

Cahier technique
2023

sia

Ventilation des habitations

schweizerischer
ingenieur- und
architektenverein

société suisse
des ingénieurs et
des architectes

società svizzera
degli ingegneri e
degli architetti

swiss society
of engineers and
architects

selnaustrasse 16
postfach
ch-8027 zürich
www.sia.ch

Cahiers techniques SIA

Les cahiers techniques sont publiés par la SIA en tant que règlements complémentaires et commentaires dans des domaines spécifiques.

Les cahiers techniques font partie intégrante des normes SIA.

Les cahiers techniques sont valables trois ans à partir de leur parution. Leur validité est renouvelable par période de trois ans.

La SIA décline toute responsabilité en cas de dommages qui pourraient survenir du fait de l'utilisation ou de l'application de la présente publication.

Table des matières

| | Page |
|--|-----------|
| Avant-propos | 4 |
| 0 Introduction..... | 5 |
| 1 Terminologie | 6 |
| 1.1 Modes de ventilation, principes | 6 |
| 1.2 Systèmes, installations (types) | 6 |
| 1.3 Composantes | 7 |
| 1.4 Notions de référence | 8 |
| 2 Données pour la planification..... | 10 |
| 3 Aperçu des modes et systèmes de ventilation..... | 11 |
| 3.1 Aération par les fenêtres..... | 11 |
| 3.2 Installation d'air repris..... | 11 |
| 3.3 Installation simple (avec air fourni et air repris) | 12 |
| 3.4 Appareil de ventilation par local..... | 12 |
| 3.5 Installation avec chauffage de l'air..... | 12 |
| 4 Choix du système | 13 |
| 4.1 Facteurs d'influence..... | 13 |
| 4.2 Domaines d'application des systèmes..... | 13 |
| 4.3 Options | 16 |
| 5 Exigences générales | 22 |
| 5.1 Exigences constructives | 22 |
| 5.2 Confort thermique | 22 |
| 5.3 Qualité de l'air ambiant..... | 23 |
| 5.4 Ratio d'air neuf | 25 |
| 5.5 Exigences du point de vue de l'énergie | 26 |
| 5.6 Exigences acoustiques | 27 |
| 5.7 Foyer à l'intérieur de l'enveloppe thermique | 28 |
| 5.8 Protection contre l'incendie | 29 |
| 5.9 Utilisation et réglage | 29 |
| 6 Dimensionnement..... | 30 |
| 6.1 Indications générales..... | 30 |
| 6.2 Aération par les fenêtres..... | 32 |
| 6.3 Installation d'air repris..... | 33 |
| 6.4 Installation simple | 35 |
| 6.5 Appareil de ventilation par local..... | 37 |
| 6.6 Installation avec chauffage de l'air («chauffage à air chaud») | 37 |
| 6.7 Indications concernant le dimensionnement des composantes..... | 38 |
| 7 Mise en service, réception, exploitation et entretien | 41 |
| Annexe | |
| A Espace nécessaire pour distribution secondaire | 43 |
| B Exemple pour déterminer les débits d'air d'une installation de ventilation simple..... | 44 |
| C Taux de renouvellement d'air pour aération par les fenêtres | 45 |
| D Fente sous porte comme bouche d'air transférée | 46 |
| E Liste de contrôle pour l'entretien..... | 47 |
| F Exigences élémentaires et erreurs à éviter..... | 49 |
| G Citations tirées de normes et de prescriptions... | 50 |
| H Publications | 51 |

Avant-propos

Ce cahier technique crée les premières bases pour une norme suisse en matière de ventilation des habitations. Il tient compte des nouvelles normes européennes.

Les dernières décennies ont vu bien des changements en ce qui concerne la ventilation des habitations, le genre et la technique des constructions. Par contre, les exigences justifiées des utilisateurs et des maîtres de l'ouvrage envers un climat ambiant sain et une construction sans polluants n'ont pas changé. Dans ce cahier technique se trouvent réunies les connaissances pratiques tenant compte des différents modes et systèmes de ventilation.

Ce cahier technique est basé sur la nouvelle norme SIA 382/1, Installations de ventilation et de climatisation – Bases générales et performances requises.

On attribue ici une importance particulière aux techniques de construction répondant à un développement durable. En plus des questions d'énergie, on porte aussi une attention particulière à l'hygiène et au fonctionnement irréprochable de l'installation.

Pour les maîtres de l'ouvrage, les parties suivantes ont une importance particulière:

- 0.2 Principes de ventilation
- 2 Données pour la planification
- 3 Aperçu des modes et systèmes de ventilation
- 7 Mise en service, réception, exploitation et entretien
- Annexe F, Exigences élémentaires et erreurs à éviter

Pour les architectes, les parties suivantes ont une importance particulière:

- 0 Introduction
- 2 Données pour la planification
- 3 Aperçu des modes et systèmes de ventilation, ainsi que la partie correspondante au chapitre 4
- 5.1 Exigences constructives
- 5.2 Confort thermique
- 5.6 Exigences acoustiques
- 5.7 Foyer à l'intérieur de l'enveloppe thermique
- 5.8 Protection contre l'incendie
- 5.9 Utilisation et réglage
- 6.2 Aération par les fenêtres (dimensionnement des composantes sans recours à un ingénieur en ventilation)
- 7 Mise en service, réception, exploitation et entretien, ainsi que l'annexe E
- Annexe A, Espace nécessaire pour distribution secondaire
- Annexe C, Taux de renouvellement d'air pour aération par les fenêtres
- Annexe D, Fente sous porte comme ouverture de décharge
- Annexe F, Exigences élémentaires et erreurs à éviter

0 Introduction

0.1 Buts

Trois groupes de publics cibles sont visés par ce cahier technique: les maîtres de l'ouvrage, les architectes et les ingénieurs spécialisés. Pour ces trois groupes, on vise les objectifs suivants:

- Les maîtres de l'ouvrage doivent apprendre à poser des exigences appropriées concernant la ventilation et à apprécier les différents principes de ventilation. Les maîtres de l'ouvrage et les occupants doivent prendre conscience de leur responsabilité pour en assurer un bon fonctionnement.
- Les architectes doivent comprendre le fonctionnement de la ventilation dans son ensemble et donc être en mesure de proposer un principe adéquat; ils doivent prendre les dispositions nécessaires et déterminer les conditions cadres pour la solution choisie.
- Les ingénieurs de la technique du bâtiment reçoivent, avec ce cahier technique, un ensemble de principes d'installation et de données numériques reposant sur les normes européennes correspondantes.

Ce cahier technique contient aussi des indications pour des situations où la ventilation comprend l'évacuation de charges thermiques («situation estivale») et/ou l'apport combiné air/chaleur («chauffage à air chaud» sans chauffage de base).

Une définition des termes spécialisés, sur la base des normes SIA 180 et SIA 382/1 doit permettre une meilleure compréhension.

0.2 Principes de ventilation

Les chapitres «ventilation et aération» et «terminologie», de la norme SIA 180 sont la base essentielle pour toutes les questions touchant au principe de ventilation. Ces chapitres sont approfondis dans la norme SIA 382/1. Les normes SIA 416/1 et SIA 384/1 présentent aussi des exigences concernant le principe de ventilation.

Selon la norme SIA 180, l'architecte doit établir un principe de ventilation lors de l'avant-projet, le cas échéant avec l'aide d'un ingénieur en ventilation.

Ce principe doit tenir compte des conditions cadres, mais aussi du type d'affectation et des exigences des utilisateurs et s'appuie sur les deux éléments suivants:

- étanchéité de l'enveloppe du bâtiment et
- moyens garantissant une ventilation ciblée et conforme aux besoins (renouvellement d'air, évacuation des polluants, maîtrise de l'humidité de l'air ambiant et le cas échéant de la chaleur).

Sous chiffre 3.3.1.5 de la norme SIA 180, il est demandé de prévoir une ventilation mécanique ou une aération par les fenêtres à ouverture contrôlée automatiquement, si on ne peut pas garantir durant toute la durée de vie du bâtiment une aération naturelle par les utilisateurs.

0.3 Champ d'application

Ce cahier technique traite de la ventilation dans toutes les sortes de constructions d'habitation, y compris les locaux semblables comme les séjours d'établissements pour personnes âgées, les chambres d'hôtel, etc., pour des constructions neuves et anciennes, ainsi que pour celles ayant des exigences élevées du point de vue de l'énergie, comme les constructions Minergie et Minergie P.

Ce cahier technique n'est pas valable pour

- installations de ventilation avec air recyclé,
- ventilation de locaux en dehors de l'enveloppe thermique du bâtiment (ces locaux, p. ex. cave, doivent être ventilés indépendamment des habitations),
- installations de climatisation totales ou partielles.

1 Terminologie

1.1 Modes de ventilation, principes

| | |
|--------------------------|---|
| Ventilation mécanique | Échange d'air au moyen d'un ou de plusieurs ventilateurs. |
| Mechanische Lüftung | |
| Ventilation naturelle | Échange d'air au moyen du vent et/ou de courants ascendants (ouverture des fenêtres, ventilation par thermosiphon (effet de cheminée) – ainsi qu'infiltration et exfiltration). |
| Natürliche Lüftung | |
| Infiltration | Entrée d'air involontaire et incontrôlée à travers les inétanchéités de l'enveloppe, provoquée par des courants, le vent ou par un excès d'air repris par le système mécanique. |
| Infiltration | |
| Exfiltration | Sortie d'air involontaire et incontrôlée à travers les inétanchéités de l'enveloppe, provoquée par des courants, le vent ou par un excès d'air fourni par le système mécanique. |
| Exfiltration | |
| Principes de ventilation | Toutes les mesures permettant un échange d'air planifié. |
| Lüftungskonzept | |
| Mode de ventilation | Terme général pour la manière dont se fait l'échange d'air (mécanique ou naturel, avec des sous-catégories). |
| Lüftungsmethode | |
| Air neuf | Air venant de l'extérieur qui pénètre dans le système ou dans une ouverture. |
| Aussenluft | |
| Air fourni | Air dans le système depuis le traitement jusqu'à l'entrée dans le local ventilé. |
| Zuluft | |
| Air repris | Air sortant du local ventilé ou du local dans lequel il s'est introduit. |
| Abluft | |
| Air rejeté | Air qui est expulsé dans l'atmosphère. |
| Fortluft | |

1.2 Systèmes, installations (types)

| | |
|---|---|
| Système de ventilation | Système dans son ensemble, comprenant l'installation et le local, resp. le bâtiment, dans lequel a lieu l'échange d'air. |
| Lüftungssystem | |
| Installation de ventilation | Tous les éléments de construction qui sont nécessaires à l'aération par ventilateur. |
| Lüftungsanlage | |
| Ventilation de base (fonctionnement) | Ventilation minimale en l'absence des occupants. |
| Grundlüftung(sbetrieb) | |
| Fonctionnement normal d'une ventilation mécanique | Fonctionnement de l'installation selon son dimensionnement. |
| Normalbetrieb einer mechanischen Lüftung | |
| Ventilation / aération renforcée (fonctionnement) | Fonctionnement naturel ou mécanique à grand débit d'air (de courte durée) lors de grosses charges intérieures. |
| Intensivlüftung(sbetrieb) | |
| Aération par les fenêtres | Échange d'air au moyen de l'ouverture des fenêtres. |
| Fensterlüftung | |
| Aération sporadique | Aération volontaire, forte, par les fenêtres durant un laps de temps limité. |
| Stosslüftung | |
| Aération sur un seul côté | Aération naturelle d'un local n'ayant des ouvertures (fenêtres ou ouvrants) que sur une seule face. |
| Einseitige Lüftung | |
| Aération traversante | Aération naturelle d'un ou de plusieurs locaux ayant des ouvertures (fenêtres ou ouvrants) sur plusieurs faces ou sur plusieurs étages. |
| Querlüftung | |

| | |
|--|---|
| Aération par les fenêtres à ouverture contrôlée automatiquement Automatische Fensterlüftung | Aération d'un ou de plusieurs locaux au moyen de l'ouverture mécanique des vantaux, automatique ou réglée. |
| Aération nocturne Nachtlüftung | Aération (naturelle ou mécanique) qui bénéficie des températures extérieures basses durant la nuit pour refroidir les locaux. |
| Ventilation par local (appareil) Einzelraumlüftung (Einzelraum-Lüftungsgerät) | Ventilation mécanique ne concernant qu'un seul local. |
| Installation d'air fourni Einfache Zuluftanlage | Installation avec amenée d'air mécanique et traitement de l'air (filtrer et pulser). Des ouvertures dans l'enveloppe contrôlant l'évacuation sont nécessaires. |
| Installation d'air repris Einfache Abluftanlage | Installation avec reprise d'air mécanique. Des ouvertures contrôlant l'amenée d'air dans l'enveloppe sont nécessaires. |
| Installation d'air repris avec récupération Einfache Abluftanlage mit Abwärmenutzung | Installation d'air repris seul avec récupération de chaleur résiduelle, en général par une pompe à chaleur (PAC). |
| Installation de ventilation simple Einfache Lüftungsanlage | Installation avec les fonctions d'amenée d'air, de filtration, en général de récupération de chaleur (RC), d'évacuation de l'air repris. |
| Installation de ventilation avec chauffage de l'air Lüftungsanlage mit Lufterwärmung | Installation similaire à une installation simple, mais en plus avec réchauffage de l'air pour chauffer. Si la chaleur est apportée uniquement au moyen d'air chauffé (sans chauffage de base), alors on nomme l'installation «chauffage à air chaud». |
| Installation de ventilation collective Mehrwohnungs-Lüftungsanlage | Installation de ventilation avec traitement d'air centralisé, pour plusieurs unités de logement. Exécution comme installation simple ou installation avec chauffage de l'air. |
| Installation de ventilation individuelle Einzelwohnungs-Lüftungsanlage | Installation de ventilation par unité de logement avec traitement de l'air; souvent nommée installation décentralisée. |
| Ventilation en cascade Kaskadenlüftung | Ventilation de locaux en série, avec pulsion dans les locaux à faible émission de polluants et extraction dans les locaux à forte émission. |
| Zone d'air transféré Überströmbereich | Zone dans laquelle l'air traverse d'un local à un autre (ouverture, fente sous porte). |
| Zone de transit Durchströmbereich | Local, ou groupe de locaux, que l'air traverse (p. ex. séjour dont l'air provient de la chambre à coucher et passe ensuite dans les locaux sanitaires). |

1.3 Composantes

| | |
|---|--|
| Bouche d'air Luftdurchlass | Élément dont le but est de permettre le mouvement de l'air prévu vers l'intérieur ou l'extérieur du local. |
| Bouche d'air neuf Aussenluft-Durchlass (ALD) | Ouverture pour la prise d'air neuf d'un local (entrée d'air). |
| Bouche d'air transféré Überström-Luftdurchlass | Dispositif de transfert d'air entre deux locaux. |
| Conduit de ventilation Lüftungskanal, Lüftungsleitung | Élément conduisant l'air (sous forme de tube rigide ou flexible, rond, rectangulaire ou ovale). |
| Échangeur de chaleur sol-air à grande inertie Erdreich-Wärmeübertrager | Échangeur de chaleur qui transmet la chaleur sensible terrestre à l'air neuf (léger refroidissement en été, réchauffement en hiver). |
| Échangeur de chaleur sol-air Erdreich-Luft-Wärmeübertrager | Échangeur de chaleur dans lequel l'air neuf passe par des conduites enfouies dans la terre. |

| | |
|--|--|
| Échangeur de chaleur sol-saumure (ou eau glycolée) Erdreich-Sole-Wärmeübertrager | Échangeur de chaleur dans lequel la chaleur tirée de la terre passe d'abord par un circuit d'eau avec antigel. L'échange entre la terre et le mélange antigel peut se faire au moyen d'une sonde terrestre ou d'un registre horizontal. L'échange entre le mélange antigel et l'air neuf se fait au moyen d'un échangeur classique à ailettes. |
|--|--|

1.4 Notions de référence

| | |
|---|--|
| Perméabilité à l'air de l'enveloppe Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle | Valeur de référence pour la perméabilité de l'enveloppe. Elle est quantifiable et déterminée au moyen d'une mesure de la perméabilité à l'air des bâtiments (Blower-door-Test); elle se rapporte à une différence de pression homogène sur toute l'enveloppe. On mesure le débit d'air pour diverses différences de pression, puis on en tire une valeur de référence. On l'applique avec les valeurs quantifiables suivantes: <ul style="list-style-type: none"> – valeur n_{50}, débit d'air global aux conditions normales pour une pression différentielle de 50 Pa, divisé par le volume net du local, resp. du groupe de locaux; – valeur $v_{a,4}$, débit de fuite d'air spécifique aux conditions normales pour une pression différentielle de 4 Pa (extrapolé à partir des mesures), rapporté à la surface de l'enveloppe. |
| Débit d'air V Luftvolumenstrom | Débit s'écoulant à travers une section définie par unité de temps, en m^3/h ou m^3/s . |
| Ratio d'air neuf Aussenluftrate | Débit d'air neuf par personne et par heure, en $\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{personne})$. |
| Puissance électrique pour traitement d'air d'une ventilation mécanique Elektrische Leistung der Luftaufbereitung einer mechanischen Wohnungslüftung | Puissance électrique absorbée par l'installation de ventilation dans son ensemble (transport et traitement de l'air), y compris régulation pour fonctionnement normal, sans éventuel post-chauffage électrique, en W. |
| Puissance électrique spécifique d'une installation Spezifische elektrische Leistung einer Anlage | Rapport entre la puissance électrique et le volume d'air transporté d'une installation de ventilation, en $\text{W}/(\text{m}^3/\text{h})$. La puissance électrique est la somme des puissances des ventilateurs d'air fourni et d'air repris, ainsi que la puissance absorbée des énergies auxiliaires de réglage et de commande, mais sans éventuel post-chauffage électrique; le débit d'air est la valeur moyenne des débits d'air fourni et repris. |
| Efficacité thermique Temperatur-Änderungsgrad | Selon SN EN 308, différence de température entre l'entrée et la sortie de l'un des flux d'air divisée par la différence de température entre les entrées des deux flux d'air. Cette définition est valable pour les échangeurs de chaleur et elle est typiquement utilisée pour des composantes de RC de plus grande taille (p. ex. supérieur à 1000 m^3/h). Pour l'examen, il est présupposé que l'échange de chaleur avec l'environnement est petit et négligeable. Cela signifie que ni le débit massique d'air fourni n'est réchauffé, ni celui de l'air repris n'est refroidi par l'environnement. Lors de la validation des mesures, il faut contrôler que le bilan thermique est correct. La quantité de chaleur du côté air fourni ne doit pas différer de plus de 5% de celle du côté air rejeté. La valeur de référence pour l'évaluation de la chaleur sensible transmise est appelée efficacité thermique sur l'air neuf η_t et se rapporte à l'air fourni. |

$$\eta_t = \frac{\theta_{22} - \theta_{21}}{\theta_{11} - \theta_{21}}$$

θ_{11} température de l'air repris à l'entrée de l'échangeur de chaleur, en °C

θ_{21} température de l'air neuf à l'entrée de l'échangeur de chaleur, en °C

θ_{22} température de l'air fourni à la sortie de l'échangeur de chaleur, en °C

Rendement en température
Temperatur-Verhältnis

Selon SN EN 13141-7, la différence de température entre l'entrée et la sortie de l'un des flux d'air divisée par la différence de température entre les entrées des deux flux d'air.

Cette définition est valable pour des appareils de ventilation de série. Les mesures sont effectuées aux raccordements caisson-canaux (comme un tout). Le bilan thermique est influencé par la RC, les fuites internes et externes, le flux de chaleur au travers de caissons ainsi que les ventilateurs (réchauffage de l'air).

Selon SN EN 13141-7, le rendement en température (de l'appareil) peut se rapporter aussi bien à l'air fourni qu'à l'air rejeté; on peut le déterminer avec ou sans condensation.

Dans ce cahier technique, on utilise les définitions suivantes pour le rendement en température:

- se rapporte à l'air rejeté,
- sans condensation,
- même débit-masse d'air neuf et d'air rejeté.

Rendement en température (de l'appareil), côté air rejeté:

$$\eta_{t,ex} = \frac{\theta_{ETA} - \theta_{EHA}}{\theta_{ETA} - \theta_{ODA}}$$

θ_{ETA} température de l'air repris à l'entrée de l'appareil de ventilation, en °C

θ_{EHA} température de l'air rejeté à la sortie de l'appareil de ventilation, en °C

θ_{ODA} température de l'air neuf à l'entrée de l'appareil de ventilation, en °C

2 Données pour la planification

2.1 Conditions cadres

Contrairement aux décennies précédentes, on porte aujourd’hui nettement plus d’attention à la ventilation dans les constructions de logements. L’enveloppe posait parfois des problèmes de confort thermique car elle était souvent trop perméable et présentait donc des pertes de chaleur plus élevées. Par contre, les dégâts dus à l’humidité étaient moins fréquents que dans les constructions actuelles qui présentent une enveloppe nettement moins perméable. De même, la charge en polluants était moins élevée que dans bien des situations actuelles.

