

EDITION

MINERGIE®

Heinrich Huber

Ventilation de confort



Edition Minergie, Berne 2010
Heinrich Huber: Ventilation de confort
Coordination de la version française: Bureau EHE Sàrl, 1700 Fribourg
Traduction: E+B Concept, Christophe Brunner, 1143 Apples: Catherine & Christophe Brunner
ISBN:

Commande

Contenu

0.	Introduction	3
1.	 Systèmes de ventilation des habitations	4
1.1	Ventilation naturelle	4
1.2	Installation d'air repris	6
1.3	Installation de ventilation simple (ventilation de confort)	7
1.4	Appareil de ventilation par local	8
1.5	Installation avec chauffage de l'air (chauffage à air chaud)	9
1.6	Choix du système	10
2.	Données de base et exigences concernant la ventilation de confort	12
2.1	Normes et directives les plus importantes	12
2.2	Qualité de l'air ambiant	12
2.3	Bruit	14
2.4	Hygiène	15
2.5	Exigences constructives	15
2.6	Protection contre l'incendie	16
2.7	Concept énergétique	17
2.8	Exigences élémentaires et erreurs à éviter	17
3.	Démarche et concept de base	18
3.1	Démarche	18
3.2	Possibilités et limites de la ventilation de confort	18
3.3	Coordination interdisciplinaire	18
3.4	Principe de l'installation	19
3.5	Disposition	22
4.	Cheminement de l'air, débits et conditions de pression	24
4.1	Cheminement de l'air dans le logement	24
4.2	Débits d'air	24
4.3	Circulation de l'air ambiant	27
4.4	Ouvertures d'air transféré	29
4.5	Points d'extraction d'air particuliers	30
4.6	Foyer dans le logement	31
5.	Distribution de l'air	32
5.1	Systèmes de distribution	32
5.2	Type de conduites	36
5.3	Isolation thermique	38
5.4	Réglages et mesures	39
6.	Traitement de l'air	41
6.1	Appareils de ventilation avec récupération de chaleur	41
6.2	Evaluation énergétique d'appareils et d'installations avec récupération de chaleur	44
6.3	Appareils de ventilation avec pompe à chaleur montée sur l'air repris	50
6.4	Ventilateurs et énergie électrique pour le transport de l'air	54
6.5	Filtration	55

7.	Bruit et protection acoustique	57
7.1	Exigences générales	57
7.2	Calcul de l'ensemble de l'installation	59
7.3	Transmission de bruit d'une pièce à l'autre	62
8.	Echangeur de chaleur sol-air à grande inertie	63
8.1	Echangeur de chaleur sol-air	63
8.2	Echangeur de chaleur sol-saumure	68
9.	Exécution et exploitation	70
9.1	Installation et mise en exploitation	70
9.2	Réception et documentation	70
9.3	Instruction	71
9.4	Entretien	71
10.	Hotte de cuisine	73
10.1	Exigences et données de base	73
10.2	Aération renforcée de la cuisine par la fenêtre	76
10.3	Hotte de cuisine à recyclage d'air avec filtre à charbon actif	76
10.4	Hotte d'aspiration rejetant l'air	76
10.5	Raccordement de la hotte à l'installation de ventilation de confort	79
10.6	Solution combinée air recyclé/air rejeté	80
11.	Marché, expériences et questions	81
11.1	Marché	81
11.2	Expériences	81
11.3	Questions fréquentes	82
12.	Indications concernant des installations particulières	85
12.1	Installations d'air repris avec bouches d'air neuf	85
12.2	Appareil de ventilation par local	87
12.3	Chauffage à air chaud	87
12.4	Ventilation lors d'assainissement dû au radon	90
13.	Annexe	93
13.1	Abréviations et notions	93
13.2	Bibliographie et sources	93
13.3	Internet	96

0. Introduction

Dans le domaine du logement, les exigences concernant le confort et la santé sont en constante augmentation. Les constructions neuves doivent répondre à un standard énergétique et écologique de plus en plus élevé. Pour satisfaire à ces exigences, il est nécessaire d'équiper les bâtiments neufs avec une ventilation contrôlée, réglable en fonction des besoins. Une ventilation incontrôlée, laissée au hasard, n'est plus suffisante.

