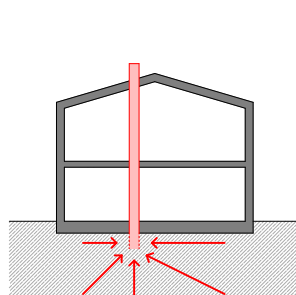
Afin d'assurer dans le temps l'efficacité de l'intervention effectuée, il est nécessaire d'effectuer un entretien et des contrôles réguliers [F.7].

Puisard radon intérieur

Lors de la conception, il faut tenir compte à la fois du rayon d'action et du volume intérieur nécessaire au passage des conduites.



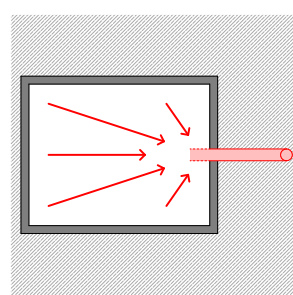
F.1 Plan du puisard intérieur



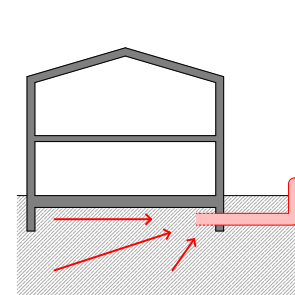
F.2 Coupe du puisard intérieur

Puisard radon extérieur

Carottage à travers les fondations. Cela nécessite la connaissance de la composition du radier et des fondations.



F.3 Plan du puisard extérieur



F.4 Coupe du puisard extérieur

Avantages

- Large champ d'action
- Possibilité d'intervention ponctuelle
- Possibilité de fonctionnement passif

Inconvénients

- Nécessité de perforer l'enveloppe du bâtiment
- Risque de limitation de l'efficacité selon la position des fondations et la perméabilité du sol sous le bâtiment
- Consommation éventuelle d'électricité

Avantages

- Travaux effectués par l'extérieur de l'enveloppe du bâtiment
- Moins intrusif dans le bâtiment

Inconvénients

- Rayon d'action limité (pas central)
- Efficacité limitée selon la position des fondations et la perméabilité du sol sous le bâtiment
- Consommation d'électricité

Conditions de mise en oeuvre

Puisard radon intérieur

- Réaliser un carottage à travers la dalle [D6.4].
- Extraire la terre jusqu'à une profondeur de 30-50 cm puis insérer l'extrémité perforée du tuyau (PE ou PP) d'un diamètre de 120-160 mm.
- Comblers l'excavation autour de la canalisation avec du gravier (chaux lavée de 30-60 mm de diamètre).
- Etanchéfier le passage de la conduite à l'aide d'un manchon étanche à l'air au point de sortie de la conduite (toit ou mur [D6.2, D6.3]) pour assurer l'étanchéité à l'air et la continuité thermique.

Puisard radon extérieur

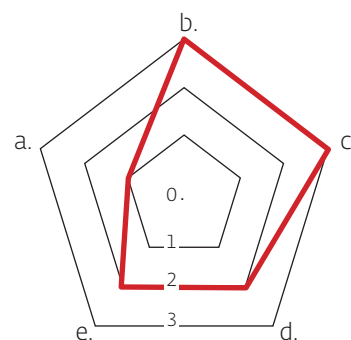
- Réaliser une exécution à l'extérieur du bâtiment de profondeur suffisante pour permettre le carottage à travers la semelle de fondation afin de passer sous le radier [D6.1].
- Effectuer un carottage dans le mur périphérique (diamètre à définir en fonction de la taille de la canalisation à poser).
- Enlever une partie du matériel au-delà du mur afin de créer un espace non obstrué et y insérer la canalisation percée sur tous les côtés sur environ 50 à 100 cm.
- Etanchéfier le passage de la gaine à l'aide d'un manchon étanche afin de garantir la dépressurisation du sol sous le bâtiment [D6.5].

Type de ventilateur

- Radial-centrifuge: la puissance du ventilateur sera choisie en fonction de la capacité d'extraction requise et varie généralement entre 10 et 100 W pour les habitations individuelles.

Points de vigilance

- Les canalisations à l'intérieur et en contact avec le sol doivent être en PP ou PE, mais jamais en PVC en raison de sa faible résistance aux contraintes et aux agressions chimiques. En façade, il est préférable d'utiliser des tuyaux en acier inoxydable ou en cuivre. Les tuyaux flexibles sont fortement déconseillés (pertes de charge, durabilité).
- Les passages de la tuyauterie et tous les raccords doivent être étanches à l'air [D6.3; 6.4; 6.5]. Dans ce dernier cas, l'utilisation de joints thermosoudés est recommandée.
- Il est conseillé de limiter au maximum l'utilisation de coudes dans les conduits afin de réduire les pertes de charge et risquer de réduire la capacité d'extraction du système d'aspiration.
- En cas d'installation d'un ventilateur, il est préférable une installation verticale afin d'éviter les problèmes de condensation. Si une installation horizontale est nécessaire, un système d'évacuation de l'eau de condensation doit être prévu [D6.1].
- Nous recommandons de placer le ventilateur à l'extérieur de l'enveloppe du bâtiment. En effet, la section du conduit située après le ventilateur est en surpression et, en cas de fuite du système, la contamination de l'air intérieur peut être importante.
- Le point d'expulsion de l'air contaminé doit être suffisamment éloigné du bâtiment pour disposer d'un volume de dilution optimal et éviter d'être rabattu dans le bâtiment par les ouvertures existantes (distance minimale de 2 m). Il ne doit en aucun cas être situé dans une zone d'utilisation fréquente (ex. terrasse, cour d'école, proximité d'autres habitations, etc) et la direction des vents dominants doit être prise en compte [F.6; F.8].