Actuellement, du point de vue de l’environnement, de la conception de la construction et des matériaux, les conditions cadres ont évolué:

- Pour des raisons de physique du bâtiment, l’enveloppe doit être étanche à l’air (exigences de la norme SIA 180) et bien sûr répondre aux exigences du renouvellement d’air visé.
- L’ouverture des fenêtres est bien souvent rendue difficile (bruit, polluants, danger d’effraction lors d’absence prolongée de l’occupant).
- La diversité des polluants à l’intérieur et la sensibilisation à leur égard sont plus importantes qu’autrefois.
- Il existe plus de ménages où les occupants sont absents toute la journée.

Finalement, il ne faut pas seulement garantir une conception et une exécution de bonne qualité, mais aussi une réception et une exploitation dans les règles de l’art. Les publications provenant de diverses sources sont regroupées dans l’annexe H.

2.2 Exigences du maître de l’ouvrage

Du point de vue de la conception d’une ventilation, la situation la plus simple est celle d’une construction Minergie ou Minergie P, où un choix de systèmes de ventilation est donné (voir [4]).

Dans les autres cas, c’est à l’architecte de traduire les exigences du maître de l’ouvrage par une conception appropriée. La question suivante est particulièrement importante: comment l’affectation du local peut-elle évoluer à l’avenir et si oui, l’utilisateur est-il en mesure, le cas échéant, d’effectuer de façon conséquente une aération par les fenêtres?

Une vision claire des coûts correspondants devrait accompagner le choix du système. Il faut pondérer entre les investissements de départ et les coûts de fonctionnement (p. ex. économies d’énergie grâce à un système avec récupération de chaleur).

Les conditions cadres restreintes de vieux bâtiments (espace disponible et autres) laissent moins de marge de manœuvre. Il est rare de pouvoir utiliser des «solutions-types».

3 Aperçu des modes et systèmes de ventilation

En gros, on distingue deux modes de ventilation:

- la ventilation naturelle,
- la ventilation mécanique.

Comme on exige une enveloppe étanche à l'air, l'aération naturelle se fait donc presque toujours par les fenêtres.

On peut combiner les ventilations naturelle et mécanique ou les utiliser séparément. Par exemple, beaucoup de maisons Minergie disposent d'une ventilation mécanique pour la période de chauffage et les fenêtres y sont ouvertes pour profiter du refroidissement nocturne durant l'été.

Les systèmes usuels applicables dans le domaine des habitations sont présentés de façon succincte ci-dessous. Pour d'autres systèmes (p. ex. à refroidissement et humidification), on consultera la norme SIA 382/1.

3.1 Aération par les fenêtres

Comme les surfaces d'ouverture sont grandes, même une petite différence de pression permet une aération efficace.

Le vent est le moteur principal de l'aération traversante.

Pour l'aération sur un seul côté, les fenêtres ne sont ouvertes que sur une seule face. L'échange d'air est déterminé par la différence de densité de l'air (en général à cause de la différence de température) entre l'intérieur et l'extérieur.

Les fenêtres battantes et oscillantes peuvent être équipées de moteurs électriques. Ferments et cadres seront choisis en fonction du moteur. En principe, les fenêtres peuvent être commandées et éventuellement réglées par une horloge ou en fonction de la température, de l'humidité et du vent. Suivant les fonctions désirées, il est possible de mettre des dispositifs MCRG – Mesurer, Commander, Régler, Gérer – (y compris communication par bus).

L'aération par les fenêtres peut être complétée par des bouches intégrées dans la façade ou à la fenêtre. Le réglage en est manuel. Il existe encore d'autres types de dispositifs, avec des régulations automatiques qui règlent l'humidité de l'air ambiant ou gardent constant le débit d'air neuf.

Schéma d'une aération par les fenêtres



3.2 Installation d'air repris

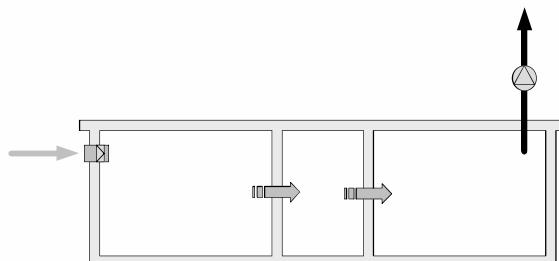
Dans les salles d'eau, l'air est aspiré. L'air de remplacement pénètre par des bouches d'entrée d'air dans le séjour, les chambres à coucher ou de travail. Les conditions de pression dans le bâtiment sont essentiellement déterminées par ces ouvertures. Le fonctionnement de ce système de ventilation est grandement dépendant d'une bonne imperméabilité de l'enveloppe ainsi que du bon dimensionnement des ouvertures de décharge.

En plus des installations avec ventilateurs centraux, il existe des systèmes avec un ventilateur par salle d'eau.

Malgré son principe simple, une installation d'air repris demande, pour fonctionner correctement, une conception et une mise en service de qualité.

Le comportement des utilisateurs doit être conséquent, car une fenêtre ouverte perturbe fortement l'équilibre des flux d'air d'un logement.

Schéma d'une installation d'air repris seul (coupe verticale). La position des bouches d'entrée d'air est choisie d'entente avec le fabricant.



3.3 Installation simple (avec air fourni et air repris)

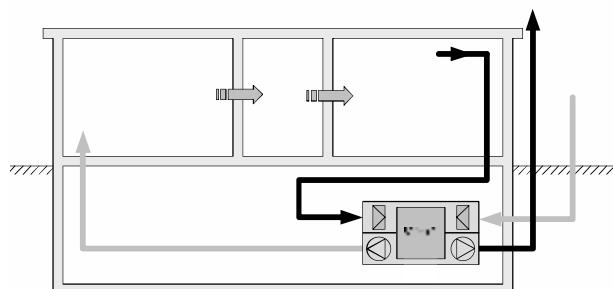
Les deux types d'installation usuels dans les logements sont:

- Chaque appartement a sa propre installation avec son propre appareil de ventilation (installation de ventilation individuelle).
- Une installation centrale alimente tous les appartements d'un immeuble (installation de ventilation collective).

Pour des installations simples, la récupération de chaleur se fait en général au moyen d'échangeurs à plaques. On trouve par ailleurs sur le marché des appareils à échangeur rotatif qui en plus de chaleur sensible récupèrent aussi de l'humidité.

Ce type d'installation est souvent qualifié de ventilation de confort, entre autres pour le standard Minergie.

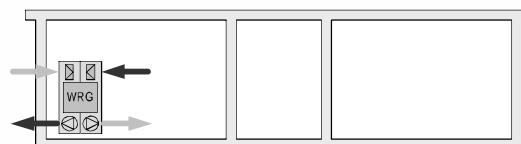
Schéma d'une installation simple (air fourni, air repris et RC)



3.4 Appareil de ventilation par local

De tels appareils permettent de ventiler des locaux isolés. Si dans un logement p. ex. seules les chambres à coucher sont équipées d'un appareil individuel, alors il faut prévoir une ventilation additionnelle pour les salles d'eau afin d'évacuer l'humidité.

Schéma d'une ventilation par local

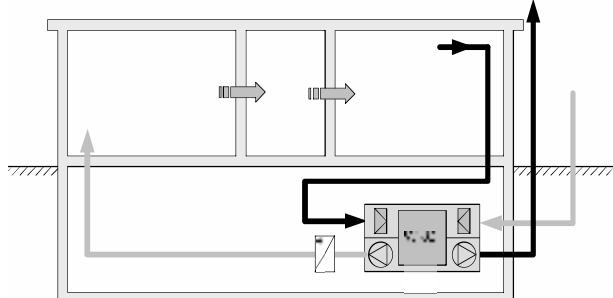


3.5 Installation avec chauffage de l'air

En complément à l'installation simple, l'air fourni est réchauffé après la RC. La température de l'air fourni peut être supérieure à l'ambiante et donc se charger de la fonction «chauffage». Le chauffage uniquement à partir de l'air fourni (souvent nommé «chauffage à air chaud») ne devrait être envisagé que lors d'une puissance installée très faible (comme p. ex. maison Minergie P). Ces systèmes demandent une conception et une exécution particulièrement soignées.

Pour les limites d'application, voir chiffre 4.2.6.

Schéma d'une installation avec chauffage de l'air



4 Choix du système

4.1 Facteurs d'influence

Le choix d'un système dépend de différents facteurs, externes et internes.

4.1.1 Facteurs externes

- Bruit provenant de l'extérieur
- Qualité de l'air neuf
- Climat extérieur

4.1.2 Facteurs internes

- Disposition des pièces (p. ex. salles d'eau borgnes)
- Taille du logement et utilisation probable des différentes pièces (flexibilité en vue de changement d'affectation)
- Local disponible pour les installations techniques
- Qualité réalisable d'étanchéité de l'enveloppe
- Problèmes dus à la physique du bâtiment comme risque de condensation, risque général de dégâts dus à l'humidité, protection thermique en été
- Concept énergétique
- Économie: investissement ainsi que coûts en énergie et d'entretien
- Sécurité (effraction)
- Confort thermique
- Situation acoustique
- Exigences de la protection contre les incendies
- Polluants intérieurs (odeurs, émissions de matériaux de construction, radon)
- Ventilation renforcée (cas particulier lorsque l'air intérieur est très pollué)
- Air de remplacement des zones de cuisson (hotte) ou autres installations d'air repris (p. ex. séchoir, aspirateurs centralisés)
- Foyer dans le logement (p. ex. poêle à bois)
- Exigences particulières de l'utilisateur (individuelles, liées à la santé)
- Fumeur dans le logement
- Utilisation et entretien

4.2 Domaines d'application des systèmes

4.2.1 Généralités

Toutes les pièces de séjour et de travail d'un logement doivent disposer de fenêtres que l'on peut ouvrir.

Les installations de ventilation mécaniques traitées ici éliminent les polluants de l'air intérieur de façon continue et dans un temps déterminé. Pour des polluants de l'air intérieur, rares et extraordinaires, qui doivent être éliminés en quelques minutes, il est toujours possible de prévoir en complément une aération naturelle par les fenêtres. En règle générale, une aération par les fenêtres est aussi nécessaire comme protection contre les chaleurs estivales (aération nocturne).

Le cas particulier des hottes de cuisine est traité sous chiffre 4.3.7.

4.2.2 Aération naturelle par les fenêtres

Avantages

- Système le plus simple et le meilleur marché.
- Pas de place nécessaire pour canaux de ventilation et appareils.
- Pas de besoin en énergie pour le transport de l'air.
- Bonne acceptation.
- Possibilité de refroidissement nocturne en été.
- Possibilité d'aération renforcée lors de pointes de pollution.
- Possibilité d'intervention individuelle immédiate.

Inconvénients

- Échange d'air incontrôlé.
- Très dépendant du comportement de l'utilisateur.
- Manœuvre manuelle.
- Courants d'air (lors de l'aération en hiver).
- Pertes d'énergie en hiver.
- Pas de possibilité de récupération de chaleur.
- Bruits extérieurs et gaz d'échappement éventuels.
- Problèmes liés au vent et à la pluie éventuels.
- Éventuellement problèmes de sécurité.

Comme alternative aux fenêtres manœuvrées par les utilisateurs, le marché propose des fenêtres motorisées à commande automatique. Certains des points énumérés ci-dessus ne sont alors plus valables.

Limites d'application

- Selon la norme SIA 382/1, chiffre 3.2.2, le niveau sonore est trop élevé pour une aération par les fenêtres lorsque le bruit extérieur dépasse la limite d'évaluation de jour de 55 dB(A) ou limite d'évaluation de nuit de 45 dB(A). Les valeurs d'immission déterminantes sont celles des fenêtres nécessaires à l'aération, en tenant compte de la situation locale.
- Selon la norme SIA 382/1, chiffre 3.2.3, la charge en polluant est trop élevée dans les situations suivantes:
 - si l'une des valeurs limites de OPair pour NO₂ ou PM10 est dépassée de plus de 50%.
 - des odeurs dérangeantes qui peuvent être atténuées par une installation de ventilation.
- L'aération par les fenêtres n'est pas judicieuse pour les personnes allergiques lorsque la concentration en pollen est élevée.

L'aération par les fenêtres peut être complétée par des bouches d'entrée d'air extérieur. Cela permet d'améliorer la protection contre le bruit, les intempéries et les effractions. Il faut alors observer les points suivants:

- Une aération nocturne en été ou une aération renforcée seulement avec bouches d'entrée d'air extérieur n'est presque pas possible car leur section n'est pas suffisante.
- Il faut inclure les caractéristiques techniques et acoustiques des dispositifs de prise d'air dans la conception. Prendre aussi en compte que beaucoup de bouches d'entrée d'air ont été conçues pour des bâtiments mis en dépression. Lorsque les températures extérieures sont basses, il existe un risque de condensation ou de gel dans le dispositif si le flux va de l'intérieur vers l'extérieur.
- En été, de l'air neuf très chaud peut pénétrer dans le bâtiment par des bouches d'entrée d'air sur des façades ensoleillées.

4.2.3 Installation d'air repris

Avantages

- Comme dans ce système, la part d'air fourni se limite à des bouches d'entrée d'air extérieur, l'espace nécessaire et les investissements sont plus restreints que pour une installation simple (installation avec air fourni).
- La demande en énergie pour le transport de l'air est en général plus faible que pour une installation simple.
- Si l'enveloppe est étanche, le renouvellement de l'air est bien déterminé pour la plupart des conditions météorologiques.
- L'énergie thermique contenue dans l'air repris peut, le cas échéant, être utilisée à l'aide d'une pompe à chaleur sur l'air rejeté.

Inconvénients

- Les bouches d'entrée d'air extérieur diminuent l'indice d'affaiblissement acoustique de la façade.
- Des prises d'air extérieures munies de filtres efficaces entraînent une perte de charge trop importante et provoquent donc une infiltration plus élevée.
- Ce système n'est efficace que si les portes extérieures et les fenêtres ne sont ouvertes que pour de courtes durées (quelques minutes). Il faut bien le signaler aux occupants (p. ex. ne pas dormir avec la fenêtre ouverte).
- Il faut régulièrement contrôler et entretenir les bouches d'entrée d'air extérieur et leur filtre dans chaque pièce (une à plusieurs fois par année). Pour des logements loués, il est recommandé de ne pas charger les locataires de cette tâche.
- Une récupération de chaleur n'est pas possible.
- En hiver, il peut y avoir des courants d'air.
- En été, sur une façade très ensoleillée, de l'air neuf très chaud peut pénétrer dans le bâtiment par les prises d'air.

- Par rapport à d'autres installations de ventilation, les ouvertures de décharge internes au logement devraient avoir une faible perte de charge. Cela signifie que l'indice d'affaiblissement acoustique est moindre; ce n'est donc pas très favorable à l'isolation acoustique interne de l'appartement.

Limites d'application

Il ne faudrait prévoir une installation d'air repris que si toutes les conditions suivantes sont remplies:

- Le bâtiment a une bonne étanchéité à l'air ($n_{50} \leq 1,0 \text{ h}^{-1}$).¹
- Il n'y a pas de foyer alimenté par l'air ambiant dans le logement. Même les foyers indépendants de l'air ambiant sont déconseillés.
- Pas de forte exposition aux vents.
- Pas plus de deux étages communicants du point de vue de la circulation de l'air; si plus, prévoir des portes étanches à l'air.
- Il ne doit pas exister de risque lié à un taux de radon supérieur à 400 Bq/m^3 lorsque le bâtiment est en dépression. Pour cela, une séparation étanche entre la cave et le rez-de-chaussée est nécessaire. Dans les zones à risque radon plus élevé, on ne devrait pas mettre d'installation d'air repris dans des maisons individuelles (voir aussi annexe G, [3] et [13]).
- Pour la détermination des exigences concernant le bruit d'un ventilateur d'extraction à l'intérieur d'un appartement, il convient de vérifier que les exigences acoustiques «bruits en continu» sont satisfaites.
- Si l'air neuf est très pollué, on doit poser des prises d'air spéciales avec les filtres correspondants.

En règle générale, une installation d'air repris n'est pas prévue pour le rafraîchissement nocturne en été.

4.2.4 Installation de ventilation simple

Avantages

- Renouvellement d'air neuf déterminé, indépendant des conditions météorologiques.
- Peu dépendant de l'étanchéité de l'enveloppe.
- Filtrations élevées possibles.
- Isolation acoustique élevée vis-à-vis de l'extérieur.
- Les pertes de chaleur dues au renouvellement d'air peuvent être réduites jusqu'à env. 80% par rapport à l'aération par les fenêtres ou une installation d'air repris (sous réserve d'une bonne exécution, d'appareils appropriés et de fenêtres fermées).
- Entretien centralisé des filtres (dans l'appareil).
- Récupération d'humidité possible au moyen d'installations de ventilation spéciale (rotors à sorption ou échangeurs enthalpiques).

Inconvénients

- Besoins en énergie pour le transport de l'air plus élevés que pour une installation d'air repris.
- Place nécessaire et investissements relativement grands.

Limite d'application

- Problème de place pour les canaux, rendant l'installation parfois impossible lors de rénovations.

4.2.5 Appareil de ventilation par local

Avantages

- Appareils bien adaptés lors d'équipements complémentaires ultérieurs, p. ex. pour des chambres à coucher dans une zone bruyante ou pour des personnes allergiques aux pollens.
- Régulation par pièce.
- La dépense d'énergie pour le transport de l'air avec de bons appareils est inférieure à celle avec une installation de ventilation simple.
- Influence de fuites dans l'enveloppe moindre que pour d'autres types de ventilation mécanique.

¹ Pour la conversion de n_{50} en $v_{a,4}$, voir norme SIA 180, annexe A.4.

Inconvénients

- Prêter une attention particulière au bruit, le ventilateur se trouvant dans la pièce; isolation acoustique contre l'extérieur critique.
- Efficacité de la récupération de chaleur de la plupart de ces appareils inférieure à celle d'installations de ventilation simples. Si l'appareil atteint un rendement en température de plus d'env. 60%, prévoir un écoulement pour l'eau de condensation.
- Débits d'air neuf et d'air repris de certains appareils fortement influencés par les pressions extérieures (vents et courants). En tenir compte pour des bâtiments élevés ou fortement exposés au vent.
- Sur une façade très ensoleillée en été, l'air neuf très chaud peut pénétrer dans le bâtiment par ces appareils.
- Esthétique: appareil dans la pièce.
- Besoin de place.
- Ventilation en cascade impossible.
- Remplacement des filtres dans chaque appareil (décentralisé).

Limites d'application

- Classe de filtration: certains types d'appareil n'ont que des filtres grossiers.
- Limites d'application en ce qui concerne les immissions semblables à la situation d'aération par les fenêtres.
- L'air fourni n'est en général pas réchauffé après la récupération de chaleur, il faut donc contrôler que les critères de confort sont remplis pour des températures extérieures basses.

4.2.6 Installation avec chauffage de l'air («chauffage à air chaud»)

Avantages

Mêmes avantages que l'installation simple.

- Pas d'investissement pour un réseau de distribution de chaleur à eau.

Inconvénients

Mêmes inconvénients que l'installation simple.

- Investissements supplémentaires pour batterie de chauffage de l'air et isolation thermique des gaines d'air fourni.
- Combiné avec pompe à chaleur: coefficient de performance (COP) inférieur à un chauffage de sol (car la température de départ est plus élevée).
- Températures de pulsion très élevées, sauf si la puissance installée est très faible.

Limites d'application

Ne réaliser de tels systèmes sans chauffage de base que dans des bâtiments compacts, avec très bonnes isolations thermiques, où la fonction de chauffage est assurée sans supplément d'air neuf ou d'air recyclé.

L'installation de ventilation ne doit servir au chauffage de maisons individuelles et d'immeubles d'habitation que si la charge spécifique se monte au maximum à 10 W/m^2 (par rapport à la surface de référence énergétique). Selon la norme SIA 384/1 (2008), une régulation par local est obligatoire lorsque la charge spécifique dépasse 10 W/m^2 . Cette exigence demande des investissements tellement élevés pour les chauffages à air chaud, que leur emploi n'est plus rentable. Pour d'autres détails, voir chiffre 6.6.

4.3 Options

4.3.1 Installations individuelles ou collectives

Lorsqu'il s'agit d'équiper des habitations collectives d'installation d'air repris, de ventilation simple ou avec chauffage de l'air, on peut les prévoir collectives pour plusieurs appartements ou équiper chaque logement d'une installation individuelle.

Le régime est en général réglé de manière centralisée dans les installations collectives. Les installations pour un seul logement peuvent être réglées individuellement.

Avantages des installations collectives par rapport aux installations individuelles:

- Entretien centralisé (en particulier le remplacement des filtres).
- Investissements et place nécessaire souvent moindres (en particulier dans les gaines verticales).
- Échangeur de chaleur sol-air à grande inertie plus facilement réalisable.
- Pas d'appareils dans le logement (avantage au niveau acoustique).
- En règle générale, les installations collectives ne présentent pas de risque de fuites d'air repris ou rejeté vers les canaux d'air fourni aux autres logements.

Avantages des installations individuelles par rapport aux installations collectives:

- Régulation individuelle et donc meilleure adaptation aux charges en polluant et celles en humidité.
- Diminution des problèmes de bruit entre les appartements.
- En règle générale, les installations individuelles ne présentent pas de risque que l'air des appareils de traitement de l'air passe de l'air repris d'un logement dans l'air fourni aux autres logements.