Le premier chapitre présente succinctement et compare les différents systèmes de ventilation pour les habitations. Les chapitres suivants traitent avant tout de la conception de la ventilation de confort dans les logements. Cette publication n'est pas un manuel général d'enseignement des techniques de ventilation. Il ne traite que des sujets dont il faut particulièrement tenir compte pour la ventilation de logements. Des notions de

base telles que, par exemple, le calcul de perte de charge, sont considérées comme acquises.

Les exigences concernant la ventilation de logement évoluent constamment. Ainsi, de nouvelles normes, directives et recommandations, également valables pour la ventilation des habitations, sont en cours d'élaboration.

Utilisation de ce manuel

Il est conseillé de commencer la lecture par les paragraphes indiqués comme étant relatifs aux connaissances de base. Celles-ci sont utiles aux architectes et conseillers en énergie qui s'occupent du choix du système, de la conception et des exigences constructives préalables. Les autres parties de ce manuel sont destinées aux spécialistes qui font le projet de l'installation et la calculent.

Les connaissances de base sont signalées par une barre grise dans la marge.

Définition du terme ventilation de confort (= installation de ventilation simple (avec air fourni et air repris) selon définition SIA 2023-2008)

Le terme de ventilation de confort est souvent utilisé, mais n'est pas défini dans une norme. Dans la présente publication, on le comprend comme une installation de ventilation simple, de qualité élevée, répondant aux exigences suivantes:

- Le débit masse d'air fourni et d'air repris sont égaux. Le réglage des ventilateurs maintient les débits massiques aux valeurs requises, indépendamment des conditions météorologiques ou de l'état des filtres.
- Les débits d'air sont ajustables pour chaque local. Dans les chambres à coucher et les séjours, il est possible de régler le débit d'air fourni entre 20 et 35 m³/h.
- La commande à distance permettant de choisir le régime, se trouve dans le logement. Il y a au moins deux vitesses, trois sont mieux.
- Les filtres pour l'air fourni sont de classe F7. Si l'air extérieur est très chargé en particules fines, il est nécessaire selon SIA 382/1 de recourir à un filtre encore plus fin.
- Dans le but d'obtenir la meilleure qualité hygiénique possible de l'air, la prise d'air neuf est placée de façon optimale en respectant les spécificités de l'objet.
- Toutes les parties de l'installation peuvent être inspectées et nettoyées.

- Le niveau de pression acoustique produit par l'installation de ventilation se monte au maximum à 25 dBA dans les chambres à coucher et le séjour. Si l'environnement est calme ou les exigences élevées, le niveau doit, le cas échéant, être encore moins élevé. Ces exigences sont valables aussi bien de jour que de nuit.
- Le récupérateur de chaleur (abrégié RC) a une efficacité thermique d'au moins 80 %. Les échanges de chaleur parasites ne doivent pas réduire le rendement de la RC de plus de 10 %.
- La puissance électrique absorbée spécifique se situe au maximum à 0,34 W/(m³/h).
- Les ouvertures d'air transféré internes au logement ont une perte de charge d'au maximum 3 Pa.
- Les utilisateurs ont été instruits et disposent d'instructions de service.
- La maintenance et l'entretien sont réglés. Pour des installations neuves, les filtres de rechange sont fournis pour au moins une année; les coordonnées du fournisseur des filtres se trouvent dans les instructions.
- La ventilation n'a pas de fonction de chauffage.
- Les exigences du cahier technique SIA 2023 sont respectées (débits d'air repris, fuites, etc.).