- a. Envahissement
- b. Efficacité
- c. Durabilité
- d. Coûts d'exploitation et d'entretien
- e. Coûts de mise en oeuvre



F.5 Installation pilote d'un puits à radon extérieur



F.6 Extension de la canalisation dans le sol pour éloigner le point d'éjection

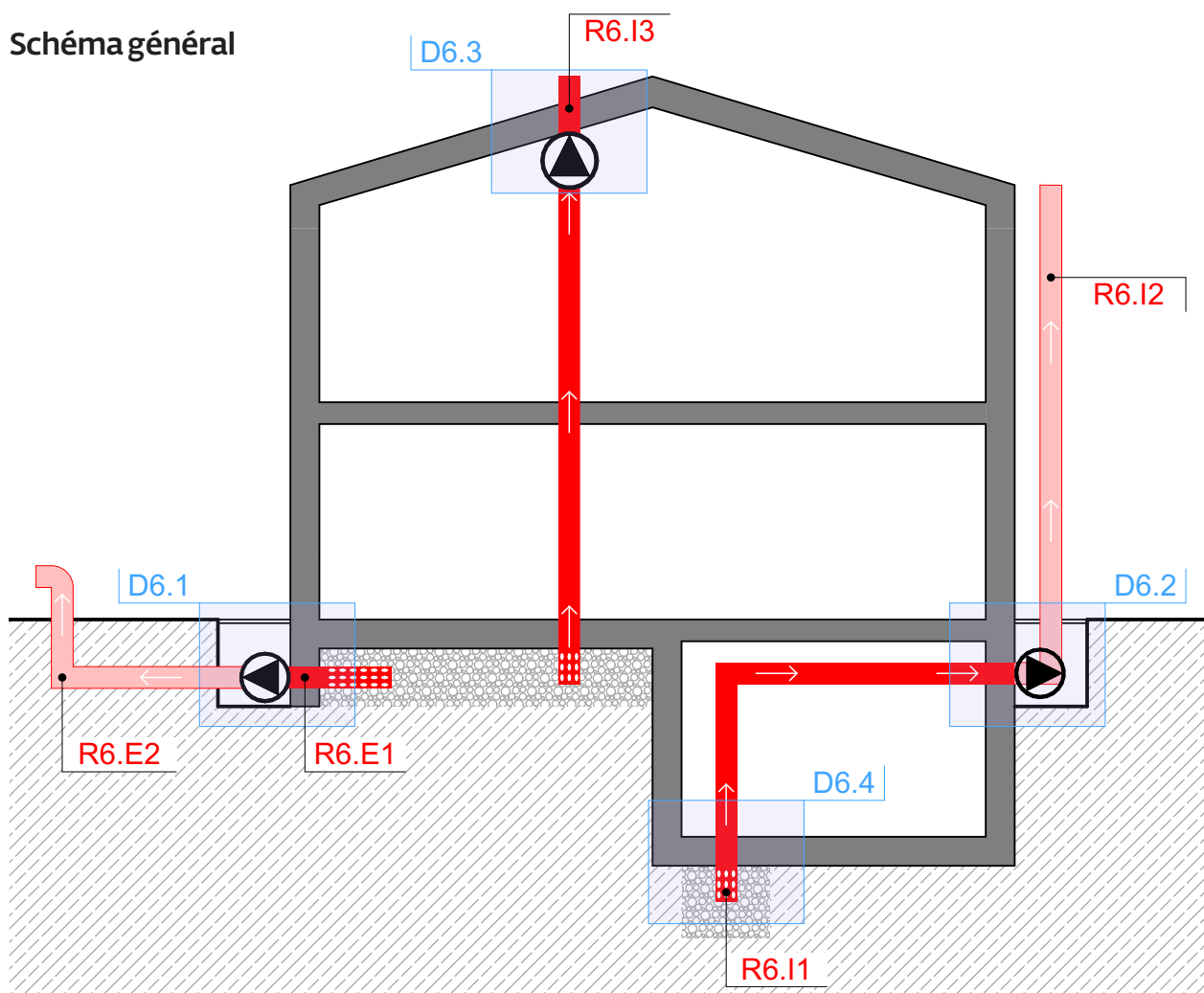


F.7 Regard pour l'entretien du ventilateur



F.8 Extension de la canalisation pour expulser l'air contaminé

Schéma général



R6.11 Puisard radon intérieur avec évacuation en pied de façade

Installation d'un ventilateur nécessaire. Ne peut être mis en œuvre que s'il n'y a aucun risque de retour du radon par les ouvertures de l'enveloppe. Il est préférable d'installer le ventilateur à l'extérieur de l'enveloppe du bâtiment.

R6.12 Puisard radon intérieur avec évacuation en toiture

Cette version du puisard implique l'usage d'un ventilateur. Amener le conduit extérieur en toiture permet d'éloigner le point d'expulsion de l'environnement bâti. Placer le ventilateur dans un regard permet une meilleure accessibilité en cas de maintenance. L'évacuation proposée peut également être utilisée pour le cas R6.E1.

R6.13 Puisard radon intérieur avec évacuation par l'intérieur en toiture

Cette version est conçue pour exploiter l'effet d'aspiration naturelle et éviter ainsi l'utilisation d'un ventilateur. Si les conditions le permettent, ce système peut donc rester passif, mais la taille du puits et du tuyau sera plus importante (environ 1 m³ pour le puits et 200 mm de diamètre pour le tuyau). Si la dépression s'avère insuffisante, un ventilateur peut toujours être installé ultérieurement. Le conduit peut être amené en toiture en utilisant, par exemple, d'anciens conduits de cheminée. Il est préférable

de placer le ventilateur dans les combles à l'intérieur ou directement à l'extérieur sur le toit de manière à limiter les risques de contamination de la zone de vie. Lorsque cela n'est pas possible, la gaine doit être étanchéifiée sur toute sa hauteur. La gaine doit être isolée thermiquement lorsqu'elle traverse des espaces froids du bâtiment.