Dans des installations individuelles, l'efficacité de la récupération de chaleur est fortement réduite par des pertes de chaleur lors de longueurs dans les gaines d'air neuf et d'air rejeté. De ce point de vue là, les installations collectives sont moins délicates, sans être fondamentalement meilleures du point de vue énergétique. L'appréciation doit être faite selon l'objet; elle dépend de divers paramètres comme l'isolation thermique, la récupération de chaleur, etc.

Il est bien sûr possible d'équiper une installation collective de débits d'air variables par appartement. On pourrait ainsi combiner les avantages des deux variantes (sauf le risque de fuites dans les appareils). Par contre, cette solution pourrait s'avérer plus chère que des installations individuelles.

Indication en cas d'interruption de l'utilisation d'installations collectives

Lorsque en hiver, les logements sont inoccupés durant un temps plus ou moins long (plusieurs jours, voire semaines), il existe un risque de dégâts matériels dû à une humidité de l'air ambiant trop basse. Lors de longues interruptions (p. ex. logement vide) ou d'occupation occasionnelle (p. ex. logement de vacances), il faut réduire le débit d'air à l'aide de mesures appropriées. Lors d'interruption de 1 à 2 semaines dans un logement normalement occupé, installer temporairement un humidificateur d'air peut être une alternative. Il faut informer correctement les occupants et le responsable de l'installation.

4.3.2 Échangeur de chaleur sol-air à grande inertie

L'air neuf, au lieu d'être directement amené par un canal court, peut aussi être amené à travers de longs tuyaux enterrés, nommé échangeur de chaleur sol-air.

Variante: la chaleur du sol est transmise à l'air neuf au moyen d'un circuit d'eau glycolée (échangeur de chaleur sol-mélange antigel). Comme pour les pompes à chaleur, la transmission de chaleur du sol au circuit d'eau glycolée peut se faire au moyen de sondes terrestres ou d'un registre terrestre horizontal.

Avantages

- Protection simple contre le gel de la récupération de chaleur.
- Protection simple des filtres: ils sont secs et donc plus hygiéniques (évent. durée d'utilisation plus longue).
- Réduction de la condensation dans l'appareil de ventilation, donc durée de vie plus longue.
- Température de l'air fourni plus élevée après récupération, donc meilleur confort thermique même sans batterie de chaud.
- Petit gain de chaleur en hiver.
- En été, petit effet de refroidissement.

Inconvénients

- Investissements élevés ou complémentaires (un échangeur de chaleur sol-air dans la zone de fouille est bon marché).
- Perte de charge supplémentaire.
- Éléments supplémentaires à entretenir et contrôler.

Avec une bonne RC (rendement en température (de l'appareil) > 80%), l'efficacité énergétique de l'échangeur de chaleur sol-air à grande inertie peut presque être négligée, bien qu'il lisse les pointes de puissance et qu'il rende la protection contre le gel superflue.

Pendant l'été, afin de profiter au maximum du refroidissement, il est préférable de court-circuiter la RC par un by-pass; de toute façon avec les débits usuels dans les ventilations d'appartements, le rafraîchissement est réduit.

Pour des maisons individuelles sur le Plateau, des échangeurs de chaleur sol-air relativement courts (dimensionnement pour un gain de 3 K de température) suffisent en général à assurer une protection contre le gel et maintenir des filtres secs.

4.3.3 Pompes à chaleur sur l'air rejeté

On peut installer des pompes à chaleur qui soutirent la chaleur de l'air rejeté sur les installations d'air repris, les installations simples et celles avec chauffage de l'air. De telles installations à PAC (p. ex. pour produire l'eau chaude sanitaire) sont judicieuses quand elles permettent de remplacer des énergies fossiles ou un réchauffage électrique direct.

Pour des installations de ventilation avec pompes à chaleur sur l'air rejeté dans le but de réchauffer l'air fourni, il est recommandé de dimensionner largement l'échangeur de chaleur sol-air à grande inertie. La température de l'air rejeté (après récupération de chaleur) devrait être suffisamment élevée pour que le recours à une PAC en vaille la peine (coefficient de performance (COP) au moins égal à celui d'une pompe à chaleur sur l'air extérieur).

L'installation d'une pompe à chaleur sur l'air rejeté ne justifie pas une augmentation du débit d'air neuf (par rapport au dimensionnement selon chiffre 6.1.2, resp. 6.4.1).

Il faut noter que la puissance thermique de la pompe à chaleur sur l'air repris et son comportement face au gel dépendent fortement de l'humidité de l'air repris. La puissance de chauffage diminue en fonction de la baisse de l'humidité de l'air repris. En règle générale, la diminution d'humidité dans l'air repris entraîne une augmentation de formation de gel sur l'évaporateur et les intervalles de dégel raccourcissent (par suite de l'enthalpie moindre de l'air repris, la température de l'air rejeté diminue et par conséquent aussi celle d'évaporation).

4.3.4 Récupération d'humidité, rotors et humidification active de l'air fourni

Certains types de RC récupèrent, en plus de la chaleur sensible, aussi de l'humidité. De tels appareils peuvent notablement raccourcir la période où l'humidité de l'air ambiant est basse [9]. Il est possible de faire des économies d'énergie pour des logements dont l'air ambiant est humidifié activement (p. ex. avec des humidificateurs). Ceci n'est toutefois pas pris en compte ni par les normes actuelles (en particulier SIA 380/1) ni par le justificatif Minergie.

Pour des raisons d'hygiène, il est recommandé de n'installer des appareils de récupération de l'humidité que si l'air fourni n'entre pas en contact avec de l'eau. Si on installe des rotors, il ne faudrait poser que des rotors à sorption (rotors à enthalpie), et non des rotors à condensation (modèle classique).

À cause du risque de transferts d'odeurs entre les logements, il est recommandé de n'installer des rotors que pour des installations individuelles.

Il est déconseillé d'utiliser une humidification active de l'air fourni (c.-à-d. avec humidificateur) pour la ventilation de logements à cause de la consommation élevée d'énergie, mais aussi des risques en matière d'hygiène (voir 5.3.2 et [2]).

4.3.5 Protection contre le gel de la RC

Lorsque la température extérieure est basse, l'eau de condensation peut geler du côté air repris de la RC. C'est pourquoi on prendra des mesures adaptées pour que le givre et la glace ne puissent pas obstruer la RC. Le risque de gel dépend de la RC (type et rendement en température), de la température d'entrée du côté air neuf et air repris, ainsi que de l'humidité de l'air repris.

S'il faut compter avec du gel pendant plusieurs jours par année, il est recommandé d'installer une protection contre le gel.

S'il faut garantir le fonctionnement sans interruption de la ventilation, il faut prévoir une protection contre le gel. C'est toujours le cas pour des installations collectives et des installations de ventilation avec chauffage de l'air (pour chauffer les locaux).

Lors du choix de la protection contre le gel, les priorités suivantes sont recommandées:

1. Échangeur de chaleur sol-air à grande inertie ou RC avec récupération d'humidité (p. ex. rotors à sorption ou échangeur enthalpique)²
2. Bypass (un post-chauffage est souvent nécessaire car la température de l'air fourni est plus basse)
3. Installation collective: préchauffage par le chauffage (par circuit intermédiaire eau glycolée)
4. En cas d'installation individuelle et si nécessaire: dégivrer en arrêtant l'installation
5. Préchauffage électrique avec puissance variable réglée, plus éventuellement rendement en température de l'appareil optimisé³
6. Préchauffage électrique avec puissance à un étage, plus rendement en température optimisé dans la fourchette de 50% à 70%³

² Le fabricant d'installation doit confirmer que le transfert d'humidité est suffisamment élevé pour éviter le gel sur la RC.

³ On trouvera des indications sur le calcul de la consommation d'énergie pour la protection contre le gel, ainsi que les optimisations (cf. points 5 et 6) du rendement en température sur l'air repris, en [5], paragraphes 4.3.4 et 4.7.3.

La protection contre le gel (resp. la régulation correspondante du ventilateur) ne doit pas provoquer de dépression dans le logement. Selon la norme SIA 384/1 (2008), une telle solution ne doit pas être appliquée pour des foyers dépendants de l'air ambiant.

4.3.6 Commande et régulation des débits d'air fourni et d'air repris

Une régulation en fonction des besoins présente l'avantage d'éviter une ventilation excessive et donc une consommation d'énergie plus élevée et un assèchement de l'air ambiant.

Pour les installations individuelles, il doit être possible aux occupants de régler eux-mêmes les vitesses.

En option, extension avec les fonctions supplémentaires suivantes:

- régulation de la qualité de l'air, p. ex. en fonction de la concentration en CO₂
- régulation en fonction de l'humidité relative de l'air ambiant ou de l'air repris
- commande selon horaire (jour, semaine)

Pour toutes ces variantes, il faut s'assurer qu'un ratio d'air neuf minimum est garanti permettant l'élimination de l'humidité et la ventilation de base toute l'année.

4.3.7 Reprises d'air sur le plan de cuisine

Le débit d'air repris d'une installation simple suffit pour éliminer de faibles quantités d'humidité ou d'odeurs. Il est nécessaire de pouvoir procéder à une aération renforcée. Cinq variantes sont présentées et évaluées ci-dessous.

4.3.7.1 Aération renforcée de la cuisine par la fenêtre

Pour une aération renforcée, on ouvre une fenêtre, située aussi près que possible de la cuisinière.

Avantages

- Simple et économique.
- Pas d'entretien d'éléments supplémentaires.

Inconvénients

- Confort réduit lors d'aération renforcée.
- Nécessité d'informer l'utilisateur.
- Selon les conditions locales, les vents peuvent rabattre les émissions dans la pièce.

Limite d'application

- Solution admissible seulement si la cuisine est fermée, donc séparable du corridor ou du séjour. En informer les utilisateurs.

Cette variante est souvent envisagée dans les rénovations, lorsqu'une ventilation (ventilation de base) est installée, mais qu'il n'existe pas de solution pour une meilleure ventilation de cuisine.

4.3.7.2 Hotte de cuisine à recyclage d'air avec filtre à charbon actif

Dans ce cas, la cuisine est équipée d'une hotte d'aspiration avec recyclage d'air munie d'un filtre à charbon actif.

Avantages

- Système simple et avantageux sans conduites supplémentaires.
- Équilibrage correct des quantités d'air sans régulation.
- La meilleure solution du point de vue de l'énergie de chauffage.
- L'air ambiant est moins sec en hiver.

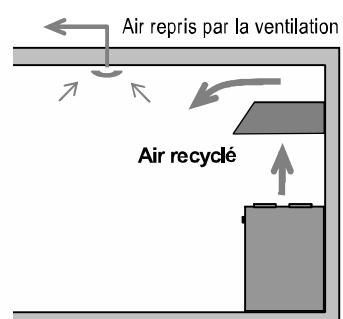
Inconvénients

- Entretien du filtre à charbon actif (en plus du filtre à graisse).
- Élimination des odeurs pas aussi efficace qu'avec une hotte d'aspiration.
- Remplacement fréquent des filtres et perte de débit d'air selon le modèle de filtre à charbon actif.

Limite d'application

- Le filtre à charbon actif n'élimine ni la vapeur d'eau ni le gaz carbonique (cuisinière à gaz!). Cette solution n'est admissible que si l'évacuation de la vapeur d'eau est garantie toute l'année (p. ex combinée avec une installation de ventilation simple).

Ventilation renforcée de la cuisine avec recyclage de l'air



4.3.7.3 Hotte d'aspiration rejetant l'air combinée avec bouche d'air neuf

Pour remplacer l'air rejeté directement à l'extérieur par la hotte, de l'air extérieur pénètre par une bouche d'air neuf, qui se ferme automatiquement à l'arrêt de la ventilation. L'ouverture de la bouche d'air neuf doit être motorisée et non pas résulter de la simple différence de pression due au fonctionnement de la hotte de cuisine.

Avantages

- L'air repris est directement rejeté vers l'extérieur.
- Entretien simple et bon marché de la hotte d'aspiration.
- Équilibrage correct des quantités d'air même avec ventilation intensive, pour autant que la bouche d'air ne provoque qu'une petite perte de pression.

Inconvénients

- Confort thermique légèrement réduit lors du fonctionnement de la ventilation renforcée.
- Bouche d'air neuf en façade (coûts, pont thermique).
- Les bouches d'air affaiblissent l'isolation acoustique de la façade.
- Entretien de la bouche d'air nécessaire (p. ex. cas échéant, filtre à air).
- Si la bouche d'air n'est pas équipée de filtre, de la poussière entre dans la cuisine.

Limite d'application

La perte de charge due aux bouches d'air entraîne une dépression dans le local. Il ne faut pas que celle-ci ait d'effet sur un foyer dépendant de l'air ambiant ou tout autre effet non désiré (voir aussi chiffre 5.7).

Remarque et exemple

Lors du dimensionnement de l'installation d'air de remplacement, il faut tenir compte de la dépression due aux grilles pare-pluie. Pour que la perte de charge entraînée par une grille usuelle du commerce (passage libre env. 50%) ne dépasse pas 4 Pa pour une hotte d'aspiration moyenne (env. 800 m³/h), il faudrait une surface d'env. 0,2 m² (diamètre env. 500 mm).

4.3.7.4 Extraction par hotte et admission d'air de remplacement par la fenêtre

L'admission d'air a lieu par ouverture manuelle de la fenêtre de la cuisine (possibilité d'ouverture motorisée de la fenêtre en parallèle avec le fonctionnement de la hotte).

Avantages

- L'air repris est directement rejeté vers l'extérieur.
- Entretien simple et bon marché de la hotte d'aspiration.
- Équilibrage correct des quantités d'air même lors de ventilation renforcée (hotte).
- Dispositif d'admission d'air simple nécessitant peu d'entretien.

Inconvénients

- Confort thermique réduit lors de ventilation renforcée.
- Fonctionnement manuel dépendant de l'utilisateur (information, compréhension du système).
- Pollution de l'air (poussière et pollen) et bruit pénètrent directement dans la cuisine.

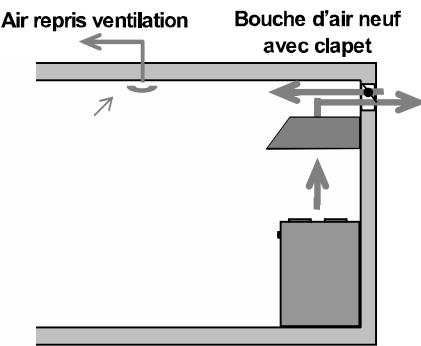
Limites d'application

Si le remplacement de l'air s'effectue exclusivement par l'ouverture manuelle des fenêtres, il faut compter qu'à tout moment, une situation de forte dépression (p. ex. 30 Pa) peut se produire dans le logement. L'instruction des occupants n'est pas une mesure suffisante pour éviter ces dépressions. Il faut toujours compter que des personnes non instruites fassent fonctionner la hotte.

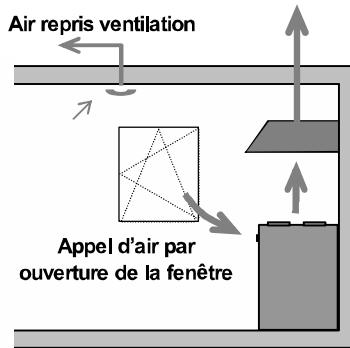
Si la dépression entraîne un risque pour la sécurité (p. ex. foyer dépendant de l'air ambiant ou radon) ou qu'elle puisse avoir une influence négative sur la qualité de l'air ambiant (transfert d'odeur d'un autre logement, retour d'air intempestif par les installations d'air repris), il faut prendre les mesures qui s'imposent. Solutions possibles:

- Verrouillage électrique de la hotte par un contacteur d'ouverture de la fenêtre.
- Ouverture automatique de la fenêtre avec un moteur électrique.
- Hotte avec contrôle de pression intégré (arrêt automatique lors de dépression).
- Appareil de chauffage automatique: arrêt du foyer lors de dépression (n'utiliser que des appareils homologués).

Ventilation renforcée (hotte) combinée avec bouche d'air neuf



Ventilation renforcée de la cuisine par hotte et appel d'air par ouverture de la fenêtre



4.3.7.5 Raccord de la hotte à l'installation de ventilation simple

Si la hotte est directement raccordée à l'installation de ventilation simple, il faut alors augmenter les débits d'air fourni et d'air repris lors de l'utilisation de la hotte. Un clapet d'inversion permet à la hotte d'extraire la majeure partie de l'air repris du logement.

Avantages

- L'air repris de la cuisine est toujours directement rejeté à l'extérieur.
- L'équilibrage des quantités d'air est bon; il n'y a pas de dépression.
- Les pertes de chaleur sont réduites par la récupération de chaleur.
- L'air de remplacement est préchauffé (bon confort thermique et économie d'énergie par RC).

Inconvénients

- Le débit d'air maximum de la hotte dépend de l'appareil de ventilation, en général inférieur à 300 m³/h. On ne peut donc installer que des hottes qui ont un bon rendement pour un tel débit. Cela signifie moins de diversité dans le choix du produit.
- Canaux vers les appareils de ventilation munis de dispositifs de protection contre les incendies.
- Possibilité d'encrassement de la récupération de chaleur.
- Ventilation réduite des locaux avec air repris (salle de bain, WC) durant le fonctionnement de la cuisine.

Limites d'application

Les exigences techniques de la protection contre les incendies pour cette solution sont fixées dans le document AEAI-VKF FAQ 26-007. Il faut absolument coordonner la régulation de la hotte d'aspiration, de l'appareil de ventilation et des clapets. La combinaison n'est possible que pour des installations de ventilation individuelle.

5 Exigences générales

5.1 Exigences constructives

Dans le principe, la norme SIA 180 exige une enveloppe étanche à l'air, dont il faut définir clairement la configuration et l'exécution du dispositif d'étanchéité. Selon le chiffre 3.1.4.6 de la norme SIA 180, les valeurs minimales de sa perméabilité à l'air données ci-dessous doivent être respectées.

Tableau 1 Étanchéité à l'air d'une enveloppe de bâtiment: valeurs limites et valeurs cibles

| Catégorie | $V_{a,4,max}$ $m^3/(h \cdot m^2)$ | |
|----------------------------------|--------------------------------------|--------------|
| | Valeur limite | Valeur cible |
| Bâtiments neufs | 0,75 | 0,5 |
| Bâtiments rénovés ou transformés | 1,5 | 1,0 |

Les bâtiments équipés d'installations de ventilation mécaniques doivent respecter les valeurs cibles.

On veillera à éviter une concentration des fuites dans une zone particulière du bâtiment (p. ex. aux combles). Dans aucune zone (pièce, groupes de pièces ou étage) la perméabilité globale à l'air de l'enveloppe ne doit dépasser la valeur de $2 m^3/(h \cdot m^2)$.

Pour garantir l'étanchéité de l'enveloppe, il est nécessaire de prévoir, en plus d'une planification rigoureuse de la construction, des mesures et des contrôles durant l'exécution et éventuellement après la fin des travaux. On trouvera un résumé de ces mesures et contrôles au tableau 7 de la norme SIA 180.

Le présent cahier technique ne traite pas les exigences quant à la protection thermique estivale. Fondamentalement, les exigences spécifiées dans la norme SIA 382/1 (chiffres 2.1.3 et 2.1.4) sont aussi valables pour les logements.

5.2 Confort thermique

Ces exigences sont données dans les normes SIA 180 et SIA 382/1. En tenant compte des compléments et précisions relevés ci-dessous, elles sont aussi applicables aux habitations.

La température opérative est déterminante pour le confort thermique. Toutefois, si on se conforme à la protection thermique estivale et hivernale exigée par la norme SIA 180, la différence entre la température opérative et celle de l'air est en général négligeable. Dans ce cas, l'appréciation du confort thermique peut se faire sur la seule base de la température de l'air. Ceci n'est pas valable pour des bâtiments anciens, pour des pièces avec chauffage par grandes surfaces rayonnantes (poêle à catelles) et des pièces avec une importante part vitrée.

5.2.1 Zone de séjour

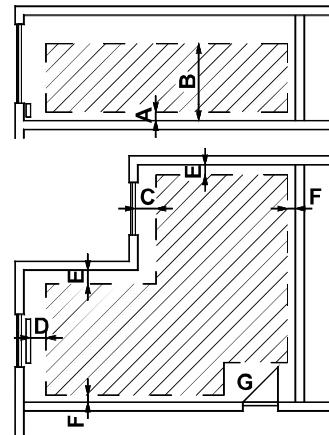
Les exigences convenues doivent être respectées dans la zone de séjour afin d'y atteindre le confort thermique désiré. Par conséquent, il faut aussi effectuer les mesures de contrôle nécessaires dans cette zone. Même si toute la pièce peut être occupée, le respect des conditions de confort n'est pas garanti en dehors de la zone de séjour.

Les exigences convenues doivent être respectées dans les conditions d'utilisation définies, pour un fonctionnement de l'installation de ventilation correspondant à ce qui était prévu lors du dimensionnement et sous toutes les conditions climatiques extérieures prévues. Si rien d'autre n'a été convenu, les valeurs de dimensionnement sont la température de dimensionnement «hiver» pour le chauffage selon la norme SIA 384.201 pour la température extérieure minimale et 30°C pour la température extérieure maximale.

La zone de séjour est définie dans la norme SIA 382/1. Sauf s'il en est convenu autrement, les valeurs du tableau 2, ci-dessous, sont valables pour les locaux d'habitation.