1. Systèmes de ventilation des habitations



Le livre *Wohnungslüftung* (n'existe qu'en allemand) fournit des informations plus approfondies et des détails pour la conception. Faktor Verlag, Zürich, 2006.

La norme SIA 180 /SIA 180/ exige une enveloppe étanche à l'air. Il est donc nécessaire d'apporter de l'air extérieur, afin d'éviter que les émissions nocives ou les odeurs s'accumulent et que l'humidité de l'air ambiant soit trop élevée. La réalisation d'un système de ventilation adapté revient au responsable de projet, donc en général l'architecte. Le choix du système devrait se faire en concertation avec le maître de l'ouvrage, ainsi qu'avec les spécialistes en énergie ou en technique du bâtiment.

Comme son titre l'indique, le cahier technique SIA 2023 Ventilation des habitations /SIA 2023/ concerne uniquement les logements. Il sert de guide pour le choix du système et le dimensionnement. La dénomination des systèmes présentés dans ce chapitre correspond à ceux évoqués dans SIA 2023.

Le standard Minergie demande aussi un renouvellement d'air contrôlé. Cela laisse le choix entre différentes solutions, décrites dans la brochure Bâtiments d'habitation: Systèmes d'aération standard / Mine 08/. Le système le plus répandu dans le standard Minergie est la ventilation simple (avec air fourni et air repris).

1.1 Ventilation naturelle

La ventilation naturelle fonctionne grâce aux écarts de pression engendrés par des différences de masse volumique et par le vent. Sur le Plateau suisse, les différences de pression naturelles sont petites (le plus souvent inférieures à 10 Pa) et irrégulières. Il n'existe pas de recette simple pour garantir un apport d'air suffisant avec une ventilation naturelle. Il faut donc trouver des solutions spécifiques à chaque fois.

La ventilation naturelle n'offre que des avantages réduits en comparaison avec une ventilation mécanique:

- L'isolation acoustique contre le bruit en provenance de l'extérieur est moindre.
- En hiver, la température de l'air fourni

est celle de l'air extérieur, ce qui peut influencer négativement le confort thermique.

- En été, s'il est pris sur une façade ensoleillée, l'air fourni peut avoir une température nettement supérieure à celle de l'air extérieur et induire des charges thermiques supplémentaires.

- Il n'est pas possible d'installer des filtres. Les polluants (ozone, oxydes d'azote, particules fines) pénètrent directement dans les locaux.

- Le taux de renouvellement d'air dépend fortement du vent et de la température extérieure.

- Il n'est pas possible d'installer une récupération de chaleur.

Pour qu'une installation d'aération fonctionne correctement, il faut qu'elle soit entretenue. Cela ne vaut pas seulement pour les installations mécaniques, mais aussi pour tous les systèmes de ventilation naturelle.

1.1.1. Aération par les fenêtres

Une aération non contrôlée par les fenêtres ne suffit pas pour atteindre le standard Minergie. Par contre, elle complète très bien une installation mécanique. Quel que soit le système de ventilation, il est en tout temps possible d'ouvrir les fenêtres, p. ex. si l'on désire un contact acoustique direct avec l'extérieur. On distingue deux types d'aération: celle qui est sur un seul côté et la traversante. Cette dernière fonctionne essentiellement grâce au vent, alors que l'aération unilatérale s'appuie uniquement sur la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur. Une fenêtre basculante courante (hauteur 1,3 m, largeur 1m) avec une ouverture supérieure de 40 à 50 mm, donne en hiver un débit d'air de l'ordre de 30 m³/h.