R6.E1 Puisard radon avec évacuation directe de l'air vicié en pied de façade

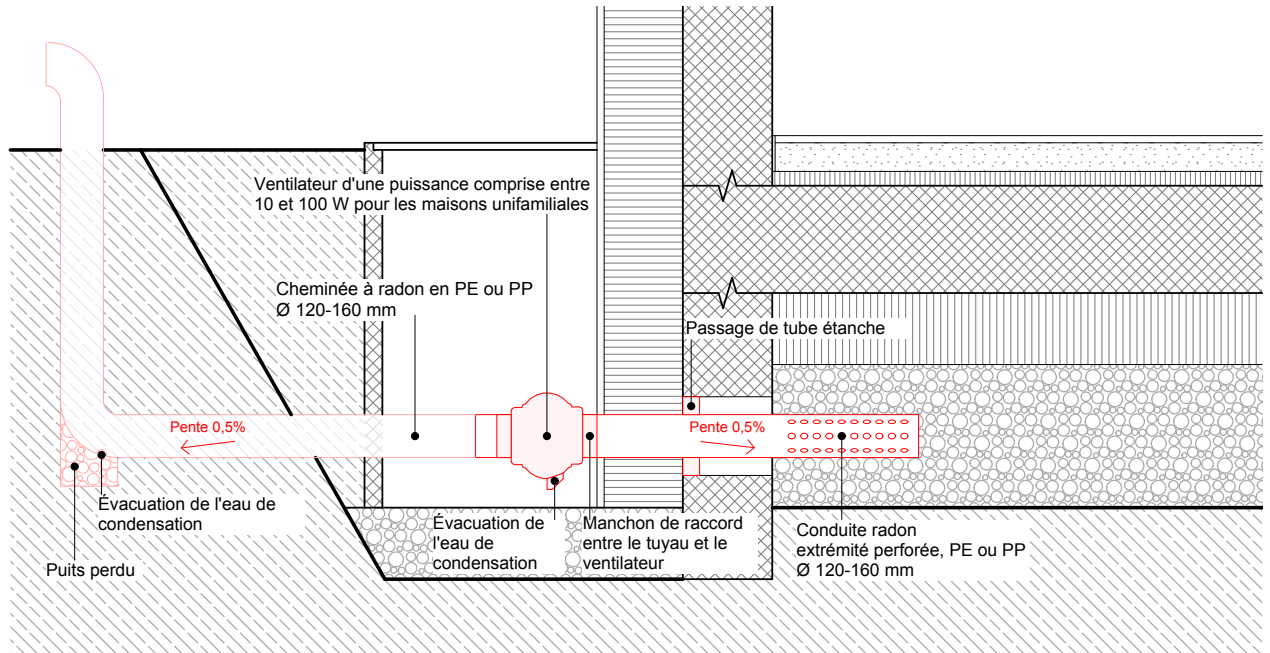
Un ventilateur est indispensable dans cette situation. S'il n'y a pas de danger de réintroduction du radon par les ouvertures de la façade, le gaz peut être évacué directement en pied de façade. Si le ventilateur est positionné horizontalement, un système doit être mis en place pour évacuer l'eau de condensation.

R6.E2 Puisard radon extérieur avec évacuation de l'air vicié dans le terrain

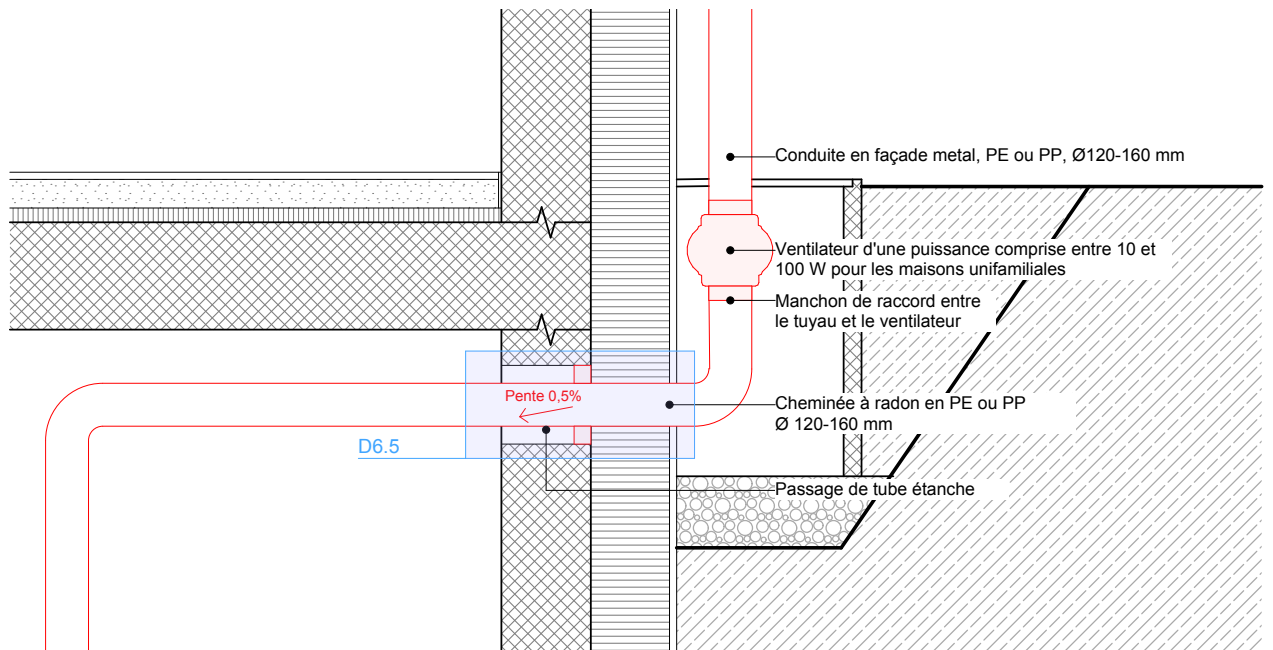
Un ventilateur est indispensable dans cette situation. S'il n'est pas possible de libérer l'air contaminé immédiatement et qu'il n'est pas pratique de prolonger la canalisation jusqu'au toit, il est possible de prolonger la canalisation horizontalement à travers le sol de la propriété jusqu'à une zone sûre. Cette extension peut également être utilisée pour le cas R6.11.

Détails constructifs

D6.1 Détails de la tuyauterie – Puit extérieur avec évacuation dans le jardin

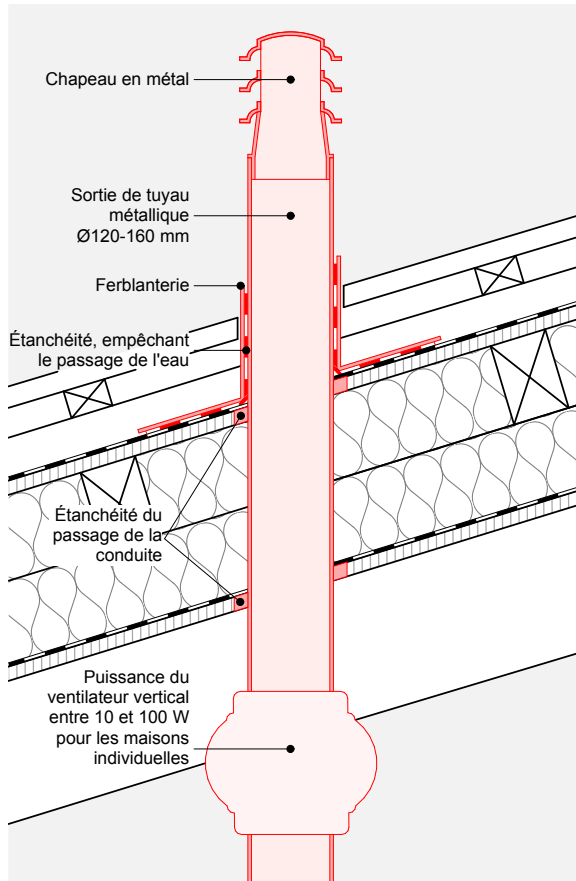


D6.2 Détails de la tuyauterie – Puits intérieur avec ventilateur externe et évacuation en toiture