Tableau 2 Distances pour la définition de la zone de séjour, ainsi que description, avec coupe (en haut à droite) et plan (en bas à droite)

| Distance par rapport à la face correspondante | | Distance |
|---|--|------------------|
| A | Sols (limite inférieure) | 0,05 m |
| B | Sols (limite supérieure) activité principalement assise activité principalement debout | 1,30 m 1,80 m |
| C | Fenêtres | 1,00 m |
| D | Corps de chauffe | 0,60 m |
| E | Parois extérieures | 0,50 m |
| F | Parois intérieures | 0,50 m |
| G | Portes, zones de passage, bouches d'entrée d'air neuf, etc. | à définir |



Pour des parois avec fenêtres ou corps de chauffe, l'élément déterminant est celui qui demande la distance la plus grande. Les bouches d'air ne devraient pas limiter l'utilisation de la zone de séjour (p. ex. pas de plus grande distance par rapport à la paroi intérieure à cause d'une bouche d'air sur cette paroi). Il faut respecter les critères de confort pour les bouches d'air se trouvant dans la zone normale de séjour. Les zones de passage et celles proches de portes très utilisées ou restant ouvertes (entrées) ne font pas parties des zones de séjour.

5.2.2 Vitesse de l'air, courant d'air

Il faut respecter les exigences de la norme SIA 382/1.

En raison du courant d'air, une certaine diminution du confort thermique est inévitable lors de l'aération sporadique par ouverture des fenêtres; elle est donc considérée comme acceptable. Toutefois, il faut minimiser cette réduction au moyen de mesures constructives et d'un fonctionnement appropriés (zone de séjour adaptée, vantail d'aération, fenêtre en imposte avec ouverture réglable, aération sporadique, aération contrôlée par la fenêtre motorisée, information des utilisateurs). Pour des raisons d'énergie et de confort, il faut éviter de laisser une fenêtre en imposte ouverte durant des périodes prolongées.

De plus amples informations sont données au chapitre 6.

5.3 Qualité de l'air ambiant

L'amenée d'air extérieur dans un bâtiment est nécessaire pour

- renouveler l'air intérieur,
- éviter une surcharge de l'air intérieur par les odeurs, les impuretés, les polluants et une humidité trop importante,
- évacuer la chaleur de façon ciblée ou refroidir une pièce.

Le but de la ventilation est de garantir une bonne qualité de l'air (pas de risque pour la santé ni de diminution du confort), la protection de la construction contre l'humidité et un climat ambiant agréable.

En plus, la demande en énergie pour le transport de l'air doit rester raisonnable.

Lors de la conception, on ne fait pas de différence entre les pièces de séjour et les chambres à coucher.

5.3.1 Émissions, charges polluantes

L'air intérieur peut être chargé par diverses substances potentiellement dangereuses pour la santé. Celles-ci peuvent, mais ne doivent pas, avoir une odeur et donc diminuer la perception de la qualité de l'air ambiant. Les charges sont: les polluants provenant de l'air extérieur comme les particules fines, l'oxyde d'azote, le monoxyde de carbone; le radon provenant du sous-sol; les polluants provenant des matériaux de construction et d'aménagement intérieur comme le formaldéhyde, les solvants et autres composés organiques volatils (COV); les polluants d'origine biologique comme les allergènes (pollens, acariens et poils d'animaux domestiques ou encore moisissures et bactéries); les émissions dues aux activités de l'utilisateur comme la fumée de tabac ou des composés volatils provenant de produits d'entretien. La fumée est la plus importante, car même en augmentant le débit d'air, on ne peut pas ramener la concentration en polluant à un niveau acceptable.

À l'exception du radon (Ordonnance fédérale sur la radioprotection, voir annexe G et [13]), il n'existe pas de valeur limite de concentration maximale admissible pour les polluants dans l'air ambiant de logements. L'Office fédéral de la santé publique a fixé des valeurs indicatives pour le formaldéhyde [11] et les PCB [12] dans l'air intérieur.

Exigences

Autant que possible, les émissions évitables doivent être réduites à la source, de manière que le ratio d'air neuf, de toute façon nécessaire, suffise à la dilution des polluants. C'est en particulier valable pour les émissions provenant des aménagements intérieurs, des matériaux de construction, des revêtements et des produits de nettoyage, ainsi que l'infiltration de radon dans des pièces occupées (cf. guide technique radon [3]). On choisira donc des matériaux à faible émission de polluants pour la construction et les aménagements intérieurs (cf. fiches de déclaration SIA 493).

La qualité de l'air neuf a une grande influence sur celle de l'air intérieur. Si la ventilation est mécanique, l'air neuf sera filtré. Ceci permet d'éliminer efficacement la poussière et les germes extérieurs, ainsi que les spores de moisissures et les bactéries. Un manque d'entretien et de propreté de l'installation peuvent avoir pour conséquence que ses parties deviennent elles-mêmes source de pollution. C'est particulièrement vrai pour les filtres et les canaux encrassés. Pour garantir l'hygiène, il est nécessaire de prendre des dispositions lors de la conception, de la planification du projet et de l'exécution, ainsi que lors du fonctionnement et de l'entretien. La directive SICC-SWKI VA 104-01 fait foi.

Dans les quartiers résidentiels, il faut compter avec des odeurs occasionnelles (p. ex. fumée de cheminée, grillade). Ce n'est pas le rôle de la ventilation d'éliminer ces odeurs. L'exigence standard est que la qualité de l'air fourni soit la même que celle de l'air neuf. En cas d'exigences particulières, on conviendra de dispositions spéciales (p. ex. filtre à charbon actif).

Fumée: sans convention particulière, on peut partir du principe qu'on ne fume pas dans les logements.

5.3.2 Humidité de l'air ambiant

En ce qui concerne l'air ambiant, il faut éviter tant une humidité relative trop élevée que trop basse. Des températures extérieures basses, un faible apport d'humidité intérieure (p. ex. faible taux d'occupation), mais aussi un taux de renouvellement d'air non adapté (trop élevé) peuvent induire une humidité relative trop basse. Les installations de récupération de chaleur avec récupération partielle de l'humidité permettent d'y remédier.

Par principe, on vise les exigences définies dans la norme SIA 382/1 (limite inférieure en hiver 30% h.r. et limite supérieure en été 60% h.r.), ainsi que les écarts admissibles lorsque les conditions extérieures sont hors de la plage de dimensionnement. Ces valeurs sont à prendre comme moyenne journalière. On ne peut pas en garantir le respect.

Une humidité trop basse dans les logements en hiver est un sujet fréquent de discussion; les commentaires et les règles de procédure suivants l'éclairent.

Ce problème se pose essentiellement pendant la saison froide, lors d'aération par les fenêtres et par les ventilations mécaniques. Dans un cas comme dans l'autre, on ne peut pas garantir une humidité minimale car l'importance de la production d'humidité interne et l'intensité de l'aération par les fenêtres (resp. de la ventilation mécanique complétée par l'aération par les fenêtres) sont déterminées par l'utilisateur. La situation est particulièrement critique dans les régions alpines. Elle s'est aggravée car le réglage de la température ambiante est souvent trop élevé dans les logements.

Voici des mesures judicieuses concernant la conception et le fonctionnement:

- On ne fait pas de différence entre séjour, chambre à coucher et chambre de travail (zone d'habitation), puisque le concepteur n'en connaît pas l'affectation future et qu'elle doit rester flexible. Dans la mesure du possible, l'installation de ventilation sera réglée en fonction de l'affectation effective et de l'occupation.
- Il faut éviter l'installation permanente d'humidificateurs dans l'air fourni de logements, car leur consommation d'énergie et leur entretien amènent plus de problèmes que d'avantages.
- Le ratio d'air neuf des installations mécaniques devraient, selon les besoins, pouvoir être abaissé à $15 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{personne})$ lorsque les habitants sont présents, voire jusqu'à une valeur de base lorsqu'ils sont absents. Si l'occupation est faible, il faut suggérer aux occupants de réduire proportionnellement le débit d'air neuf (indications pour installations collectives, voir chiffre 4.3.1).
- Les utilisateurs peuvent éviter ou au moins réduire les problèmes de confort liés à la sensation de sécheresse par des mesures simples (températures adaptées, filtration des poussières, hygiène, etc.). On trouvera des indications dans la fiche d'information Humidificateurs [2] de l'OFSP.

Choix du système: indications sous chiffre 4.3.4.

5.4 Ratio d'air neuf

5.4.1 Exigences générales

La stratégie de ventilation détermine les ratios d'air neuf nécessaires:

- Ventilation pour contrôler la qualité de l'air intérieur (évacuation de polluants), y compris ventilation de base.
- Ventilation pour l'évacuation de la chaleur (resp. pour l'apport de chaleur d'une installation avec chauffage de l'air).

D'autres exigences sont:

- Aération renforcée: elle doit être possible (p. ex. par ouverture des fenêtres) dans les séjours, chambres de travail et cuisines.
- Air repris: il faut prévoir des fenêtres que l'on peut ouvrir et/ou une installation d'air repris pour évacuer ponctuellement les émissions de la cuisine, de la salle de bain et des WC.
- Prévoir des solutions adéquates pour l'appel d'air de remplacement.
- Distribution de l'air: le système doit être dimensionné et disposé pour que l'air circule des locaux à faible charge en polluants vers ceux à plus forte charge.
- Le système de ventilation ne doit pas disperser les charges en polluants au sein du logement.

5.4.2 Ventilation de base

Si le local n'est que peu ou pas occupé, il est recommandé pour des raisons d'hygiène, de maintenir un taux de renouvellement d'air neuf d'au moins $0,2 \text{ h}^{-1}$ ou une aération suffisante du local avant toute occupation. Cette valeur indicative correspond à un ratio d'air neuf de $0,5 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2 \text{ surface nette})$.

Selon les résultats des mesures de [10], il est recommandé pour des constructions neuves, de maintenir un renouvellement d'air neuf de $0,3 \text{ h}^{-1}$ durant les trois premiers mois suivant la fin de la construction.

Les débits précités doivent être fournis aussi bien dans chaque local avec air neuf que comme valeur moyenne pour tout le logement.

5.4.3 Ratio d'air neuf pour maintenir la qualité de l'air intérieur

Selon la norme SIA 180, il faut principalement calculer et déterminer le ratio d'air neuf d'après les charges estimées en polluants (CO_2 , odeurs, polluants, humidité) et leur concentration admissible, tout en tenant compte de la pollution initiale de l'air neuf. Les charges dues aux personnes et l'humidité sont essentielles pour les habitations.

Les valeurs pour le dimensionnement de la ventilation sont basées sur une estimation de l'occupation et le ratio d'air neuf nécessaire. Pour simplifier le travail du concepteur, les tableaux des valeurs sont regroupés au chapitre 6 de ce cahier technique.

Les ratios exigés par la norme SIA 180 sont définis comme des valeurs minimales pour un état stationnaire (charge en polluants et ratio d'air neuf constants). Si les périodes à forte charge sont de courte durée et la densité de la charge relative au volume du local faible, alors on peut déterminer des taux inférieurs, pour autant qu'on apporte la preuve que les valeurs admissibles de concentration et d'humidité ne sont pas dépassées au fil du temps. À l'aide de la norme SIA 382/1, on peut déterminer l'augmentation ou la diminution de la concentration de polluants pour les périodes où la charge et le ratio d'air sont constants.

Pour des systèmes avec régulation en fonction de la demande, il faut parfois prolonger le fonctionnement en régime supérieur pour permettre de terminer la dilution des charges restantes (tenir compte des effets d'accumulation).

5.4.4 Ratio d'air neuf pour l'évacuation de la chaleur (protection thermique estivale)

Une évacuation efficace de la chaleur par aération ou ventilation doit être possible dans les pièces de séjour et les chambres à coucher. Ces ratios d'air neuf requis sont en général nettement supérieurs à ceux nécessaires au maintien de la qualité de l'air. C'est aussi valable pour l'aération nocturne comme moyen de refroidissement passif (voir 6.2.3).

5.5 Exigences du point de vue de l'énergie

5.5.1 Récupération de chaleur

La norme SN EN 13141-7 est en règle générale valable pour les installations de ventilation individuelles. Le rendement en température de l'appareil est la valeur de référence pour l'appréciation thermique (RC, influence des fuites et flux de chaleur par la carcasse). Pour l'appréciation énergétique, il doit se rapporter à l'air rejeté et être mesuré sans condensation.

Pour des installations collectives, on installe en général des appareils de traitement de l'air (monoblocs) qui ne sont pas contrôlés comme ensemble. Seule la récupération de chaleur sera évaluée. La valeur de référence correspondante est l'efficacité thermique selon SN EN 308.

Les valeurs limites et les valeurs cibles se réfèrent à un fonctionnement normal.

Tableau 3 Valeurs limites et valeurs cibles pour un fonctionnement normal

| Valeur de référence | Valeur limite | Valeur cible |
|--|---------------|--------------|
| Rendement en température, rapporté à l'air rejeté, sans condensation | 0,7 | 0,8 |
| Efficacité thermique du récupérateur | 0,7 | 0,8 |

Pour l'instant, les normes suisses ne définissent pas encore la conversion d'autres valeurs de référence pour le rendement en température de l'appareil et ne tiennent pas compte de l'air de rinçage (pour des appareils avec rotors). Pour ces thèmes, il faut tenir compte du niveau actuel des connaissances.

Si on pose des appareils, resp. des composantes de RC, dont les valeurs sont inférieures aux valeurs limites, il faut le justifier par un concept énergétique. Remplir les exigences du standard Minergie est considéré comme une justification suffisante.

5.5.2 Débit de fuite maximal

Il faut concevoir l'équilibrage des pressions (p. ex. provoquées par les bouches de transfert), ainsi que les inétanchéités de l'enveloppe et des tuyaux de manière que se produisent au plus les infiltrations ou exfiltrations maximales suivantes:

- Installation de ventilation simple: 15% du débit d'air transporté mécaniquement.
- Installation d'air repris: 30% du débit d'air transporté mécaniquement (voir chiffre 6.3.1).

5.5.3 Énergie électrique

La demande en énergie électrique du système de ventilation dépend du rendement du système moto-ventilateur, des pertes de charge dans l'appareil (filtres, échangeur) et dans la distribution de l'air (forme et section des gaines, raccords), ainsi que de l'exploitation.

Les exigences selon le tableau 4 sont valables pour la puissance spécifique p_{SFP} de toute l'installation.

La puissance spécifique est calculée de la façon suivante: $p_{SFP} = P_{el} / \dot{V}$

P_{el} puissance électrique absorbée totale du ventilateur et des auxiliaires de réglage (p. ex. entraînement des rotors) en W
 \dot{V} valeur moyenne du débit d'air fourni et d'air repris en m^3/h ; si le ventilateur a plusieurs vitesses possibles (régimes), on prend le débit d'air nominal (mesuré au ventilateur)

Les valeurs limites et les valeurs cibles se rapportent à un fonctionnement normal. Elles correspondent à la norme SIA 382/1.

Tableau 4 Valeurs limites et valeurs cibles pour la puissance électrique absorbée en fonctionnement normal

| Puissance spécifique de toute l'installation | Valeur limite | Valeur cible |
|---|-------------------|--------------------|
| Installation d'air repris | 0,14 W/ (m^3/h) | 0,083 W/ (m^3/h) |
| Installation de ventilation simple | 0,28 W/ (m^3/h) | 0,17 W/ (m^3/h) |
| Installation de ventilation avec chauffage de l'air | 0,34 W/ (m^3/h) | 0,22 W/ (m^3/h) |
| Appareil de ventilation par local | 0,28 W/ (m^3/h) | 0,17 W/ (m^3/h) |

Pour déterminer cette valeur de référence, on effectue les mesures de contrôles avec des filtres neufs.

5.6 Exigences acoustiques

5.6.1 Général

La norme SIA 382/1, annexe A, fixe des critères de dimensionnement pour le niveau de pression acoustique et une méthode de mesure. Ces notions sont faciles à appliquer, c'est pourquoi elles sont employées pour apprécier le niveau de pression acoustique dans un local.

La norme SIA 382/1 ne donne aucune indication pour l'isolation acoustique contre l'extérieur et à l'intérieur d'unités d'utilisation. Dans ce cas, ce sont les exigences et les recommandations de la norme SIA 181 qui font foi.

5.6.2 Niveau de pression acoustique (niveau sonore) dans le local

Tableau 5 Niveau de pression acoustique dans le local, provoqué par l'installation de ventilation

| Utilisation du local | Niveau de pression acoustique de jour | Niveau de pression acoustique de nuit |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Séjour, chambre à coucher | 25 ... 30 dB(A) / 25 dB(A) | 22 ... 25 dB(A) / 25 dB(A) |
| Séjour seul | 25 ... 30 dB(A) / 30 dB(A) | — |
| Cuisine, utilisation moyenne de la hotte | 45 ... 55 dB(A) / 50 dB(A) | — |
| Chambre d'hôtel | 30 ... 35 dB(A) / 30 dB(A) | 22 ... 25 dB(A) / 25 dB(A) |
| Chambre à plusieurs lits (hôpital, maison de retraite) | 25 ... 30 dB(A) / 25 dB(A) | 22 ... 25 dB(A) / 25 dB(A) |
| WC, salle de bain, douche | 40 ... 50 dB(A) / 45 dB(A) | — |

Les premiers nombres du tableau 5 (p. ex. 25 ... 30 dB(A)) représentent le domaine normal pour le dimensionnement. Le troisième nombre (p. ex. 25 dB(A)) donne le dimensionnement recommandé et si rien d'autre n'a été déterminé, il est valable. Ces dimensionnements doivent être respectés pour un fonctionnement normal. Pour des chambres à coucher avec un débit d'air constant, on respectera la valeur «de nuit».

Les mesures, resp. le calcul, se font sans mobilier, sans la présence de personnes et avec porte fermée. Le point de référence est le milieu de la pièce, à une hauteur de 1 m au-dessus du sol.

Le niveau de pression acoustique provoqué par une installation de ventilation devrait être inférieur au niveau de bruit de fond habituel dans un logement.

Le niveau de pression acoustique n'est pas seulement influencé par l'installation, mais aussi par le local même. La définition du confort acoustique sera établie en relation avec le temps de réverbération, souvent trop long dans certains logements actuels relativement sonores.

Pour des appareils avec pompes à chaleur, il faudra en particulier prendre en compte le spectre de fréquences (spécialement de 50 Hz à 125 Hz). Le niveau acoustique selon l'échelle A (dB A) n'est souvent pas assez parlant pour des appareils avec une valeur élevée de basses fréquences.

5.6.3 Isolation acoustique à l'intérieur d'une unité d'utilisation

La norme 181, annexe G, donne des recommandations pour l'isolation acoustique entre des locaux à l'intérieur d'une unité d'utilisation. Elles peuvent aider à la planification et servir de base pour un accord correspondant dans un contrat. Le degré 1 correspond à des exigences modérées, le degré 2 à des exigences accrues.

Tableau 6 Recommandations pour l'isolation acoustique D_i d'éléments de séparation à l'intérieur d'une unité d'utilisation

| Utilisation | Local 1 | Local 2 | Degré 1 | Degré 2 |
|-----------------------------|----------|--|---------|---------|
| Logement | Dormir | Dormir, habiter, travailler, salle d'eau | 40 dB | 45 dB |
| Hôtel | Chambre | Chambre | 50 dB | 55 dB |
| | Corridor | Chambre | 40 dB | 45 dB |
| | Chambre | Service | 55 dB | 60 dB |
| Maison de retraite, hôpital | Chambre | Chambre | 50 dB | 55 dB |
| | Corridor | Chambre | 30 dB | 35 dB |

Ces recommandations sont valables pour des locaux sans l'influence des portes et des escaliers ouverts (mesures avec panneaux de fermeture).

Les installations nécessaires à la ventilation ne doivent pas diminuer cette isolation acoustique. Le bruit se transmet d'un local à son voisin par deux voies parallèles (paroi et conduites d'aération). C'est pourquoi, lors du dimensionnement, il faudra veiller à ce que l'isolation acoustique des deux voies soit augmentée de 3 dB par rapport au tableau 6.

Les exigences acoustiques quant aux ouvertures de transfert et portes, sauf portes d'entrée de logement et de bâtiment, seront déterminées en laboratoire au moyen des valeurs des indices d'affaiblissement acoustique R_w des tests d'homologation. L'annexe D présente des indications pour l'ouverture sous porte comme ouverture de transfert.

5.6.4 Isolation acoustique contre le bruit extérieur

Pour les bouches d'air neuf et les appareils de ventilation par local, il faut tenir compte des exigences pour l'isolation acoustique contre l'extérieur (SIA 181, chiffre 3.1).

Le spécialiste en acoustique se charge de calculer et de déterminer les exigences pour les différents éléments de construction. Le spécialiste en ventilation se charge de rassembler les données pour les produits utilisés (affaiblissement acoustique R_w et les surfaces S correspondantes ou isolation acoustique $D_{n,e}$).

5.6.5 Exigences acoustiques complémentaires

Pour satisfaire aux exigences de la norme SIA 181 en relation avec la ventilation mécanique des logements, il est nécessaire de prévoir les points suivants:

- Bruit de choc: le comportement aux bruits de chocs de la construction ne doit pas être affaibli par des conduites traversantes, resp. dans les chapes ou autres structures soumises aux bruits de pas.
- Isolation acoustique contre l'extérieur: il est impératif de respecter les exigences de l'Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) en ce qui concerne les immissions dans l'environnement de bruit de ventilation.