Avantages

- Investissements limités.
- Peu de frais d'entretien.
- Grâce aux grandes surfaces ouvrantes,

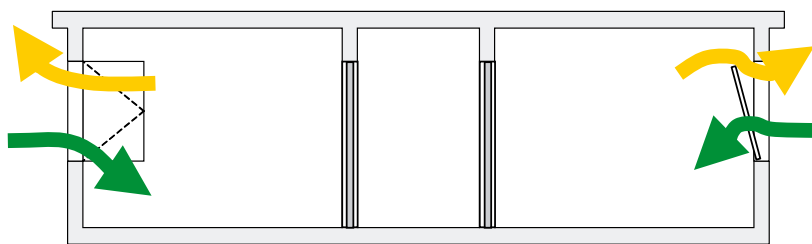


Fig. 1-1: Aération sur un seul côté: ouverture à la française (gauche) et fenêtre basculante

le taux de renouvellement d'air est élevé, même lorsque la différence de pression est très faible. Les fenêtres se prêtent donc bien à une aération intensive courte ou pour le rafraîchissement nocturne.

- Le risque d'encrassement des parties en contact avec l'air est modéré.

Inconvénients

Les mêmes désavantages que la ventilation naturelle, mais en plus:

- La protection contre les effractions est moindre lorsque la fenêtre est ouverte.
- La protection contre les intempéries est limitée lorsque la fenêtre est ouverte.
- Le comportement de l'utilisateur est déterminant quant à la qualité de l'air ambiant et les pertes thermiques dues à l'aération. Par exemple, une fenêtre basculante continuellement ouverte peut entraîner des pertes de chaleur importantes.
- Le fonctionnement typique en séquences d'ouverture successives a pour conséquence une qualité irrégulière de l'air ambiant.

Limites d'application

Selon la norme SIA 382/1, l'aération par les fenêtres n'est pas adaptée pour les conditions extérieures suivantes:

- Lorsque l'exposition au bruit venant de l'extérieur est trop importante. D'après l'Ordonnance fédérale sur la protection contre le bruit (OPB), c'est le cas lorsque le niveau d'évaluation dépasse 55 dB(A) le jour et 45 dB(A) la nuit.
- Lorsque l'air extérieur est très chargé en oxydes d'azote (NO_x) et en particules fines (PM10). D'après l'Ordonnance fédérale sur la protection de l'air (OPair), c'est le cas lorsque les valeurs-limites d'immissions pour le NO_2 ou pour les PM10 sont dépassées de plus de 50% ¹⁾. Les sites critiques se situent le long des routes à fort trafic dans des zones d'habitation denses.

1.1.2. Aération par les fenêtres à ouverture contrôlée automatiquement

Ce système se prête particulièrement bien aux fenêtres basculantes. Il est possible de régler le mécanisme en fonction du temps, de la température, de l'humidité et du vent. Le moteur de la photo 1-2 par exemple, est programmable en fonction de différents critères. Contrairement à l'aération manuelle par les fenêtres, ce système offre une bonne protection contre les intempéries.

Les vantaux de fenêtre motorisés sont adaptés au rafraîchissement nocturne, lorsque le fonctionnement automatisé est équipé d'une fonction de surveillance des intempéries. Selon le système d'entraînement et de verrouillage, la force de fermeture peut être très grande. Il faut donc veiller à éviter tout risque de blessure. Dans le cas d'un système automatique, il faut penser au scénario de la coupure de courant (que se passe-t-il par exemple en cas d'orage?). En outre, les moteurs font du bruit. C'est pourquoi en régime normal, on choisit une vitesse lente et donc peu bruyante, avec un temps de fermeture d'env. trois minutes.



¹⁾ Les valeurs locales peuvent être obtenues soit auprès des offices cantonaux, soit par recoupement avec des endroits comparables (réseau NABEL) ou encore par des mesures personnelles.

Fig. 1-2: Vantail de fenêtre motorisé (Windowmaster)

1.1.3. Aération par effet de cheminée

Un puits vertical suffit pour produire une différence de pression par effet de cheminée. De plus, il existe des chapeaux qui amplifient l'effet de tirage lorsqu'il y a du vent. Ce système ne fonctionne pas de manière satisfaisante durant l'été et l'entre saison. Dans les conditions de vent habituelles du Plateau suisse, des interruptions de fonctionnement sont inévitables, même avec l'aide de chapeaux amplificateurs de tirage. Durant ces périodes, il est nécessaire de recourir à une aération complémentaire par les fenêtres. Il est déconseillé d'utiliser ce système pour des salles d'eau sans fenêtre.