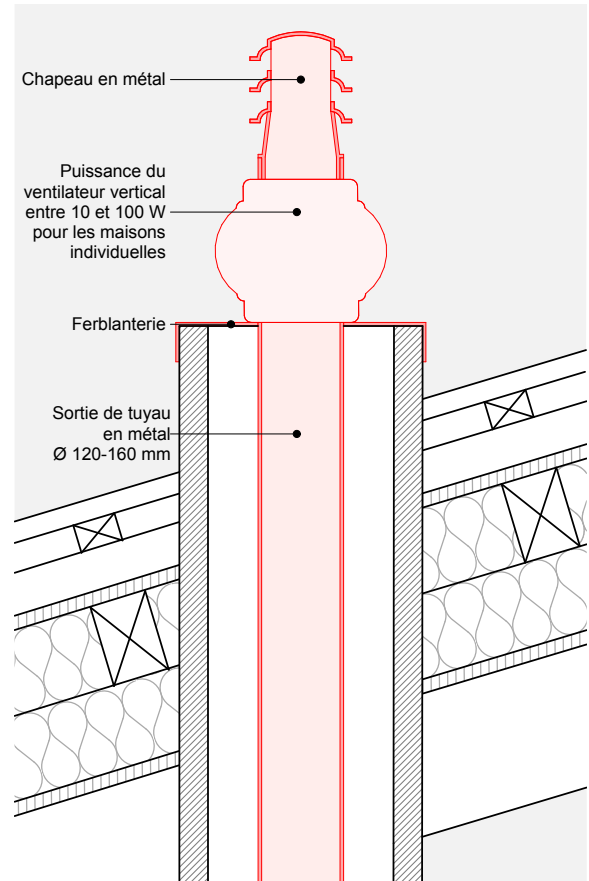


Détails constructifs

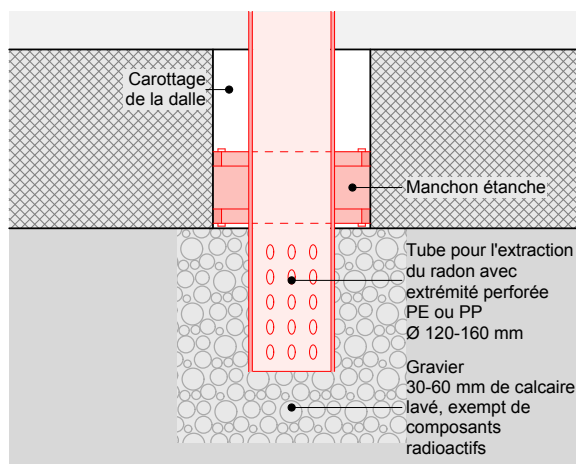
D6.3/1 Sortie de la conduite en toiture



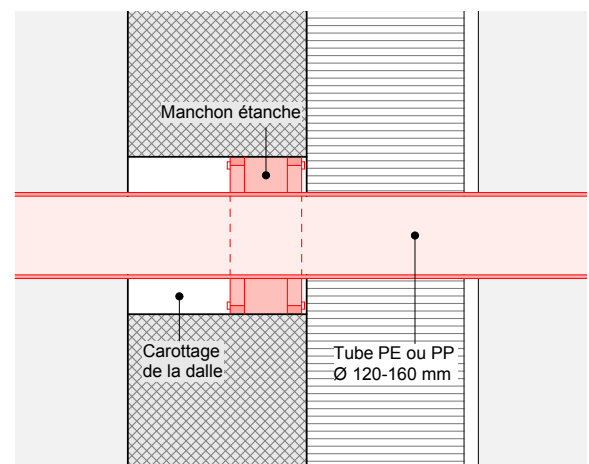
D6.3/2 Passage de la conduite dans une gaine de cheminée existante



D6.4 Joint étanche - sol



D6.5 Manchon étanche - mur



0 30 cm

METTRE LE TERRAIN SOUS E BÂTIMENT EN DÉPRESSION - DRAINAGE DU RADON OU NOUVEAU VIDE SANITAIRE

Remédiation

Dépressuriser le sol sous le bâtiment en installant un système de drainage du radon ou en créant un nouveau vide sanitaire sous une nouvelle dalle.

Description

La présence d'un sous-sol en sol naturel ou l'enlèvement et la reconstruction de la dalle est une excellente occasion de réduire les concentrations de radon dans un bâtiment. L'espace sous la dalle sera drainé ou un vide sanitaire sera créé à partir duquel le radon pourra être extrait. Il est conseillé d'évaluer d'abord la possibilité de mettre en œuvre un système passif en exploitant l'effet cheminée (convection naturelle) et, si nécessaire, d'installer un ventilateur permettant de dépressuriser le sol.

Le plan du bâtiment et le type de terrain sont déterminants pour définir la position et la forme du réseau de drainage. Il faut aussi considérer que souvent la cave, ou sa partie en sol naturel, n'est pas située sous toute l'emprise du bâtiment, mais seulement sous une partie de celle-ci.

En raison de l'absence initiale de la dalle, il est facile d'agir sur une grande surface à la base du bâtiment, en installant un drainage radon. Ensuite, il faut couler une nouvelle dalle étanche pour assurer la dépressurisation du terrain sous le bâtiment. Une attention particulière doit être portée à l'étanchéité des raccords et à la présence de murs porteurs, qui pourraient limiter la continuité de la dépression. Si nécessaire, des carottages peuvent être effectués dans les murs porteurs pour prolonger l'effet du système.

Il est suggéré de tester la solution choisie en mettant en place une installation pilote et en surveillant l'évolution des concentrations de radon dans les pièces à risque. Le cas échéant, le système devra être adapté en conséquence avant mise en place définitive.

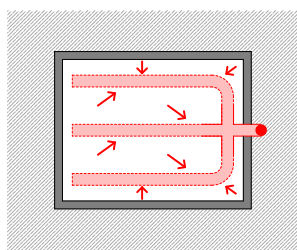
Afin d'assurer dans le temps l'efficacité de l'intervention effectuée, il est nécessaire d'effectuer un entretien et des contrôles réguliers.