5.7 Foyer à l'intérieur de l'enveloppe thermique

Un foyer indépendant de l'air ambiant est un foyer pour lequel l'air nécessaire à la combustion est apporté au moyen de conduites directement depuis l'extérieur (seulement air neuf) et qui ne rejette pas de gaz en quantité nocive dans le local. D'autres foyers sont dépendants de l'air ambiant. Une amenée d'air neuf séparée seule ne rend pas le chauffage indépendant de l'air ambiant. Des chauffages spéciaux (y compris poêles à pellets) sont en général aussi dépendants de l'air ambiant lorsque ils sont équipés d'une amenée d'air neuf indépendante.

Aucun type de ventilation (hotte d'aspiration de cuisine, installation de ventilation simple, installation d'aspirateur centrale, etc.) ne doit produire une dépression telle que le fonctionnement du chauffage en est perturbé. Comme valeur indicative, on admet que la dépression dans le local où se trouve l'appareil ne doit pas dépasser 4 Pa lors du fonctionnement d'un chauffage dépendant de l'air ambiant. Pour un chauffage indépendant de l'air ambiant, cette valeur est de 8 Pa.

La régulation et la surveillance doivent permettre d'éviter une mise en dépression. Les mesures suivantes sont possibles:

- Bloquer les installations d'air repris à l'aide de contacteurs d'ouverture de fenêtre.
- Équipements pour installation d'air de remplacement s'ouvrant et se fermant par des moteurs électriques (p. ex. vantaux de fenêtre motorisés).
- Hotte avec surveillance de pression intégrée.⁴
- Surveillance de la dépression de l'agrégat de chauffage.
- Pour des installations de ventilation simples: appareils avec régulateur de débit constant et surveillance intégrée.

Il faut aussi tenir compte des exigences de la norme SIA 384/1.

⁴ Les ventilations de cuisine correspondant aux variantes 4.3.7.2 et 4.3.7.5 ne provoquent pas de dépression. Elles ne demandent pas de surveillance.

5.8 Protection contre l'incendie

En ce qui concerne ces exigences, il faut suivre les prescriptions des établissements cantonaux d'assurances contre les incendies, resp. les directives de protection contre les incendies de l'AEAI. Pour une ventilation mécanique, les documents suivants de l'AEAI doivent être pris en considération:

- Directive 26-03f, Installations aéroliques
- FAQ 26-001f, Définition de la zone de cuisson
- FAQ 26-006f, Compartiments coupe-feu groupés dans les bâtiments administratifs, les établissements hébergeant des personnes et les bâtiments d'habitation – Sur plusieurs niveaux ou un seul?
- FAQ 26-007f, Raccordement des hottes de cuisine au système de ventilation

Ces documents peuvent être consultés sur la page internet suivante: <http://bsvonline.vkf.ch>

5.9 Utilisation et réglage

5.9.1 Fonctionnement courant

Dans la mesure du possible, l'utilisateur doit pouvoir régler lui-même les vitesses de l'installation de ventilation.

Les commandes (interrupteur, télécommande électronique, etc.) doivent être placées à des endroits bien accessibles à l'intérieur du logement (c'est-à-dire pas recouvert par un couvercle ou dans un placard). Les vitesses des installations individuelles doivent pouvoir être réglées au moyen d'une télécommande.

Le chiffre 4.3.1 donne des indications pour le fonctionnement d'installations collectives avec logements en partie inoccupés.

5.9.2 Incidents

Lors d'incidents (incendie, accident chimique, etc.), on doit pouvoir arrêter l'installation de ventilation en quelques minutes.

Les occupants doivent pouvoir arrêter les installations de ventilation simple, les installations individuelles et les systèmes automatiques pour la ventilation naturelle (p. ex. fenêtres motorisées).

Les installations collectives doivent pouvoir être arrêtées par une personne instruite.

6 Dimensionnement

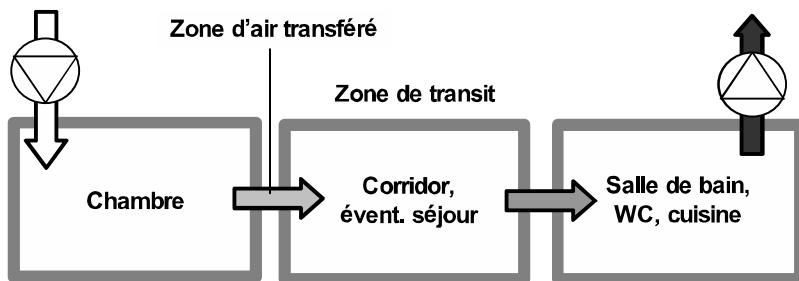
6.1 Indications générales

6.1.1 Cheminement de l'air dans le logement pour des installations simples et des installations d'air repris

L'air est soufflé dans les chambres à coucher et s'écoule dans le corridor. De là, il est aspiré dans la salle de bain, les WC et la cuisine. Ce principe de ventilation est nommé ventilation en cascade.

Pour autant que cela soit possible d'après le plan, le séjour se trouve dans la zone de transit. Sinon, comme pour les autres chambres, on y insuffle de l'air.

Principe de la ventilation en cascade



Le cheminement de l'air doit fonctionner aussi bien pour des portes ouvertes que fermées (chambre, mais aussi salle de bain, WC et cuisine). De plus, la position des portes internes au logement ne doit pas avoir d'influence notable sur les débits d'air. Il faut tenir compte de ces exigences lors du dimensionnement et de la disposition des zones d'air transféré (bouches d'air transféré).

L'air ne doit passer au maximum que par deux zones d'air transféré. Cela signifie qu'une seule zone de transit est possible.

6.1.2 Débit d'air neuf

La norme SIA 382/1 à l'annexe A fixe les critères pour le dimensionnement. À moins d'un accord particulier, ils sont valables pour les locaux avec installations de ventilation et de climatisation. Des écarts sont acceptables pour des affectations ou des exigences particulières, mais il faut les préciser par écrit.

Tableau 7 Critères de dimensionnement selon norme SIA 382/1

| Affectation | Ratio d'air neuf en m ³ /h par personne | |
|--|--|------|
| | Jour | Nuit |
| Séjour, chambre | 30 * | 15 * |
| Séjour seul | 30 * | - |
| Chambre d'hôtel | 36 | 18 |
| Chambre à plusieurs lits (hôpital, maison de retraite) | 36 | 24 |

* Pour des logements avec ventilation en cascade (installation de ventilation simple et installation d'air repris), c'est le taux normal d'occupation de tout le logement qui fait foi. Les débits d'air neuf de la ventilation en cascade sont déterminés d'après le chiffre 6.4.1.

Lorsque les températures extérieures sont basses, on peut réduire le ratio d'air neuf dans le logement, de jour, jusqu'à 15 m³/(h·personne). Pour des installations qui disposent d'une régulation individuelle du débit par logement ou local (appareil de ventilation par local, installation individuelle), les occupants doivent pouvoir enclencher ce mode de fonctionnement eux-mêmes.

Dans certains cas particuliers (p. ex. très grands locaux ou logements), ce n'est peut-être pas la charge par les personnes qui sera déterminante, mais celle produite par d'autres sources (p. ex. grande immission due aux matériaux et aux appareils dans des locaux peu occupés). Le débit d'air neuf devra dans ce cas être fixé individuellement et en accord avec le maître de l'ouvrage.

Hypothèse sur le taux d'occupation et effets sur le dimensionnement

On ne fait pas de différence entre les locaux de séjour, de travail et les chambres à coucher. Cuisine, salle de bain et WC ne sont pas comptés dans le nombre de pièces.

De jour, il peut y avoir en permanence une personne dans chaque pièce. Dans des logements de deux pièces ou plus, le taux d'occupation des chambres est de une ou deux personnes durant la nuit. Si une chambre n'est prévue que pour une seule personne, il faut en convenir expressément.

L'occupation de la salle à manger n'est de plusieurs personnes que pour une ou deux heures. Le volume d'air de ces pièces fait office de tampon.

Sauf pour des cas particuliers (p. ex. logements sociaux), on admet les taux normaux d'occupation ci-dessous.

Tableau 8 Taux normal d'occupation de logements

| Nombre de pièces n | Taux normal d'occupation (nombre de personnes) pour | |
|-----------------------|--|--|
| n | petite surface (nette) habitable, $\leq n \cdot 20 \text{ m}^2$ | grande surface (nette) habitable, supérieure à $n \cdot 20 \text{ m}^2$ |
| 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 2 |
| 3 | 2 | 3 |
| 4 | 3 | 4 |
| 5 | 4 | 5 |

Pour des logements de plus de cinq pièces, le taux d'occupation sera déterminé par le concepteur en fonction de chaque situation particulière.

Le taux d'occupation normal correspond typiquement au taux maximal. Le taux moyen est inférieur.

6.1.3 Débit minimum d'air repris

Dans des locaux avec installation mécanique d'air fourni et d'air repris, le débit d'air repris est en général donné par le débit d'air fourni et selon l'équilibrage de pression requis.

Les valeurs minimales du tableau 9 sont valables pour les cuisines et salles d'eau.

Tableau 9 Débits minimum d'air repris

| Affectation | Débit d'air repris lors d'un fonctionnement continu (min. 12 h/d) m^3/h | Débit d'air repris lors d'un fonctionnement selon les besoins m^3/h |
|-----------------------|--|--|
| Cuisine (air repris) | 40 | 150 |
| Salle de bain, douche | 40 | 50 |
| WC (sans douche) | 20 | 50 |

Pour des installations commandées en fonction de besoins ou par horloge, le local devrait au minimum être ventilé jusqu'au renouvellement complet de son volume d'air (durée = volume du local divisé par débit d'air fourni).

On peut réduire les valeurs de 30% pour les petits logements (moins de 3 pièces) ou pour une occupation de 2 personnes au maximum.

6.2 Aération par les fenêtres

6.2.1 Indications générales

L'aération par les fenêtres est utilisée pour:

- Aération par les fenêtres uniquement: le ratio d'air neuf requis est amené exclusivement au moyen de l'aération par les fenêtres.
- Aération complémentaire: en complément à un système de ventilation, p. ex. pour aération renforcée ou pour ventilation hybride (combinaison de ventilation mécanique et d'aération naturelle).
- Refroidissement nocturne passif: aération nocturne pour refroidir la structure du bâtiment.

On distingue deux cas d'aération par les fenêtres:

- Aération sur un seul côté: aération par une ou plusieurs ouvertures sur un seul mur extérieur de la pièce, sans influence du régime des flux par des ouvertures à l'opposé, des locaux contigus ou d'autres parties de la construction (portes intérieures fermées). Le moteur est essentiellement la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur; elle est donc peu efficace lorsque les différences de températures sont faibles. Les données de l'annexe C permettent de déterminer les taux de renouvellement d'air possibles.
- Aération traversante: Aération par des ouvertures sur faces opposées et/ou aération sur plus d'un étage avec ouvertures sur la même face (portes intérieures ouvertes). Contrairement à l'aération sur un seul côté, le flux dans les ouvertures n'a qu'un sens. Avec l'aide du vent, l'aération entre deux fenêtres sur des faces opposées amène un renouvellement d'air bien supérieur à l'aération sur un seul côté. Pour les fenêtres sur différents niveaux, c'est surtout l'effet de cheminée qui compte. Les données de l'annexe C permettent de déterminer les taux de renouvellement d'air possibles.

L'aération par les fenêtres est en général manuelle et sous-entend donc une bonne discipline des occupants. Si, lors de la conception, on ne peut pas garantir durant toute la vie du bâtiment une aération naturelle suffisante par les utilisateurs, alors il faut choisir un système mécanique (SIA 180). Le cas échéant, on peut prendre en considération des fenêtres motorisées, commandées automatiquement.

6.2.2 Aération sporadique

Durant la période de chauffage, lorsque l'aération se fait uniquement par les fenêtres, une bonne aération renforcée est recommandée. Suivant le genre et la concentration des charges, 4 à 6 bonnes aérations par jour (aération sur un seul côté 10 – 15 minutes, traversante 3 – 5 minutes) sont nécessaires. Il faut éviter une aération continue durant la période de chauffage (lorsque les températures extérieures sont inférieures à 10°C). Pour évacuer de fortes charges d'humidité et de chaleur, il est préférable de recourir à une aération traversante.

Pour un local non ventilé, fenêtres et portes fermées, il faut procéder à une aération sporadique aux intervalles de temps suivants (critères: concentration maximale en CO₂ de 1500 ppm pour un air neuf sans polluants): pour 10 m²/personne: au minimum toutes les 2 h; pour 20 m²/personne: toutes les 3 – 4 h; pour 40 m²/personne: toutes les 6 h et plus.

6.2.3 Refroidissement passif par aération nocturne

Un refroidissement nocturne efficace de la masse du bâtiment par aération demande un taux de renouvellement d'air de 2 – 3 h⁻¹. Pour cela, il faut des ouvertures relativement grandes. Comme repère, la section utile des ouvertures doit être comprise entre 2 – 3% de la surface de plancher pour une aération sur un seul côté, 1 – 2% pour une aération traversante. Des fenêtres en imposte sont donc souvent insuffisantes, en particulier lors de l'aération sur un seul côté.

La puissance thermique maximale qui peut être évacuée dépend de divers paramètres: températures extérieure et intérieure, qualité de l'échange thermique entre l'air et la masse («couplage» entre l'air intérieur et la masse d'inertie thermique), surface des ouvertures, etc.; comme valeur indicative, on admet une quantité d'énergie de 150 Wh/(m²·d). Il ne faut pas oublier qu'avec une aération traversante par niveaux communicants, les étages du haut sont nettement moins bien refroidis (l'effet de cheminée provoque une entrée d'air en bas, resp. une sortie d'air déjà réchauffé en haut). Le passage d'air à travers les caves peut éventuellement produire de la condensation (ou des moisissures par suite d'une humidité relative élevée sur une longue période). De plus, du radon pourrait pénétrer dans le logement.

6.2.4 Confort thermique

Des mesures montrent que lors d'une aération par une fenêtre en imposte, la température de l'air au niveau du sol reste acceptable jusqu'à une température extérieure d'env. 0°C (pas d'aération traversante, sans vent, section de l'ouverture 0,35 m²/m de largeur de fenêtre). Toutefois, déjà par une température extérieure de 6°C, la vitesse de l'air au niveau du sol dépasse la valeur critique de 0,15 m/s.

6.2.5 Indications pour la conception et la construction

Profondeur de pièce

On considère que pour atteindre un renouvellement d'air encore suffisant lors d'aération par les fenêtres, le rapport profondeur L sur hauteur H de la pièce doit se situer dans les limites suivantes:

Aération sur un seul côté $L/H \leq 2,5$

Aération traversante $L/H \leq 5,0$

Ces valeurs sont applicables en particulier pour de faibles différences de température entre l'intérieur et l'extérieur. Pour des températures extérieures basses, l'aération par les fenêtres se comporte plutôt comme une «ventilation par lac d'air». De plus, le remplacement dépend aussi fortement du mouvement d'air induit par le système de distribution de chaleur. Un radiateur chaud sous la fenêtre détourne le flux froid entrant. Ceci réduit le risque de courants d'air, mais aussi la profondeur de pénétration de l'air dans le local. Ainsi, plus d'air neuf reflue directement vers l'extérieur, sans avoir circulé dans toute la pièce.

Fenêtres en imposte

Pour les fenêtres en imposte, il est judicieux de choisir des ferments avec compas d'ouverture réglable ainsi que la possibilité d'ouvrir tout le vantail (ouverture battante ou «à la française» pour ventilation renforcée, sporadique ou nocturne). Il faut informer les occupants que les fenêtres en imposte ne devraient pas être utilisées pour une aération continue.

Vantail pour l'aération

Dans une fenêtre, un petit vantail, que l'on peut ouvrir séparément, permet un meilleur contrôle du ratio d'air et du risque de courant d'air. Il peut facilement être équipé d'une moustiquaire et améliore la protection contre le risque d'effraction lorsqu'il est ouvert. Il faut informer les occupants que les vantaux d'aération ne devraient pas être utilisés pour une aération continue.

«Fenêtres aérantes»

Sous ce terme, on comprend des fenêtres dont la perméabilité des joints de battue est plus élevée (et l'isolation acoustique sans doute réduite). Le coefficient de perméabilité du joint se situe dans la fourchette de $a = 0,4 \text{ à } 1 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m} \cdot \text{Pa}^{2/3})$. Ainsi, il est possible de garantir une certaine aération de base. Les taux de renouvellement d'air, calculés sur la base des ratios par personne garantissant la qualité de l'air, ne peuvent au mieux être réalisés que dans des cas spécifiques avec une différence de pression suffisamment grande (température extérieure basse, situation d'aération traversante ou par effet de cheminée).

Les valeurs pour l'étanchéité de l'enveloppe comme exigée par la norme SIA 180 ne peuvent pas être atteintes avec les fenêtres aérantes dont on ne peut pas obturer les passages d'air.

Fenêtres à ouverture motorisée («aération automatique par les fenêtres»)

Des fenêtres motorisées ou commandées automatiquement proposent une solution intermédiaire à la ventilation mécanique. Elles permettent un réglage en fonction de la demande et offrent plus de sûreté, p. ex. contre l'eau de pluie, les vents forts, la chaleur trop forte ou l'humidité trop élevée.

Combinaison avec des bouches d'entrée d'air

L'aération par les fenêtres peut être complétée par des bouches d'entrée d'air. Cela permet d'améliorer la protection contre le bruit, les intempéries et les risques d'effraction. Elles sont peu efficaces lorsqu'elles ne sont situées que sur une seule face. Elles peuvent amener une ventilation de base dans une situation traversante. Pour un taux de renouvellement correspondant aux exigences de qualité de l'air en fonction des personnes, il faut des ouvertures avec une grande section de passage et une faible différence de pression nominale (1 – 2 Pa). L'aération nocturne en été ou une aération renforcée ne sont guère possibles seulement avec des bouches d'entrée d'air.

6.3 Installation d'air repris

6.3.1 Recommandations générales pour le dimensionnement

Il faut des bouches d'entrée d'air spécifiques. Afin d'éviter des problèmes de confort liés à des courants d'air froid, elles doivent être placées correctement, suivant les indications du fournisseur. Sur ce point, des bouches situées sur un mur extérieur dirigeant l'air sur le côté ou vers le haut posent moins de problèmes.

En plus de l'air qui pénètre par les bouches d'entrée d'air, il y a toujours de l'air qui par suite de la mise en dépression pénètre par les joints et les inétanchéités (infiltration). Il faut donc surdimensionner le débit d'air repris d'env. 1,3 fois la somme des débits d'air neuf qui pénètrent par les bouches.

$$q_{v,ETA} = f \cdot \sum q_{v,OTD} \quad (1)$$

$q_{v,ETA}$ débit d'air repris mécaniquement

f facteur d'infiltration (tableau 10); si la perméabilité de l'enveloppe est inconnue, utiliser $f = 1,3$

$\sum q_{v,OTD}$ somme des débits d'air neuf qui pénètrent par les bouches

L'ordre de grandeur des infiltrations est mis en évidence dans le tableau 10. Ces valeurs sont données pour une maison individuelle type avec une installation d'air repris, pour trois débits d'air spécifiques différents (n_{50}) et deux différences de pression de fonctionnement nominal des bouches d'entrée d'air (Δp_{ALD}). Conditions cadres: volume de référence pour la valeur n_{50} : 300 m^3 ; débit d'air neuf par les bouches $\sum q_{v,OTD} = 150 \text{ m}^3/\text{h}$; correspondant à $n_L = 0,50 \text{ h}^{-1}$.

Tableau 10 Infiltration dans les installations d'air repris (exemples)

| | | | | | | | |
|--|-----------------------|------|------|------|------|------|------|
| Perméabilité de l'enveloppe n_{50} | h^{-1} | 0,7 | 0,7 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 |
| Différence de pression nominale Δp_{ALD} | Pa | 3 | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 |
| Débit d'air d'infiltration | m^3/h | 32,8 | 45,9 | 46,9 | 65,6 | 70,3 | 98,4 |
| Facteur f | | 1,22 | 1,31 | 1,31 | 1,44 | 1,47 | 1,66 |

Même pour une construction très étanche ($n_{50} = 1,0 \text{ h}^{-1}$) et une petite pression différentielle de fonctionnement des bouches d'entrée d'air (3 Pa), il s'avère qu'un quart de l'air neuf ne pénètre pas par les bouches, mais par les inétanchéités de l'enveloppe. Pour une construction avec $n_{50} = 1,5 \text{ h}^{-1}$ et une différence de pression de 5 Pa, c'est même seulement 60% du débit d'air neuf total qui pénètre par les bouches. C'est pourquoi l'enveloppe doit être étanche.

Pour des habitations sur un seul niveau, il faut calculer les bouches d'air neuf avec une perte de charge de 4 à 5 Pa. Pour des logements sur deux niveaux, il faut dimensionner les bouches d'air neuf de l'étage du haut avec une perte de charge de 3 Pa, celles du bas avec 6 Pa. Il faut inclure la perte de charge des filtres dans les valeurs données. Ceci implique des filtres adéquats et une section de passage relativement grande.

Une conception adéquate doit permettre de respecter l'affaiblissement acoustique requis pour un mur extérieur tout en tenant compte des bouches d'entrée d'air.