1.2 Installation d'air repris

Dans une installation d'air repris, seul l'air repris est extrait mécaniquement. L'air neuf pénètre grâce à la dépression créée dans le bâtiment. Si l'installation d'air repris fonctionne en continu, il faut installer des bouches d'air neuf (BAN). Des indications sur leur dimensionnement se trouvent au paragraphe 12.1.

Avantages

- Ce type d'installation ne prend que peu de place, ce qui rend le système attractif pour les rénovations.
- Les investissements sont moins importants que pour d'autres systèmes de ventilation mécanique (par contre pas les frais d'exploitation).
- La demande en énergie pour les ventilateurs est plus faible que celle d'une installation de ventilation simple.
- L'humidité est bien évacuée dans les locaux où l'air est repris.

Inconvénients

- Le contrôle et l'entretien des BAN doivent pouvoir être garantis. Les filtres doivent être changés une à deux fois par année dans chaque local. Il faut en tenir compte dès la phase de projet, en particulier pour des appartements en location (accès, frais). On ne peut en aucun cas partir du principe que l'entretien sera fait par les locataires.
- Il faut prévenir les occupants que le système ne fonctionne plus lorsque des fenêtres sont ouvertes, l'air neuf pénétrant alors essentiellement par la fenêtre ouverte (principe de la moindre résistance). Lorsque l'ouverture est de courte durée, cela se note à peine. Par contre si on dort avec la fenêtre ouverte, alors les pièces dont les fenêtres sont restées fermées ne sont plus approvisionnées en air neuf.
- Il n'est pas possible de récupérer la chaleur. Cas échéant, une pompe à chaleur sur l'air repris peut récupérer la chaleur pour chauffer l'eau sanitaire ou comme appoint pour le chauffage. Le facteur d'amplification électrothermique (AET) est par contre nettement inférieur à celui d'une récupération de chaleur. Un tel concept énergétique peut, le cas échéant, demander des mesures de compensation. Dans le cas de bâtiments neufs, le standard Minergie n'est que difficilement atteignable avec des installations d'air repris.
- L'emplacement des bouches d'air neuf peut difficilement être choisi. Il se peut que la bouche donne sur une route. Si la BAN est sur une façade très ensoleillée, il se peut qu'en été, de l'air très chaud pénètre dans le logement. Il faut en tenir compte pour la protection estivale.