Drainage radon

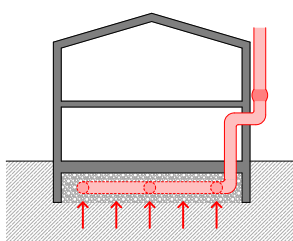
Lors de la conception du drainage, une attention particulière doit être accordée à la composition du sol, à la position des murs porteurs et à l'espace nécessaire pour la nouvelle dalle (hauteur de la pièce).

Nouveau vide sanitaire

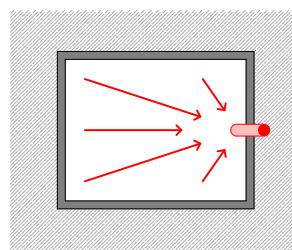
Si un vide sanitaire est créé au moyen d'un système d'igloo, il peut être dépressurisé. Ici aussi, il faut tenir compte de la position des murs porteurs et de la hauteur de la pièce.



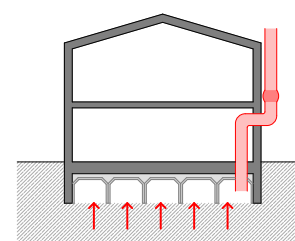
F.1 Plan de pose du réseau



F.2 Coupe du drainage



F.3 Plan du nouveau vide sanitaire



F.4 Coupe du nouveau vide sanitaire

Avantages

- Grand rayon d'action
- Possibilité de fonctionnement passif

Inconvénients

- Création d'un système de drainage
- Nécessité de couler une nouvelle dalle étanche
- Consommation d'électricité en cas d'extraction active

Avantages

- Absence de tuyaux de drainage
- Aspiration facilitée par l'absence de gravier (besoin de ventilateurs moins puissants)

Inconvénients

- Nécessité de créer une nouvelle dalle étanche
- Consommation d'électricité en cas d'extraction active

Conditions de mise en œuvre

Drainage du radon dans une cave avec sol naturel

- Excavation (environ 40 cm de profondeur) et pose de tuyaux de drainage (en PE ou PP et percés dans la moitié inférieure) d'un diamètre d'au moins 100 mm sur le sol. La perméabilité du sol définit la position et la densité des tuyaux :
 - Sol perméable: la pose en S du tuyau [F.5] avec un entraxe allant jusqu'à 8 mètres est suffisant.
 - Sol compact/peu perméable : pose d'un réseau de tuyaux [F.1 et F.2] avec un entraxe de 1 à 3 mètres.
- Raccordement des tuyaux de drainage à un tuyau plein (PE ou PP) pour expulser l'air vers l'extérieur.
- Construction de la nouvelle dalle hermétique (exécution des joints murs/dalle selon les règles de l'art).
- Assurer l'étanchéité du passage de la canalisation à travers la nouvelle dalle (à l'aide d'un joint étanche avec collerette inséré lors de coulage) ou à travers le mur (à l'aide d'un fourreau étanche à pression [D7.5]). Le passage éventuel de la canalisation vers le toit doit également être étanche à l'air.

Pour en savoir plus sur la mise en œuvre d'un drainage dédié au radon, voir la fiche P3 *Mettre le terrain sous le bâtiment en dépression - Drainer le radon*.

Créer un vide sanitaire dans une cave avec un sol naturel

- Installer des modules de coffrage perdu pour vide sanitaire aéré, de l'isolation et couler une nouvelle dalle, en laissant un espace pour le passage du tuyau (PE ou PP, manchon hermétique), qui permettra d'extraire facilement l'air contaminé [F.3 et F.4]. Etanchéifier le passage à travers la dalle et le mur/toit [D7.5].

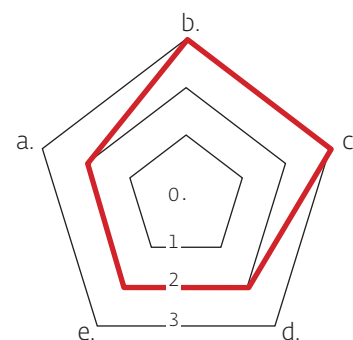
Pour en savoir plus sur les stratégies de ventilation des vides sanitaires, voir R5 *Ventiler le vide sanitaire et autres mesures*.

Type de ventilateur

Radial-centrifuge: la puissance du ventilateur sera choisie en fonction de la capacité d'extraction requise et varie généralement entre 10 et 100 W pour les habitations individuelles.

Points de vigilance

- Les canalisations à l'intérieur et en contact avec le sol doivent être en PP ou PE, mais jamais en PVC en raison de sa faible résistance aux contraintes et aux agressions chimiques. En façade, il est préférable d'utiliser des tuyaux en acier inoxydable ou en cuivre. Les tuyaux flexibles sont fortement déconseillés (pertes de charge, durabilité).
- Les passages de conduits et tous les raccordements doivent être étanches à l'air (murs, plafonds et dans les conduits sur toute la hauteur). Cela nécessite des joints soudés et des joints étanches. Dans ce dernier cas, l'utilisation de joints thermo-soudés est recommandée.
- Nous recommandons de limiter l'utilisation de coudes dans les conduits car ils provoquent des pertes de charge et réduisent la capacité d'extraction du système d'aspiration.
- S'il est nécessaire d'insérer un ventilateur, l'installation verticale est préférable afin d'éviter les problèmes de condensation. Si une installation horizontale est envisagée, un système d'évacuation de l'eau de condensation doit être prévu [D7.1].
- Il est suggéré que le ventilateur soit installé à l'extérieur de l'enveloppe du bâtiment. En effet, la section de la gaine située après le ventilateur est en surpression et, en cas de fuite du système, la contamination de l'air intérieur pourrait être importante.
- Le point d'expulsion de l'air contaminé doit être suffisamment éloigné du bâtiment pour disposer d'un volume de dilution optimal et éviter d'être rabattu dans le bâtiment par les ouvertures existantes (distance minimale de 2 m). Il ne doit en aucun cas être situé dans une zone d'utilisation fréquente (ex. terrasse, cour d'école, proximité d'autres habitations, ecc) et la direction des vents dominants doit être prise en compte.