La perte de charge des bouches d'air transférée entre les pièces doit être au maximum de 1 Pa.

L'air ne doit pas pouvoir s'infiltrer depuis la cave, à cause des risques liés au radon. Il faut donc contrôler les plafonds de cave et les portes de communication, en particulier pour des constructions déjà existantes. Dans les zones à risque, il ne faudrait pas équiper les maisons individuelles d'installations d'air repris.

6.3.2 Débit d'air neuf

Selon chiffre 6.1.2, pour des installations sans ventilation en cascade (p. ex. chambre à plusieurs lits), il faut dimensionner les bouches d'aération par rapport au débit d'air neuf.

Pour des installations avec ventilation en cascade, on appliquera la démarche selon chiffre 6.4.1, avec les modifications suivantes:

étape 3: déterminer le débit d'air repris déterminant

$$q_{v,3} = \max \{f \cdot q_{v,1}; q_{v,2}\} \quad (2)$$

$q_{v,3}$ débit d'air repris déterminant pour l'étape 3

f facteur d'infiltration, voir chiffre 6.3.1

$q_{v,1}$ débit d'air fourni minimum selon chiffre 6.4.1, étape 1

$q_{v,2}$ débit d'air repris minimum selon chiffre 6.4.1, étape 2

Cela permet de déterminer la somme des débits d'air neuf $\sum q_{v,OTD}$ qui pénètrent par les bouches.

$$\sum q_{v,OTD} = q_{v,3} / f \quad (3)$$

L'étape 4 répartit les débits d'air $q_{v,3}$ et $\sum q_{v,OTD}$ dans les différents locaux. Les différentes bouches sont dimensionnées d'après le débit d'air qui sera fourni à chaque local. On ne tient donc pas compte des infiltrations (car la situation des fuites n'est pas connue).

6.4 Installation simple

6.4.1 Débits d'air en mode de fonctionnement normal

En règle générale, les occupants de logements de plusieurs pièces ne se tiennent pas en permanence dans le même local. D'autre part, les occupants ne se trouvent normalement pas plus de 16 heures par jour (taux d'occupation normal) dans le logement. Le volume d'air du logement sert de «réservoir tampon».

Pour le dimensionnement, on part du principe que pour un taux d'occupation normal, la ventilation mécanique fonctionne 24 heures par jour, à la même vitesse (fonctionnement normal).

Étape 1: débit minimal d'air fourni d'un logement

Le débit minimal d'air fourni d'un logement dépend du nombre de pièces, du nombre de personnes et si une pièce se situe dans la zone de transit. Les valeurs sont tirées des tableaux 11 et 12.

Le taux d'occupation est établi d'après chiffre 6.1.2, sauf s'il est spécifique à l'objet.

Tableau 11 Débit minimal d'air fourni d'un logement avec local faisant office de zone de transit

| Nombre de pièces | Nombre de personnes | Débit d'air fourni |
|------------------|---------------------|-----------------------|
| 2 et 2½ | 1 | 40 m ³ /h |
| | 2 | 60 m ³ /h |
| 3 et 3½ | 2 | 70 m ³ /h |
| | 3 | 90 m ³ /h |
| 4 et 4½ | 3 | 100 m ³ /h |
| | 4 | 115 m ³ /h |
| 5 et 5½ | 4 | 130 m ³ /h |
| | 5 | 140 m ³ /h |

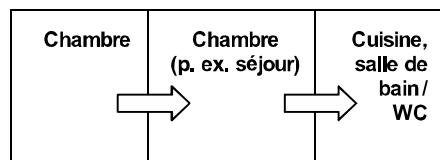
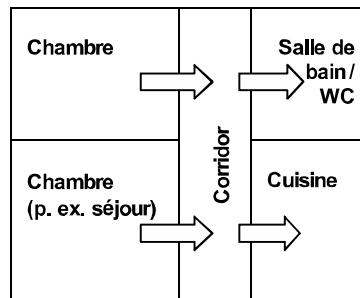


Tableau 12 Débit minimal d'air fourni d'un logement sans local faisant office de zone de transit

| Nombre de pièces | Nombre de personnes | Débit d'air fourni |
|------------------|---------------------|-----------------------|
| 1 et 1½ | 1 | 36 m ³ /h |
| 2 et 2½ | 1 | 60 m ³ /h |
| | 2 | 70 m ³ /h |
| 3 et 3½ | 2 | 90 m ³ /h |
| | 3 | 100 m ³ /h |
| 4 et 4½ | 3 | 120 m ³ /h |
| | 4 | 135 m ³ /h |
| 5 et 5½ | 4 | 150 m ³ /h |
| | 5 | 170 m ³ /h |



Étape 2: débit minimal d'air repris d'un logement

Le débit minimal d'air repris de l'entier du logement est calculé à partir du genre et du nombre de pièces avec air repris. Sous chiffre 6.1.3, on trouve les débits minimaux d'air repris par pièce.

Étape 3: débit d'air déterminant

C'est la plus grande des valeurs définies aux étapes 1 et 2 qui est déterminante. Les débits d'air fourni et d'air repris sont ajustés à cette même valeur.

Étape 4: répartition par pièce

Le débit d'air déterminé à l'étape 3 est réparti entre les locaux, en tenant compte des exigences et des règles suivantes:

- Si l'affectation ou le taux d'occupation ne sont pas précisés par le maître de l'ouvrage, on répartira régulièrement le débit d'air fourni entre tous les locaux. Ils recevront tous le même débit (quelle que soit leur taille).
- Si une pièce est clairement définie comme chambre à coucher pour deux personnes («chambre des parents»), on peut augmenter le débit d'air fourni à 40 m³/h. Le débit d'air fourni des autres pièces doit alors être réduit raisonnablement, de façon à respecter le débit d'air total.

- Le débit d'air fourni minimal ne doit pas être inférieur aux valeurs du tableau 13. L'affectation ou le taux d'occupation sont considérés comme ouvert pour autant qu'ils n'aient pas été explicitement convenu avec le maître de l'ouvrage (donc débit d'air fourni minimal 30 m³/h).
- Le spécialiste en ventilation ne peut pas fixer de lui-même, et ainsi limiter, l'affectation ou le taux d'occupation. Ceux-ci sont du ressort du maître de l'ouvrage.

Tableau 13 Débit d'air fourni minimal par local en fonction de l'affectation, resp. du taux d'occupation

| Affectation, resp. taux d'occupation | Débit d'air fourni minimal |
|--|----------------------------|
| Pas de précision, resp. affectation ou taux d'occupation ouverts (c'est-à-dire peut aussi être utilisé comme chambre à coucher pour deux personnes) | 30 m ³ /h |
| Affectation précisée comme chambre à coucher ou de travail / séjour pour seulement une personne (p. ex. chambre d'enfant) | 25 m ³ /h |
| Affectation précisée comme chambre à coucher pour seulement une personne, donc pas comme chambre de travail ou séjour | 20 m ³ /h |

Remarques:

Le taux d'occupation (chambre de travail, chambre à coucher pour 1 ou 2 personnes) ne peut être prévu que pour une courte période. Il est donc recommandé de dimensionner l'installation de sorte que chaque chambre puisse disposer au minimum d'un débit de 30 m³/h. Un dimensionnement qui limite le taux d'occupation peut diminuer la valeur de l'installation déjà après peu de temps. Les «chambres d'enfant» sont en règle générale des chambres à coucher aussi bien que des chambres de travail ou séjour.

Un exemple de calcul se trouve dans l'annexe B.

Réglage

Le débit d'air fourni et d'air repris doit pouvoir être réglé et mesuré pour chaque local.

La précision des mesures⁵ doit être au minimum de 85%. Les mesures de ces petits débits d'air faites avec un anémomètre sont en général trop imprécises.

La différence entre la valeur réelle et la valeur requise ne doit pas dépasser 15%. La valeur réelle correspond à la valeur mesurée. La valeur requise est celle de la planification.

La différence entre les valeurs réelles du débit total d'air fourni et d'air repris d'un logement ne doit pas dépasser 10%. Cette différence ne doit pas provoquer de dépression ou de surpression dérangeante ou dangereuse.

Il doit être possible de procéder en tout temps à des réglages ou à des mesures, avec un coût raisonnable.

Il est conseillé de ne procéder aux réglages que lorsque le taux d'occupation est connu. Le taux d'occupation effectif (nombre de personnes) est en général inférieur à celui admis lors de la planification, c'est pourquoi le réglage des débits d'air peut en général être inférieur à celui défini à l'étape 4. Lors du réglage, il faut veiller aux points suivants:

- respecter les débits d'air repris minimaux selon tableau 9,
- respecter les débits d'air fourni minimaux selon tableau 13,
- équilibrer les débits totaux d'air fourni et d'air repris du logement,
- respecter les exigences acoustiques dans tous les locaux,
- établir un protocole qui sera déposé avec la documentation de l'installation.

Régime de fonctionnement

En plus du régime normal, il doit être possible de changer la vitesse pour un débit d'air moins élevé (p. ex. à cause de l'humidité ambiante plus basse lors de température extérieure basse), mais le débit minimal d'air fourni doit au minimum se monter à 50% de la valeur du tableau 13 et simultanément garantir la ventilation de base selon chiffre 5.4.2.

De plus, pour les installations individuelles, il est recommandé de disposer d'une grande vitesse pour la ventilation intensive. Le débit devrait se situer alors 30% à 50% au-dessus du régime normal. Pour ce mode de fonctionnement, il n'est pas nécessaire de respecter les exigences acoustiques.

⁵ La précision de mesure est un élément de la qualité des instruments et de la manière de procéder. La précision doit être de 95% dans la plage de mesure. Cela signifie que la mesure (p. ex. indications de l'appareil) se situe à l'intérieur de la plage de précision avec une probabilité de 95%.

Bouches d'air transféré

Les pertes de charges des bouches d'air transférées internes au logement devraient se situer au maximum vers 3 Pa.

6.4.2 Énergie

Par principe, il ne faut pas prévoir de batterie de chauffe électrique. Sur le Plateau suisse, avec un concept d'installation individuelle adéquat, on peut aussi renoncer à une batterie de chauffage à eau chaude.

La récupération de chaleur doit répondre aux exigences selon chiffre 5.5.1. Pour les installations individuelles, il est recommandé de respecter les valeurs cibles.

Le système de distribution de l'air doit avoir une bonne isolation thermique et être étanche. Ceci est valable pour les canaux d'air fourni et d'air repris à l'extérieur de l'enveloppe thermique, ainsi que pour les canaux d'air neuf et d'air rejeté à l'intérieur de cette enveloppe. Des flux thermiques non désirés ne devraient réduire qu'au maximum de 10% le taux annuel moyen de la récupération de chaleur. On trouvera des indications sur le dimensionnement de l'isolation thermique sous Garantie de performance, aération douce [1] et [5].

6.4.3 Hygiène

Il faut respecter les directives SICC-SWKI VA 104-01.

Les éléments servant à la distribution de l'air doivent être posés dans un état de propreté hygiénique impeccable et doivent être faciles à inspecter et à nettoyer. Il n'est pas permis d'utiliser des peintures et des matériaux d'étanchéité contenant des solvants, ainsi que des habillages poreux, tout comme des fibres minérales comme isolants dans le passage de l'air.

Des canaux à surface lisse sont plus faciles à nettoyer que ceux à surface ondulée ou poreuse. Si une partie à nettoyer n'est accessible que depuis un seul côté (p. ex. bouches de sortie d'air), sa longueur maximale ne doit pas dépasser 12 m. Le double est autorisé lorsque l'accès est possible des deux côtés. Les parties à nettoyer qui ne sont pas directement accessibles doivent être équipées de couvercles de révision. Les coudes à 90° ne peuvent être nettoyés que si leur diamètre est de 80 mm au minimum. Pour des diamètres inférieurs, il faut choisir de plus grands rayons de courbure ou 2 x des coudes à 45°. Les éléments qui ne peuvent pas être nettoyés avec une tringle ne doivent pas être incorporés dans le béton. Ceci concerne p. ex. les amortisseurs de bruit, les réductions, les boîtes de distribution et les armatures. Dans le doute, on fera confirmer par une entreprise de nettoyage de canaux de ventilation, que l'installation peut être nettoyée.

Directement après le montage, il faut rendre étanche aux poussières toutes les bouches d'air. L'installation ne peut être mise en service qu'après le nettoyage du bâtiment et de l'installation de ventilation.

Les canaux de ventilation doivent être clairement et lisiblement étiquetés, aussi pour la durée. L'entretien et le nettoyage de l'installation se font d'après un schéma établit, comme il est présenté dans la liste de contrôle de l'annexe E.

6.5 Appareil de ventilation par local

Il faut dimensionner les débits d'air neuf des chambres comme pour une installation simple.

Il faut noter que les appareils de ventilation par local ne permettent pas une ventilation en cascade. L'air de remplacement pour l'air repris (salle de bain, WC) doit être amené indépendamment des appareils de ventilation par local. Dans ce cas, il faut remplir les exigences posées pour les installations d'air repris (en particulier dépression maximale).

De la condensation peut se produire dans des appareils de ventilation par local (dépend de RC, du climat extérieur et de l'humidité ambiante du local), qu'il faudra évacuer de manière adéquate. Il faudra aussi une solution pour la protection contre le gel de la RC (voir chiffre 4.3.5).

6.6 Installation avec chauffage de l'air («chauffage à air chaud»)

Une installation de ventilation ne servira à distribuer l'air chaud que si le débit d'air neuf ne dépasse pas celui requis pour l'hygiène. Le dimensionnement du débit d'air neuf se fait selon chiffre 6.4.1. Dans le cas du chauffage, il faut tenir compte du risque d'une humidité ambiante trop basse. La norme SIA 382/1 règle les questions de la clause du besoin pour l'humidification de l'air fourni.

Lorsqu'on prévoit un tel système, il faut tenir compte des points suivants:

- Un seul réchauffeur d'air est installé par unité de logement. Une régulation par pièce (p. ex. en fonction de l'affectation) n'est pas possible. Un chauffage à air chaud avec régulation individuelle par local est plus cher que deux systèmes séparés.
- L'air chaud se refroidit rapidement durant le transport. D'une part, les pertes de distribution peuvent être élevées, d'autre part la chaleur peut être mal répartie dans le bâtiment. Les conduites chaudes doivent être aussi courtes que possible et se situer à l'intérieur de l'enveloppe thermique. Les fuites habituelles des éléments de ventilation peuvent aussi contribuer à des pertes de distribution.
- À cause du chauffage, il faut aussi souffler de l'air dans les locaux qui n'ont qu'une reprise d'air (pour la ventilation en cascade), en particulier la cuisine.
- On ne souffle normalement pas d'air dans la salle de bain ou la douche. Un chauffage électrique de ces locaux peut être remis en question pour des raisons énergétiques. L'appréciation dépend de la puissance, du temps de fonctionnement et de la commande et régulation. On peut accepter un chauffage électrique si malgré des données correctes, le standard Minergie P (critères énergétiques) est atteint.
- Les niveaux élevés requis pour la température de l'air fourni ont pour conséquence que, lors de l'emploi de pompes à chaleur, le coefficient de performance (COP) est inférieur à celui de chauffage par surfaces rayonnantes (chauffage de sol ou de paroi fonctionnant à basse température).

6.7 Indications concernant le dimensionnement des composantes

6.7.1 Prise d'air neuf

Il faut choisir l'emplacement d'une prise d'air neuf de telle façon que la qualité de l'air soit aussi peu influencée que possible par des sources locales d'émissions comme l'air rejeté, des sources d'odeur ou de dérangement (p. ex. route à forte circulation, places de parc, influence de personnes).

Il faut éviter les prises d'air en façades le long de routes à forte circulation. Si cela n'est pas possible, on les placera aussi haut que possible.

Les prises d'air neuf ne peuvent pas être placées directement au sol ou dans un puits de lumière. Les prises d'air neuf sur un terrain public ou privé, mais utilisé collectivement (p. ex. terrain de jeux), devraient être placées au minimum à 3 m au-dessus du sol. Dans les autres cas, cette hauteur minimum ne devrait pas être inférieure à 1,5 m pour des installations collectives. Pour des installations individuelles avec prises d'air neuf sur un terrain d'accès strictement privé, il faudrait respecter une hauteur minimale de 0,7 m.

Les prises d'air neuf doivent être protégées par un treillis (maillage max. 10 mm). La vitesse effective du flux ne doit pas dépasser 2 m/s. Dans les zones où le brouillard se forme facilement, il faut tenir compte du risque de formation de givre, c'est pourquoi il est recommandé dans ce cas de se tenir à une valeur maximale de 1,5 m/s.

La norme 382/1, chiffre 5.12.2, donne des informations supplémentaires.

6.7.2 Échangeur de chaleur sol-air

Pour l'échangeur de chaleur sol-air, on recommande une vitesse de l'air de 2 m/s. Avec un échangeur de chaleur sol-air court (longueur 5 à 8 m), on peut atteindre un réchauffage de l'air de 2 à 3 K en hiver, ce qui suffit normalement à éviter le gel ou trop d'humidité dans le filtre situé à l'entrée. Si on cherche un refroidissement de l'air en été, alors on pose un échangeur de chaleur sol-air plus long (20 m à 30 m). Des règles plus précises sont à disposition de l'ingénieur spécialisé en ventilation.

Il faut réaliser l'échangeur de chaleur sol-air de telle façon que ni de l'eau ni du radon ne puisse s'y infiltrer.

Il faut choisir la pente de sorte que l'écoulement de l'eau (nettoyage ou condensation) soit toujours garanti et qu'il ne se forme aucune «poche», même en cas de tassement. En règle générale, la pente est inclinée vers la construction. Au cas où un écoulement naturel par la pente n'est pas possible, il faudra prendre des mesures adéquates pour éviter que l'eau ne stagne dans l'échangeur de chaleur sol-air.

À cause de la perte de charge et du nettoyage, il ne faut pas choisir des coudes de 90°, mais 2 coudes de 45° lorsque le diamètre intérieur est inférieur à 100 mm. Pour les mêmes raisons, la longueur maximale d'un tuyau ne devrait pas dépasser 30 m. Le débit d'air total peut être réparti sur plusieurs tuyaux parallèles. En cas de doute, on demandera à une entreprise de nettoyage de canaux de ventilation de confirmer que les tuyaux peuvent être entretenus.

L'échangeur de chaleur sol-air ne doit pas passer directement à côté de conduites d'eau (risque de gel). Les tuyaux doivent être posés en dessous de la limite de gel (cela est obligatoire pour des tuyaux sensibles au gel ou à la compression).

Idéalement, on compte une distance d'env. 1 m par rapport au mur de la cave (régénération de chaleur). Pour que le flux de chaleur vers les tuyaux soit favorable, la distance entre les tuyaux devrait être de 1 – 1,5 m, suivant leur taille.

Pour protéger les tuyaux de dommages mécaniques dus aux pierres, il faut les poser dans un lit de sable mélangé à de l'argile. Toutefois, il faut en tenir compte pour le dimensionnement thermique (le sable mélangé à de l'argile est souvent moins conducteur de chaleur que le sol).

En collaboration avec l'ingénieur et la direction des travaux, la préparation du fond de fouille, le lit de pose, le compac-tage, l'enrobage et la couche de protection doivent être déterminés et le déroulement des travaux bien contrôlé.

Il faut tenir compte des directives VKR RL 02 et VKR RL 03 lors de la pose et de la mise en oeuvre de tuyaux plastiques.

6.7.3 Filtres

Air neuf, resp. air fourni aux installations de ventilation simples et aux appareils par local

Pour qu'un filtre soit irréprochable du point de vue de l'hygiène, l'humidité relative moyenne sur trois jours ne doit pas dépasser 80%. Sur le Plateau suisse, cela est facile à atteindre au moyen d'un échangeur de chaleur sol-air court (voir chiffre 6.7.2).

Le tableau 14 montre les exigences minimales requises de la filtration.

Tableau 14 Exigences minimales de la filtration

| Air neuf | Type de filtre |
|--|----------------|
| Propre ou impuretés seulement sous forme gazeuse (ANF 1 ou ANF 3 selon norme SIA 382/1) | F7 |
| Forte concentration de poussière ou particules fines (ANF 2, ANF 4 ou ANF 5 selon norme SIA 382/1) | F6 + F7 |

Les types de filtres du tableau 14 sont valables pour une qualité moyenne de l'air ambiant (INT 3 selon norme SIA 382/1). Si les exigences sont plus élevées, on déterminera les classes de filtres selon la norme SIA 382/1.

Pour une installation avec étage de filtration, on placera les filtres avant la RC. Si le ventilateur est placé après le filtre, il faut mettre un moteur sans usure (entraînement direct ou courroie plate). Pour des installations avec deux étages de filtration, on placera la première avant le traitement de l'air et la seconde après.

De manière générale, il faut respecter les exigences des directives SICC-SWKI VA 101-01.

Bouches d'installations d'air repris

On peut s'écartez des exigences du tableau 14 pour des bouches d'installations d'air repris, si

- l'air neuf est propre ou ne contient que des impuretés sous forme de gaz (classement de l'air neuf dans les catégories ANF 1 ou ANF 3 selon SIA 382/1),
- l'enrassement de la bouche d'air neuf est reconnaissable par un non-spécialiste,
- l'accès aux parties encrassées est garanti sans outils et sans échelle,
- les occupants peuvent effectuer le nettoyage à l'aide de moyens simples (chiffon et eau) et sans outils,
- des instructions pour le nettoyage et une marche à suivre écrite ont été données,
- on a empêché les insectes et la poussière grossière de pénétrer.

Si une de ces exigences n'est pas remplie, alors ce sont les exigences du tableau 14 qui font foi.

Les exigences énumérées sont le plus facilement remplies pour des bouches d'air neuf dans les cadres de fenêtre ou un vantail d'aération. Le type et le genre de filtration ne dispensent pas de respecter les exigences acoustiques, ni celles des conditions de pression (dépression maximale).

Air repris, air rejeté

Pour l'air repris, on pose au minimum un filtre de type G3. Pour une récupération de chaleur avec échangeurs rotatifs (ou d'autres types de construction avec des surfaces qui entrent alternativement en contact avec l'air fourni et l'air repris), il faut poser au minimum le type F6.

Contrôle des filtres

Un bon entretien des filtres est particulièrement important pour garantir un fonctionnement parfait du point de vue de l'hygiène. Le contrôle des filtres doit se faire en 3 étapes (cf. annexe E):

- contrôle visuel régulier,
- contrôle par mesure de la pression différentielle (au moins pour les installations collectives; le cas échéant, pour les installations individuelles),
- durée de vie: filtre air fourni 1^{er} étage, maximum 1 an; filtre air fourni 2^{ème} étage, maximum 2 ans.

6.7.4 Étanchéité et diffusion d'air par les fuites (traitement de l'air, conduites, ensemble du système)

Même une classe d'étanchéité élevée des canaux ne garantit pas qu'aucune fuite ne laisse passer de l'air repris dans l'air fourni, resp. d'un logement dans un autre.

La pratique a montré qu'avec des mesures adaptées et le respect des exigences suivantes (valeurs indicatives), le fonctionnement est satisfaisant. L'air fourni d'un logement se compose de

- min. 95% d'air neuf,
- max. 5% d'air repris du propre logement,
- max. 1% d'air repris d'un seul autre logement,
- max. 3% de la somme de l'air repris de plusieurs autres logements,
- max. 0,5% d'air repris de cuisinière d'un seul autre logement,
- max. 1% de la somme d'air repris de cuisinière de plusieurs autres logements,
- pas d'air repris de halle de garages.

La diffusion d'air par les fuites peut être prouvée, au besoin, par des mesures avec gaz traceur dans l'air fourni (pas dans les locaux).

Installations individuelles pour logement dans des immeubles d'habitation

Les pourcentages ci-dessus ne peuvent en aucun cas être dépassés, même lors du fonctionnement à différents régimes des appareils dans les différents logements. Il ne peut y avoir des conduites communes (même échangeur de chaleur sol-air à grande inertie) que, si au moyen de mesures spéciales et fiables, on empêche les débits d'air parasite (transfert d'air entre logements).

Il est recommandé d'éviter les conduites communes, car il faut entretenir les éléments qui empêchent les débits d'air parasites (p. ex. clapet de moteur ou clapet de retenue) et qu'ils peuvent eux-mêmes être source de perturbations.

6.7.5 Vitesses d'écoulement

En fonctionnement normal, les valeurs indicatives pour les vitesses maximales selon la norme SIA 382/1, chiffre 5.7.2, doivent être respectées. Cela signifie par exemple, que pour un débit (fonctionnement normal) jusqu'à 1000 m³/h, la vitesse dans la conduite ne doit pas dépasser 3 m/s.

Pour les canaux de raccordement des différentes chambres (débit jusqu'à 40 m³/h), on recommande une vitesse ne dépassant pas 2,5 m/s.

Dans le cas de petits appareils de traitement de l'air (en particulier produits de série), il se peut qu'une vitesse supérieure apparaisse au niveau des prises de raccordement. Cela est acceptable, pour autant que les valeurs limites pour la récupération de chaleur (chiffre 5.5.1) et l'énergie électrique (chiffre 5.5.3) soient respectées. Par contre, il faudra élargir la conduite juste après la prise de raccordement afin de respecter les valeurs indicatives selon la norme SIA 382/1.

7 Mise en service, réception, exploitation et entretien

7.1 Général

Il existe chez nous des directives claires concernant la façon de procéder aux contrôles de deux domaines essentiels dans le principe de ventilation, soit l'enveloppe et sa perméabilité (norme SIA 180) et l'installation de ventilation (norme SN EN 12599). Dans la norme SN EN 12599, on fait la différence entre contrôle de l'installation et de tous ses éléments, contrôle des fonctions et mesures des fonctions. Par principe, les deux normes citées ci-dessus sont contraignantes.

On contrôlera l'étanchéité de l'enveloppe de toute construction Minergie P.

7.2 Réception

Il n'y a pas de contrôle d'installation pour l'aération par les fenêtres. Par contre, il est essentiel d'informer les utilisateurs (aération adaptée en fonction de la charge en polluants, resp. en humidité).

Il faut effectuer un nettoyage minutieux avant de réceptionner l'installation de ventilation.

Dans le cas d'une installation d'air repris, il est essentiel de mesurer les débits d'air repris par les différentes bouches et le débit total par installation. Si des différences apparaissent par rapport au projet, il faut mesurer et apprécier la perméabilité de l'enveloppe, car les installations y sont très sensibles.

Les installations de ventilation simples demandent une réception bien planifiée, dont la mesure des débits d'air fourni et d'air repris dans les différents locaux, ainsi que l'évaluation de la situation acoustique sont des points essentiels.

Les débits d'air doivent être réglés selon chiffre 6.4.1. Une réception complète est possible dans un temps raisonnable en utilisant des instruments de mesure rationnels (p. ex. «Flowfinder»).

Un protocole de réception pour installation individuelle se trouve dans Garantie de performance, aération douce [1]. Pour les installations collectives, on utilisera le protocole de réception de la SICC.

Les compétences pour l'entretien seront déterminées au plus tard lors de la réception.

7.3 Instructions

Si on veut assurer un fonctionnement sûr et efficace – mais aussi pour gagner la confiance que l'utilisateur aura dans la solution choisie (prise de conscience des risques, perception de contrôle) – en particulier pour une installation mécanique, il est primordial de bien informer les propriétaires et les utilisateurs sur les fonctions «ventilation» de leur logement.

Dans le cadre des instructions, il faut discuter des thèmes suivants et donner par écrit une marche à suivre simple:

- Vitesses de l'installation de ventilation: utilité et fonctionnement.
- Ouverture des fenêtres en hiver, en particulier dormir la fenêtre ouverte.
- Sécheresse en hiver: réduction du renouvellement d'air, température ambiante adéquate (donner ou se référer à la fiche technique Humidificateurs de l'OFSP [2]), comportement pour des logements inoccupés en hiver (p. ex. vacances, changement de locataire, logement de vacances).
- Limites de l'installation de ventilation: odeurs extérieures, fumée, bâtonnets d'encens et autres charges massives, «aération party»).
- Fonctionnement en été et protection contre la chaleur estivale: arrêt de l'installation de ventilation, bypass d'été, rafraîchissement nocturne avec aération par les fenêtres, utilisation des installations de protection solaire.
- Zone d'air transférée: ne pas poser de tapis sous les fentes sous porte dans la zone de transfert.
- Entretien: expliquer les compétences (cf. liste annexe E). Démontrer l'échange de filtres. Donner des indications pour la manipulation des filtres (protection contre les contaminations, élimination).
- Comportement lors de problèmes de l'installation de ventilation.
- Comportement lors d'incidents (p. ex. accident chimique).
- Ventilation de cuisine: fonctionnement et le cas échéant utilisation de dispositifs de compensation d'air, ainsi que l'entretien des filtres.

7.4 Exploitation et entretien

Après la réception professionnelle, il faut entretenir les installations dans les règles de l'art et donc aussi les contrôler et les nettoyer à intervalles réguliers.

L'exploitation et l'entretien doivent être fait selon les directives SICC-SWKI VA 104-01. L'annexe E donne un exemple de procédure pour l'entretien d'une installation de ventilation simple. Il incombe à l'architecte, en collaboration avec l'ingénieur en ventilation, de faire un concept d'entretien analogue même pour les installations les plus simples.

Le cas échéant, les responsabilités (propriétaire, concierge) seront fixées lors de la réception de l'installation. Si des contrats de service sont conclus, alors il faudra aussi relever les responsabilités des entreprises mandatées.

Le propriétaire a la compétence pour le nettoyage et un éventuel remplacement. Cela signifie, que pour des installations individuelles dans des logements locatifs, les filtres doivent être changés par le propriétaire (resp. son représentant). Il est déconseillé de laisser les locataires se charger de changer les filtres.

Si les travaux de contrôle sont effectués par des non-spécialistes (c'est-à-dire pas spécialistes de la ventilation), un spécialiste devra instruire ces personnes. L'instructeur doit au minimum avoir achevé avec succès une formation en matière d'hygiène de catégorie B selon les directives SICC-SWKI VA 104-01.

Annexe A Espace nécessaire pour distribution secondaire

Dans un plafond suspendu (évent. canaux apparents)

Adéquat pour rénovations et transformations.

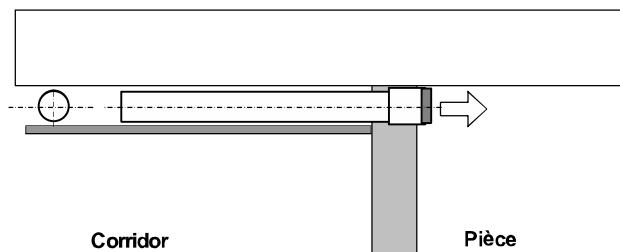
Diminution de la hauteur libre sous plafond d'env.

12 à 15 cm.

Accès possible par couvercle de révision.

Accès avec peu de moyen, même sans couvercle de révision.

Possibilité de placer des amortisseurs de bruit dans le faux-plafond.



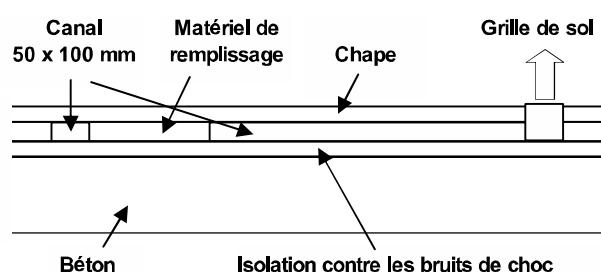
Dans le sol (sous chape)

Possible seulement avec des grilles de sol.

Hauteur supplémentaire du niveau du sol de 5 cm.

Pas d'affaiblissement du bruit de choc.

Remplacement des canaux nécessitant le remplacement de la chape.



Noyé dans la dalle en béton

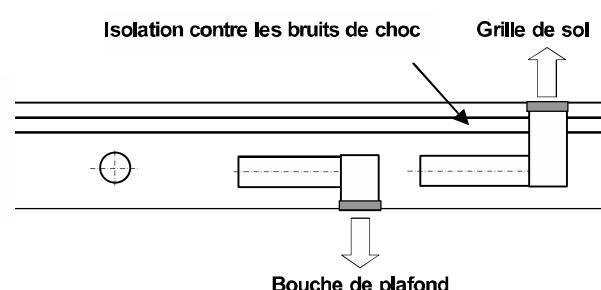
Dalle en béton min. 18 à 20 cm.

Les grilles de sol affaiblissent l'isolation contre les bruits de choc.

Pas de remplacement possible des canaux.

Éviter le croisement avec des conduites sanitaires.

Le nettoyage de boîte de distribution dans la dalle peut éventuellement s'avérer impossible.



Dans la façade

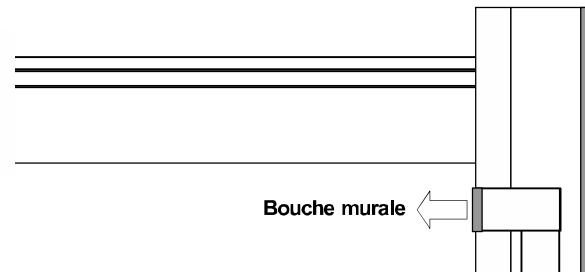
Évent, distribution compliquée, avec conduites longues.

Le nettoyage peut être difficile.

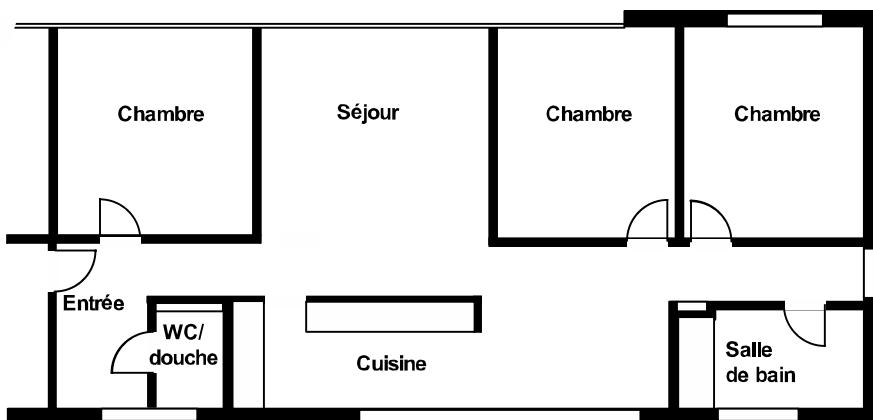
Recouvrement minimal des conduites avec env. 8 cm d'isolation thermique.

Remplacement des conduites à peine possible.

Pour construction en éléments préfabriqués, prêter attention à l'étanchéité des joints et aux tolérances.



Annexe B Exemple pour déterminer les débits d'air d'une installation de ventilation simple



Surface nette du logement: 110 m²

La pièce «séjour» est située dans la zone de transit.

Étape 1: débit minimal d'air fourni du logement

Comme aucun taux d'occupation particulier n'a été défini, le calcul se fait avec une occupation normale d'après chiffre 6.1.2 (tableau 8): 4 personnes.

D'après le tableau 11 (chiffre 6.4.1), pour 4 pièces et 4 personnes, on trouve un débit d'air fourni de 115 m³/h.

Étape 2: débit minimal d'air repris du logement

Valeurs selon chiffre 6.1.3, tableau 9:

| Pièce | m ³ /h |
|----------------|-------------------|
| Cuisine | 40 |
| Salle de bain | 40 |
| WC / douche | 40 |
| Total logement | 120 |

Étape 3: débit d'air déterminant

Le débit d'air repris est plus grand; il est donc déterminant.

Étape 4: répartition sur les pièces

Les débits d'air repris correspondent aux valeurs de l'étape 2.

Le débit d'air fourni peut être réparti équitablement entre les trois chambres, donc 40 m³/h par pièce. Une variante serait p. ex. que les trois chambres reçoivent 33 m³/h et le séjour env. 20 m³/h.

Annexe C Taux de renouvellement d'air pour aération par les fenêtres

C.1 Aération sur un seul côté

Débit d'air neuf à travers une ouverture rectangulaire (température = constante, ouverture à la française)

Lorsque l'aération est sur un seul côté, il se produit un flux bidirectionnel dans l'ouverture. L'approximation suivante est valable pour le débit entrant par une ouverture rectangulaire par suite de la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur:

$$\dot{V}_E = c_d \cdot H \cdot B \cdot \frac{1}{3} \sqrt{g \cdot H \cdot \frac{T_i - T_a}{T_a}} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

c_d coefficient de décharge ($\approx 0,6$)

H hauteur de l'ouverture (m)

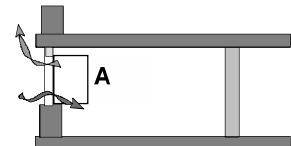
B largeur de l'ouverture (m)

A aire de l'ouverture = $H \times B$ (m^2)

g accélération terrestre (m/s^2)

T_i température de l'air intérieur (K)

T_a température de l'air extérieur (K)

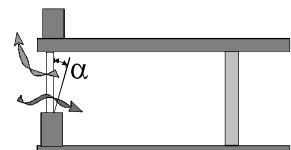


Cette formule est valable pour les conditions cadres simplifiées suivantes: T_a et aussi T_i sont constantes (post-chauffage dans le local, resp. la formule donne le débit instantané pour ces températures); le débit d'air entrant est fonction de T_a ; renouvellement d'air uniquement par suite de la différence de température (sans influence du vent).

Débit d'air neuf à travers une fenêtre en imposte

Le rapport entre le débit d'air et l'angle de l'ouverture est donné par le facteur $c_k(\alpha)$, comme rapport entre le débit effectif pour l'angle α et le débit par une ouverture rectangulaire de mêmes hauteur et largeur (voir la formule pour ouverture rectangulaire ci-dessus):

$$c_k(\alpha) = \frac{\dot{V}_{\text{fen. en imposte}}(\alpha)}{\dot{V}_{\text{fen. rectangul.}}} \quad (\text{sans dimension})$$



Suite à des mesures sur des fenêtres en imposte dont $H:B$ se situe de 1 à 2, on peut donner pour $c_k(\alpha)$ l'approximation suivante:

$$c_k(\alpha) = 2,60 \cdot 10^{-7} \cdot \alpha^3 - 1,19 \cdot 10^{-4} \cdot \alpha^2 + 1,86 \cdot 10^{-2} \cdot \alpha$$

| α en ° | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 45 | 60 | 90 | 180 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $c_k(\alpha)$ | 0,00 | 0,09 | 0,17 | 0,25 | 0,33 | 0,39 | 0,46 | 0,62 | 0,74 | 0,90 | 1,0 |

Ordre de grandeur: pour une fenêtre en imposte de 1,3 m de hauteur et de 1 m de largeur, avec un ratio d'air neuf de 30 m^3/h et des températures extérieures de -5°C à 10°C , l'angle nécessaire n'est que de 2° , ce qui correspond à une ouverture de 45 mm au bord supérieur de la fenêtre.

C.2 Aération traversante

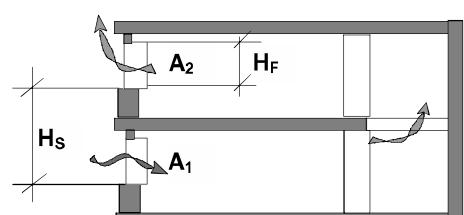
La formule suivante est valable pour l'aération traversante par deux fenêtres ouvertes à des étages différents (avec les aires respectives $A = A_1 = A_2$); c'est le rapport entre le débit d'air neuf \dot{V}_Q par suite de différences de température entre l'intérieur et l'extérieur (effet de cheminée) et le renouvellement d'air par aération sur un seul côté \dot{V}_E avec l'aire A :

$$\frac{\dot{V}_Q}{\dot{V}_E} = k \cdot \sqrt{\frac{H_s}{H_F}}$$

H_s différence de niveau entre les deux fenêtres (m)
 H_F hauteur de chacune des ouvertures (m)

$k = 3,0$ pour ouvertures rectangulaires

$k = 3,3$ pour fenêtres en imposte



Influence de la surface des ouvertures

Pour des conditions de pression données, le débit possible est déterminé par la plus petite des ouvertures. En comparaison avec le cas de deux ouvertures de même taille ($A_1 = A_2$), si on agrandit une seule ouverture (p. ex. A_2 dans l'exemple ci-dessus), le débit peut au plus être augmenté d'un facteur 1,4.

Annexe D Fente sous porte comme bouche d'air transféré

Dans la plupart des aérations de logements, l'air circule d'une pièce à l'autre par une fente sous la porte. On ne peut donc pas y poser de seuil tombant (seuil «Planet») et il faut informer les occupants qu'il ne faut pas mettre de tapis dans ou devant ces ouvertures. Cette solution est gratuite et sans entretien.

Il est possible d'appliquer cette solution pour le transfert si les conditions suivantes sont remplies:

- Le flux de décharge ne doit pas être dirigé vers une zone occupée en permanence.
- La diminution de l'indice d'affaiblissement acoustique de la porte sans seuil tombant doit être acceptée.
- Aucune protection contre la lumière n'est nécessaire.

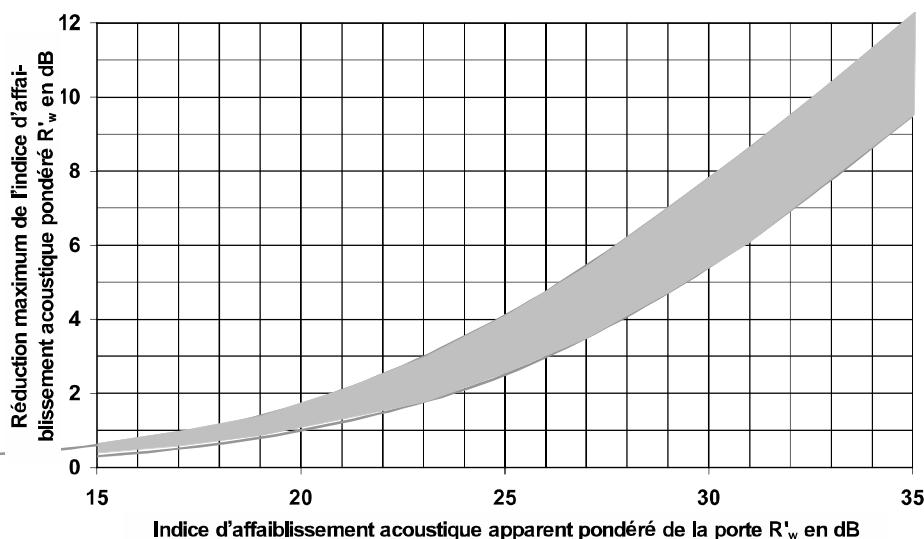
La figure ci-dessous montre la diminution de l'indice d'affaiblissement acoustique de portes lorsqu'on renonce au seuil tombant. Pour de simples portes, cette diminution est à peine perceptible.

Cette diminution de l'indice d'affaiblissement acoustique est rarement acceptée pour des locaux à hautes exigences ou des locaux spéciaux comme les salles de musique ou de thérapie. Dans ces cas, des bouches d'air avec absorbant acoustique sont nécessaires.

Le débit d'air typique d'un flux allant d'une chambre vers le corridor est d'environ $30 \text{ m}^3/\text{h}$. Pour cela, la hauteur de la fente doit être de 5 à 10 mm.

Les débits sont en général plus élevés pour les flux allant du corridor vers les salles d'eau. Il faut alors prévoir des fentes plus hautes ou, le cas échéant, poser une grille de transfert.

Diminution de l'indice d'affaiblissement acoustique d'une porte avec une fente de 5 à 10 mm de hauteur



Annexe E Liste de contrôle pour l'entretien

Liste de contrôle pour le fonctionnement hygiénique et l'entretien de ventilation d'habitation; exemple d'une ventilation mécanique simple (installation individuelle).

Chaque année en été

| Point | Partie de l'installation | Actions, mesures | Responsable |
|-------|---|---|-------------|
| 1.1 | Bouches air neuf et air rejeté | Contrôler encrassement, état et corrosion. Nettoyer, le cas échéant identifier la cause. | |
| 1.2 | Échangeur de chaleur sol-air | Contrôler eau stagnante et encrassement visible. Nettoyer, le cas échéant identifier la cause. Contrôler écoulement pour eau de condensation. Remplir siphon. | |
| 1.3 | Filtres à air | Contrôler encrassement et état (fuites inadmissibles), le cas échéant identifier la cause. Contrôler pression différentielle / manomètres différentiels. Le cas échéant remplacer les filtres et éliminer. | |
| 1.4 | Bypass d'été (dans l'appareil de ventilation) | Un jour chaud: contrôler ouverture; le cas échéant identifier la cause. | |
| 1.5 | Protection contre le gel et réchauffeur d'air | Contrôler si totalement arrêté (aussi éventuelles pompes de circulation); le cas échéant identifier la cause. | |

Chaque année en hiver

| Point | Partie de l'installation | Actions, mesures | Responsable |
|-------|---|--|-------------|
| 1.11 | Filtres air fourni, 1 ^{er} étage | Remplacer filtre et éliminer. Contrôler si mouillé, le cas échéant identifier la cause. | |
| 1.12 | Filtres air repris | Remplacer filtre et éliminer. | |
| 1.13 | Appareil de ventilation | Contrôler encrassement, état, corrosion et formation d'eau de tous les éléments (ventilateur, récupération de chaleur, réchauffeur d'air, clapets, caisson). Nettoyer, le cas échéant identifier la cause. | |
| 1.14 | Écoulement de la condensation | Contrôler écoulement. Remplir siphon. | |
| 1.15 | Bypass d'été | Contrôler fermeture, le cas échéant identifier la cause. | |
| 1.16 | Protection contre le gel | Par température supérieure à 0°C: contrôler si arrêté; le cas échéant identifier la cause. | |
| 1.17 | Commande/réglage | Test des étapes de fonctionnement: évaluation qualitative de la fonction de commande; le cas échéant contrôle détaillé par entreprise spécialisée ou par fournisseur. | |

Tous les 2 ans

| Point | Partie de l'installation | Actions, mesures | Responsable |
|-------|--|--|-------------|
| 2.1 | Filtres air fourni, 2 ^{ème} étage | Remplacer filtre et éliminer. | |
| 2.2 | Bouches air fourni et air repris | Contrôler encrassement. Nettoyer. Si très encrassé, identifier la cause. Attention: ne pas modifier le réglage des cônes des soupapes d'aspiration d'air repris (c.-à-d. ne pas tourner ou démonter les cônes). | |
| 2.3 | Bouches d'air transféré | Contrôler fonctionnement et encrassement. Nettoyer. Si très encrassé, identifier la cause. Fente sous porte: contrôler qu'aucun tapis ne bouche l'ouverture par porte fermée. Le cas échéant, informer occupants. | |
| 2.4 | Conduits d'air | Contrôler encrassement fort par sondage à des endroits bien accessibles (p. ex. bouches ou raccord à un appareil). Le cas échéant, inspecter et nettoyer, identifier la cause. | |

Logements locatifs: tous les 6 ans

Logements privés: au plus tard tous les 10 ans

Ces travaux doivent être effectués par des entreprises spécialisées. Le nettoyage et la remise en état se fait pour chaque point selon les besoins.

| Point | Partie de l'installation | Actions, mesures | Responsable |
|-------|---|--|-------------|
| 3.1 | Bouches air neuf et air rejeté * | Inspecter | |
| 3.2 | Échangeur de chaleur sol-air* | Inspecter l'échangeur dans son entier, le cas échéant au moyen d'une caméra pour inspection des canalisations. | |
| 3.3 | Appareil de ventilation * | Inspecter et contrôler le fonctionnement. | |
| 3.4 | Distribution de l'air, y.c. bouches air fourni et air repris * | Inspecter plusieurs tuyaux, le cas échéant avec une caméra pour inspection des canalisations. Inspecter toutes les bouches air fourni et air repris. | |
| 3.5 | Réglage des débits d'air | Mesurer les débits d'air totaux (air fourni et air repris). Contrôler le réglage mécanique des organes de réglage (p. ex. diaphragme, bouches d'air fourni et d'air repris). Mesurer les débits d'air dans au moins 50% des locaux. Si différence avec les valeurs nominales, alors mesurer les débits dans tous les locaux et régler à nouveau. | |
| 3.6 | Commande/réglage | Contrôler fonctionnement régulation: vitesses de fonctionnement, bypass d'été, protection contre le gel, évent. post-chauffage. | |
| 3.7 | Contrôle de la propreté et de la capacité de fonctionnement de toute l'installation, resp. de ses composantes | Si des points 3.1 à 3.4 y compris, des défauts quant à l'hygiène ont été relevés, un contrôle et une appréciation sont effectués par une personne spécialisée dont la formation en hygiène est de catégorie A. | |

* La personne qui exécute ces tâches doit au minimum avoir achevé avec succès une formation en hygiène de catégorie B.

Annexe F Exigences élémentaires et erreurs à éviter

Les points énumérés ci-dessous se retrouvent dans la partie principale du cahier technique.

Les indications ci-dessous reposent sur l'observation d'installations défectueuses. La non prise en compte de ces indications élémentaires doit être considérée comme un défaut.

- F.1 L'air neuf ne doit pas être pris au niveau du sol ou dans un puits de lumière.
- F.2 Par principe, il faut filtrer l'air neuf d'installation de ventilation mécanique. Une installation de ventilation simple demande au minimum un filtre fin de classe F7.
- F.3 L'air ne doit parcourir un filtre que dans un seul sens. Un flux qui change de sens n'est pas acceptable du point de vue de l'hygiène.
- F.4 Les filtres sont à usage unique. Un filtre ne doit jamais être nettoyé ou lavé, car il perd alors presque toute son efficacité et lors de la manipulation, des personnes peuvent être contaminées.
- F.5 Tous les éléments d'une installation doivent pouvoir être nettoyés ou remplacés.
- F.6 L'eau ne doit pouvoir stagner dans aucun élément. Il faut continuellement vidanger les éléments dans lesquels il peut y avoir de l'eau (p. ex. échangeur de chaleur sol-air à grande inertie).
- F.7 Les installations et leurs éléments ne doivent pas amoindrir la protection contre le bruit au point que les exigences de la norme SIA 181 ne soient plus respectées. Il faut veiller en particulier aux éléments qui permettent un lien direct entre l'intérieur et l'extérieur (p. ex. appareil de ventilation par local, bouches d'air neuf d'installations d'air repris). C'est pourquoi il faudra informer à temps l'acousticien sur l'installation prévue et lui fournir les données sur les produits.
- F.8 Si un foyer se trouve à l'intérieur de l'enveloppe du bâtiment, aucune installation de ventilation (p. ex. hotte) ne doit produire de dépression qui peut perturber ce foyer.
- F.9 Aucune installation de ventilation ne doit permettre le transfert d'air d'un logement à un autre.
- F.10 Les débits d'air des installations mécaniques doivent être réglés et mesurés par local. Ces mesures font l'objet d'un rapport.
- F.11 Il faut instruire les utilisateurs.
- F.12 Il faut remettre une documentation avec des instructions détaillées sur le fonctionnement.

Annexe G Citations tirées de normes et de prescriptions

Norme SIA 180 (1999)

- 3.1.1.1 En principe, l'enveloppe du bâtiment doit être étanche à l'air.
- 3.1.4.3 L'étanchéité entre la zone habitée et les caves ou le sol doit être particulièrement soignée dans les régions où le risque d'exposition au radon est élevé.
- 3.3.1.2 L'architecte – le cas échéant d'entente avec l'ingénieur en ventilation – est tenu d'établir, dès l'avant-projet, le mode de ventilation. Les variantes principales à évaluer sont les suivantes:
 - ventilation naturelle avec intervention de l'occupant
 - extraction mécanique avec apport d'air
 - ventilation mécanique à double flux
- 3.3.1.5 Il faut choisir un système de ventilation mécanique s'il y a doute quant à la capacité de la ventilation naturelle, assistée par l'occupant, d'assurer le débit souhaité pendant toute la durée de vie du bâtiment.
- 3.3.3.1 Il est recommandé de poser des ouvertures de ventilation à régulation automatique (de type à débit constant ou hygro-réglables) dans les bâtiments à ventilation exclusivement naturelle, en particulier dans les immeubles à appartements.
- 3.3.3.2 Il est nécessaire de poser des entrées d'air dans l'enveloppe de tous les espaces équipés de ventilation par extraction. Ces entrées d'air doivent se fermer automatiquement en cas d'arrêt de l'extraction.

Norme SIA 416/1 (2007)

- 2.2.1.1 L'enveloppe thermique du bâtiment doit être thermiquement isolante et étanche à l'air.
- 2.2.1.5 Les locaux sans chauffage actif situés à l'intérieur de l'enveloppe thermique du bâtiment doivent être étanches à l'air vers l'extérieur. Ceci est particulièrement valable pour les séchoirs et les chaufferies. Les séchoirs seront équipés d'installations de déshumidification de l'air ou de séchoirs à linge. Dans les chaufferies situées à l'intérieur de l'enveloppe thermique, l'air nécessaire à la combustion sera introduit directement dans le brûleur. Si la cage d'escalier et/ou la cage d'ascenseur se trouvent à l'intérieur de l'enveloppe thermique, cette ou ces cages seront fermées vers le haut de manière étanche à l'air conformément aux exigences de la norme SIA 180. Il faut en particulier que les éventuels exutoires de fumées soient fermés par des clapets mécanisés.

Ordonnance sur la radioprotection (ORaP) du 22 juin 1994 (RS 814.501)

Art. 110 Valeurs limites et valeur directrice

- ¹ La valeur limite applicable aux concentrations de gaz radon dans les locaux d'habitation et de séjour est de 1000 becquerels par mètre cube (Bq/m^3) en moyenne par année.
- ⁴ Pour autant que des travaux de construction simples permettent de l'atteindre, la valeur directrice de $400 Bq/m^3$ est applicable en matière de construction ou de transformation de bâtiments (art. 114) ainsi que d'assainissement de bâtiments (art. 113 et 116).

Remarque: le non-respect de cette valeur directrice est considéré comme un défaut de l'ouvrage, sauf si le respect de ces mesures n'est pas possible au moyen de simples mesures constructives. Le non-respect des valeurs limites est dans tous les cas considérés comme un défaut de l'ouvrage. Plan juridique: comparer aussi [13].

Annexe H Publications

Publications de la SIA

| | |
|------------------------|---|
| Norme SIA 180 (1999) | Isolation thermique et protection contre l'humidité dans les bâtiments |
| Norme SIA 181 (2006) | Protection contre le bruit dans le bâtiment |
| Norme SIA 380/1 (2007) | Énergie thermique dans le bâtiment |
| Norme SIA 382/1 (2007) | Installations de ventilation et de climatisation – Bases générales et performances requises |
| Norme SIA 384/1 (2008) | Installations de chauffage dans le bâtiment – Bases générales et performances requises |

Normes et directives d'autres associations suisses

| | |
|---------------------|---|
| SICC-SWKI VA 101-01 | Classification, méthodes de test, et utilisation de filtres à air |
| SICC-SWKI VA 104-01 | Exigences hygiéniques pour les installations et appareils aéroliques |
| VKF-AEAI 26-03d | Directive 26-03f. Installations aéroliques. Association des établissements cantonaux d'assurance contre l'incendie, Berne |
| VKF-AEAI FAQ 26-001 | FAQ 26-001f: Définition de la zone de cuisson. Association des établissements cantonaux d'assurance contre l'incendie, Berne |
| VKF-AEAI FAQ 26-006 | FAQ 26-006f: Compartiments coupe-feu groupés dans les bâtiments administratifs, les établissements hébergeant des personnes et les bâtiments d'habitation – Sur plusieurs niveaux ou un seul? Association des établissements cantonaux d'assurance contre l'incendie, Berne |
| VKF-AEAI FAQ 26-007 | FAQ 26-007f: Raccordement des hottes de cuisine au système de ventilation. Association des établissements cantonaux d'assurance contre l'incendie, Berne |
| VKR RL 02 | Conduites pression enterrées en polyéthylène PE 80 et PE 100, guide et directives. Association tubes et raccords en matières plastiques (Verband Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile VKR) |
| VKR RL 03 | Erdverlegte, drucklos betriebene Rohrleitungen aus Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) und Polyvinylchlorid (PVC-U), Leitfaden und Verlegerichtlinien. Verband Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile (VKR) |

Normes et directives européennes

| | |
|--------------------|--|
| SN EN 308 | Échangeurs thermiques – Procédures d'essai pour la détermination de la performance des récupérateurs de chaleur air/air et air/gaz |
| SN EN 12599 | Ventilation des bâtiments – Procédures d'essai et méthodes de mesure pour la réception des installations de ventilation et de climatisation installées |
| SN EN 12792 | Ventilation pour bâtiments – Symboles, terminologie et symboles graphiques |
| SN EN 13141-1 à -8 | Ventilation des bâtiments – Essais des performances des composants/produits pour la ventilation des logements – Partie 1: Dispositifs de transfert d'air montés en extérieur et en intérieur Partie 2: Bouches d'air d'évacuation et d'alimentation Partie 3: Hottes de cuisine pour utilisation domestique Partie 4: Ventilateurs utilisés dans les systèmes de ventilation des logements Partie 5: Extracteurs statiques et dispositifs de sortie en toiture Partie 6: Kits pour systèmes de ventilation par extraction pour logement individuel Partie 7: Centrales double flux (y compris la récupération de chaleur) pour les systèmes de ventilation mécanique utilisés en logements individuels Partie 8: Essais des performances des bouches de soufflage et d'extraction (y compris la récupération de chaleur) pour les systèmes de ventilation mécaniques non raccordés prévus pour une pièce |
| SN EN 13779 | Ventilation dans les bâtiments non résidentiels – Exigence de performances pour les systèmes de ventilation et de conditionnement d'air |

| | |
|--------------|---|
| SN EN 14134 | Ventilation des bâtiments – Essai de performances et contrôles d'installation des systèmes de ventilation résidentiels |
| CEN/TR 14788 | Ventilation des bâtiments – Conception et dimensionnement des systèmes de ventilation résidentiels |
| SN EN 15239 | Ventilation des bâtiments – Performance énergétique des bâtiments – Lignes directrices pour l'inspection des systèmes de ventilation |
| SN EN 15241 | Ventilation des bâtiments – Méthodes de calcul des pertes d'énergie dues à la ventilation et à l'infiltration dans les bâtiments commerciaux |
| SN EN 15242 | Ventilation des bâtiments – Méthodes de calcul pour la détermination des débits d'air dans les bâtiments y compris l'infiltration |
| SN EN 15251 | Critères d'ambiance intérieure pour la conception et évaluation de la performance énergétique des bâtiments couvrant la qualité de l'air intérieur, la thermique, l'éclairage et l'acoustique |
| prEN 15665 | Ventilation des bâtiments – Détermination des critères de performance pour la conception des systèmes de ventilation résidentielle |

Autres sources

- [1] Garantie de performance, aération douce. SuisseEnergie, 2007
Comprend: aide au dimensionnement, garantie de performance et procès verbal de mise en service.
Téléchargement: <http://www.minergie.ch/fr/index.php?service-1.3>
- [2] Humidificateurs, fiche d'information. Office fédéral de la santé publique OFSP, division produits chimiques, Berne
- [3] Office fédéral de la santé publique OFSP: Manuel suisse du radon (classeur bleu), Guide technique à l'attention des professionnels du bâtiment, des communes, cantons et propriétaires. Berne, 2007. No d'article 311.346.f, distribution: Office fédéral des constructions et de la logistique OFCL, Berne
téléchargement: [> Documentation](http://www.ch-radon.ch)
- [4] Minergie, Systèmes d'aération standard, MINERGIE, Berne, 2005
- [5] Huber, H., Mosbacher R.: Wohnungslüftung, Faktor-Verlag, Zürich, 2006
- [6] Hässig W., Primas A.: Ökologische Aspekte der Komfortlüftung im Wohnbereich. Schlussbericht. Basler & Hofmann AG, Zürich, 2004
- [7] Dorer V., Pfeiffer A.: Energieeffiziente Abluftsysteme (ENABL). Schlussbericht. EMPA, Dübendorf, 2002
- [8] Huber H., Plüss I.: Küchenabluf in Wohnungen. AWEL, Zürich, 2005
- [9] Frei B.: Feuchte in Niedrigenergiebauten. Schlussbericht. HTA Luzern, Horw, 2007
- [10] Coutalides R, et al.: Luftqualität in Bauten mit tiefem Energieverbrauch. Schlussbericht. Bau- und Umweltchemie AG, Zürich, 2007
- [11] Formaldéhyde dans l'air à l'intérieur des bâtiments: Liste 1 des toxiques, Liste des substances toxiques. Office fédéral de la santé publique OFSP, division produits chimiques, Berne (publication annuelle)
- [12] PCB: Valeur indicative pour les PCB dans l'air à l'intérieur des bâtiments. Office fédéral de la santé publique OFSP, division produits chimiques, Berne, 2002
- [13] OFSP: Informations juridiques pour agents immobiliers et professionnels du bâtiment, Berne, 2006.
Numéro d'article: 311.350.f, distribution: Office fédéral des constructions et de la logistique, OFCL, Berne
téléchargement: [> Documentation](http://www.ch-radon.ch)

| | |
|-----------------|---|
| Auteurs (2004) | Dr. Peter Hartmann, dipl. Masch.-Ing. ETH/SIA, Effretikon Heinrich Huber, dipl. HLK-Ing. FH, HTA Luzern, Horw |
| Révision (2007) | Viktor Dorer, dipl. Masch.-Ing. ETH, EMPA, Dübendorf Heinrich Huber, dipl. HLK-Ing. FH, FHNW, Muttenz Andreas Pfeiffer, dipl. HLK-Ing. FH, Reuss Engineering AG, Dietlikon |
| Experts | Alfred Freitag, dipl. Textil-Ing. STF, Belimo Automation, Hinwil Christoph Gmür, dipl. Masch.-Ing. ETH/SIA, AWEL, Abt. Energie, Zürich Bruno Hari, dipl. El.-Ing. HTL, Minergie Agentur Bau, Bern (2004) Dr. Werner Hässig, dipl. Masch.-Ing. ETH/SIA, hässig sustech services, Uster Kurt Hildebrand, dipl. HLK-Ing. FH/SIA, Illnau Robert Joss, SIEGENIA-AUBI AG, Uetendorf (2004) Donato Lepori, SM-HEAG Klimatechnik AG, Effretikon Maurizio Lot, Techniker TS Heizung/Klima, suissetec, Zürich Christophe Mercier, arch. dipl. EPFZ/SIA, Epalinges Karl Viridén, dipl. Arch. FH, Viridén + Partner, Zürich (2004) Roger Waeber, dipl. Natw. ETH/SIA, Bundesamt für Gesundheit BAG, Abt. Chemikalien, Bern Frank Täschler, Techniker, Cesovent AG, Rudolfstetten (2007) Kurt Tiefenauer, Masch.-Ing. HTL, WESCO AG, Wettingen (2007) Benno Zurfluh, dipl. HLK-Ing. FH, Zurfluh Lottenbach, Luzern (2007) |

Adoption et validité

La Commission centrale des normes et règlements de la SIA a adopté le présent cahier technique SIA 2023 le 22 novembre 2007.

Il est valable à partir du 1^{er} juin 2008.

Il remplace le cahier technique SIA 2023 du 1^{er} juillet 2004.

Copyright © 2008 by SIA Zurich

Tous les droits de reproduction, même partielle, de copie intégrale ou partielle (photocopie, microcopie, CD-ROM, etc.), d'enregistrement sur ordinateur et de traduction sont réservés.