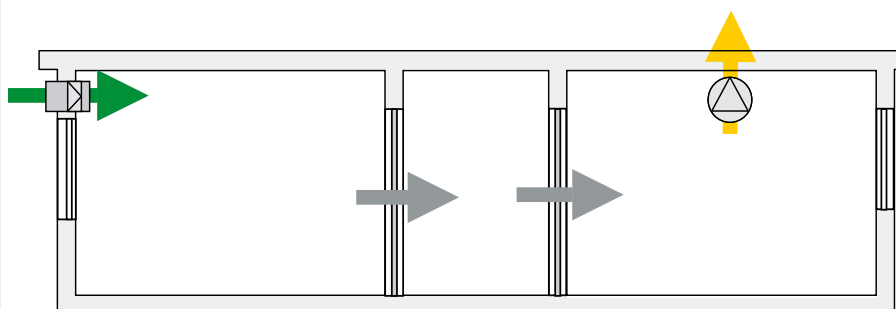


Fig. 1-3: Installation d'air repris

Limites d'application

- Lorsque le bâtiment est en dépression, il ne doit pas exister de risque que le taux de radon soit supérieur à 400 Bq/m³. Pour cela, une séparation étanche entre la cave et le rez-de-chaussée est nécessaire. Dans les zones à risque radon plus élevé, il ne faudrait pas mettre d'installation d'air repris dans des maisons individuelles (indications supplémentaires aux paragraphes 2.2.2 et 12.4).
 - L'insertion d'une BAN ne doit pas diminuer l'indice d'affaiblissement acoustique requis contre l'extérieur.
 - Le bâtiment doit présenter une bonne étanchéité à l'air. Si la valeur n_{50} dépasse 1,0 h⁻¹, on peut remettre en question l'installation d'air repris, aussi bien du point de vue de sa fonction que de sa consommation.
 - Il ne doit pas y avoir plus de deux étages communicants du point de vue de la circulation de l'air. S'il y en a plus, il faut prévoir des portes étanches à l'air.
 - Aucun foyer alimenté par l'air ambiant ne doit être installé dans le logement.
 - Un vent fort peut déranger le fonctionnement de l'installation. C'est pourquoi il ne faut pas prévoir une installation d'air repris dans les lieux très exposés au vent.
 - En comparaison avec d'autres systèmes de ventilation, les ouvertures de transfert à l'intérieur du logement doivent présenter une petite perte de charge (env. 1 Pa). Par conséquent, l'indice d'affaiblissement acoustique entre les locaux est aussi plutôt réduit. Une installation d'air repris n'entre donc pas en ligne de compte si les exigences quant à la protection contre le bruit entre locaux sont élevées.
- Il faut noter que même pour des BAN, on exige des filtres de classe F7. Il n'y a que peu de produits qui remplissent cette exigence. Le confort thermique dépend beaucoup de la construction et de la position de la BAN. En utilisant des produits de haute qualité et en tenant compte des indications du fabricant, il est possible de répondre aux exigences quant au confort. Les surfaces internes des BAN peuvent fortement refroidir en hiver. Il faut donc

les construire de manière qu'aucune condensation ne puisse se former. Par rapport à une installation simple (avec air fourni et air repris), les installations d'air repris sont plus délicates, tant dans leur conception que pour la régulation et, en particulier, dans le fonctionnement. Pour la conception de telles installations, il faudrait nommer un responsable durant la phase de projet et l'exécution. Il dimensionnera l'installation et donnera son avis lors du choix des composants. Comme pour les autres installations de ventilation, il est nécessaire de régler et de contrôler les débits d'air. Ceci demande autant de travail que pour une installation simple avec air fourni et repris et doit être rémunéré en conséquence.

1.3 Installation de ventilation simple (ventilation de confort)

L'installation de ventilation simple ou ventilation de confort est au centre de cette publication. Comme elle sera développée dans les chapitres suivants, on ne trouvera ici qu'une brève description du principe.

L'air extérieur est filtré, puis passe par la récupération de chaleur. Ensuite, l'air fourni est distribué dans les différents locaux à l'aide du ventilateur d'air fourni. Dans le logement, l'air passe du corridor vers la cuisine, la salle de bain et les WC. Là, l'air chargé d'humidité et d'odeurs est extrait, puis transporté par le réseau d'air repris vers l'unité de traitement d'air. Un filtre protège l'unité de l'encrassement. La récupération de chaleur transmet une part aussi grande que possible de la chaleur contenue dans l'air repris, à l'air fourni. Un ventilateur conduit l'air rejeté refroidi vers l'extérieur.

Avantages

- Le renouvellement d'air est garanti et indépendant des conditions météorologiques.
- Le fonctionnement de la ventilation est très peu dépendant ni de l'étanchéité de l'enveloppe, ni du comportement des uti-

lisateurs (ouverture des fenêtres).