- a. Envassement
- b. Efficacité
- c. Durabilité
- d. Coûts d'exploitation et d'entretien
- e. Coûts de mise en œuvre



F.5 Exemple de drainage en S



F.6 Sortie du tuyau de drainage

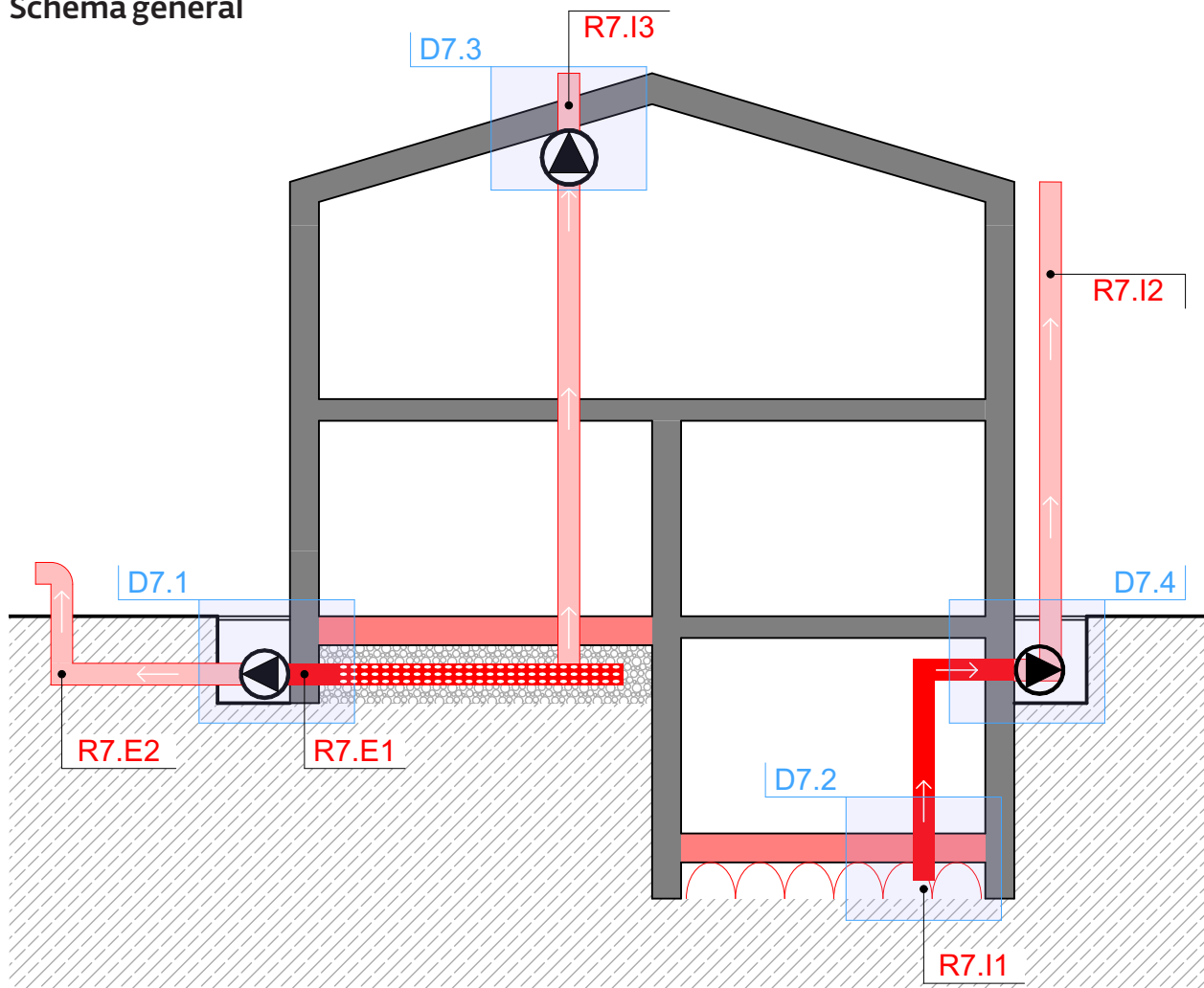


F.7 Pose du drainage dans un lit de gravier



F.8 Système de modules de coffrage perdu pour vide sanitaire aéré

Schéma général



R7.I1 Création d'un vide sanitaire avec nouvelle dalle de plancher et expulsion directe en pied de façade

Installation d'un ventilateur nécessaire. Ne peut être mis en œuvre que s'il n'y a aucun risque de retour du radon par les ouvertures de l'enveloppe. Il est préférable d'installer le ventilateur à l'extérieur de l'enveloppe du bâtiment.

R7.I2 Création d'un vide sanitaire avec nouvelle dalle de plancher et expulsion en toiture

Si les conditions le permettent, ce système peut rester passif. Si l'aspiration est insuffisante, un ventilateur peut être installé ultérieurement. Amener le conduit extérieur en toiture est utile afin d'éloigner le point d'expulsion de l'air contaminé de l'environnement du bâtiment. Placer le ventilateur dans un regard permet une meilleure accessibilité en cas de maintenance, mais il est également possible de le placer en toiture. Cette extension peut également être utilisée pour le cas R7.E1.

R7.I3 Drainage du radon avec nouvelle dalle de plancher et expulsion en toiture de l'intérieur

Si les conditions le permettent, ce système peut être envisagé de manière passive. Après coup, si l'aspiration s'avère insuffisante, un ventilateur peut être installé. Le conduit d'extraction de l'air vicié peut être monté en toiture en

utilisant, par exemple, un ancien conduit de cheminée. Il est préférable de placer le ventilateur dans les combles à l'intérieur ou directement à l'extérieur sur le toit. La gaine doit être isolée thermiquement lorsqu'elle traverse des espaces froids du bâtiment.