- Une filtration élevée est possible (le cas échéant même supérieure à F7).
- La liberté de positionnement des grilles d'air fourni est très grande.
- De tous les systèmes, celui-ci offre la meilleure isolation acoustique par rapport à l'extérieur.
- Les pertes de chaleur dues au renouvellement d'air sont les plus basses par rapport à tous les autres systèmes, moyennant une bonne récupération de chaleur et une enveloppe étanche. De plus, comme la température de l'air fourni est seulement légèrement plus basse que celle de l'air ambiant, le confort thermique est plutôt meilleur que pour les autres systèmes.
- L'entretien des filtres est centralisé (et non dans chaque pièce).
- L'emplacement de la prise d'air neuf peut être choisi librement (contrairement à l'aération par les fenêtres, l'installation d'air repris et l'appareil de ventilation par local).

Inconvénients

- Par rapport aux autres systèmes, celui-ci a la consommation d'énergie pour les ventilateurs la plus élevée.
- La place nécessaire pour les installations et les investissements sont plus importants que pour l'aération par les fenêtres et l'installation d'air repris. Une installation de confort est peut-être aussi plus chère lors d'une rénovation qu'une ventilation par local.

- L'avantage énergétique diminue lorsque l'étanchéité de l'enveloppe est faible. Cet aspect ne devrait pas être déterminant pour des bâtiments neufs. Lors de rénovations, il est possible que le bilan énergétique de la ventilation par local ou, dans les cas extrêmes ($n_{50} > \text{env. } 5 \text{ h}^{-1}$) même de l'aération par les fenêtres, soit meilleur.

1.4 Appareil de ventilation par local

De tels appareils sont prévus pour un seul local à la fois, p. ex. un séjour ou une chambre à coucher. Ils doivent être équipés de filtres, de ventilateurs et de récupération de chaleur. Des exemples et des indications supplémentaires se trouvent au paragraphe 12.2.

Avantages

- Ces appareils sont bien adaptés comme équipement complémentaire dans un bâtiment existant. Leur installation peut être très ciblée, comme par exemple dans la chambre à coucher d'une personne allergique aux pollens ou du côté exposé au bruit d'un bâtiment.
- C'est le seul système pour l'habitation permettant une régulation par pièce.
- La dépense d'énergie pour les ventilateurs est, pour de bons appareils, inférieure à celle d'une ventilation simple.
- Les fuites par l'enveloppe du bâtiment ont beaucoup moins d'influence sur le fonctionnement et l'efficacité énergétique que pour les autres systèmes.

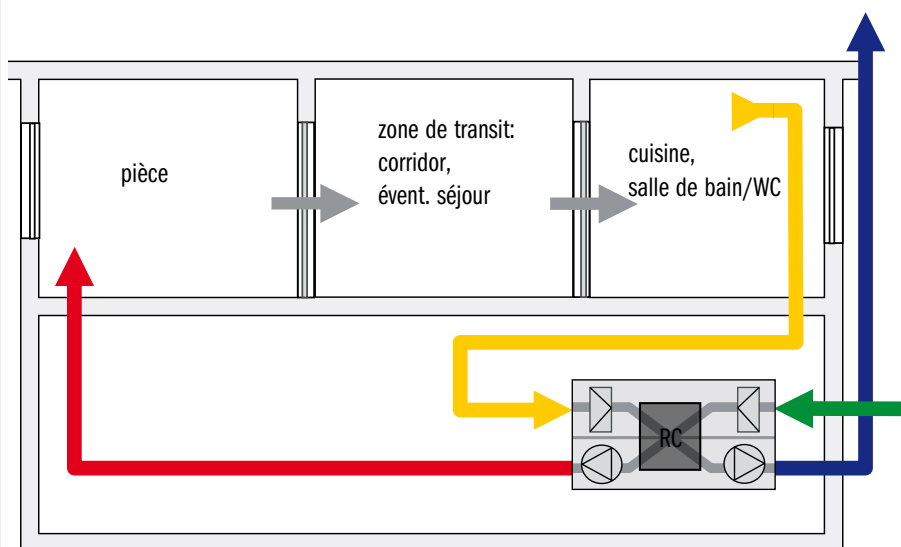


Fig. 1-4: Fig. Installation de ventilation simple (ventilation de confort)