R7.E1 Drainage du radon avec nouvelle dalle de plancher et expulsion directe

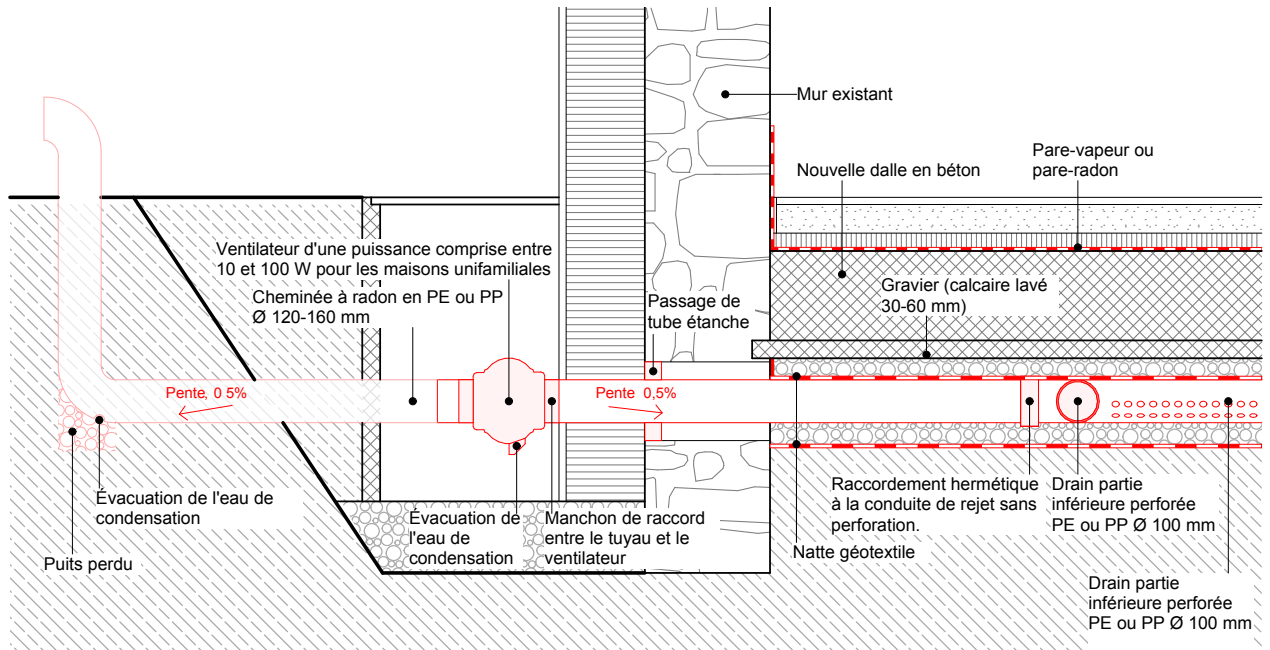
S'il n'y a pas de danger de réintroduction du radon par les ouvertures de l'enveloppe, le gaz peut être évacué directement dans le regard dans lequel le ventilateur sera installé. Si le ventilateur est positionné horizontalement, un système doit être mis en place pour évacuer l'eau de condensation.

R7.E2 Drainage du radon avec nouvelle dalle de plancher et évacuation dans le jardin

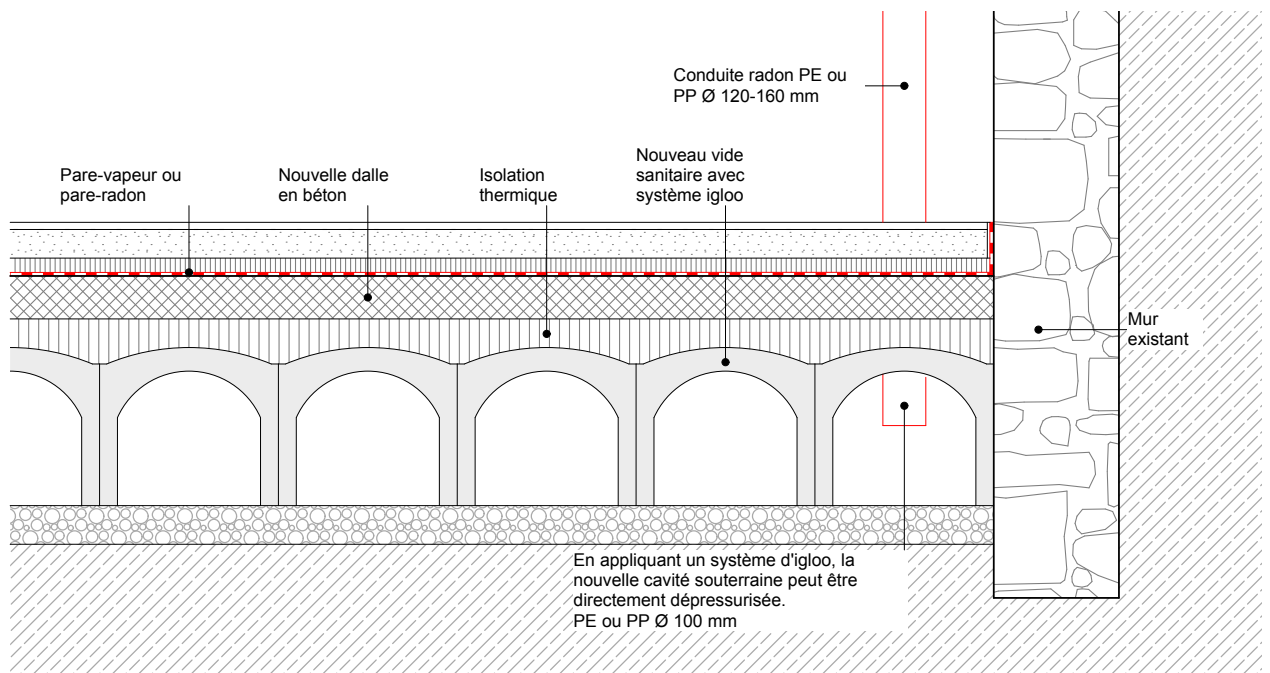
Dans les cas où il n'est pas possible de libérer immédiatement l'air contaminé dans le regard et où il n'est pas pratique d'installer la canalisation jusqu'au toit, il est possible de prolonger la canalisation horizontalement à travers le sol de la propriété jusqu'à une zone sûre. Cette solution peut être appliquée pour le drainage intérieur et extérieur du radon. Cette extension peut également être utilisée pour le cas R7.I1.

Détails constructifs

D7.1 Pose du drainage dédié pour le radon dans un lit de gravier et sortie avec extension dans le jardin



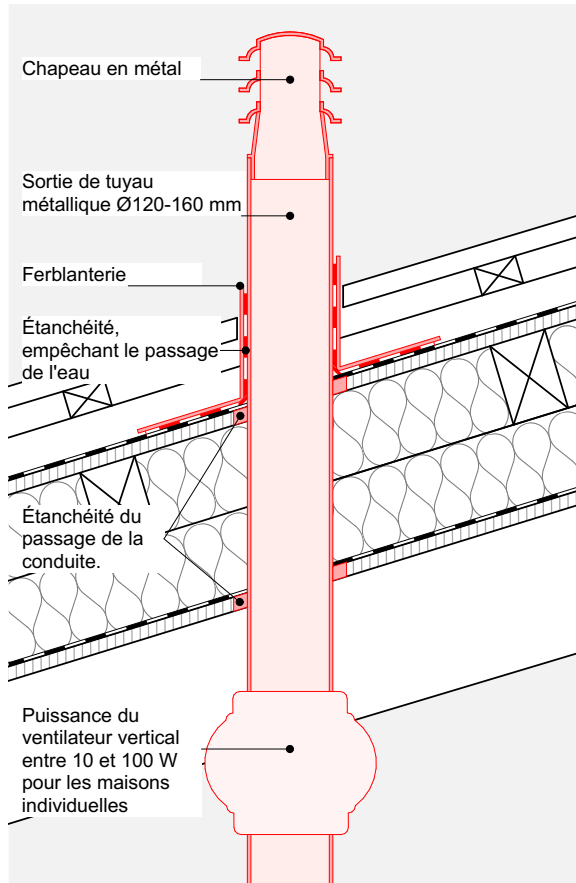
D7.2 Dépressurisation d'un nouveau vide sanitaire à l'aide d'un système de modules de coffrage perdu pour vide sanitaire aéré et coulage d'une nouvelle dalle de plancher



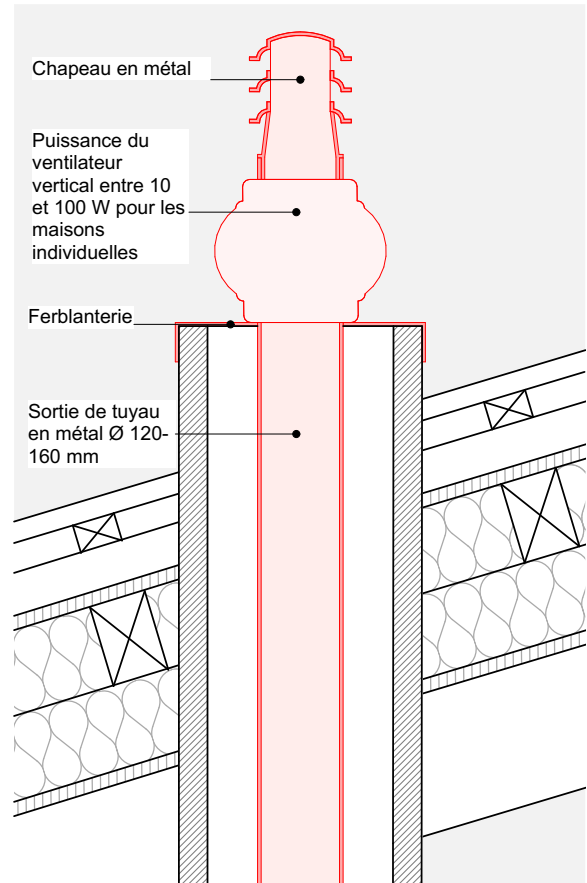
0 1 m

Détails constructifs

D7.3/1 Passage de la conduite en toiture

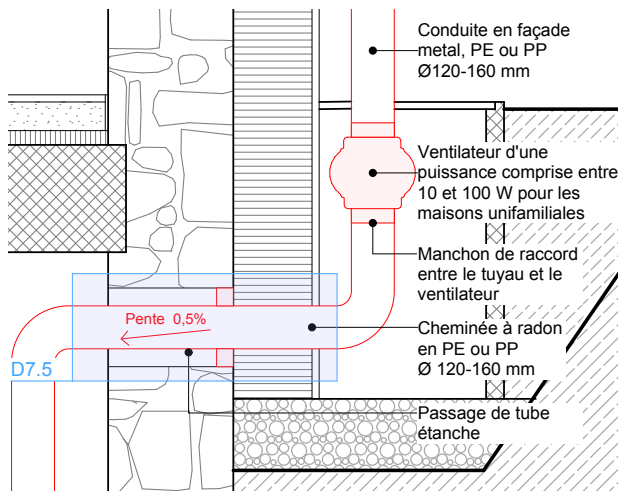


D7.3/2 Passage de la canalisation dans un conduit de cheminée existant



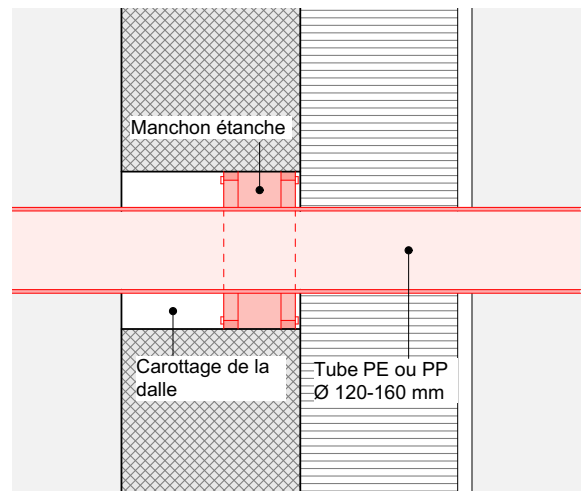
0 30 cm

D7.4 Passage de la canalisation à travers le mur



D7.5

D7.5 Manchon étanche - mur



0 1 m

0 30 cm

Services techniques régionaux du radon

Pour la Suisse romande

Centre romand de la qualité de l'air intérieur et du radon
Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg

Pérolles 80
1700 Fribourg

026 429 66 65
eifr-croqair@hefr.ch
www.croqair.ch

Pour la Suisse italienne

Centro competenze radon
Scuola Universitaria professionale della Svizzera Italiana

Via Flora Ruchat-Roncati 15
6850 Mendrisio

058 666 63 51
radon@supsi.ch
www.radon.supsi.ch

Pour la Suisse allemande

Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau
Fachhochschule Nordwestschweiz

Hofackerstrasse 30
4132 Muttenz

061 228 55 70
radon@fhnw.ch
www.fhnw.ch/radon

Office fédéral de la santé publique OFSP
www.ch-radon.ch

Fonti

- ♦ Radon – Manuel pratique, Faktor Verlag, éditeur : Office fédéral de la santé publique OFSP, Berne, 2018
- ♦ Radon et sols pollués : protection des bâtiments, CSTB, La Courneuve, 2021
- ♦ Swiss Radon Handbook, UFSP, Berne, 2000
- ♦ Archives SUPSI
- ♦ Archives HEIA-FR (CroqAIR)
- ♦ Jurad-Bat, www.jurad-bat.net
- ♦ Notice pour l'intervention de consultants en radon, www.bag.admin.ch
- ♦ Radon, gérer le risque pour la construction et la rénovation de logements, Association Qualitel, 2020

Remerciements

Nous adressons nos remerciements à l'OFSP.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Nous remercions également tous les professionnels qui ont contribué à la réussite de ce projet:



Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik



AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL
Landesagentur für Umwelt und Klimaschutz



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE
Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela del clima



**CENTRO NAZIONALE PER LA PROTEZIONE
DALLE RADIAZIONI E FISICA COMPUTAZIONALE
- ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ**