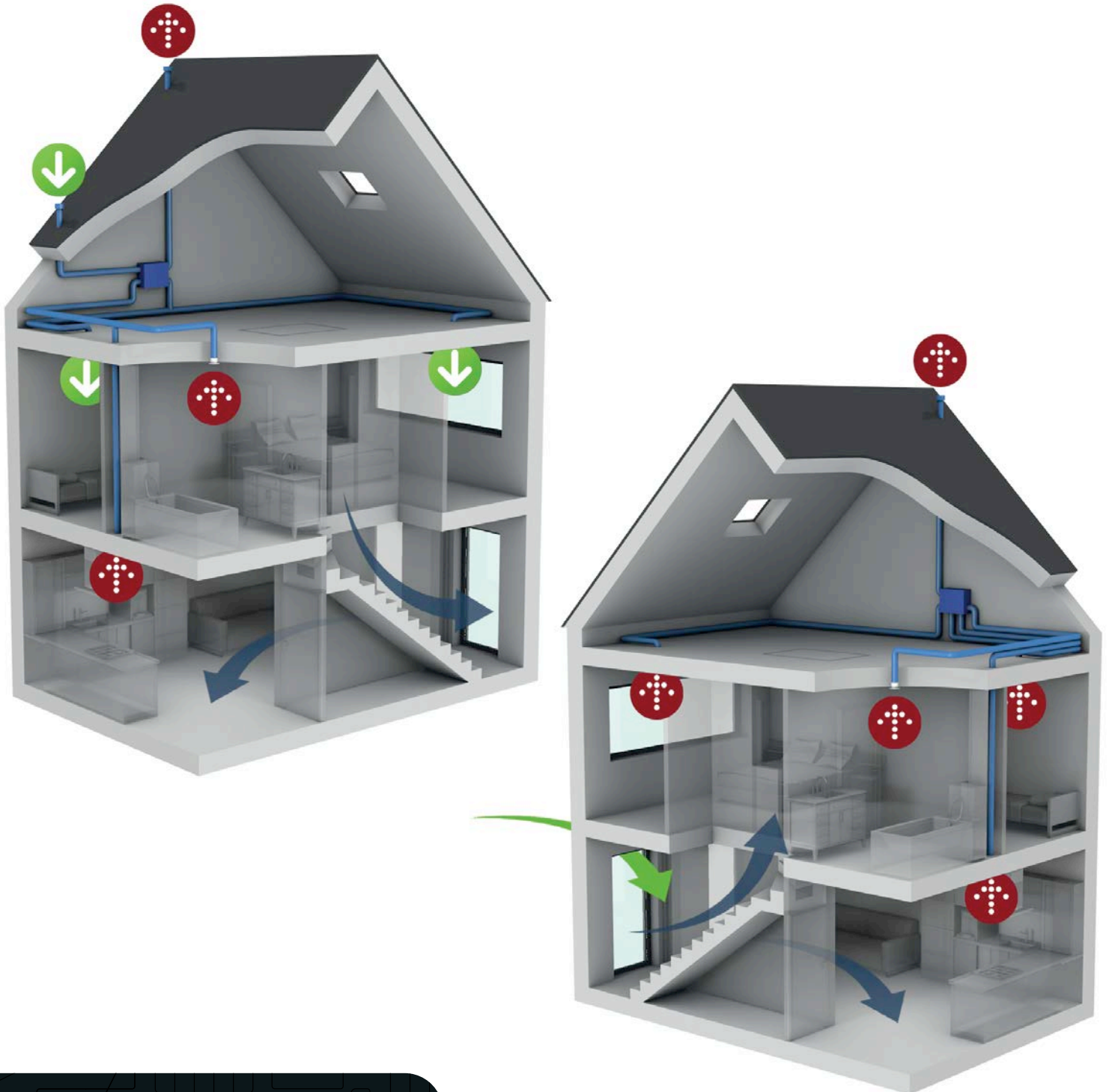


# Systemes de ventilation innovants pour les logements en renovation





# Systemes de ventilation innovants pour les logements en rénovation

La présente publication a été élaborée par Buildwise dans le cadre du projet Living Labs Brussels Retrofit et des projets Living Lab Prio-Climat et Modul'air, subsidiés par Innoviris, la Région de Bruxelles-Capitale et le FEDER, Fonds européen de développement régional.

**Auteurs :** Samuel Caillou, Sébastien Pecceu et Romy Van Gaever

**Ont également contribué à l'élaboration du document :** Gilles Pottel (Foyer anderlechtois), Yves Grégoire, Laurent Lassoie et Yves Martin (Buildwise).

**Partenaires du projet Prio-Climat :** le Foyer anderlechtois SA, Vrije Universiteit Brussel (VUB), Buildwise, la Régie des quartiers d'Anderlecht ASBL et VELUX Belgium SA

**Partenaires du projet Modul'air :** l'Alliance bruxelloise coopérative (ABC) et Buildwise



# Sommaire

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>7</b>
1.1	Domaine d'application	7
1.2	Le défi de la ventilation en rénovation	7
1.3	Méthodologie et critères	7
1.4	Contexte réglementaire	9
1.5	Contenu	10
1.6	Symboles	11
<b>2</b>	<b>CONCEPTION ET CHOIX DU CONCEPT EN RÉNOVATION</b>	<b>13</b>
2.1	Vue d'ensemble de la conception	13
2.2	Espaces et débits	13
2.3	Choix du concept de ventilation	17
2.4	Régulation	19
2.5	Ouvertures de transfert	19
2.6	Ouvertures d'alimentation naturelle	20
2.7	Sécurité incendie	21
2.8	Présence éventuelle d'appareils à combustion ouverts	22
2.9	Conception détaillée	22
<b>3</b>	<b>FICHES TECHNIQUES PAR SYSTÈME</b>	<b>23</b>
3.1	D cascade	23
3.2	C hall centralisé	30
3.3	C hall 1 zone chambres	36
3.4	C hall décentralisé	40
3.5	C hall transfert	43
3.6	C zonal avec OAR motorisées	46
3.7	C cascade	50
3.8	C cascade avec transferts mécaniques	55
3.9	D classique	57
3.10	C classique	57
3.11	C extractions supplémentaires chambres	57
3.12	D décentralisé	58
3.13	Fenêtres automatisées	60

<b>4</b>	<b>EXEMPLES D'APPLICATION</b>	<b>63</b>
4.1	Introduction	63
4.2	D cascade ou C hall dans un logement moyen	64
4.3	D cascade dans un logement de plusieurs chambres à coucher	67
4.4	C hall dans un logement doté de nombreux espaces de service	69
4.5	C zonal dans un petit appartement avec cuisine fermée	71
4.6	C cascade dans un appartement avec plusieurs chambres à coucher	74
<b>ANNEXE A</b>	<b>PRINCIPES ET CONCEPTION DE LA RÉGULATION</b>	<b>77</b>
A.1	Généralités	77
A.2	Type de contrôle	77
A.3	Type de régulation	78
A.4	Valeurs seuils et débits minimum	78
<b>ANNEXE B</b>	<b>SYSTÈME C PRÉLIMINAIRE POUR RÉNOVATION PAR PHASE</b>	<b>81</b>
B.1	Domaine d'application	81
B.2	Principe	81
B.3	Principaux avantages	81
B.4	Contraintes	82
B.5	Solution technique	82
B.6	Régulation	82
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>		<b>83</b>



# 1 Introduction

## 1.1 Domaine d'application

Le présent Innovation Paper concerne, dans le contexte spécifique de la rénovation, la **ventilation** de base des logements individuels et des immeubles collectifs (équipés de systèmes de ventilation individuels ou d'un système de ventilation centralisé commun à plusieurs logements). La ventilation de base permet d'assurer une **qualité de l'air intérieur** (QAI) suffisante pour l'occupation et les activités des personnes séjournant dans des logements. Les systèmes de ventilation innovants présentés dans ce document s'appliquent au contexte spécifique de la rénovation des logements existants lorsque les exigences réglementaires le permettent (voir § 1.4, p. 9).

## 1.2 Le défi de la ventilation en rénovation

En Belgique, le parc immobilier recense un grand nombre de logements à rénover. La **rénovation** permet d'adapter ces logements aux besoins actuels et futurs de leurs occupants et aux défis posés par la **transition** en matière d'énergie. Outre la **performance** énergétique, la qualité de l'air intérieur d'un logement est un facteur essentiel au regard de notre **santé** et de notre confort. Un système de ventilation approprié garantit une bonne qualité de l'air intérieur. Étant donné que la plupart des logements existants et à rénover ne sont pas équipés d'un système adapté ou n'en disposent pas du tout, la qualité de l'air intérieur y est souvent inadéquate et peut générer des **problèmes d'humidité** et/ou de santé.

La ventilation des logements est couverte par la norme **NBN D 50-001** [B4] (à laquelle les réglementations PEB régionales se réfèrent) et par la [NIT 258](#) [B1]. Cette norme définit les quatre systèmes de ventilation classiques A, B, C et D (voir figure 1, p. 8). Lors de travaux de rénovation, l'installation d'un système conforme à la norme belge relative à la ventilation NBN D 50-001 ne constitue pas toujours une simple formalité. Il arrive souvent que des difficultés entravent le projet, comme un manque d'espace pour les gaines et le groupe de ventilation d'un système mécanique (de type C et surtout de type D, par exemple) ou l'impossibilité d'installer des **ouvertures d'alimentation naturelle** dans le cas où les fenêtres ne sont pas remplacées (système C, par exemple). Le coût du système forme lui aussi un facteur déterminant puisque d'autres postes, tels que l'**isolation** de la maison ou le remplacement du système de chauffage, sont généralement prioritaires.

Les projets **Prio-Climat** et **Modul'air** ont permis d'identifier certains concepts de ventilation innovants et performants pour faciliter la mise en œuvre d'un système de ventilation pendant les rénovations et, ainsi, améliorer la qualité de l'air intérieur des logements.

Au travers de ce document, Buildwise souhaite vous présenter plusieurs de ces **concepts**. Le tableau 2 (p. 18) vous offre la possibilité d'effectuer un premier tri parmi les systèmes présentés en fonction du type de rénovation. À l'étape suivante, nous vous invitons à consulter la ou les **fiches techniques** correspondantes pour opérer un choix définitif.

## 1.3 Méthodologie et critères

Les systèmes de ventilation innovants présentés dans ce document ont été sélectionnés parmi de nombreux concepts alternatifs (conformes ou non à la norme NBN D 50-001 [B4]). L'objectif de simplifier l'installation

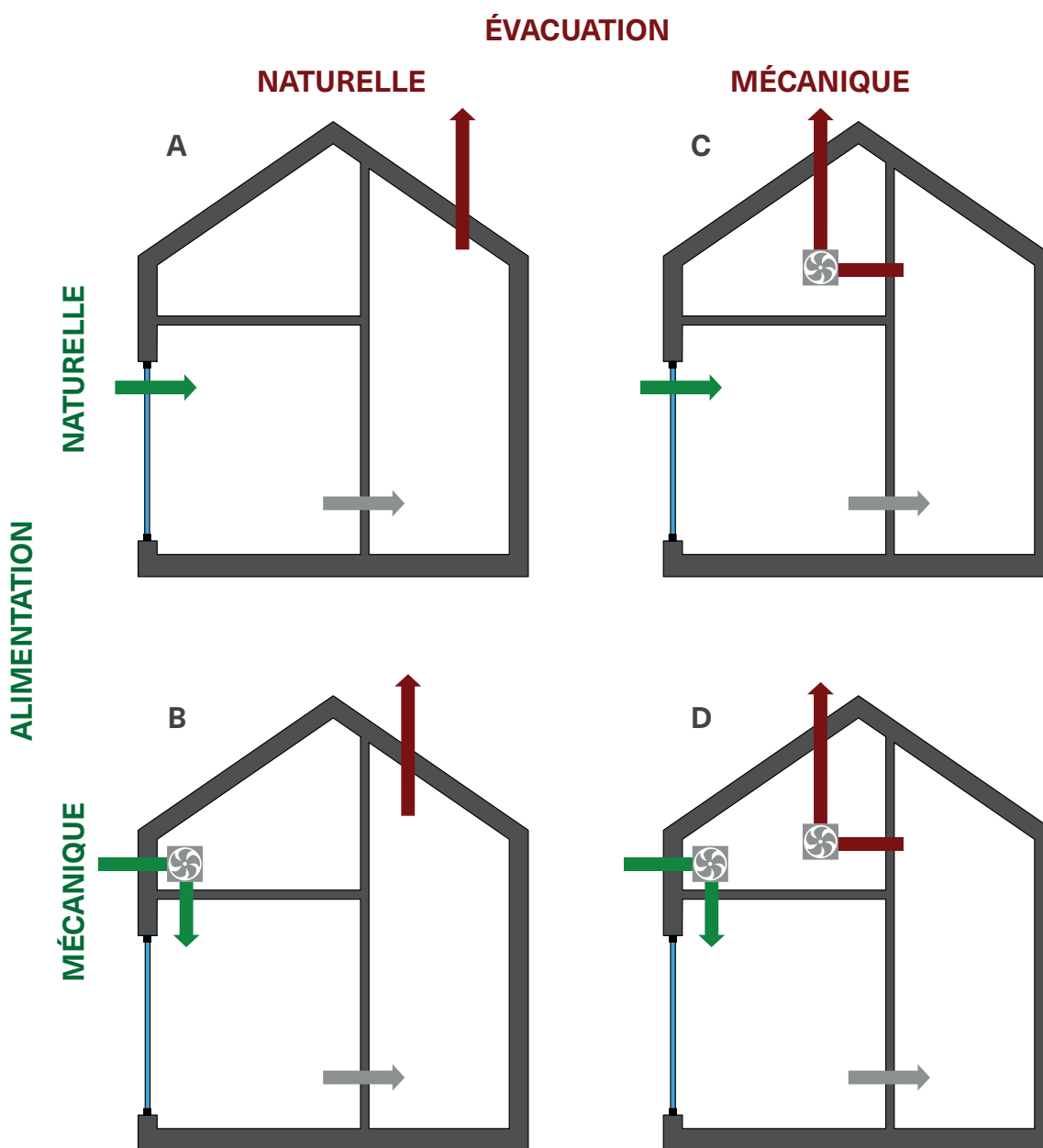


Fig. 1 Systèmes de ventilation classiques issus de la norme NBN D 50-001 [B4].

des systèmes de ventilation en rénovation sans amoindrir leur efficacité du point de vue de la qualité de l'air, de la performance énergétique et du confort des occupants. Les concepts retenus répondent notamment aux critères définis ci-après.

### Qualité de l'air

Les systèmes appliqués selon les prescriptions du présent document délivrent une bonne qualité de l'air.

En général, le fonctionnement de certains systèmes de ventilation (même s'ils sont conformes à la norme NBN D 50-001) peut être perturbé par des facteurs externes tels qu'une mauvaise étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment (exprimé en  $h^{-1}$  par l'indicateur  $n_{50}$ <sup>(1)</sup>), les différences de pression dues au vent ou à une différence de température entre l'intérieur et l'extérieur.

<sup>(1)</sup> Pour plus d'informations sur le  $n_{50}$ , voir [NIT 255](#) [B2].



Les débits de certains des systèmes présentés dans cet Innovation Paper sont délivrés indépendamment de ces facteurs externes. Pour d'autres systèmes, des conditions de mise en œuvre supplémentaires, décrites dans le chapitre 3 (p. 23), permettent de limiter l'influence de ces facteurs.

### Facilité d'installation

Les systèmes ont aussi été sélectionnés pour leur facilité d'installation : limitation des conduits de ventilation mécanique, en particulier vers des espaces plus éloignés du groupe de ventilation, réduction du nombre de composants le cas échéant, existence d'alternatives aux ouvertures d'alimentation naturelle si les châssis ne sont pas remplacés, limitation des interventions à l'intérieur du logement, etc.

### Performance énergétique

Les systèmes proposés ont ensuite été optimisés afin de maximiser leur performance énergétique et, s'ils disposent de capteurs, d'en réduire le nombre. Par exemple, certains d'entre eux présentent naturellement un débit de conception réduit par rapport à d'autres. La ventilation à la demande est plus facilement applicable à certains systèmes (elle est d'ailleurs parfois essentielle pour atteindre une performance énergétique suffisante dans plusieurs des concepts proposés). Enfin, une partie des systèmes retenus permet aussi d'appliquer la récupération de chaleur.

La **ventilation à la demande** est un principe de régulation visant à adapter les débits de ventilation en fonction des besoins. Elle se base sur l'utilisation de capteurs de détection de présence, de CO<sub>2</sub> ou de l'humidité, ou encore d'une horloge programmable (pour plus de détails, voir Annexe A, p. 77).

La **récupération de chaleur** est un principe pouvant être appliqué avec les systèmes double flux de type D et leurs variantes. Il consiste à préchauffer l'air fourni en récupérant la chaleur de l'air extrait grâce à un échangeur de chaleur.

### Confort et acceptation par les occupants

Ces systèmes ont été également étudiés du point de vue du confort. Par exemple, certains d'entre eux apportent un meilleur confort acoustique parce que le niveau de bruit extérieur perçu dans les chambres à coucher est moindre. D'autres présentent potentiellement un meilleur confort thermique, car les courants d'air ressentis dans certaines pièces, comme le séjour ou les chambres à coucher, sont plus faibles.

L'interaction avec les occupants constitue un autre point important. En général, ceux-ci acceptent mieux des systèmes peu perceptibles. Les systèmes automatiques, où le comportement des utilisateurs n'influe pas sur le fonctionnement, sont globalement plus efficaces.

## 1.4 Contexte réglementaire

Parmi les systèmes retenus dans ce document, certains ne sont pas conformes à la norme actuelle NBN D 50-001 [B4]. Néanmoins, ils répondent tous aux critères de performance détaillés ci-avant même s'ils ne sont pas (strictement) conformes à cette norme (voir § 1.3, p. 7).

Les trois Régions de notre pays imposent des exigences de ventilation pour les rénovations en fonction du type et de l'ampleur des travaux. Dans certains cas, elles sont similaires aux exigences en vigueur pour les nouveaux bâtiments. En principe, bien que les rénovations de moindre ampleur ne soient soumises à aucune exigence, la norme NBN D 50-001 reste la référence en matière de bonnes pratiques.

Les concepts de ventilation de ce document qui ne sont pas conformes à la norme NBN D 50-001 peuvent être mis en œuvre dans le cas de rénovations légères lorsqu'ils ne sont pas en contradiction avec les exigences réglementaires applicables.

**En tout état de cause, les exigences réglementaires à prendre en considération doivent être celles de la Région où le projet se situe. Des dérogations sont possibles dans certaines situations.**

- **Flandre** : <https://www.vlaanderen.be/epb-eisen>
- **Wallonie** : <https://energie.wallonie.be/>
- **Bruxelles-Capitale** : <https://environnement.brussels/reglementation/textes-de-loi/reglementation-sur-la-performance-energetique-des-batiments-peb>

## 1.5 Contenu

Ce document présente un certain nombre de systèmes de ventilation innovants adaptés à la rénovation.

Le chapitre 2 explique les **principes généraux** de conception de la ventilation et aborde quelques spécificités liées à la rénovation et aux systèmes présentés dans ce document.

Le chapitre 3 est construit sous la forme de **fiches techniques** détaillant les systèmes retenus. Il peut être consulté en fonction des besoins et du système envisagé dans le projet de rénovation.

Chaque fiche reprend les éléments suivants :

- **principe de fonctionnement** du système illustré par des schémas
- **principaux avantages** du système dans le contexte de la rénovation et vis-à-vis des autres systèmes retenus
- **contraintes propres** au système dont il faut tenir compte afin d'opérer le meilleur choix et de réaliser la conception : limites d'application selon l'étanchéité à l'air de l'enveloppe, contraintes d'encombrement, points d'attention concernant l'acoustique, etc.
- **solutions techniques** illustrant les composants concrets du système
- **régulations pertinentes** pour le système.

Ces différents éléments permettront de déterminer le système le plus approprié pour chaque projet de rénovation.

Le chapitre 4 propose des **exemples concrets** de logements types et le ou les systèmes les plus pertinents pour leur ventilation.

L'Annexe A présente les **principes de base des régulations** des systèmes proposés. Il s'agit des principes communs à l'ensemble des régulations de tous les systèmes comme les capteurs les plus appropriés en fonction des espaces, les valeurs seuils recommandées, les débits minimum selon le type de régulation, etc. Ces informations sont nécessaires afin d'établir la conception détaillée de la régulation d'un système et de paramétrer cette régulation lors de la mise en service.

L'Annexe B décrit un **système C préliminaire** qui ne répond pas aux critères fixés (voir § 1.3, p. 7). Toutefois, ce concept peut servir de base dans une première phase de rénovation avant d'être complété pour former un des systèmes répondant à ces critères et présentés dans le chapitre 3 (p. 23).

# 1.6 Symboles

La figure 2 reprend les symboles utilisés dans les schémas de cet Innovation Paper et leur signification.










	Groupe de ventilation centralisé avec alimentation et évacuation de type D ('double flux')
	Groupe d'extraction centralisé de type C
	Ventilateur d'extraction décentralisé de type C
	Alimentation mécanique raccordée à un groupe centralisé avec alimentation et évacuation de type D ('double flux')
	Extraction mécanique raccordée à un groupe de ventilation centralisé de type C ou D
	Alimentation naturelle pour système de type C
	Ouverture de transfert entre deux espaces intérieurs
	Ventilateur de transfert entre deux espaces intérieurs
	Alimentation naturelle motorisée pour système de type C zonal avec OAR motorisée

Fig. 2 Signification des symboles utilisés dans les schémas 2D.



# 2 Conception et choix du concept en rénovation

## 2.1 Vue d'ensemble de la conception

Afin de simplifier la conception en rénovation, nous proposons dans ce document des **règles** condensées et adaptées aux concepts de ventilation innovants retenus.

Ce chapitre donne une vue d'ensemble de la **conception** et du choix du système de ventilation en rénovation.

## 2.2 Espaces et débits

### 2.2.1 Espaces et fonctions

La première étape de conception consiste à identifier tous les **espaces** du logement à rénover et à leur attribuer une **fonction** qui dépend de leur nature propre : espace de vie ou espace de service.

Les **espaces de vie** sont prévus pour une occupation humaine généralement prolongée. Il s'agit de pièces telles qu'une chambre à coucher, un séjour, un bureau ou une salle de jeux. La conception de la ventilation en rénovation, abordée dans ce document, assimile chaque espace de vie à l'une des deux fonctions suivantes :

- séjour (ou équivalent)
- chambre à coucher (ou équivalent).

Les **espaces de service** peuvent être assimilés à l'une des fonctions suivantes :

- cuisine (pour la cuisine ouverte, voir § 2.2.4, p. 15)
- salle de bain, salle de douche, buanderie
- toilettes (appelées WC dans les schémas).

### 2.2.2 Débits et fonctions

Ensuite, un **débit de référence** est attribué à chaque fonction du logement. Notons que ce débit de référence sera parfois réalisé en alimentation pour un espace donné ou en extraction selon le concept de ventilation (voir chapitre 3, p. 23).

Les débits de référence ci-après sont simplifiés par rapport à ceux de la norme NBN D 50-001 [B4] de sorte à faciliter l'**intégration** de la ventilation et l'obtention d'une bonne qualité de l'air en rénovation. Les débits de la norme NBN D 50-001 peuvent néanmoins s'appliquer dans certains cas (voir § 1.4, p. 9).

Le débit de référence pour les espaces de vie est de 25 m<sup>3</sup>/h par personne et le calcul du nombre de personnes est déterminé comme suit :

- chambre à coucher :
  - chaque chambre à coucher est prévue pour au moins une personne
  - dans un logement, au moins une chambre à coucher est prévue pour deux personnes

- séjour : le nombre de personnes pour un séjour est égal au nombre total de personnes prévues dans les chambres à coucher. Ainsi, le débit de référence du séjour est égal au débit total des chambres à coucher.

### Remarque

L'attribution de la fonction chambre à coucher ou séjour à certains espaces, tels qu'un bureau ou une salle de jeux, incombe au concepteur du système de ventilation. Le choix aura donc une incidence sur les débits déterminés ci-avant. Toutefois, pour un nombre d'espaces de vie donné (voir tableau 1), l'incidence sur le débit de référence total pour les espaces de vie est néanmoins limitée :

- attribuer davantage de fonctions chambre à coucher augmente le nombre de personnes prises en compte dans le calcul des débits, mais réduit le nombre de fonctions séjour, où le débit est plus élevé puisqu'il est proportionnel au nombre total de personnes
- attribuer plus de fonctions séjour réduit le nombre de personnes, mais augmente le nombre de fonctions séjour où le débit est plus élevé.

**Tableau 1** Débit de référence total (en m<sup>3</sup>/h) pour les espaces de vie selon la répartition (\*) des fonctions chambre à coucher ou séjour.

		Nombre de fonctions chambre à coucher				
		1	2	3	4	5
Nombre de fonctions séjour	1	100	150	200	250	300
	2	150	225	300	375	450
	3	200	300	400	500	600
	4	250	375	500	625	750
	5	300	450	600	750	900

(\*) Les couleurs indiquent un nombre total constant d'espaces de vie.

Les débits de référence à réaliser en **évacuation** pour les espaces de service (cuisine, salle de bain, toilettes, buanderie, etc.) sont fixés comme suit :

- cuisine : 50 m<sup>3</sup>/h
- salle de bain ou équivalent : 50 m<sup>3</sup>/h
- toilettes : 25 m<sup>3</sup>/h
- buanderie : 50 m<sup>3</sup>/h.

## 2.2.3 Espaces avec plusieurs fonctions

Dans certains cas, plusieurs fonctions peuvent coexister dans un seul espace ou volume, sans séparation physique entre celles-ci. Dans ce cas, il est nécessaire d'identifier un débit de référence pour chaque fonction ainsi que le débit de référence le plus élevé.

### Exemple

une chambre à coucher d'une personne, équipée d'un coin douche :

- le débit de référence pour la fonction chambre à coucher est de 25 m<sup>3</sup>/h
- le débit de référence pour la fonction douche est de 50 m<sup>3</sup>/h
- le débit de référence le plus élevé est de 50 m<sup>3</sup>/h.

Le débit de référence le plus élevé permettra de concevoir l'ensemble du système et de déterminer son débit total. En revanche, les débits de référence de chaque fonction seront importants pour la régulation de la ventilation à la demande (voir § 1.3, p. 7), le cas échéant.

### Exemples d'espaces avec plusieurs fonctions

- chambre à coucher équipée d'un coin douche
- séjour donnant sur une cuisine ouverte
- toilettes dans une salle de bain.

## 2.2.4 Cas particulier du séjour : cuisine ouverte, séjour traversé ou séjour fermé séparé

Certains concepts de ce document incluent une **ventilation indirecte** du séjour. Autrement dit, il n'y a ni alimentation, ni extraction dans le séjour puisque l'air provient d'un autre espace (un hall d'entrée, le plus souvent) et est ensuite évacué du séjour (vers la cuisine, en général).

Ce principe de ventilation indirecte s'applique lorsque le séjour se situe dans le passage obligé du flux d'air venant du hall vers la cuisine. Il s'observe dans deux situations :

- la '**cuisine ouverte**', car elle forme un même volume avec le séjour (voir figure 3)
- le '**séjour traversé**'. Ce concept se matérialise notamment dans les cas suivants :
  - cuisine fermée, accessible uniquement via le séjour (voir figure 4, p. 16)
  - cuisine fermée, accessible seulement via un hall ne donnant accès qu'à cette cuisine et au séjour (voir figure 5, p. 16).

Dans les autres cas, on parle alors de **séjour fermé séparé** et ce principe de ventilation indirecte ne pourra donc pas être concrétisé. Il peut s'agir d'un séjour fermé séparé accessible via un hall d'entrée donnant accès à plusieurs espaces (voir figure 6, p. 16).

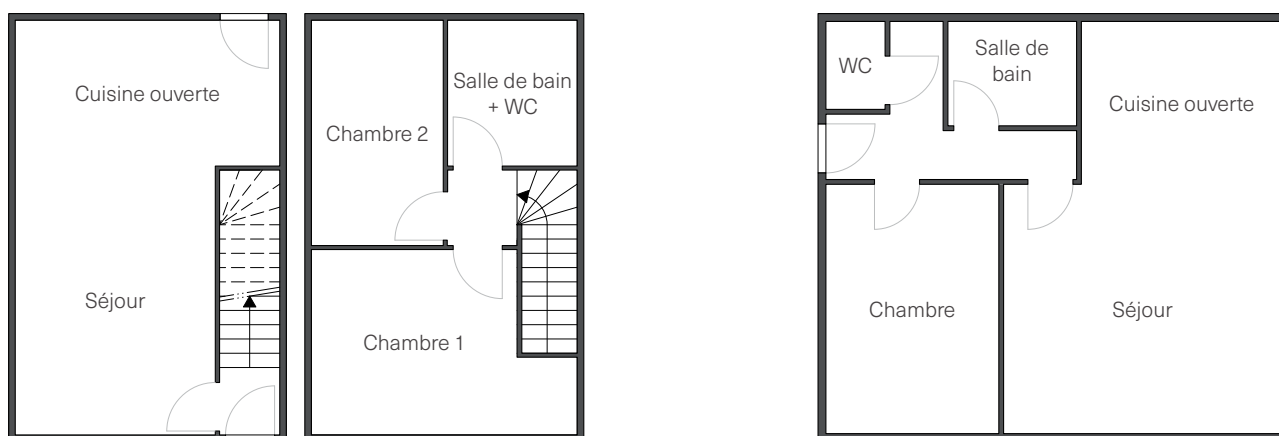
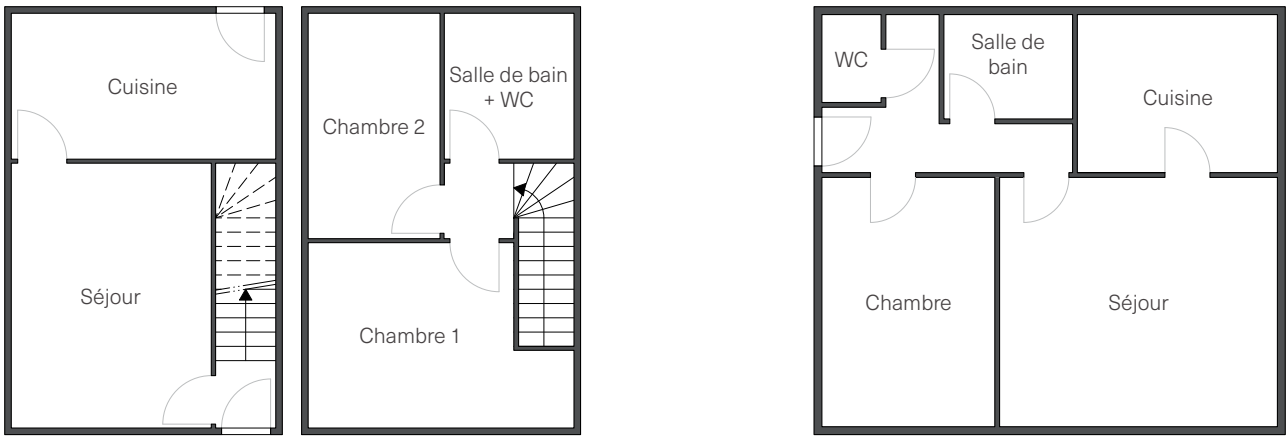


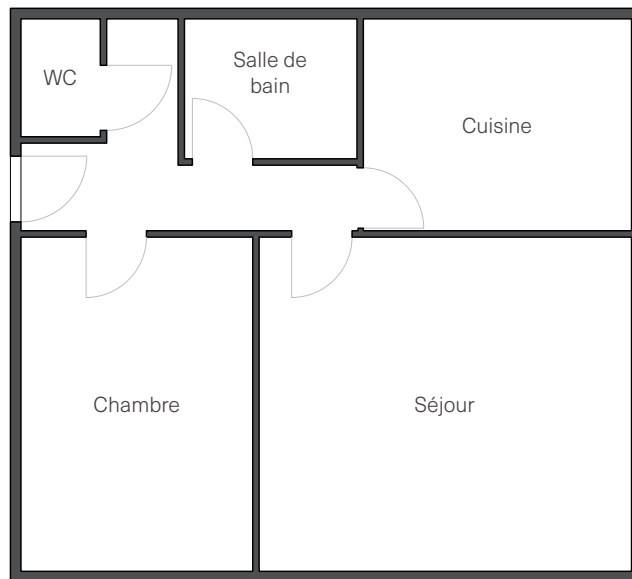
Fig. 3 Cuisine ouverte dans une maison (à gauche) et dans un appartement (à droite).



**Fig. 4** Séjour traversé avec cuisine fermée accessible uniquement via le séjour dans une maison (à gauche) et dans un appartement (à droite).



**Fig. 5** Séjour traversé avec cuisine fermée accessible seulement via un hall d'entrée ne donnant accès qu'à la cuisine et au séjour (dans une maison).



**Fig. 6** Séjour fermé séparé accessible via un hall d'entrée donnant accès à plusieurs espaces (dans un appartement).



## 2.3 Choix du concept de ventilation

### 2.3.1 Critères de choix

Vu que de nombreux facteurs peuvent entrer en ligne de compte, il est difficile de proposer une **méthodologie** structurée afin de sélectionner le concept le mieux adapté à un projet particulier. Ce paragraphe reprend différents éléments qui peuvent néanmoins vous guider dans ce choix. Les fiches détaillées du chapitre 3 (p. 23) décrivent également les avantages et les contraintes de chaque système.

Le **nombre**, la **position** et la **fonction** de chaque espace sont certainement les premiers éléments à prendre en compte. Ils vont en effet influencer les débits de référence (voir § 2.2.2, p. 13) de chaque espace et, par conséquent, le débit total qui peut varier selon les concepts de ventilation. Par ailleurs, certains concepts sont plus facilement applicables dans des situations spécifiques, comme un séjour avec cuisine ouverte.

Ensuite, chaque projet peut présenter des **contraintes techniques**. Certains systèmes mécaniques requièrent de l'espace pour le groupe de ventilation et les conduits, d'autres exigent le placement de composants en façade (ouvertures d'alimentation naturelle, ventilateurs d'extraction décentralisés, etc.), ce qui nécessite une évaluation de l'**incidence esthétique et urbanistique**, voire le respect des règles en matière d'incendie, le cas échéant (voir § 2.7, p. 21). Dans certains projets, les interventions à l'intérieur du logement doivent être limitées, comme lors de travaux en milieu occupé.

De plus, chaque projet se distingue sur la base des priorités accordées aux critères suivants :

- **confort** des occupants
- **performance** énergétique
- **coût** de l'investissement.

Enfin, n'oublions surtout pas que le bon fonctionnement de certains concepts repose sur une très bonne **étanchéité à l'air** de l'enveloppe. Dans tel cas, il faut éventuellement améliorer celle-ci et effectuer une mesure *in situ* pour déterminer quantitativement la performance de l'étanchéité.

### 2.3.2 Vue d'ensemble des systèmes

Le tableau 2 (p. 18) offre une **vue d'ensemble** des principaux systèmes (complets) présentés dans le chapitre 3 (p. 23). Il décrit en quelques mots le principe de fonctionnement des systèmes, les principaux avantages et les contraintes éventuelles liées à leur mise en œuvre.

Parmi les différents systèmes présentés dans le chapitre 3 (p. 23), les systèmes **D cascade** et **C hall centralisé** sont les plus efficaces en vue d'assurer la qualité de l'air, indépendamment des facteurs externes, et peuvent être mis en œuvre dans de nombreux logements.

Les systèmes **C hall 1 zone chambres** et **C hall décentralisé** forment, dans certains cas, des solutions particulièrement économiques, tout en demeurant assez performantes pour la qualité de l'air.

Les systèmes **C cascade** et **C zonal** sont des solutions intéressantes, en particulier dans les logements avec un séjour fermé séparé. Toutefois, ces systèmes présentent des contraintes spécifiques pour garantir un fonctionnement suffisamment fiable.

Le chapitre 4 (p. 63) illustre l'**application** de ces systèmes dans quelques logements types et met en évidence leurs avantages.

Les systèmes **D décentralisé** et **fenêtres automatisées** s'avèrent intéressants dans des cas particuliers, comme lorsque l'on souhaite ventiler un ou plusieurs espaces séparément, par exemple.

**Tableau 2** Vue d'ensemble des principaux systèmes de ventilation innovants en rénovation.

		D cascade	C hall centralisé	C hall 1 zone chambres	C hall décentralisé	C zonal OAR motorisées	C cascade	C cascade avec transferts mécaniques
Principe de fonctionnement	Fiche	3.1	3.2	3.3	3.4	3.6	3.7	3.8
	Type d'alimentation	mécanique	naturelle	naturelle	naturelle	naturelle	naturelle	naturelle
	Espaces concernés	chambres	hall	hall	hall	chambres et séjour	chambres	chambres
	Type d'évacuation mécanique	centralisée	centralisée	centralisée chambres	décentralisée	centralisée	centralisée	centralisée
Avantages	Espaces concernés	services (et séjour)	tous	tous	tous	services	services (et séjour)	services (et séjour)
		très performant (QAI, confort, énergie)	performant (QAI, confort, énergie)	solution économique	travaux intérieurs limités		solution économique	variante du C cascade pour tous $\eta_{90}$
Convient pour séjour fermé séparé ?		différents logements (nombreuses chambres, p. ex.)	différents logements (nombreux espaces de service, p. ex.)	phasage possible des travaux	phasage possible des travaux	appartement avec séjour fermé séparé	appartement avec séjour fermé séparé	
		variantes possibles	variantes possibles	variantes possibles	variantes possibles	oui	oui	oui
Sensible à l'étanchéité à l'air de l'enveloppe ?		non	non	non	non	non, si $\eta_{90} \leq 3$	non, si $\eta_{90} \leq 1$	non

## 2.4 Régulation

La **régulation** permet d'adapter les débits sur la base des **besoins réels** et de limiter ainsi la consommation d'énergie du système de ventilation (chauffage et électricité, le cas échéant).

Un premier élément important de la régulation réside dans le **type de contrôle**, c'est-à-dire le paramètre qui va déclencher la régulation vers un débit plus élevé ou plus faible. En théorie, différents types de contrôle existent :

- contrôle manuel
- contrôle par horloge
- contrôle par détection de présence
- contrôle à la demande sur la base d'un capteur de mesure d'une variable de la qualité de l'air (CO<sub>2</sub> ou humidité relative (HR)).

Ces éléments de contrôle peuvent être prévus pour un espace individuel, ce qui leur permet de déterminer les besoins de cet espace spécifique, ou pour plusieurs espaces en même temps. Dans ce cas, l'élément doit être installé dans un endroit représentatif de tous ces espaces.

Le second élément important concerne la **régulation de la ventilation** des espaces. Trois catégories de régulation existent :

- la régulation **centrale** qui est commune pour la ventilation de tous les espaces
- la régulation **zonale** qui est commune pour la ventilation de tous les espaces d'une zone et régule la ventilation séparément, en deux ou plusieurs zones
- la régulation **locale** qui assure la ventilation indépendante de chaque espace.

Ces régulations peuvent s'appliquer à l'ensemble ou seulement à une partie du système et peuvent être combinées. Dans tous les cas, les débits totaux d'alimentation et d'évacuation mécaniques seront régulés sur la base des **besoins les plus élevés** et ajustés de sorte à être maintenus en **équilibre**.

Le chapitre 3 (p. 23) propose des solutions de régulation pertinentes pour chaque système. Ces solutions forment un **compromis** entre une bonne performance (en termes de qualité de l'air et de réduction de débit) et un coût maîtrisé (avec le nombre strictement nécessaire de composants et de capteurs). Les solutions décrivent le fonctionnement de la régulation du système en mode autonome, c'est-à-dire sans intervention de l'utilisateur.

Il est toujours possible d'ajouter une dérogation manuelle afin d'augmenter ou réduire le débit en certaines circonstances. Toutefois, ce point ne fait pas l'objet des présentes descriptions.

Les principes d'une régulation performante sont présentés plus en détail dans l'Annexe A (p. 77). Cette annexe permet de concevoir une régulation spécifique pour un système donné si la régulation souhaitée n'est pas disponible sur des systèmes commercialisés, par exemple.

## 2.5 Ouvertures de transfert

Les **ouvertures de transfert** sont en principe dimensionnées pour le débit total qui les traverse et pour une différence de pression de 2 Pa.

S'il existe plusieurs ouvertures de transfert en série dans un flux d'air entre une alimentation mécanique dans un espace et une extraction mécanique dans un autre espace, ces ouvertures de transfert sont dimensionnées de telle manière que la **différence de pression** totale de ces ouvertures ne dépasse pas 4 Pa.

## 2.6 Ouvertures d'alimentation naturelle

### Remarque

Cet élément est aussi appelé 'ouverture d'alimentation réglable' (OAR), notamment dans la norme NBN D 50-001 [B4].

Pour toutes les variantes du système de type C, une ou plusieurs **alimentations naturelles** sont nécessaires dans le logement. Elles prennent le plus souvent la forme d'ouvertures intégrées dans ou au-dessus d'un châssis ou encore d'éléments intégrés directement en façade. Les immeubles collectifs présentent des contraintes supplémentaires pour la **sécurité incendie**, que vous pouvez consulter au § 2.7 (p. 21).

En général, ces ouvertures sont régulées manuellement entre au moins une position complètement ouverte et une position complètement fermée. Le **comportement** des utilisateurs quant à la régulation de ces ouvertures peut donc altérer le fonctionnement et les performances des systèmes concernés. Il sera donc nécessaire de bien informer les occupants du logement de l'**utilisation correcte** de ces ouvertures.

Dans tous les systèmes de type C, une attention particulière sera accordée à la présence éventuelle d'**espaces adjacents** ne faisant pas partie des espaces volontairement ventilés du logement (grenier, cave, garage, chaufferie, local pour le compteur de gaz ou local technique d'une autre nature). Selon la configuration du logement, l'**étanchéité à l'air** des parois extérieures et intérieures de ces espaces, la présence d'ouvertures de ventilation naturelle dans ces espaces ou encore la régulation des OAR du système par les utilisateurs, une partie de l'alimentation en air du système de ventilation du logement peut provenir de l'extérieur par le biais de ces espaces. Ceci est d'autant plus important si ces derniers contiennent des **polluants** comme de la moisissure, du radon, etc. (voir figure 7). Le transfert de ces polluants éventuels depuis les espaces adjacents vers le logement peut être évité au moyen des **cinq solutions** suivantes :

- élimination des sources de pollution de l'air (humidité, etc.) dans ces espaces
- mise en œuvre de l'étanchéité à l'air de la paroi intérieure entre l'espace concerné et le logement. Ces espaces peuvent éventuellement être exclus du volume protégé du logement, ce dernier étant isolé et étanche à l'air

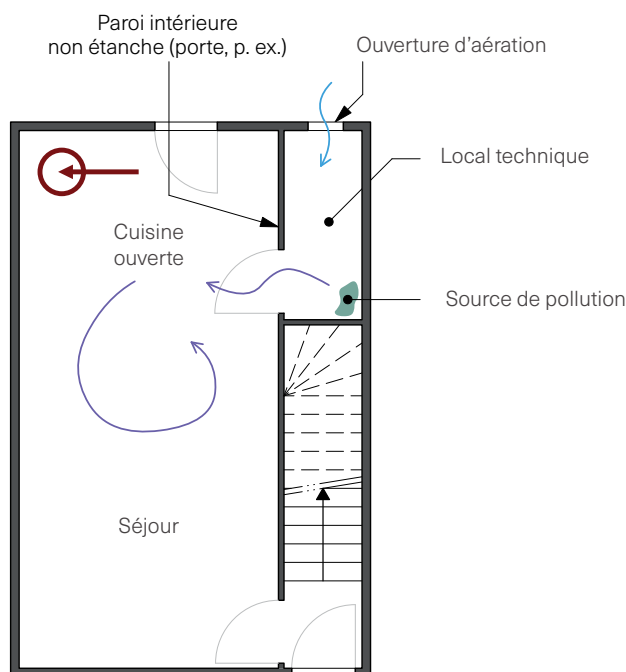


Fig. 7 Exemple d'un flux d'air amenant des polluants depuis un local technique adjacent vers un espace de vie.

- dimensionnement suffisant des ouvertures d'alimentation naturelle dans les espaces équipés de ces ouvertures (pour les détails par système, voir chapitre 3, p. 23)
- selon l'affectation et l'utilisation de cet espace adjacent, installation éventuelle d'une extraction mécanique (connectée au système centralisé ou non), comme dans un garage ou un espace de stockage, par exemple. Dans certains cas, notons qu'une telle extraction peut être incompatible avec les prescriptions liées à un appareil à combustion ouvert
- utilisation correcte des OAR par les occupants, notamment en position ouverte lorsque le logement est occupé.

## 2.7 Sécurité incendie

Dans les **immeubles à appartements**, des exigences réglementaires concernant la **sécurité incendie** s'appliquent à certains systèmes collectifs et à certains systèmes individuels, comme résumé ci-après. Ces exigences sont reprises dans l'**arrêté royal** <sup>(2)</sup> concernant les nouveaux bâtiments <sup>(3)</sup>. Les travaux de rénovation de tout nouveau bâtiment doivent être exécutés conformément aux exigences de cet arrêté. Ainsi, un bâtiment construit en 1999 et rénové en 2022 doit continuer, après ces travaux, à répondre aux exigences en vigueur au moment de sa construction. La réglementation ne vise pas les travaux de rénovation d'un **bâtiment considéré comme ancien** (pour lequel la demande de permis était antérieure à 1995 ou 1998). Le **service d'incendie** peut néanmoins être sollicité en cas de rénovation importante et demande en général de se conformer aux exigences de l'arrêté royal relatives aux éléments rénovés.

Toutefois, en l'absence de telles prescriptions (figurant dans la réglementation ou dans l'avis du service d'incendie), les dispositions ci-après sont **fortement recommandées**. Il convient de s'assurer que les travaux de rénovation ne mettent pas en péril la sécurité incendie du bâtiment existant.

Dans le cas d'un système de ventilation mécanique commun à plusieurs logements, certains conduits s'étendent généralement sur plusieurs **compartiments** délimités par des **éléments résistant au feu** (murs, planchers, portes). Dans ce cas, il convient de placer un dispositif d'obturation résistant au feu (clapet coupe-feu, par exemple) et d'en assurer le **resserrage** au niveau de chaque conduit traversant la paroi résistant au feu (voir [NIT 254](#) [B3]).

Cette situation, illustrant un conduit commun à plusieurs appartements et une gaine technique non compartimentée entre étages, est représentée à la figure 15 (voir § 3.1.7, p. 29). Des **solutions alternatives** avec plusieurs compartiments dans la gaine technique sont expliquées plus en détail dans l'[article Buildwise 2012/01.02](#) [M1].

Le placement d'ouvertures naturelles ou mécaniques en façade requiert également une **attention particulière** dans les bâtiments **moyens** ( $h > 10$  m) et **élevés** ( $h > 25$  m). Sont concernés :

- les systèmes avec **alimentation naturelle** de type C, qui comprennent en principe des OAR en façade
- les systèmes **mécaniques décentralisés**, qui comprennent des ventilateurs en façade
- les systèmes **mécaniques individuels**, qui incluent un rejet d'air et/ou une prise d'air éventuelle en façade.

Ces ouvertures ne peuvent pas être placées dans l'élément de façade résistant au feu (couramment appelé le '**mètre pare-flamme**', voir figure 8, p. 22) requis au droit de la séparation entre les compartiments (le plus souvent entre deux étages) à moins d'être équipées d'un dispositif d'obturation résistant au feu. Le 'mètre pare-flamme' est exigé pour les bâtiments moyens et élevés, mais pas pour les bâtiments **bas** ( $h < 10$  m) <sup>(4)</sup>. Si vous souhaitez davantage d'informations, vous pouvez consulter l'[Innovation Paper 37](#) [M2] sur la sécurité incendie des façades de bâtiments multiétagés.

<sup>(2)</sup> Arrêté royal du 7 juillet 1994 fixant les normes de base en matière de prévention contre l'incendie et l'explosion, auxquelles les bâtiments nouveaux doivent satisfaire. Bruxelles, SPF intérieur, Moniteur belge du 26 avril 1995, et ses modifications [S1].

<sup>(3)</sup> Les bâtiments moyens et élevés pour lesquels la demande de permis de bâtir a été introduite après le 26 mai 1995 et les bâtiments bas ( $h < 10$  m) pour lesquels la demande de permis de bâtir a été introduite avant le 1<sup>er</sup> janvier 1998.

<sup>(4)</sup> Voir article 3.5.1 des annexes 3 et 4 et article 3.5.1.1 des annexes 3/1 et 4/1 de l'arrêté royal du 7 juillet 1994 [S1].

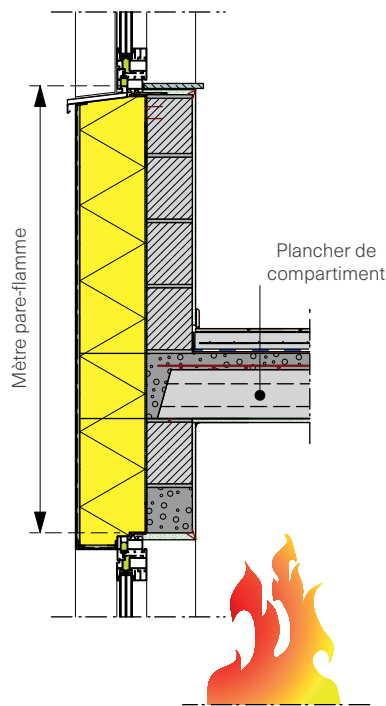


Fig. 8 Illustration du mètre pare-flamme.

## 2.8 Présence éventuelle d'appareils à combustion ouverts

La présence d'**appareils à combustion ouverts** (ancien chauffe-eau, chaudière, etc.) est parfois incompatible avec certains systèmes pourvus d'une **extraction mécanique** (systèmes dérivés de type C ou D). La norme NBN/DTD B 61-002 [B5] contient des prescriptions supplémentaires applicables à ce sujet.

## 2.9 Conception détaillée

Une fois le concept de ventilation approprié au projet sélectionné, il faut se pencher sur la **conception détaillée** pour réaliser un système performant et de bonne qualité.

Au travers des **fiches techniques** du chapitre 3 (p. 23), ce document détaille les principaux éléments à prendre en compte lors de la conception.

Afin d'obtenir plus d'informations quant aux aspects de **confort thermique**, de **confort acoustique**, de **performance énergétique** ou de **dimensionnement des systèmes mécaniques**, nous vous renvoyons à la [Note d'information technique 258](#) [B1].

# 3 Fiches techniques par système

## 3.1 D cascade

### 3.1.1 Principe

Ce système diffère du système D classique par l'absence d'alimentation mécanique dans le séjour. Le séjour est alimenté en air transféré depuis les chambres à coucher (le plus souvent par le biais d'un hall et, le cas échéant, de la cage d'escalier). Ce principe se base sur le fait que les chambres à coucher et le séjour sont occupés à des moments différents. Dans un logement, l'occupation des chambres à coucher est à son maximum pendant la nuit tandis que l'occupation du séjour est à son maximum pendant la journée ou la soirée. Le système D cascade est illustré aux figures 9 à 11 (p. 23 et 24).

Alimentation mécanique :

- dans les chambres à coucher.

Ouvertures de transfert :

- vers les halls et, le cas échéant, vers la cage d'escalier
- vers le séjour
- vers les espaces de service.

Extractions mécaniques :

- dans les espaces de service.

#### Remarque

Ce système n'est pas prévu dans la norme NBN D 50-001 [B4].

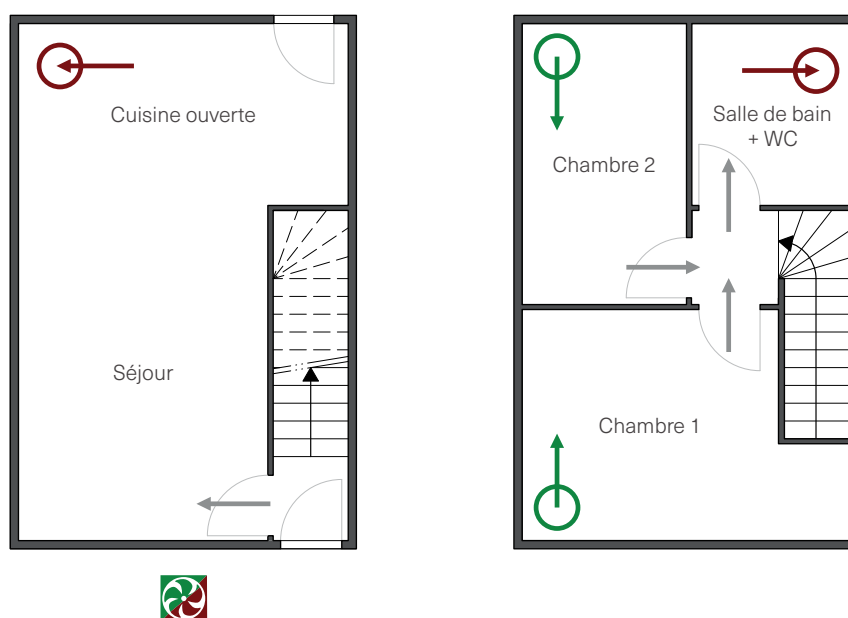


Fig. 9 Schéma 2D du système D cascade dans une maison à deux étages.



Fig. 10 Schéma 3D du système D cascade dans une maison à deux étages.

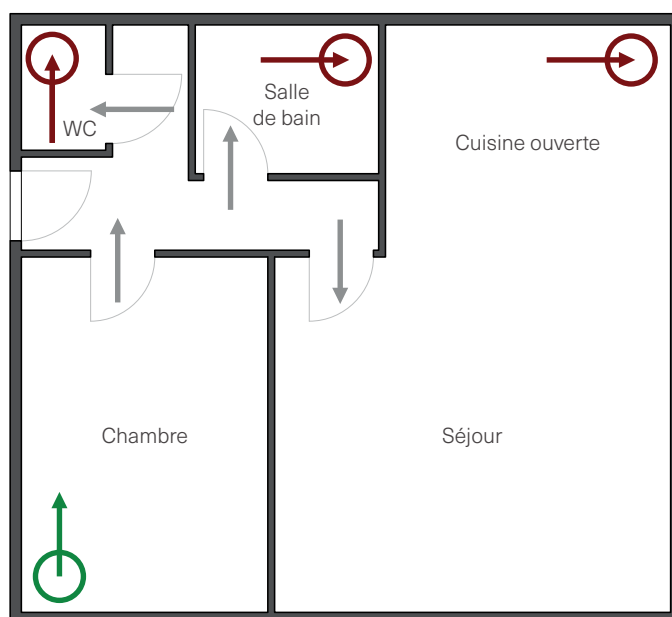


Fig. 11 Système D cascade dans un appartement.

### 3.1.2 Principaux avantages

Le système D cascade présente les avantages suivants :

- plus facile à installer qu'un système D classique, car le séjour ne comporte pas de conduit d'alimentation (généralement difficile à installer en rénovation)
- débit de conception total réduit. Dans certains cas, ce système peut même fonctionner à ce débit constant réduit sans besoin de ventilation à la demande
- coût d'installation réduit par rapport à un système D classique : absence de conduits et de bouches dans le séjour, groupe de plus petite dimension



- bonne qualité de l'air
- très bonne efficacité énergétique : récupération de chaleur et débit réduit
- en principe, l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment n'exerce pas d'influence sur la qualité de l'air (sauf pour un séjour traversé, voir § 3.1.6, p. 27)
- système avantageux dans un logement avec un nombre élevé d'espaces de vie, de chambres à coucher ou de séjours, par exemple.

## 3.1.3 Contraintes

Le système D cascade comporte les contraintes suivantes :

- espace nécessaire pour les composants mécaniques (groupe et conduits)
- système plus facile à appliquer dans un logement avec une cuisine ouverte (voir § 2.2.4, p. 15). Néanmoins, des variantes adaptées existent pour les autres configurations.

## 3.1.4 Solution technique

Le système D cascade pour un logement se compose des éléments suivants :

- groupe de ventilation double flux (voir figure 12) avec récupération de chaleur, installé dans un local technique qui se situe idéalement à proximité des chambres à coucher (un grenier, par exemple)
- prise d'air et rejet dans une paroi extérieure (façade et toiture). Les immeubles collectifs présentent des contraintes supplémentaires pour la sécurité incendie, que vous pouvez consulter au § 2.7 (p. 21)
- réseau de conduits vers les chambres à coucher et les espaces de service
- bouches dans les chambres à coucher et les espaces de service.



Fig. 12 Exemples de groupes de ventilation double flux pour un système D cascade.

## 3.1.5 Régulations

### 3.1.5.1 Vue d'ensemble des régulations

Plusieurs régulations sont possibles et chacune d'elles est décrite plus en détail dans les paragraphes suivants. Le tableau 3 (p. 26) reprend leurs avantages et leurs inconvénients.

Pour ce système, le débit maximum correspond au débit le plus élevé parmi les deux suivants : le total des débits de référence à l'alimentation ou le total des débits de référence à l'évacuation.

**Tableau 3** Avantages et inconvénients des régulations du système D cascade.

Régulation	Avantages	Inconvénients
Régulation centrale – manuelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aucun capteur et aucune horloge</li> <li>✓ Débit garanti dans les chambres à coucher (débit minimum permanent)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Le débit et la qualité de l'air intérieur dans le séjour dépendent de la bonne utilisation de la commande manuelle</li> </ul>
Régulation centrale – CO <sub>2</sub> séjour	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Débit garanti dans les chambres à coucher (débit minimum permanent)</li> <li>✓ Réduction de débit efficace</li> <li>✓ Un seul capteur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Capteur de CO<sub>2</sub> nécessaire</li> </ul>
Régulation centrale – CO <sub>2</sub> séjour et horloge chambres	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Réduction de débit importante</li> <li>✓ Un seul capteur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Le débit et la qualité de l'air intérieur dans les chambres à coucher dépendent du bon réglage de l'horloge</li> <li>✗ Capteur de CO<sub>2</sub> nécessaire</li> <li>✗ Programmation horloge nécessaire</li> </ul>
Régulation centrale – CO <sub>2</sub> séjour et CO <sub>2</sub> chambres	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Réduction de débit la plus importante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Plusieurs capteurs de CO<sub>2</sub> nécessaires</li> </ul>

### 3.1.5.2 Régulation centrale – manuelle

Cette régulation est caractérisée comme suit :

- la régulation est centrale, tant pour l'alimentation que pour l'évacuation. Les débits sont en équilibre
- le système est régulé entre un débit minimum et un débit maximum
- le débit minimum correspond au débit le plus élevé parmi les deux suivants : le total d'alimentation des chambres à coucher ou 1/3 du débit total de conception maximum. Ce débit minimum assure en permanence une ventilation suffisante des chambres à coucher
- une commande manuelle à plusieurs positions est placée dans le séjour ou dans un endroit facilement accessible (hall d'entrée, par exemple). Elle permet d'actionner le fonctionnement du système au débit maximum
- la détection des besoins dans les espaces de service n'est pas nécessaire.

### 3.1.5.3 Régulation centrale – CO<sub>2</sub> séjour

Cette régulation est caractérisée comme suit :

- la régulation est centrale, tant pour l'alimentation que pour l'évacuation. Le système est en équilibre
- le système est régulé entre un débit minimum et un débit maximum
- le débit minimum correspond au moins au total d'alimentation des chambres à coucher et au moins à 1/3 du débit total de conception maximum. Ce débit minimum assure en permanence une ventilation suffisante des chambres à coucher
- un capteur de CO<sub>2</sub> dans le ou les séjours permet de faire varier le débit entre ce débit minimum et le débit de conception maximum selon les besoins détectés dans le séjour
- la détection des besoins (à l'aide d'un capteur de CO<sub>2</sub>, par exemple) dans les espaces de service n'est pas nécessaire.

### 3.1.5.4 Régulation centrale – CO<sub>2</sub> séjour et horloge chambres

Cette régulation est caractérisée comme suit :

- la régulation est centrale, tant pour l'alimentation que pour l'évacuation. Le système est en équilibre

- le système est régulé entre un débit minimum, un débit intermédiaire et un débit maximum
- le débit minimum correspond au moins à  $\frac{1}{3}$  du total d'alimentation des chambres à coucher
- le débit intermédiaire correspond au moins au total d'alimentation des chambres à coucher et au moins à  $\frac{1}{3}$  du débit total de conception maximum. Ce débit intermédiaire assure en permanence une ventilation minimale des chambres à coucher
- une programmation horloge (fixe ou non) assure ce débit intermédiaire (de 20h à 8h, par exemple)
- un capteur de CO<sub>2</sub> dans le ou les séjours permet de faire varier le débit entre ce débit minimum ou intermédiaire et le débit de conception maximum selon les besoins détectés dans le séjour
- la détection des besoins dans les espaces de service n'est pas nécessaire.

### 3.1.5.5 Régulation centrale – CO<sub>2</sub> séjour et CO<sub>2</sub> chambres

Cette régulation est caractérisée comme suit :

- la régulation est centrale, tant pour l'alimentation que pour l'évacuation. Le système est en équilibre
- le système est régulé entre un débit minimum, un débit intermédiaire et un débit maximum
- le débit minimum correspond au moins à  $\frac{1}{3}$  du total d'alimentation des chambres à coucher
- le débit intermédiaire correspond au moins au total d'alimentation des chambres à coucher et au moins à  $\frac{1}{3}$  du débit total de conception maximum
- un ou plusieurs capteurs de CO<sub>2</sub> assurent ce débit intermédiaire lorsqu'ils détectent directement ou indirectement du CO<sub>2</sub> dans les chambres à coucher. Ce ou ces capteurs peuvent être placés à différents endroits :
  - dans le hall de nuit donnant sur toutes les chambres à coucher
  - dans la chambre à coucher principale
  - dans chaque chambre à coucher. Dans ce cas uniquement, le débit minimum peut être limité à  $\frac{1}{10}$  du total d'alimentation des chambres à coucher
- un capteur de CO<sub>2</sub> dans le ou les séjours permet de faire varier le débit entre ce débit minimum ou intermédiaire et le débit de conception maximum selon les besoins détectés dans le séjour
- la détection des besoins dans les espaces de service n'est pas nécessaire.

## 3.1.6 Variante pour logement avec séjour traversé ou séjour fermé séparé

### 3.1.6.1 Séjour traversé

Dans le cas d'un séjour traversé (voir § 2.2.4, p. 15), l'absence de ventilation mécanique directe dans le séjour rend le système plus sensible à un manque d'étanchéité à l'air de l'enveloppe. Cependant, afin d'assurer une bonne qualité de l'air dans le séjour, il est recommandé d'appliquer l'une des solutions suivantes :

- prévoir une ouverture de transfert permanente de grande taille (d'une surface d'au moins 1 m<sup>2</sup>) entre le séjour traversé et la cuisine ou les espaces de service qui abritent l'extraction mécanique. Cette ouverture peut prendre la forme d'une baie de porte sans porte, par exemple
- limiter l'application de ce système à des logements dotés d'une très bonne étanchéité à l'air de l'enveloppe ( $n_{50}$ <sup>(6)</sup> égal ou inférieur à 1 h<sup>-1</sup>).

<sup>(6)</sup> Pour plus d'informations, voir [NIT 255](#) [B2].

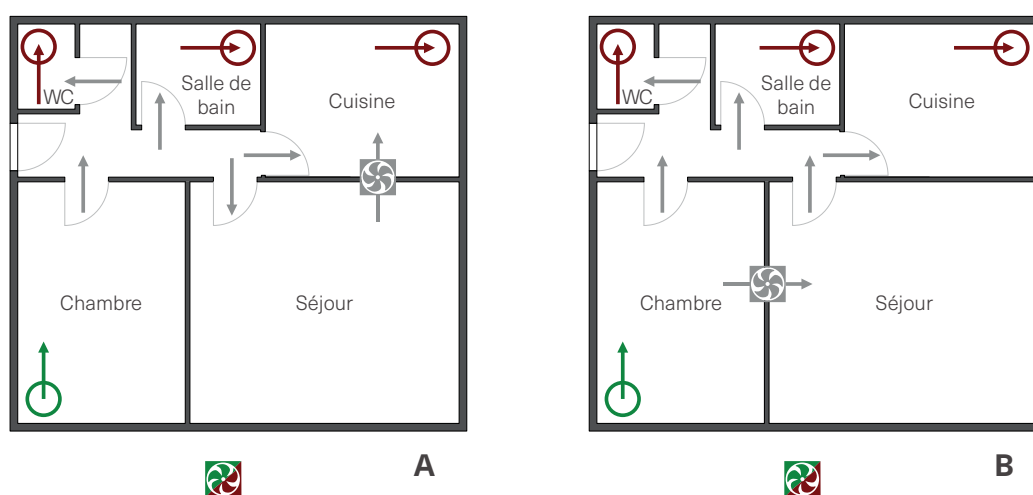
### 3.1.6.2 Séjour fermé séparé

Dans le cas d'un logement avec un séjour fermé séparé (voir § 2.2.4, p. 15), deux approches permettent d'appliquer un système D cascade :

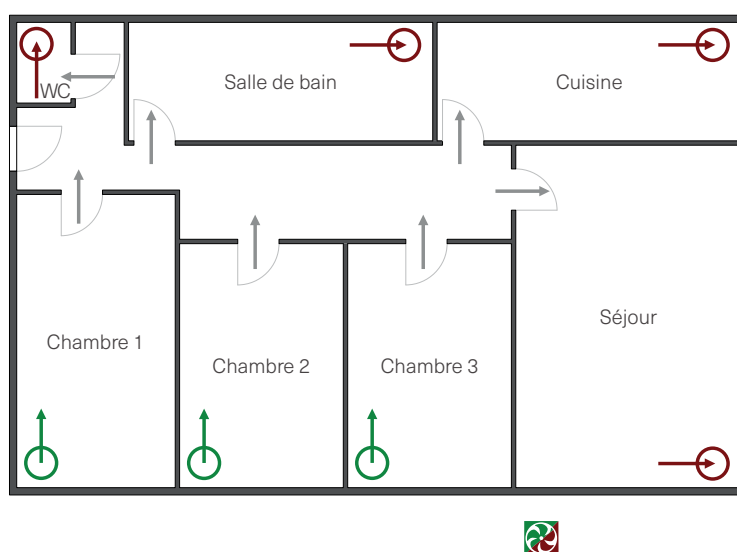
- ajout d'un transfert mécanique entre le séjour et un autre espace afin de forcer le flux d'air à traverser le séjour (pour des exemples de ventilateurs dédiés aux transferts mécaniques, voir figure 25, p. 41)
- ajout d'une extraction supplémentaire dans le séjour.

Les figures 13A, 13B et 14 ci-après illustrent ces variantes du D cascade pour un logement avec un séjour fermé séparé et une cuisine fermée en communication avec d'autres espaces que le séjour :

- la première solution consiste à ajouter un ventilateur pour le transfert mécanique entre le séjour et la cuisine fermée. Il faut aussi que le séjour soit en communication avec le hall provenant de la ou des chambres (voir figure 13A)
- la deuxième solution s'applique s'il n'y a qu'une seule chambre à coucher, située à côté du séjour. Elle consiste à ajouter un ventilateur pour le transfert mécanique entre la chambre et le séjour (voir figure 13B)
- la troisième solution concerne l'ajout d'une extraction mécanique supplémentaire dans le séjour (voir figure 14).



**Fig. 13** Variantes possibles du système D cascade dans un appartement d'une chambre à coucher avec séjour fermé séparé, grâce à des transferts mécaniques.



**Fig. 14** Variante possible du système D cascade dans un appartement de trois chambres à coucher avec séjour fermé séparé, grâce à une extraction supplémentaire dans le séjour.

### 3.1.6.3 Régulations appliquées aux variantes

Les différentes régulations décrites ci-avant s'appliquent également aux variantes pour un logement avec séjour traversé ou séjour fermé séparé :

- dans tous les cas, la régulation centrale du groupe est commandée sur la base des besoins détectés dans le séjour (capteur de CO<sub>2</sub> ou commande manuelle)
- si un transfert mécanique supplémentaire est mis en place, il sera également régulé sur la base des besoins détectés dans le séjour (capteur de CO<sub>2</sub> ou commande manuelle) de sorte à fournir le débit de référence du séjour lorsque le groupe délivre le débit de conception maximum :
  - si un transfert mécanique supplémentaire est mis en place entre le séjour et la cuisine, le débit d'extraction dans la cuisine est aussi régulé sur la base du capteur de sorte à extraire au moins un débit égal au débit de transfert mécanique
  - si aucun besoin de ventilation n'est détecté dans le séjour, le ventilateur de transfert peut être à l'arrêt.

### 3.1.7 Variante D cascade pour plusieurs appartements

Le système D cascade est également compatible avec un groupe commun à plusieurs appartements. La figure 15 illustre le positionnement des clapets coupe-feu dans le cas d'une gaine technique non compartimentée entre étages (voir § 2.7 sur la sécurité incendie, p. 21, et l'[article Buildwise 2012/01.02 \[M1\]](#)).

En principe, les différentes régulations ci-avant sont applicables. La régulation centrale du groupe commun se base sur les besoins les plus élevés détectés dans les différents appartements. Une attention particulière sera accordée aux solutions qui garantissent le confort acoustique. Ceci permet d'éviter que les changements de débit commandés par un appartement occasionnent des nuisances sonores dans un ou plusieurs autres appartements.

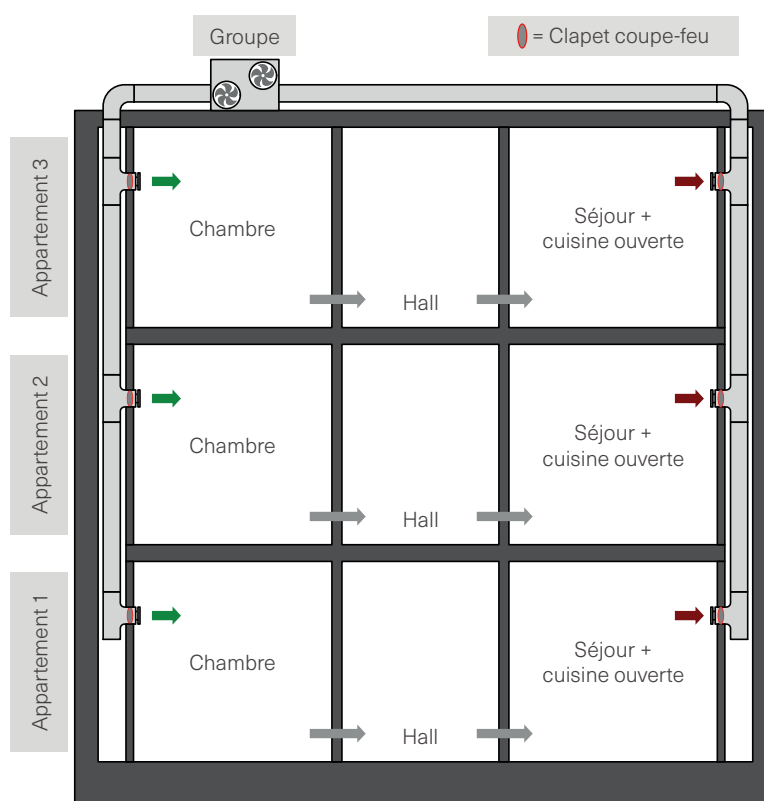


Fig. 15 Illustration d'un système D cascade centralisé pour trois appartements.

## 3.2 C hall centralisé

### 3.2.1 Principe

Ce système diffère du système C classique sur plusieurs points : présence d'une seule ouverture d'alimentation naturelle (dans le hall d'entrée), absence d'alimentation dans les chambres à coucher et éventuellement le séjour, et présence d'extractions mécaniques dans toutes les pièces, y compris les chambres à coucher. Ce système part du principe que le débit est mieux contrôlé par les extractions mécaniques que par les alimentations naturelles, notamment dans les chambres à coucher. Le système C hall centralisé est illustré aux figures 16A et 16B ci-après.

Dans le cas particulier où un espace de service est uniquement en contact avec un espace de vie, ouvert ou non (une douche en contact avec une chambre, par exemple), le système peut être simplifié en installant une seule extraction commune à ces deux espaces et est régulé sur la base des besoins les plus élevés des deux.

Dans des cas très spécifiques, ce système peut aussi s'appliquer aux appartements. Toutefois, l'alimentation en air devra se faire dans le hall d'entrée privatif à l'intérieur de chaque appartement et directement depuis une façade extérieure. Dès lors, le hall d'entrée privatif doit être en contact direct avec une façade extérieure, ce qui est une configuration très peu courante (voir figure 17, p. 31).

Ouverture d'alimentation naturelle :

- dans le hall à l'étage le plus bas du logement (hall d'entrée, par exemple).

Ouvertures de transfert :

- vers les chambres à coucher
- vers le séjour
- vers les espaces de service.

Extractions mécaniques :

- dans les espaces de service
- dans les chambres à coucher.

#### Remarque

Ce système n'est pas prévu dans la norme NBN D 50-001 [B4].

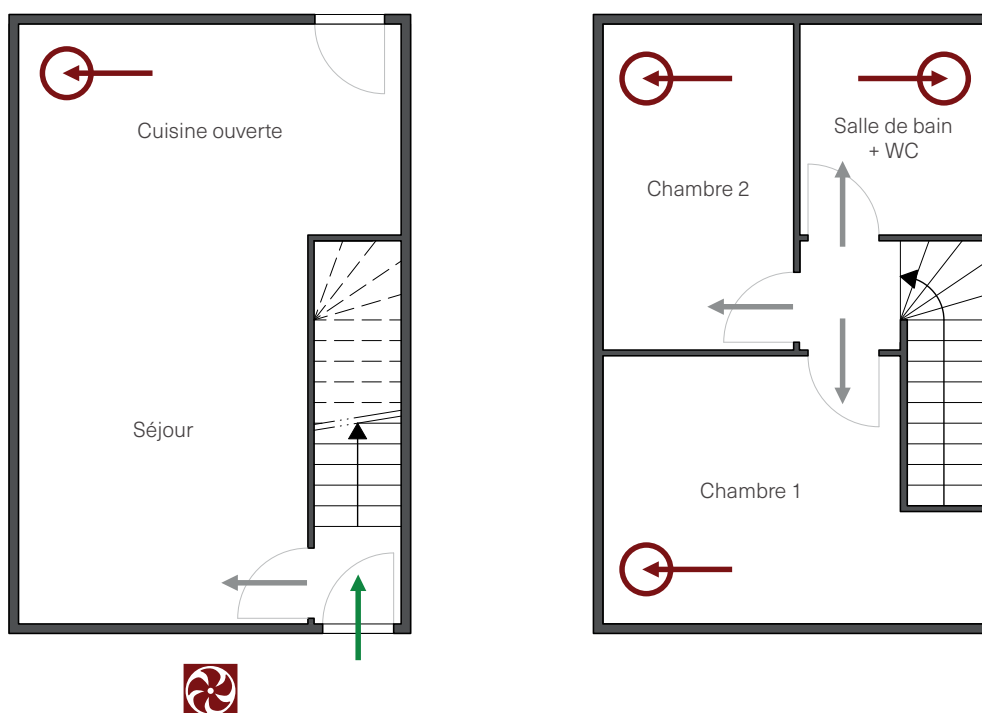
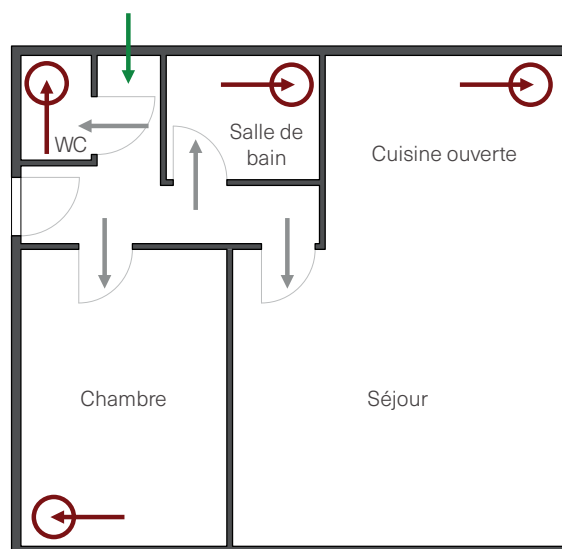


Fig. 16A Schéma 2D du système C hall centralisé dans une maison à deux étages.



**Fig. 16B** Schéma 3D du système C hall centralisé dans une maison à deux étages.



**Fig. 17** Système C hall centralisé dans un appartement, avec alimentation en air directement depuis l'extérieur dans le hall intérieur de l'appartement si celui-ci est en contact avec une façade extérieure.

## 3.2.2 Principaux avantages

Le système C hall centralisé présente les avantages suivants :

- qualité de l'air plus facilement assurée par ce système que par le système C classique, ce dernier étant sensible à l'étanchéité à l'air de l'enveloppe, aux effets du vent et du tirage thermique entre les alimentations naturelles
- plus facile à installer qu'un système C classique du point de vue des ouvertures d'alimentation naturelle
- coût d'installation réduit du point de vue des ouvertures d'alimentation naturelle
- le confort ressenti peut être meilleur par rapport au système C classique, car les chambres à coucher et le séjour ne sont pas soumis aux courants d'air et au bruit extérieur
- l'application d'une régulation à la demande efficace du système permet d'obtenir une bonne efficacité énergétique, caractérisée par un débit réduit
- en principe, l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment n'exerce pas d'influence sur la qualité de l'air (sauf dans le cas d'un séjour traversé, voir § 3.2.6, p. 33)
- système avantageux dans un logement avec de nombreux espaces de service ou dans un logement avec des chambres à coucher ayant une salle de bain ou de douche privée (ouverte ou non), par exemple.

## 3.2.3 Contraintes

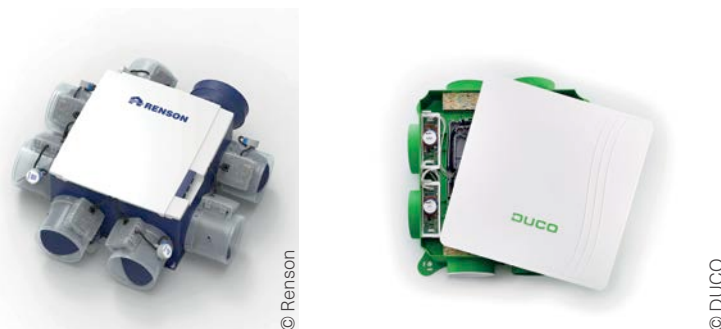
Le système C hall centralisé comporte les contraintes suivantes :

- espace nécessaire pour les composants mécaniques (groupe et conduits)
- système plus facile à appliquer dans un logement avec une cuisine ouverte (voir § 2.2.4, p. 15). Néanmoins, des variantes adaptées existent pour les autres configurations
- nécessité d'un hall d'entrée en contact avec une paroi extérieure et en communication au moins avec les chambres à coucher et le séjour
- nécessité d'une régulation à la demande en vue de limiter le débit et la consommation énergétique de ce système.

## 3.2.4 Solution technique

Le système C hall centralisé pour un logement se compose des éléments suivants :

- groupe d'extraction simple flux (voir figure 18) avec capteurs et régulation locale, installé dans un local technique qui se situe idéalement à proximité des chambres à coucher ou des espaces de service (un grenier, par exemple)
- ouverture d'alimentation naturelle placée dans le hall à l'étage le plus bas du logement (hall d'entrée, par exemple, voir figures 19 et 20, p. 33). Cette ouverture peut être dimensionnée pour une différence de pression de 10 Pa et pour le débit total de toutes les chambres à coucher. L'alimentation peut éventuellement être mise en œuvre avec deux ouvertures distinctes à l'étage le plus bas du logement, l'une se trouvant dans le séjour et l'autre dans le hall d'entrée. Les immeubles collectifs présentent des contraintes supplémentaires pour la sécurité incendie, que vous pouvez consulter au § 2.7 (p. 21)
- réseaux de conduits vers les chambres à coucher et les espaces de service
- bouches dans les chambres à coucher et les espaces de service
- rejet d'air dans une paroi extérieure (les immeubles collectifs présentent des contraintes supplémentaires pour la sécurité incendie, que vous pouvez consulter au § 2.7, p. 21).



**Fig. 18** Exemples de groupes d'extraction simple flux permettant de mettre en œuvre un système C hall centralisé.

### Remarque

Il est toujours recommandé de prévoir une ouverture d'alimentation naturelle dimensionnée comme décrit au § 3.2.4 ci-avant, afin de rendre ce système fiable en toutes circonstances et de s'assurer que l'air neuf entre par une ouverture volontaire et ne traverse pas d'espaces adjacents potentiellement pollués (voir § 2.6, p. 20).





**Fig. 19** Exemple d'ouverture d'alimentation naturelle dans un système C hall centralisé.



**Fig. 20** Emplacement de l'ouverture d'alimentation dans une petite maison (photo d'une maison du Foyer anderlechtois dans le quartier du Bon Air à Anderlecht).

## 3.2.5 Régulation

La régulation la plus efficace à recommander est 'C hall centralisé – régulation locale'.

### 3.2.5.1 C hall centralisé – régulation locale

La régulation est locale grâce à un clapet automatisé et à un capteur pour chaque espace :

- capteur de CO<sub>2</sub> pour les chambres à coucher et la cuisine
- capteur d'humidité relative (HR) pour les salles de bain et les salles de douche
- capteur de détection de présence ou équivalent pour les toilettes
- combinaison d'un capteur d'humidité relative et d'un capteur de détection de présence pour les salles de bain avec toilettes.

## 3.2.6 Variante pour logement avec séjour traversé ou séjour fermé séparé

### 3.2.6.1 Séjour traversé

Dans le cas d'un séjour traversé (voir § 2.2.4, p. 15), l'absence de ventilation mécanique directe dans le séjour rend le système potentiellement sensible du point de vue de l'étanchéité à l'air. Cependant, afin d'assurer une bonne qualité de l'air dans le séjour, il est recommandé d'appliquer l'une des solutions suivantes :

- prévoir une ouverture de transfert permanente de grande taille (d'une surface d'au moins 1 m<sup>2</sup>) entre le séjour traversé et la cuisine ou les espaces de service qui abritent l'extraction mécanique. Cette ouverture peut prendre la forme d'une baie de porte sans porte, par exemple
- limiter l'application de ce système à des logements dotés d'une très bonne étanchéité à l'air de l'enveloppe ( $n_{50}$  égal ou inférieur à 1 h<sup>-1</sup>).

### 3.2.6.2 Séjour fermé séparé

Dans le cas d'un logement avec un séjour fermé séparé (voir § 2.2.4, p. 15), deux approches permettent d'appliquer un système C hall centralisé :

- ajout d'un transfert mécanique entre le séjour et la cuisine afin de forcer le flux d'air à traverser le séjour (pour des exemples de ventilateurs dédiés aux transferts mécaniques, voir figure 25, p. 41)
- ajout d'une extraction supplémentaire dans le séjour.

Les figures 21A et 21B ci-après illustrent les variantes du système C hall centralisé pour un logement avec un séjour fermé séparé et une cuisine fermée en communication avec d'autres espaces que le séjour :

- la première solution consiste à ajouter un ventilateur pour le transfert mécanique entre le séjour et la cuisine fermée. Elle requiert aussi que le séjour soit en communication avec le hall provenant de la ou des chambres (voir figure 21A)
- la deuxième solution concerne l'ajout d'une extraction mécanique supplémentaire dans le séjour (voir figure 21B).

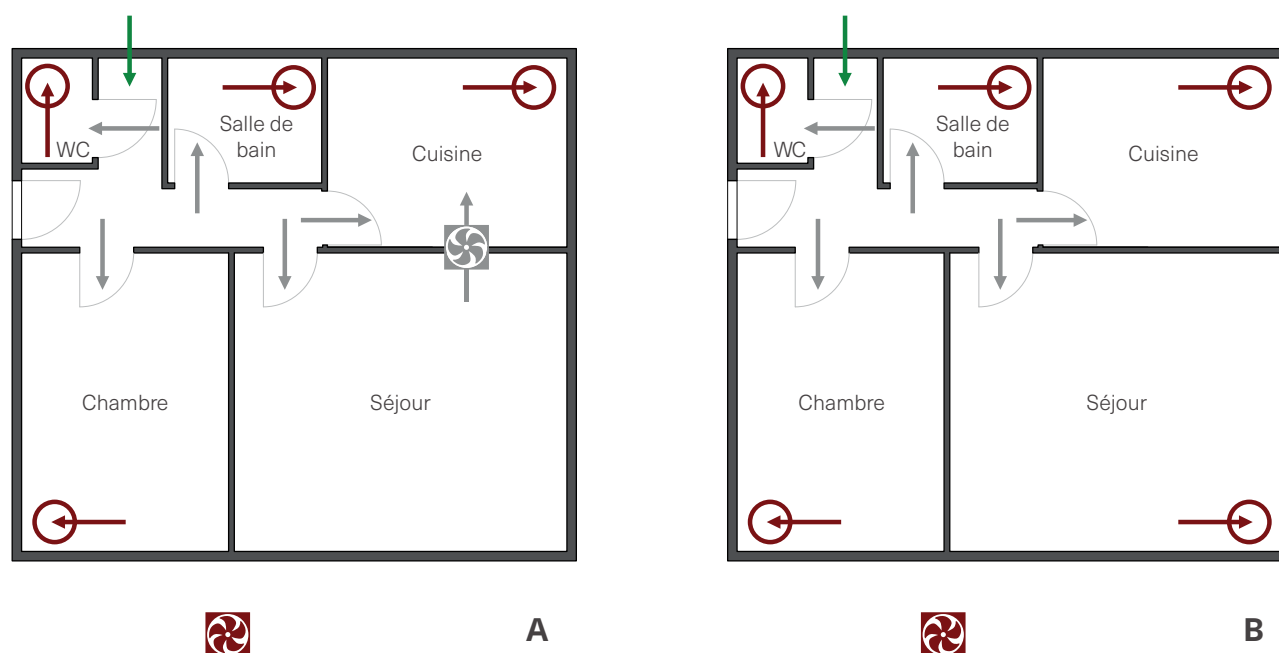


Fig. 21 Variantes possibles du système C hall centralisé pour un appartement avec cuisine fermée.

### 3.2.6.3 Régulation appliquée aux variantes

La régulation ci-avant s'applique également aux variantes pour un logement avec séjour fermé séparé :

- si une extraction supplémentaire est installée dans le séjour, elle est simplement régulée localement sur la base du taux de CO<sub>2</sub>
- si un transfert mécanique supplémentaire est mis en place entre le séjour et la cuisine, il est régulé sur la base des besoins détectés dans le séjour (capteur de CO<sub>2</sub>) :
  - le débit d'extraction dans la cuisine est aussi régulé sur la base du capteur de sorte à extraire au moins un débit égal au débit de transfert mécanique
  - si aucun besoin de ventilation n'est détecté dans le séjour, le ventilateur de transfert peut être à l'arrêt.

## 3.2.7 Variante C hall centralisé pour plusieurs appartements

Le système C hall centralisé est également compatible avec un groupe commun à plusieurs appartements (voir § 2.7 sur la sécurité incendie, p. 21).

En principe, la régulation ci-avant est applicable. La régulation du débit commun d'extraction se base sur les besoins les plus élevés détectés dans les différents appartements. Une attention particulière sera accordée aux solutions qui garantissent le confort acoustique. Ceci permet d'éviter que les changements de débit commandés par un appartement occasionnent des nuisances sonores dans un ou plusieurs autres appartements.

## 3.3 C hall 1 zone chambres

### 3.3.1 Principe

Le principe de base est identique à celui du système C hall centralisé (voir § 3.2, p. 30). Toutefois, des différences subsistent :

- l'extraction des chambres fonctionne au moyen d'un petit groupe d'extraction commun à toutes les chambres à coucher
- l'extraction des autres espaces est réalisée grâce à des ventilateurs d'extraction décentralisés.

Le système C hall 1 zone chambres est illustré à la figure 22.

Ouverture d'alimentation naturelle :

- dans le hall à l'étage le plus bas du logement (hall d'entrée, par exemple).

Ouvertures de transfert :

- vers les chambres à coucher
- vers le séjour
- vers les espaces de service.

Extractions mécaniques :

- dans les espaces de service
- dans les chambres à coucher.

#### Remarque

Ce système n'est pas prévu dans la norme NBN D 50-001 [B4].

D'autres variantes du système C hall 1 zone chambres peuvent être mises en œuvre en combinant l'extraction de plusieurs espaces de service avec un petit groupe d'extraction commun régulé selon les besoins. Ces variantes sont plus ou moins intéressantes en fonction du nombre d'espaces de service et des spécificités de chaque logement, comme dans les cas suivants :

- extraction commune de la salle de bain, des toilettes et d'une buanderie, régulée sur la base de l'humidité relative dans ces espaces
- extraction commune de la salle de bain et de la cuisine.

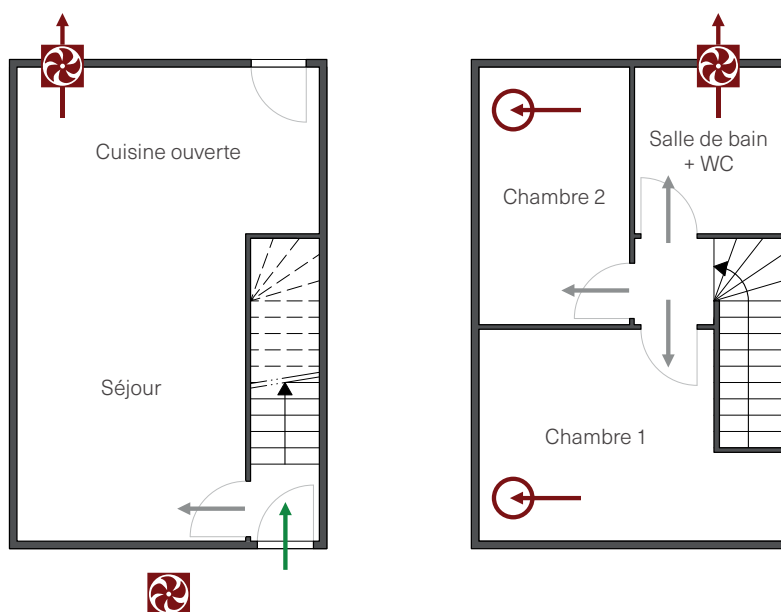


Fig. 22 Système C hall 1 zone chambres avec un groupe centralisé pour les chambres et des ventilateurs décentralisés ailleurs.

## 3.3.2 Principaux avantages

Le système C hall 1 zone chambres présente un certain nombre d'avantages communs avec le système C hall centralisé.

Il est cependant un peu moins performant du point de vue de la régulation des débits dans les chambres à coucher.

Par rapport au système C hall centralisé (voir § 3.2, p. 30), ce système présente les avantages suivants :

- absence de gaines techniques verticales pour les espaces de service, la salle de bain et la cuisine, entre autres
- coût d'installation potentiellement réduit dans certains cas, notamment lorsque le nombre de chambres à coucher est élevé
- moins de travaux à l'intérieur du logement
- phasage possible des travaux : pièce par pièce ou si des ventilateurs d'extraction décentralisés sont déjà présents (voir Annexe B, p. 81).

Par rapport au système C hall décentralisé (voir § 3.4, p. 40), ce système présente les avantages suivants :

- confort acoustique plus facile à assurer dans les chambres grâce au groupe commun et à un ou plusieurs silencieux
- composants plus facilement disponibles sur le marché
- régulation plus simple pour les chambres
- coût d'installation potentiellement réduit dans certains cas, notamment lorsque le nombre de chambres à coucher est élevé.

## 3.3.3 Contraintes

Le système C hall 1 zone chambres présente un certain nombre de contraintes spécifiques qui s'ajoutent à celles du système C hall centralisé :

- espace nécessaire pour les composants mécaniques de l'extraction des chambres (groupe et conduits)
- percements en façade nécessaires afin d'installer les ventilateurs d'extraction des espaces de service. Une attention particulière sera accordée au resserrage de ces percements du point de vue de l'isolation, de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment et de la sécurité incendie (voir § 2.7, p. 21).

## 3.3.4 Solution technique

Le système C hall 1 zone chambres pour un logement se compose des éléments suivants :

- un ventilateur d'extraction décentralisé pour chaque espace de service
- groupe d'extraction simple flux (voir figure 23, p. 38) installé dans un local technique qui se situe idéalement à proximité des chambres à coucher (un grenier, par exemple)
- ouverture d'alimentation naturelle placée dans le hall à l'étage le plus bas du logement (hall d'entrée, par exemple). Cette ouverture peut être dimensionnée pour une différence de pression de 10 Pa et pour le débit total de toutes les chambres à coucher. L'alimentation peut éventuellement être mise en œuvre avec deux ouvertures distinctes à l'étage le plus bas du logement, l'une se trouvant dans le séjour et l'autre dans le hall d'entrée. Les immeubles collectifs présentent des contraintes supplémentaires pour la sécurité incendie, que vous pouvez consulter au § 2.7 (p. 21)
- réseaux de conduits vers les chambres à coucher
- bouches dans les chambres à coucher
- rejet d'air dans une paroi extérieure (les immeubles collectifs présentent des contraintes supplémentaires pour la sécurité incendie, que vous pouvez consulter au § 2.7, p. 21).



© Itho

**Fig. 23** Exemple d'un groupe d'extraction simple flux permettant de réaliser un système C hall 1 zone chambres.

## 3.3.5 Régulations

### 3.3.5.1 C hall 1 zone chambres – régulations locale et zonale horloge chambres

La régulation des espaces de service est identique à celle du système C hall centralisé :

- la régulation est locale grâce à chaque ventilateur d'extraction indépendant et à des capteurs pour chaque espace de service :
  - capteur de CO<sub>2</sub> pour la cuisine
  - capteur d'humidité relative (HR) pour les salles de bain et les salles de douche
  - capteur de détection de présence ou équivalent pour les toilettes
  - combinaison d'un capteur d'humidité relative et d'un capteur de détection de présence pour les salles de bain avec toilettes.

La régulation du groupe d'extraction commun aux chambres à coucher est basée sur une programmation horloge :

- le débit minimum d'extraction des chambres à coucher correspond au moins à  $\frac{1}{3}$  du total des débits de référence des chambres à coucher
- cette programmation horloge (fixe ou non) assure le débit de référence dans les chambres à coucher au moins pendant la nuit (de 20h à 8h, par exemple).

### 3.3.5.2 C hall 1 zone chambres – régulations locale et zonale CO<sub>2</sub> chambres

La régulation des espaces de service est identique à celle du système C hall centralisé :

- la régulation est locale grâce à chaque ventilateur d'extraction indépendant et à des capteurs pour chaque espace de service :
  - capteur de CO<sub>2</sub> pour la cuisine
  - capteur d'humidité relative (HR) pour les salles de bain et les salles de douche
  - capteur de détection de présence ou équivalent pour les toilettes
  - combinaison d'un capteur d'humidité relative et d'un capteur de détection de présence pour les salles de bain avec toilettes.

La régulation du groupe d'extraction commun aux chambres à coucher est basée sur une détection du CO<sub>2</sub> :

- le débit minimum d'extraction des chambres à coucher correspond au moins à  $\frac{1}{3}$  du total des débits de référence des chambres à coucher

- un ou plusieurs capteurs de CO<sub>2</sub> assurent le débit de référence dans les chambres à coucher lorsqu'ils détectent du CO<sub>2</sub> directement ou indirectement dans les chambres à coucher. Ce ou ces capteurs peuvent être placés à différents endroits :
  - dans le conduit d'extraction commun à toutes les chambres à coucher
  - dans la chambre à coucher principale
  - dans chaque chambre à coucher. Dans ce cas uniquement, le débit minimum d'extraction des chambres à coucher peut être limité à 1/10 du total des débits de référence des chambres à coucher.

### 3.3.6 Variante pour logement avec séjour traversé ou séjour fermé séparé

En principe, dans le cas d'un logement avec un séjour traversé ou un séjour fermé séparé (voir § 2.2.4, p. 15), les variantes présentées pour le système C hall centralisé (voir § 3.2.6, p. 33) sont également applicables au système C hall 1 zone chambres.

### 3.3.7 Variante C hall 1 zone chambres pour plusieurs appartements

Le système C hall 1 zone chambres est également compatible avec un groupe (pour les chambres à coucher) commun à plusieurs appartements (voir § 2.7 sur la sécurité incendie, p. 21).

En principe, la régulation ci-avant est applicable. La régulation du débit commun d'extraction se base sur les besoins les plus élevés détectés dans les différents appartements. Une attention particulière sera accordée aux solutions qui garantissent le confort acoustique. Ceci permet d'éviter que les changements de débit commandés par un appartement occasionnent des nuisances sonores dans un ou plusieurs autres appartements.

## 3.4 C hall décentralisé

### 3.4.1 Principe

Le principe de base est identique à celui du système C hall centralisé (voir § 3.2, p. 30). Toutefois, l'extraction de chaque espace fonctionne au moyen de ventilateurs d'extraction décentralisés. Le système C hall décentralisé est illustré à la figure 24.

Ouverture d'alimentation naturelle :

- dans le hall à l'étage le plus bas du logement (hall d'entrée, par exemple).

Ouvertures de transfert :

- vers les chambres à coucher
- vers le séjour
- vers les espaces de service.

Extractions mécaniques :

- dans les espaces de service
- dans les chambres à coucher.

#### Remarque

Ce système n'est pas prévu dans la norme NBN D 50-001 [B4].

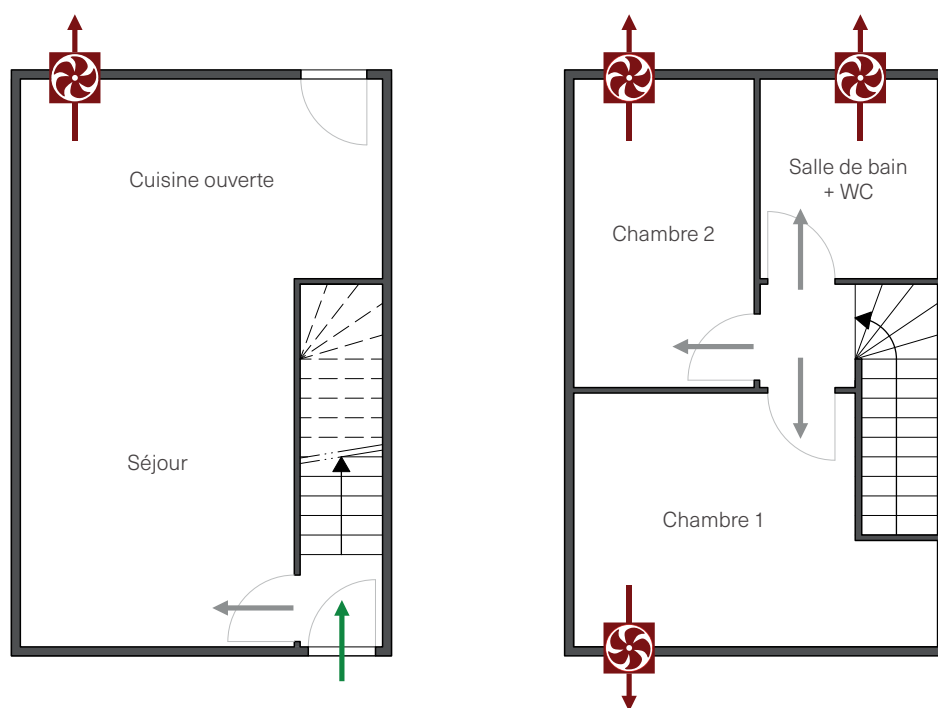


Fig. 24 Système C hall décentralisé.

### 3.4.2 Principaux avantages

Le système C hall décentralisé présente un certain nombre d'avantages communs avec le système C hall centralisé.

Par rapport au système C hall centralisé (voir § 3.2, p. 30) et au système C hall 1 zone chambres (voir § 3.3, p. 36), ce système présente les avantages suivants :

- facilité d'installation, peu d'interventions et aucun espace nécessaire à l'intérieur du logement



- absence de gaines techniques et aucun espace nécessaire pour un groupe d'extraction
- coût d'installation potentiellement réduit dans certains cas, notamment lorsque le nombre d'espaces est réduit
- phasage possible des travaux : pièce par pièce ou si des ventilateurs d'extraction décentralisés sont déjà présents.

### 3.4.3 Contraintes

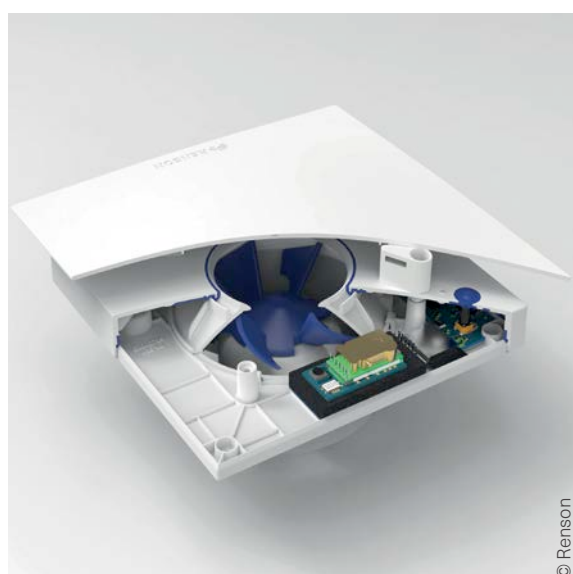
Le système C hall décentralisé présente un certain nombre de contraintes spécifiques qui s'ajoutent à celles du système C hall centralisé :

- tous les espaces doivent être en contact avec une paroi extérieure
- nombreux percements en façade nécessaires afin d'installer les ventilateurs d'extraction des chambres à coucher et des espaces de service
- confort acoustique des chambres à coucher potentiellement difficile à atteindre en raison des ventilateurs d'extraction décentralisés
- le marché propose actuellement peu de produits qui permettent d'assurer un confort acoustique suffisant (dans les chambres) et une régulation suffisamment efficace.

### 3.4.4 Solution technique

Le système C hall décentralisé pour un logement se compose des éléments suivants :

- un ventilateur d'extraction décentralisé (voir figure 25) pour chaque chambre à coucher et chaque espace de service (les immeubles collectifs présentent des contraintes supplémentaires pour la sécurité incendie, que vous pouvez consulter au § 2.7, p. 21). Ces ventilateurs sont pourvus de clapets antiretour
- ouverture d'alimentation naturelle placée dans le hall à l'étage le plus bas du logement comme le hall d'entrée, par exemple (les immeubles collectifs présentent des contraintes supplémentaires pour la sécurité incendie, que vous pouvez consulter au § 2.7, p. 21). Cette ouverture peut être dimensionnée pour une différence de pression de 10 Pa et pour le débit total de toutes les chambres à coucher. L'alimentation peut éventuellement être mise en œuvre avec deux ouvertures distinctes à l'étage le plus bas du logement, l'une se trouvant dans le séjour et l'autre dans le hall d'entrée.



© Soler & Palau

**Fig. 25** Exemples de ventilateurs décentralisés permettant de réaliser les extractions d'un système C hall décentralisé ou les transferts mécaniques de certains autres systèmes.

## 3.4.5 Régulation

### 3.4.5.1 C hall décentralisé – régulation locale

La régulation est identique à celle du système C hall centralisé :

- la régulation est locale grâce à la présence d'un ventilateur d'extraction indépendant et d'un capteur dans chaque espace :
  - capteur de CO<sub>2</sub> pour chaque chambre à coucher et la cuisine
  - capteur d'humidité relative (HR) pour les salles de bain et les salles de douche
  - capteur de détection de présence ou équivalent pour les toilettes
  - combinaison d'un capteur d'humidité relative et d'un capteur de détection de présence pour les salles de bain avec toilettes.

## 3.4.6 Variante pour logement avec séjour traversé ou séjour fermé séparé

### 3.4.6.1 Séjour traversé

En principe, dans le cas d'un logement avec un séjour traversé (voir § 2.2.4, p. 15), les variantes présentées pour le système C hall centralisé (voir § 3.2.6, p. 33) sont également applicables au système C hall décentralisé.

### 3.4.6.2 Séjour fermé séparé

Dans le cas d'un logement avec un séjour fermé séparé (voir § 2.2.4, p. 15), la solution la plus évidente consiste à ajouter une extraction supplémentaire dans le séjour. Ce ventilateur d'extraction supplémentaire est régulé sur la base du taux de CO<sub>2</sub> détecté dans le séjour.

## 3.5 C hall transfert

### 3.5.1 Principe

Le principe de base est identique au système C hall centralisé (voir § 3.2, p. 30). Toutefois, certaines extractions sont remplacées par des transferts mécaniques vers d'autres espaces (pour des exemples de ventilateurs dédiés aux transferts mécaniques, voir figure 25, p. 41). Le système C hall transfert est illustré à la figure 26.

Par rapport aux systèmes C hall décentralisé et centralisé, les extractions d'une partie des chambres sont remplacées par des transferts mécaniques vers certains espaces de service (salle de bain, toilettes, buanderie, etc.) adjacents aux chambres à coucher correspondantes.

Ouverture d'alimentation naturelle :

- dans le hall à l'étage le plus bas du logement (hall d'entrée, par exemple).

Ouvertures de transfert :

- vers les chambres à coucher
- vers le séjour
- vers les espaces de service.

Transferts mécaniques :

- de certaines chambres vers certains espaces de service.

Extractions mécaniques :

- dans les espaces de service
- dans certaines chambres à coucher.

#### Remarque

Ce système n'est pas prévu dans la norme NBN D 50-001 [B4].

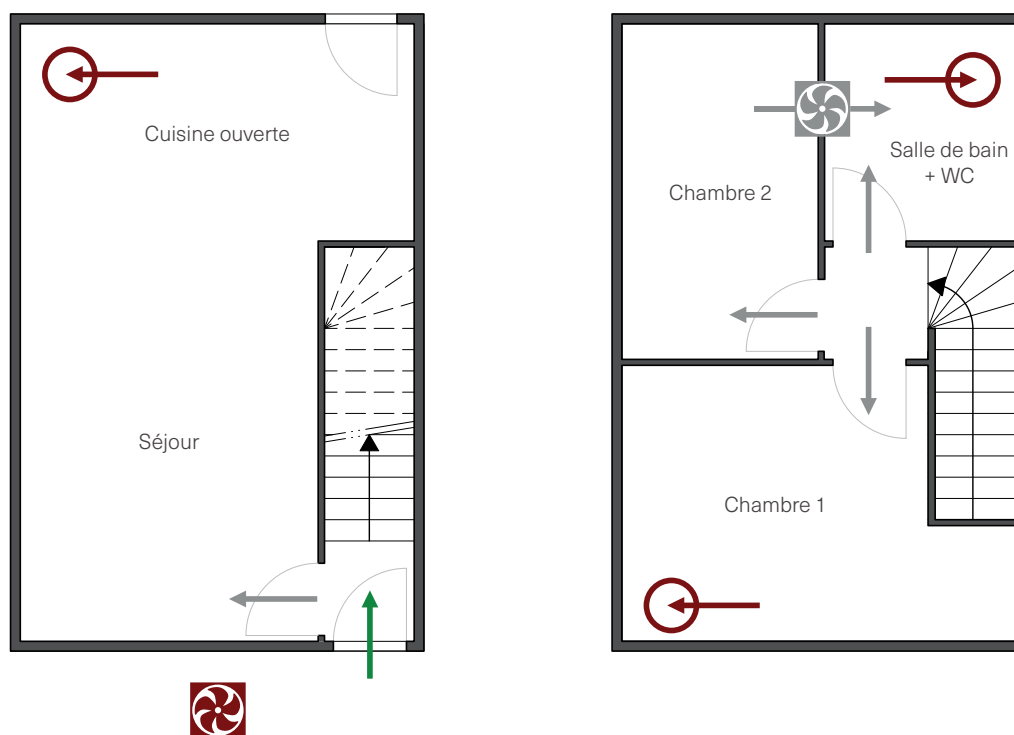


Fig. 26 Système C hall transfert.

## 3.5.2 Principaux avantages

Le système C hall transfert présente un certain nombre d'avantages communs avec le système C hall centralisé.

Par rapport au système C hall centralisé (voir § 3.2, p. 30), le système C hall transfert a pour principal avantage de maximiser le recyclage de l'air entre les chambres à coucher et les espaces de service (comme pour les systèmes C et D classiques) ce qui contribue ainsi à réduire le débit total du système.

## 3.5.3 Contraintes

Le système C hall transfert comporte un certain nombre de contraintes spécifiques qui s'ajoutent à celles du système C hall centralisé :

- certaines chambres à coucher doivent être adjacentes à certains espaces de service
- confort acoustique des chambres à coucher équipées d'un transfert mécanique potentiellement difficile à atteindre
- le marché propose actuellement peu de produits qui permettent d'assurer un confort acoustique suffisant (dans les chambres) et une régulation suffisamment efficace.

## 3.5.4 Solutions techniques

Le système C hall transfert pour un logement se compose des éléments suivants :

- groupe d'extraction simple flux avec capteurs et régulation locale, installé dans un local technique qui se situe idéalement à proximité des chambres à coucher ou des espaces de service (un grenier, par exemple)
- ouverture d'alimentation naturelle placée dans le hall à l'étage le plus bas du logement comme le hall d'entrée, par exemple (les immeubles collectifs présentent des contraintes supplémentaires pour la sécurité incendie, que vous pouvez consulter au § 2.7, p. 21). Cette ouverture peut être dimensionnée pour une différence de pression de 10 Pa et pour le débit total de toutes les chambres à coucher. L'alimentation peut éventuellement être mise en œuvre avec deux ouvertures distinctes à l'étage le plus bas du logement, l'une se trouvant dans le séjour et l'autre dans le hall d'entrée
- ventilateurs de transfert décentralisés entre certaines chambres et certains espaces de service
- réseaux de conduits vers les autres chambres à coucher et les espaces de service
- bouches dans les autres chambres à coucher et les espaces de service
- rejet d'air dans une paroi extérieure (les immeubles collectifs présentent des contraintes supplémentaires pour la sécurité incendie, que vous pouvez consulter au § 2.7, p. 21).

## 3.5.5 Régulation

### 3.5.5.1 C hall transfert – régulation locale

La régulation est locale pour chaque espace :

- capteur de CO<sub>2</sub> pour la cuisine
- capteur de CO<sub>2</sub> pour les chambres à coucher qui régule :
  - soit l'extraction de la chambre vers l'extérieur
  - soit le transfert mécanique de la chambre vers un espace de service.
- capteur d'humidité relative (HR) pour les salles de bain et les salles de douche
- capteur de détection de présence ou équivalent pour les toilettes
- combinaison d'un capteur d'humidité relative et d'un capteur de détection de présence pour les salles de bain avec toilettes.

En outre, dans les espaces de service qui reçoivent un transfert depuis une chambre à coucher, l'extraction est également régulée sur la base des besoins détectés dans cette chambre de sorte que le débit d'extraction de l'espace de service correspondant est au moins égal au débit de transfert mécanique depuis cette chambre à coucher.

### 3.5.6 Variante pour logement avec séjour traversé ou séjour fermé séparé

En principe, dans le cas d'un logement avec un séjour traversé ou un séjour fermé séparé (voir § 2.2.4, p. 15), les variantes présentées pour le système C hall centralisé (voir § 3.2.6, p. 33) sont également applicables au système C hall transfert.

### 3.5.7 Variante C hall transfert pour plusieurs appartements

Le système C hall transfert est également compatible avec un groupe commun à plusieurs appartements (voir § 2.7 sur la sécurité incendie, p. 21).

En principe, la régulation ci-avant est applicable. La régulation du débit commun d'extraction se base sur les besoins les plus élevés détectés dans les différents appartements. Une attention particulière sera accordée aux solutions qui garantissent le confort acoustique. Ceci permet d'éviter que les changements de débit commandés par un appartement occasionnent des nuisances sonores dans un ou plusieurs autres appartements.

# 3.6 C zonal avec OAR motorisées

## 3.6.1 Principe

Le système C zonal avec OAR (ouverture d'alimentation réglable) motorisées est illustré aux figures 27 et 28.

Ouvertures d'alimentation naturelle, dont certaines automatisées :

- dans les chambres, éventuellement automatisées
- dans le séjour, toujours automatisées.

Ouvertures de transfert :

- vers les halls
- vers les espaces de service.

Extractions mécaniques :

- dans les espaces de service.



Ce système est sensible à l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment (voir § 3.6.3, p. 47).

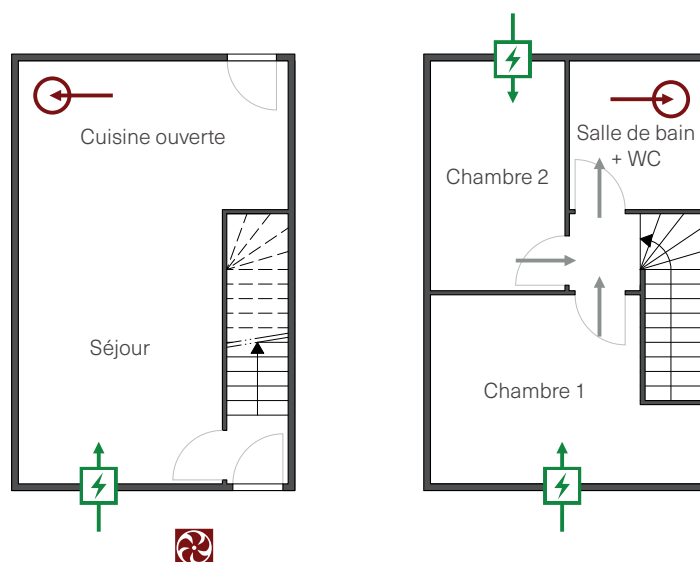


Fig. 27 Système C zonal avec OAR motorisées pour une maison à deux étages.

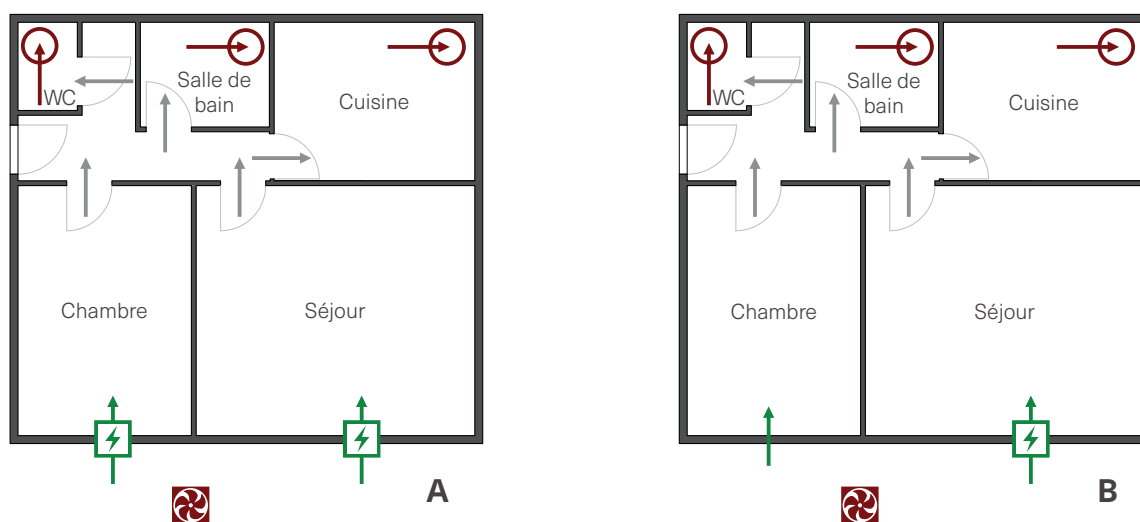


Fig. 28 Système C zonal pour un appartement avec des OAR automatisées dans le séjour et les chambres (A) et seulement dans le séjour (B).

Ce système diffère du système C classique, car il est équipé d'ouvertures d'alimentation naturelle motorisées et automatisées :

- dans les chambres et le séjour (voir figure 28A, p. 46)
- dans le séjour (voir figure 28B, p. 46).

## 3.6.2 Principaux avantages

Le système C zonal avec OAR motorisées présente les avantages suivants :

- facilement applicable dans un logement avec un séjour fermé séparé (voir § 2.2.4, p. 15) là où les systèmes C hall et D cascade nécessitent des variantes particulières
- permet en outre une certaine régulation de la ventilation dans les espaces de vie (séjour et chambres à coucher) grâce aux OAR automatisées, sans devoir recourir aux extractions supplémentaires dans les chambres à coucher. Cependant, cette régulation est moins performante que celle des systèmes C hall (voir § 3.2 à 3.5, p. 30 à 43).

## 3.6.3 Contraintes

Le système C zonal avec OAR motorisées comporte les contraintes suivantes :

- espace nécessaire pour les composants mécaniques (groupe et conduits)
- possibilité de placer les ouvertures d'alimentation naturelle dans les chambres à coucher et le séjour, dont au moins celles du séjour sont automatisées
- système potentiellement sensible à l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment :
  - si le  $n_{50}$  est égal ou inférieur à  $1 \text{ h}^{-1}$ , ce système peut être appliqué dans tous les cas
  - si le  $n_{50}$  est supérieur à 1 et égal ou inférieur à  $3 \text{ h}^{-1}$ , ce système peut être appliqué uniquement si toutes les OAR sont situées sur une même façade et sur un même étage (dans un appartement, par exemple)
  - dans les autres cas, ce système est déconseillé.

## 3.6.4 Solution technique

Le système C zonal avec OAR automatisées pour un logement se compose des éléments suivants :

- groupe d'extraction simple flux (voir figure 29, p. 48) avec capteurs et régulation locale, installé dans un local technique qui se situe idéalement à proximité des espaces de service (un grenier, par exemple)
- ouvertures d'alimentation naturelle placées dans les chambres à coucher et le séjour, dont au moins celles du séjour sont automatisées (voir § 3.6.5 ci-après). Les immeubles collectifs présentent des contraintes supplémentaires pour la sécurité incendie, que vous pouvez consulter au § 2.7 (p. 21). Ces ouvertures peuvent être dimensionnées pour une différence de pression de 10 Pa et pour le débit de l'espace qu'elles desservent
- réseaux de conduits vers les espaces de service
- bouches dans les espaces de service
- rejet d'air dans une paroi extérieure (les immeubles collectifs présentent des contraintes supplémentaires pour la sécurité incendie, que vous pouvez consulter au § 2.7, p. 21).



**Fig. 29** Composants permettant la réalisation du système C zonal avec OAR automatisées (groupe d'extraction, OAR automatisée et clapets de régulation).

## 3.6.5 Régulations

### 3.6.5.1 C zonal – 2 zones chambres et séjour

Cette régulation est caractérisée comme suit :

- la régulation est locale pour l'alimentation : les OAR automatisées sont régulées sur la base du taux de CO<sub>2</sub> détecté dans le séjour et dans chaque chambre à coucher
- la régulation des extractions peut être locale dans les espaces de service sur la base des besoins détectés par les capteurs :
  - capteur de CO<sub>2</sub> pour la cuisine
  - capteur d'humidité relative (HR) pour les salles de bain et les salles de douche
  - capteur de détection de présence ou équivalent pour les toilettes
  - combinaison d'un capteur d'humidité relative et d'un capteur de détection de présence pour les salles de bain avec toilettes.
- dans tous les cas, la régulation des extractions est également centrale et est mise en œuvre sur la base de la somme des besoins détectés dans les espaces de vie. Ceci permet d'atteindre le débit de référence dans un espace de vie lorsque la valeur seuil de CO<sub>2</sub> est atteinte dans cet espace.

### 3.6.5.2 C zonal – 1 zone CO<sub>2</sub> séjour et CO<sub>2</sub> chambres

Cette régulation est caractérisée comme suit :

- la régulation est locale pour l'alimentation dans le séjour : les OAR automatisées dans le séjour sont régulées sur la base du taux de CO<sub>2</sub> détecté dans le séjour
- la régulation des extractions peut être locale dans les espaces de service sur la base des besoins détectés par les capteurs :
  - capteur de CO<sub>2</sub> pour la cuisine
  - capteur d'humidité relative (HR) pour les salles de bain et les salles de douche
  - capteur de détection de présence ou équivalent pour les toilettes
  - combinaison d'un capteur d'humidité relative et d'un capteur de détection de présence pour les salles de bain avec toilettes.



- un capteur de CO<sub>2</sub> supplémentaire permet de détecter les besoins dans les chambres à coucher. Il peut être installé à des endroits différents :
  - dans la chambre principale
  - dans le hall donnant sur les chambres à coucher.
- dans tous les cas, la régulation des extractions est également centrale et est mise en œuvre sur la base des besoins les plus élevés détectés dans les espaces de vie (besoin indirect éventuel via le hall de nuit pour les chambres à coucher). Ceci permet d'atteindre le total des débits de référence de tous les espaces de vie lorsque la valeur seuil de CO<sub>2</sub> est atteinte dans un de ces espaces (ou indirectement dans le hall de nuit).

### 3.6.5.3 C zonal – 1 zone CO<sub>2</sub> séjour

Cette régulation est caractérisée comme suit :

- la régulation est locale pour l'alimentation dans le séjour : les OAR automatisées dans le séjour sont régulées sur la base du taux de CO<sub>2</sub> détecté dans le séjour
- la régulation des extractions peut être locale dans les espaces de service sur la base des besoins détectés par les capteurs :
  - capteur de CO<sub>2</sub> pour la cuisine
  - capteur d'humidité relative (HR) pour les salles de bain et les salles de douche
  - capteur de détection de présence ou équivalent pour les toilettes
  - combinaison d'un capteur d'humidité relative et d'un capteur de détection de présence pour les salles de bain avec toilettes.
- le débit minimum total d'extraction est égal au total des débits de référence des chambres à coucher. Ce débit minimum assure une ventilation suffisante des chambres à coucher en l'absence d'une détection directe ou indirecte des besoins dans les chambres à coucher
- dans tous les cas, la régulation des extractions est également centrale et est mise en œuvre sur la base des besoins détectés dans le séjour. Ceci permet d'atteindre le total des débits de référence de tous les espaces de vie lorsque la valeur seuil de CO<sub>2</sub> est atteinte dans le séjour.

## 3.6.6 Variante décentralisée

Le système C zonal est également applicable avec des ventilateurs d'extraction décentralisés dans les espaces de service (pour un exemple de système décentralisé, voir § 3.4, p. 40).

Les régulations ci-avant sont applicables. La régulation centrale des extractions sur la base des besoins détectés dans les espaces de vie nécessite une communication entre les éléments du système (capteurs de CO<sub>2</sub> et ventilateurs décentralisés) et peut être mise en œuvre de plusieurs manières :

- augmentation proportionnelle et simultanée du débit de tous les ventilateurs d'extraction
- augmentation du débit d'extraction d'un seul ventilateur (la salle de bain ou la cuisine, par exemple) qui sera dimensionné de sorte à réaliser l'extraction du débit total de conception de toutes les chambres à coucher.

## 3.6.7 Variante centralisée pour plusieurs appartements

Le système C zonal est également compatible avec un groupe commun à plusieurs appartements (voir § 2.7 sur la sécurité incendie, p. 21).

En principe, les régulations décrites ci-avant sont applicables. La régulation du débit commun d'extraction se base sur les besoins les plus élevés détectés dans les différents appartements. Une attention particulière sera accordée aux solutions qui garantissent le confort acoustique. Ceci permet d'éviter que les changements de débit commandés par un appartement occasionnent des nuisances sonores dans un ou plusieurs autres appartements.

# 3.7 C cascade

## 3.7.1 Principe

Le système C cascade est illustré à la figure 30.

Ouvertures d'alimentation naturelle :

- dans les chambres à coucher.

Ouvertures de transfert :

- vers les halls
- vers le séjour
- vers les espaces de service.

Extractions mécaniques :

- dans les espaces de service.

### Remarque

Ce système n'est pas prévu dans la norme NBN D 50-001 [B4].



Ce système est sensible à l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment (voir § 3.6.3, p. 47).

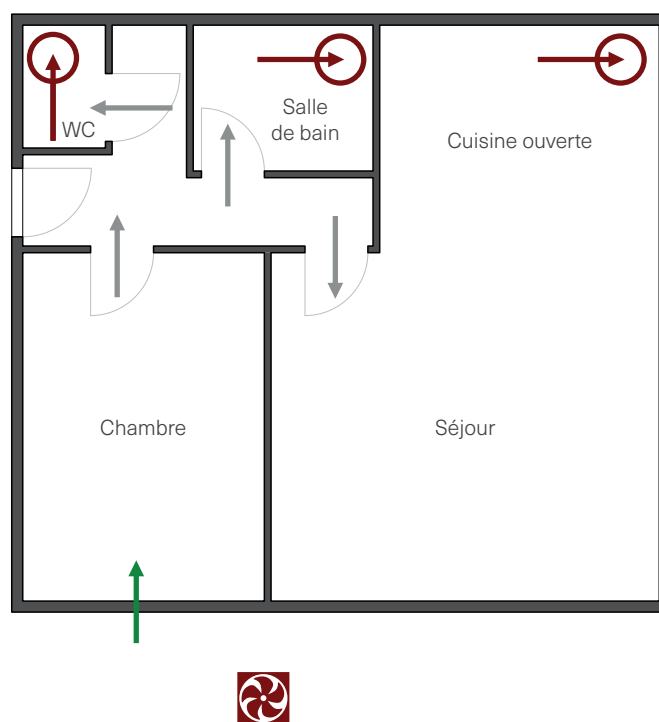


Fig. 30 Système C cascade dans un appartement.

Le système C cascade applique la même stratégie que le système D cascade (voir § 3.1, p. 23) avec un transfert libre depuis les chambres à coucher vers le hall et le séjour et n'inclut aucune alimentation directe dans le séjour. Néanmoins, le système C cascade est plus sensible que le système D cascade étant donné qu'il dépend fortement des ouvertures d'alimentation naturelle dans les chambres à coucher.

## 3.7.2 Principaux avantages

Le système C cascade présente les avantages suivants :

- plus facilement applicable dans un logement avec un séjour fermé séparé (voir § 2.2.4, p. 15) là où les systèmes C hall et D cascade nécessitent des variantes particulières

- débit de conception total réduit. Dans certains cas, ce système peut même fonctionner au débit constant réduit sans besoin de ventilation à la demande. Si une ventilation à la demande est nécessaire (comme pour un séjour fermé séparé, voir § 3.7.6, p. 53), la régulation locale est plus facile à appliquer avec un système C cascade qu'avec un système D cascade.
- coût d'installation potentiellement réduit dans certains cas, notamment lorsque le nombre de chambres à coucher est limité.

## 3.7.3 Contraintes

Le système C cascade comporte les contraintes suivantes :

- espace nécessaire pour les composants mécaniques (groupe et conduits)
- nécessité de placer les ouvertures d'alimentation naturelle dans les chambres.

Ce système peut être influencé par l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment. L'absence de ventilation mécanique directe dans les chambres à coucher le rend sensible du point de vue de l'étanchéité à l'air. Cependant, afin d'assurer une bonne qualité de l'air dans les chambres à coucher, l'application des deux solutions suivantes est recommandée :

- limiter l'application de ce système à des logements dotés d'une très bonne étanchéité à l'air ( $n_{50}$  égal ou inférieur à  $1 \text{ h}^{-1}$ )
- limiter l'application de ce système à des logements dont toutes les ouvertures d'alimentation naturelle sont situées sur une même façade à l'étage le plus bas (appartement à un étage, par exemple).

## 3.7.4 Solution technique

Le système C cascade pour un logement se compose des éléments suivants :

- groupe d'extraction simple flux avec capteurs et régulation centrale ou locale (voir § 3.7.5 ci-après), installé dans un local technique qui se situe idéalement à proximité des espaces de service (un grenier, par exemple)
- ouvertures d'alimentation naturelle placées dans les chambres à coucher (les immeubles collectifs présentent des contraintes supplémentaires pour la sécurité incendie, que vous pouvez consulter au § 2.7, p. 21). Ces ouvertures peuvent être dimensionnées pour une différence de pression de 10 Pa et pour le débit de l'espace qu'elles desservent
- réseaux de conduits vers les espaces de service
- bouches dans les espaces de service
- rejet d'air dans une paroi extérieure (les immeubles collectifs présentent des contraintes supplémentaires pour la sécurité incendie, que vous pouvez consulter au § 2.7, p. 21).

## 3.7.5 Régulations

### 3.7.5.1 Régulation centrale – CO<sub>2</sub> séjour

Cette régulation est caractérisée comme suit :

- la régulation est centrale pour l'évacuation
- le système est régulé entre un débit minimum et un débit maximum
- le débit minimum correspond au moins au total d'alimentation des chambres à coucher et au moins à  $\frac{1}{3}$  du débit total de conception maximum. Ce débit minimum assure en permanence une ventilation suffisante des chambres à coucher
- un capteur de CO<sub>2</sub> dans le séjour permet de faire varier proportionnellement le débit entre ce débit minimum et le débit de conception maximum
- la détection des besoins dans les espaces de service n'est pas nécessaire.

### 3.7.5.2 Régulation locale – espaces de service

Cette régulation est caractérisée comme suit :

- la régulation est locale pour les espaces équipés d'une extraction grâce à un clapet automatisé et à un capteur pour chaque espace pourvu d'une extraction :
  - capteur de CO<sub>2</sub> pour la cuisine et les éventuels séjours fermés séparés
  - capteur d'humidité relative (HR) pour les salles de bain et les salles de douche
  - capteur de détection de présence ou équivalent pour les toilettes
  - combinaison d'un capteur d'humidité relative et d'un capteur de détection de présence pour les salles de bain avec toilettes
- le débit minimum total d'extraction correspond au total des débits de référence des chambres à coucher de sorte à y assurer une ventilation suffisante en permanence.

### 3.7.5.3 Régulation locale – horloge chambres

Cette régulation est caractérisée comme suit :

- la régulation est locale pour les espaces équipés d'une extraction grâce à un clapet automatisé et à un capteur pour chaque espace pourvu d'une extraction :
  - capteur de CO<sub>2</sub> pour la cuisine et les éventuels séjours fermés séparés
  - capteur d'humidité relative (HR) pour les salles de bain et les salles de douche
  - capteur de détection de présence ou équivalent pour les toilettes
  - combinaison d'un capteur d'humidité relative et d'un capteur de détection de présence pour les salles de bain avec toilettes
- le débit minimum correspond au moins à 1/3 du total d'alimentation des chambres à coucher
- une régulation centrale des extractions, sous la forme d'une programmation horloge, complète la régulation locale. Le débit total d'extraction correspond au moins au total des débits de référence des chambres à coucher pendant la nuit (entre 20h et 8h, par exemple).

### 3.7.5.4 Régulation locale – CO<sub>2</sub> chambres

Cette régulation est caractérisée comme suit :

- la régulation est locale pour les espaces équipés d'une extraction grâce à un clapet automatisé et à un capteur pour chaque espace pourvu d'une extraction :
  - capteur de CO<sub>2</sub> pour la cuisine et les éventuels séjours fermés séparés
  - capteur d'humidité relative (HR) pour les salles de bain et les salles de douche
  - capteur de détection de présence ou équivalent pour les toilettes
  - combinaison d'un capteur d'humidité relative et d'un capteur de détection de présence pour les salles de bain avec toilettes
- une régulation centrale des extractions, sur la base d'une détection directe ou indirecte des besoins dans les chambres à coucher, complète la régulation locale :
  - le débit minimum correspond au moins à 1/3 du total d'alimentation des chambres à coucher
  - un ou plusieurs capteurs de CO<sub>2</sub> permettent au débit total d'extraction de correspondre au moins au total des débits de référence des chambres à coucher lorsque la valeur seuil est atteinte pour le ou les capteurs de CO<sub>2</sub>. Ce ou ces capteurs peuvent être placés à différents endroits :
    - ♦ dans le hall donnant sur toutes les chambres à coucher
    - ♦ dans la chambre à coucher principale
    - ♦ dans chaque chambre à coucher. Dans ce cas uniquement, le débit minimum peut être limité à 1/10 du total d'alimentation des chambres à coucher.

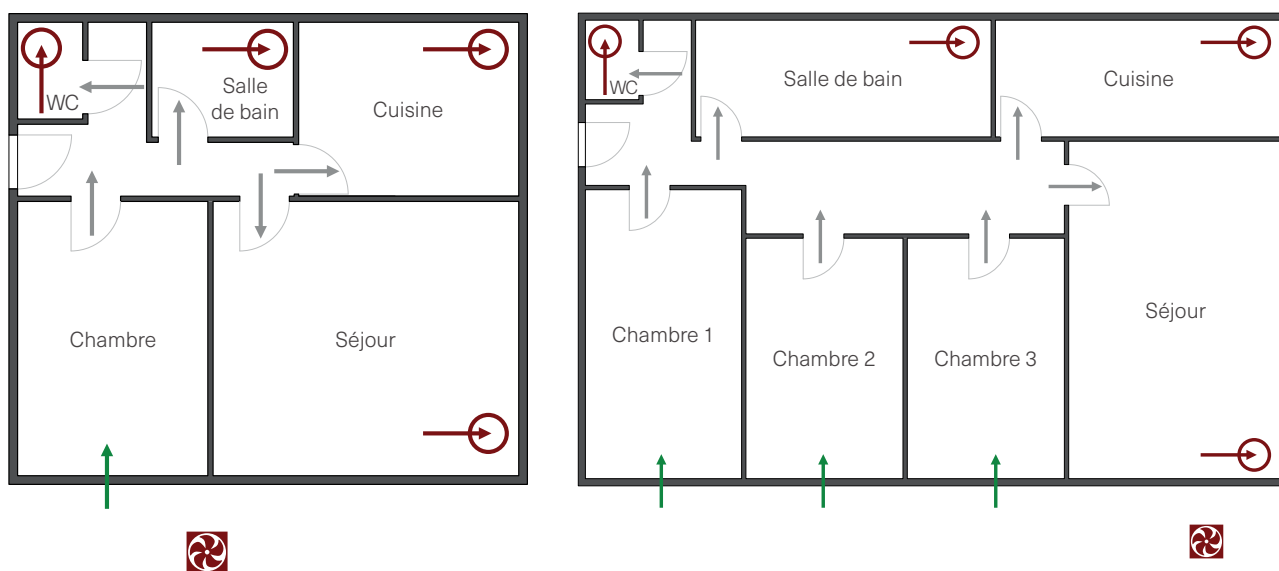
## 3.7.6 Variante pour logement avec séjour traversé ou séjour fermé séparé

### 3.7.6.1 Séjour traversé

Dans le cas d'un séjour traversé (voir § 2.2.4, p. 15), l'absence de ventilation mécanique directe dans le séjour rend le système sensible du point de vue de l'étanchéité à l'air. Afin d'assurer une bonne qualité de l'air dans le séjour, il est recommandé d'appliquer la solution ci-après (en plus de celles prévues au § 3.7.3, p. 51). Elle consiste à prévoir une ouverture de transfert permanente de grande taille (d'une surface d'au moins 1 m<sup>2</sup>) entre le séjour traversé et la cuisine ou les espaces de service qui abritent l'extraction mécanique. Cette ouverture peut prendre la forme d'une baie de porte sans porte, par exemple.

### 3.7.6.2 Séjour fermé séparé

Dans le cas d'un logement avec un séjour fermé séparé (voir § 2.2.4, p. 15), la solution la plus évidente consiste à ajouter une extraction supplémentaire dans le séjour, régulée localement sur la base du taux de CO<sub>2</sub> détecté dans le séjour (voir figure 31).



**Fig. 31** Variantes possibles du système C cascade, dans deux appartements avec séjour fermé séparé, grâce à des extractions mécaniques supplémentaires.

## 3.7.7 Variante décentralisée

Le système C cascade est également applicable avec des ventilateurs d'extraction décentralisés dans les espaces de service et, le cas échéant, le séjour (pour un exemple de système décentralisé, voir § 3.4, p. 40).

Les régulations locales décrites ci-avant peuvent être appliquées. La régulation centrale des extractions sur la base des besoins détectés dans les chambres à coucher nécessite une communication entre les éléments

du système (capteurs de CO<sub>2</sub> et ventilateurs décentralisés) et peut être mise en œuvre de plusieurs manières :

- augmentation proportionnelle et simultanée du débit d'extraction de tous les ventilateurs
- augmentation du débit d'extraction d'un seul ventilateur (la salle de bain ou la cuisine, par exemple) qui sera dimensionné de sorte à réaliser l'extraction du débit total de conception de toutes les chambres à coucher.

### 3.7.8 Variante centralisée pour plusieurs appartements

Le système C cascade est également compatible avec un groupe commun à plusieurs appartements (voir § 2.7 sur la sécurité incendie, p. 21).

En principe, les différentes régulations décrites ci-avant sont applicables. La régulation centrale se base sur les besoins les plus élevés détectés dans les différents appartements. Une attention particulière sera accordée aux solutions qui garantissent le confort acoustique. Ceci permet d'éviter que les changements de débit commandés par un appartement occasionnent des nuisances sonores dans un ou plusieurs autres appartements.

# 3.8 C cascade avec transferts mécaniques

## 3.8.1 Principe

Ouvertures d'alimentation naturelle :

- dans les chambres à coucher.

Transfert mécanique depuis chaque chambre à coucher (pour des exemples de ventilateurs dédiés aux transferts mécaniques, voir figure 25, p. 41) :

- vers les halls
- vers un séjour, directement
- vers un espace de service, directement.

Transfert libre depuis les halls :

- vers le séjour, le cas échéant
- vers les espaces de service.

Extractions mécaniques :

- dans les espaces de service.

Dérivé du système C cascade, le système C cascade avec transferts mécaniques permet de pallier l'influence de l'étanchéité à l'air que connaît le système C cascade (voir figure 32).

### Remarque

Ce système n'est pas prévu dans la norme NBN D 50-001 [B4].

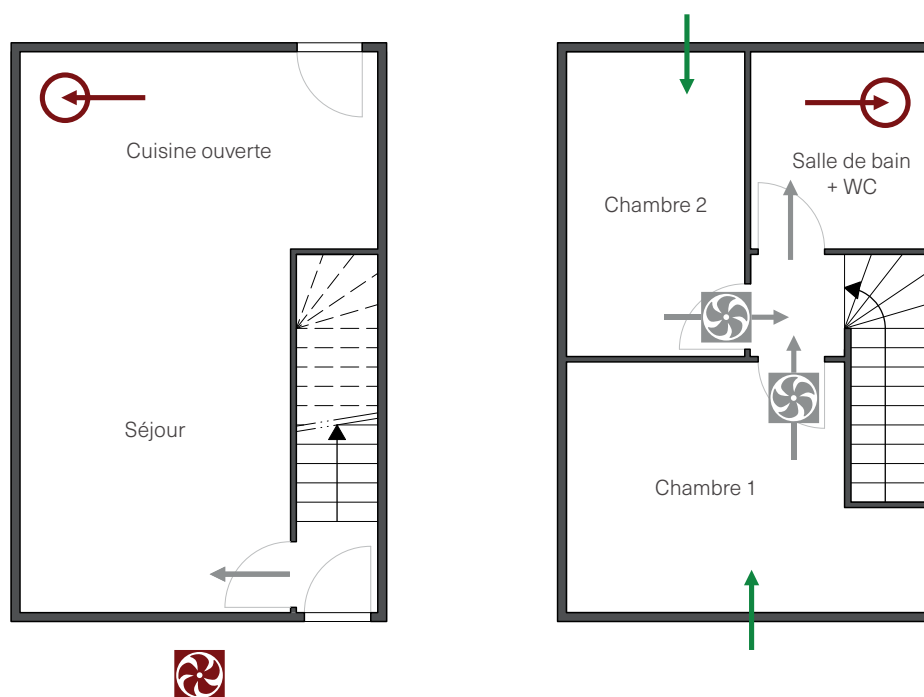


Fig. 32 Système C cascade avec transferts mécaniques des chambres vers le hall.

## 3.8.2 Principaux avantages

Ce système diffère du système C cascade, car il offre l'avantage d'assurer une ventilation fiable dans les chambres à coucher indépendamment de la qualité de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment.

## 3.8.3 Contraintes

Le système C cascade avec transferts mécaniques comporte les contraintes suivantes :

- espace nécessaire pour les composants mécaniques (groupe et conduits)
- nécessité de placer les ouvertures d'alimentation naturelle dans les chambres
- confort acoustique des chambres à coucher potentiellement difficile à atteindre en raison de la présence du ventilateur de transfert mécanique
- le marché propose actuellement peu de produits qui permettent d'assurer un confort acoustique suffisant (dans les chambres) et une régulation suffisamment efficace.

## 3.8.4 Solution technique

Le système C cascade avec transferts mécaniques se compose des éléments du système C cascade et d'un ventilateur de transfert dans la cloison séparant chaque chambre à coucher d'un autre espace.

## 3.8.5 Régulation

En principe, les régulations sont similaires à celles du système C cascade (voir § 3.7.5, p. 51).

Les transferts mécaniques sont régulés sur la base du taux de CO<sub>2</sub> détecté dans la chambre à coucher correspondante.

## 3.8.6 Variante pour logement avec cuisine fermée séparée

Voir C cascade, § 3.7.6 (p. 53).

## 3.8.7 Variante décentralisée

Voir C cascade, § 3.7.7 (p. 53).

## 3.8.8 Variante centralisée pour plusieurs appartements

Voir C cascade, § 3.7.8 (p. 54).



## 3.9 D classique

Dans le contexte de la rénovation, le système D classique a pour seul avantage de pouvoir être appliqué dans les cas où le système D cascade n'est pas (facilement) applicable (comme dans un logement avec un séjour fermé séparé, par exemple).

Le lecteur trouvera plus d'informations sur le système D classique dans la norme NBN D 50-001 [B4] et dans la [NIT 258](#) [B1].

## 3.10 C classique

Dans le contexte de la rénovation, le système C classique ne présente pas de réel avantage par rapport aux autres systèmes décrits dans ce document.

Le lecteur trouvera plus d'informations sur le système C classique dans la norme NBN D 50-001 [B4] et dans la [NIT 258](#) [B1].

## 3.11 C extractions supplémentaires chambres

Dans le contexte de la rénovation, le système C avec des extractions supplémentaires dans les chambres à coucher ne présente pas de réel avantage par rapport aux autres systèmes décrits dans ce document, en particulier les systèmes C hall.

## 3.12 D décentralisé

### 3.12.1 Principe

Le système D décentralisé se compose d'une alimentation et d'une extraction mécaniques dans un seul espace à la fois.

Ce système se compose d'unités double flux décentralisées avec récupération de chaleur. Elles assurent l'alimentation et l'évacuation mécaniques de chaque espace.

Ce système peut être intéressant pour la ventilation d'espaces particuliers, en complément d'un autre système de base pour le reste du logement. Un espace particulier peut correspondre à :

- un espace de vie ou un séjour supplémentaire, éventuellement excentré par rapport au reste du logement (véranda ou annexe, par exemple)
- un espace de vie destiné à une occupation particulière (un bureau ou un atelier pour une activité de loisir, par exemple).

Bien que ce système soit théoriquement applicable à un logement complet, il présente plusieurs contraintes pour une telle configuration :

- nombre d'unités individuelles égal au nombre de pièces du logement et, par conséquent, augmentation potentielle du coût d'installation total
- système peu adapté pour les espaces de service (salle de bain, toilettes, buanderie, etc.) ainsi que pour les espaces de circulation (halls, escaliers, etc.) nécessitant, par exemple, un système complémentaire d'extraction mécanique.

Dans un logement complet, le système D décentralisé dans les espaces de vie peut être combiné à des extractions décentralisées dans les espaces de service (pour des exemples de ventilateurs décentralisés, voir figure 25, p. 41).

### 3.12.2 Principaux avantages

Le système D décentralisé présente les avantages suivants :

- permet de ventiler un espace particulier, excentré ou avec une occupation particulière, indépendamment du système de base du logement
- facile à installer localement (aucun conduit, local technique, etc.)
- débit facile à réguler localement (ventilation à la demande).

### 3.12.3 Contraintes

La paroi doit être en contact avec l'extérieur et peut être percée.

## 3.12.4 Solution technique

Ce système se compose d'unités décentralisées pour chaque espace et assure autant l'alimentation que l'évacuation mécaniques (les immeubles collectifs présentent des contraintes supplémentaires pour la sécurité incendie, que vous pouvez consulter au § 2.7, p. 21). Le marché propose différents systèmes avec récupération de chaleur :

- unité décentralisée avec échangeur à plaques (voir figure 33)
- unité à deux modules avec échangeur par accumulation.



Fig. 33 Exemple de système D décentralisé avec échangeur à plaques.

## 3.12.5 Régulation

### 3.12.5.1 D décentralisé – régulation locale

Cette régulation est caractérisée comme suit :

- régulation locale sur la base d'un capteur de CO<sub>2</sub> par unité placée dans un espace de vie.

## 3.13 Fenêtres automatisées

### 3.13.1 Principe

#### Remarque

Ce système n'est pas prévu dans la norme NBN D 50-001 [B4].

Le système de fenêtres automatisées se compose d'une alimentation et d'une extraction naturelles dans un seul espace à la fois.

Ce système se compose de fenêtres à ouverture motorisée et régulée sur la base de capteurs de ventilation à la demande (capteur de CO<sub>2</sub>, par exemple).

Bien que ce système soit théoriquement applicable à un logement complet, il présente plusieurs limites pour une telle configuration :

- nombre de fenêtres motorisées égal (ou supérieur) au nombre de pièces du logement et, par conséquent, augmentation potentielle du coût total d'installation
- risque d'inconfort thermique en raison des courants d'air dans certains espaces.

Dans un logement complet, le système avec des fenêtres automatisées dans les espaces de vie peut être combiné à des extractions décentralisées dans les espaces de service (pour des exemples de ventilateurs décentralisés, voir figure 25, p. 41).

Ce système peut aussi être intéressant pour la ventilation d'espaces particuliers, en complément d'un autre système de base pour le reste du logement. Un espace particulier peut correspondre à :

- un espace de vie éventuellement excentré par rapport au reste du logement (chambre sous un toit incliné, par exemple)
- un espace de vie destiné à une occupation particulière (un bureau ou un atelier pour une activité de loisir, par exemple).

### 3.13.2 Principaux avantages

Le système de fenêtres automatisées présente les avantages suivants :

- permet de ventiler un espace particulier, excentré ou avec une occupation particulière, indépendamment du système de base du logement
- facile à installer localement (aucun conduit, local technique, etc.)
- débit facile à réguler localement (ventilation à la demande).

### 3.13.3 Contraintes

Le système de fenêtres automatisées comporte les contraintes suivantes :

- destiné uniquement à un espace particulier
- fenêtre donnant sur l'extérieur et pouvant être équipée d'une ouverture motorisée
- confort thermique et confort acoustique difficiles à atteindre
- autres contraintes : sécurité, protection contre les intempéries, etc.

## 3.13.4 Solution technique

Ce système, limité à un espace, comporte une ou plusieurs fenêtres équipées d'une motorisation automatisée (voir figure 34). Le marché propose des modèles spécifiques pour les fenêtres de toit.



Fig. 34 Système de fenêtre (de toit) automatisée.

## 3.13.5 Régulation

### 3.13.5.1 Fenêtres automatisées – régulation locale

Cette régulation est caractérisée comme suit :

- régulation locale sur la base d'un capteur de CO<sub>2</sub> pour les espaces de vie
- régulation locale sur la base d'un capteur d'humidité relative (HR) pour les espaces de service.



# 4 Exemples d'application

## 4.1 Introduction

Dans cette section, les différents systèmes proposés sont illustrés à l'aide d'**exemples concrets** de logements. Ils permettent de montrer des situations particulièrement bien adaptées aux systèmes présentés dans ce document sans pour autant exclure d'éventuelles **alternatives**.

De plus, chaque exemple reprend les résultats d'une **simulation numérique**. Ils permettent de montrer les performances des systèmes en termes de qualité de l'air, les débits moyens obtenus et les différentes régulations. Ces résultats, présentés sous la forme de deux **graphiques**, illustrent deux **profils typiques d'occupation** :

- le premier profil est **intensif** puisque les occupants sont tout le temps dans le logement. Ce profil permet d'illustrer une utilisation intensive du système de ventilation. En pratique, il correspond à une occupation du logement par des personnes très souvent présentes, comme des personnes âgées ou une famille pendant une période de vacances
- le second profil est **réduit**, car les occupants sont absents en journée (travail, école, etc.) et présents principalement en soirée et le week-end. Ce profil illustre le potentiel de réduction du débit de certains systèmes pour une occupation réduite du logement.

Les résultats de simulation incluent aussi les deux **systèmes de référence** suivants :

- un système complètement mécanique, de type D, dimensionné pour le débit de référence décrit au § 2.2 (p. 13) et fonctionnant en continu à ce débit
- un système complètement mécanique, de type D, dimensionné pour le débit de référence décrit au § 2.2 (p. 13) et équipé d'une régulation locale de toutes les ouvertures d'alimentation et d'extraction grâce à une détection appropriée dans chaque espace, telle que décrite dans l'Annexe A (p. 77).

Dans cette section, le résultat des simulations numériques est traduit sous la forme de graphiques où :

- l'axe horizontal indique le **débit total moyen** des systèmes testés et tient compte de la régulation et des infiltrations éventuelles au travers des fuites dans l'enveloppe du bâtiment. Les résultats présentés correspondent à une **très bonne étanchéité à l'air** ( $n_{50}$  de  $1 \text{ h}^{-1}$ )
- l'axe vertical indique l'**exposition des occupants au CO<sub>2</sub>** selon un critère de qualité de l'air (présenté ici sans valeur numérique). Une valeur faible sur cet axe indique une **très bonne qualité de l'air** tandis qu'une valeur élevée démontre une moins bonne qualité de l'air. Les droites pointillées représentent la valeur de cet indicateur de qualité de l'air pour une alimentation mécanique permanente de  $25 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $17,5 \text{ m}^3/\text{h}$  et  $12,5 \text{ m}^3/\text{h}$  par personne (c'est-à-dire 100 %, 70 %, et 50 % d'un débit de  $25 \text{ m}^3/\text{h}$  par personne). Elles permettent ainsi de comparer la qualité de l'air des systèmes testés à ces différents débits de référence.

### Remarque

Les débits réduits présentés dans les graphiques de cette section ne sont pas les seuls à déterminer la performance énergétique des systèmes concernés. Dans le cas des variantes du système D, la récupération de chaleur permet de réduire davantage l'énergie de chauffage consommée par le système de ventilation.

## 4.2 D cascade ou C hall dans un logement moyen

En règle générale, les systèmes D cascade et C hall conviennent à la plupart des logements de taille moyenne. Il s'agit notamment de maisons ou d'appartements comprenant plusieurs chambres à coucher et quelques espaces de service.

Ces deux systèmes sont plus faciles à appliquer lorsque la cuisine est ouverte sur le séjour. La mise en œuvre demeure toutefois possible dans certaines configurations avec une cuisine fermée et un séjour traversé.

Le choix entre ces deux systèmes dépend de plusieurs éléments et surtout du projet ainsi que du maître d'ouvrage. Les avantages et contraintes propres à chacun de ces systèmes sont décrits dans les fiches techniques (voir chapitre 3, p. 23) et peuvent aider à effectuer un choix.

Les figures 35 et 36 illustrent un exemple de logement moyen pour les systèmes D cascade et C hall. La maison est répartie sur deux étages aménagés et se compose de deux chambres à coucher, d'une salle de bain et d'un séjour avec cuisine ouverte.

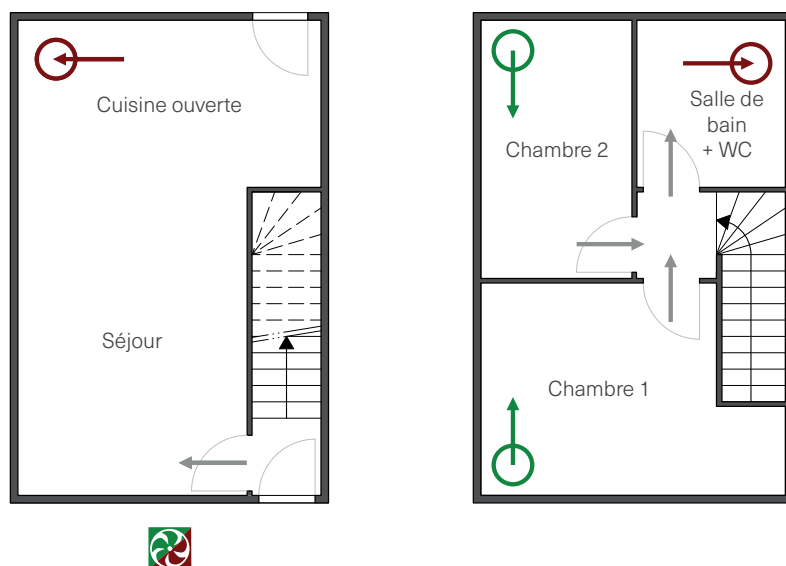


Fig. 35 Système D cascade appliqué à une maison moyenne de deux étages.

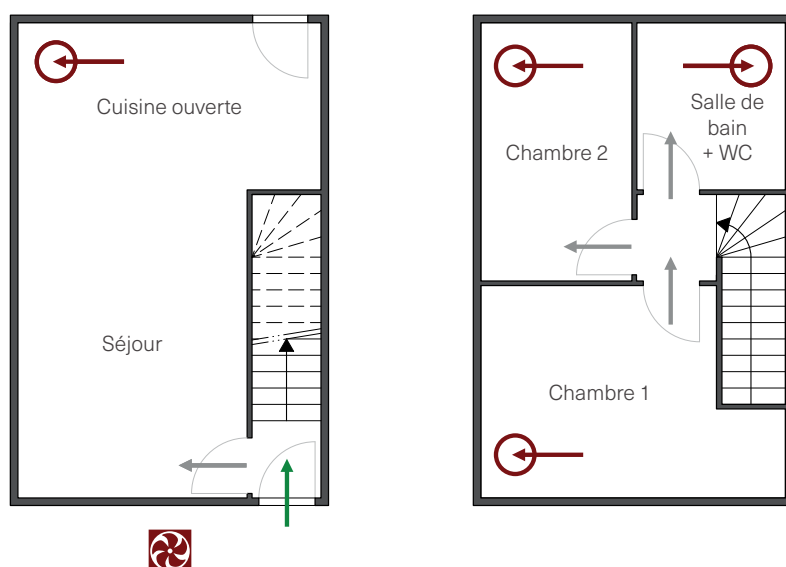


Fig. 36 Système C hall appliqué à une maison moyenne de deux étages.



Les débits de référence (m<sup>3</sup>/h) du système D cascade appliqué à cette maison sont les suivants :

- alimentation :
  - chambre 1 : 50
  - chambre 2 : 25
- extraction :
  - salle de bain : 50
  - cuisine : 75 (= débit de référence du séjour qui est égal au total des chambres)
- total maximum : 125.

Les débits de référence (m<sup>3</sup>/h) du système C hall appliqué à cette maison sont les suivants :

- alimentation dans le hall dimensionnée pour 75 m<sup>3</sup>/h (ce qui est égal au total des chambres)
- extraction :
  - chambre 1 : 50
  - chambre 2 : 25
  - salle de bain : 50
  - cuisine : 75 (= débit de référence du séjour qui est égal au total des chambres)
- total : 200.

Dans ce logement de deux chambres à coucher, le débit de conception est de 125 m<sup>3</sup>/h pour le système D cascade et de 200 m<sup>3</sup>/h pour le système C hall, contre 150 m<sup>3</sup>/h pour un système C ou D classique.

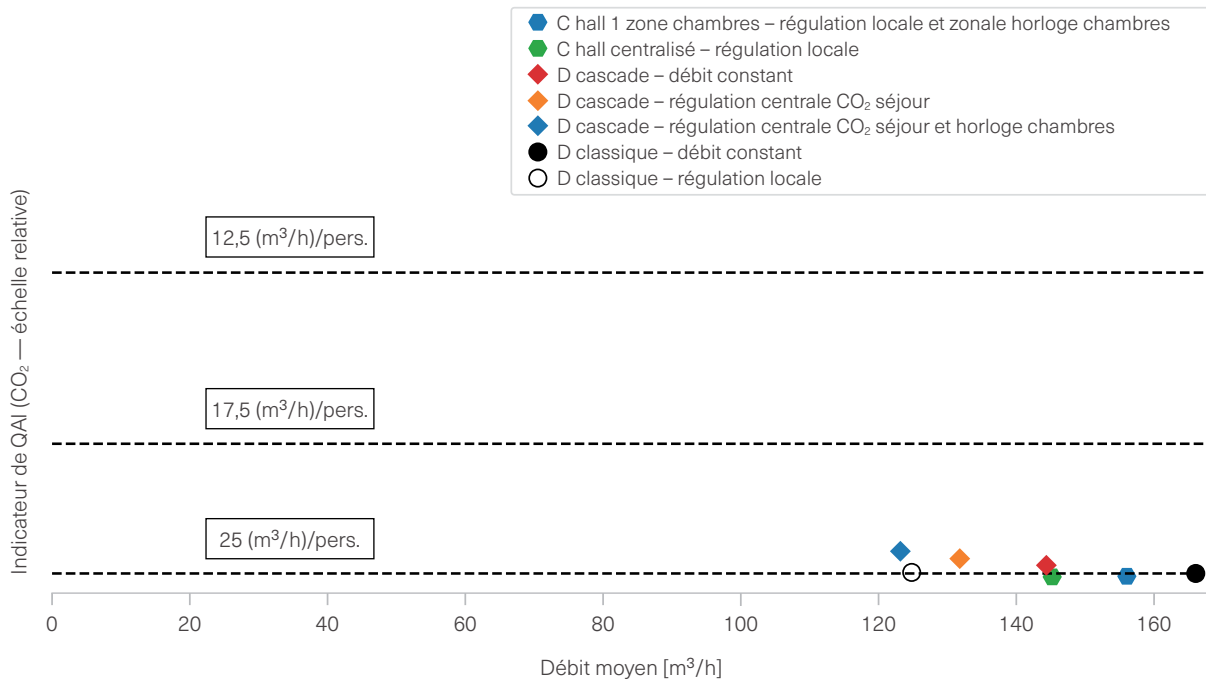
En pratique, le système D cascade peut être mis en œuvre en installant un (petit) groupe de ventilation à double flux (avec alimentation et évacuation) dans un local technique disposant d'un accès facile vers les chambres (un grenier, par exemple). Ce système peut être contrôlé de manière simple et efficace, par exemple, en combinant une régulation centrale des débits d'alimentation et d'extraction en équilibre avec les variantes ci-après :

- régulation centrale – débit constant ou manuelle (voir § 3.1.5.2, p. 26)
- régulation centrale – CO<sub>2</sub> séjour (voir § 3.1.5.3, p. 26)
- régulation centrale – CO<sub>2</sub> séjour et horloge chambres (voir § 3.1.5.4, p. 26).

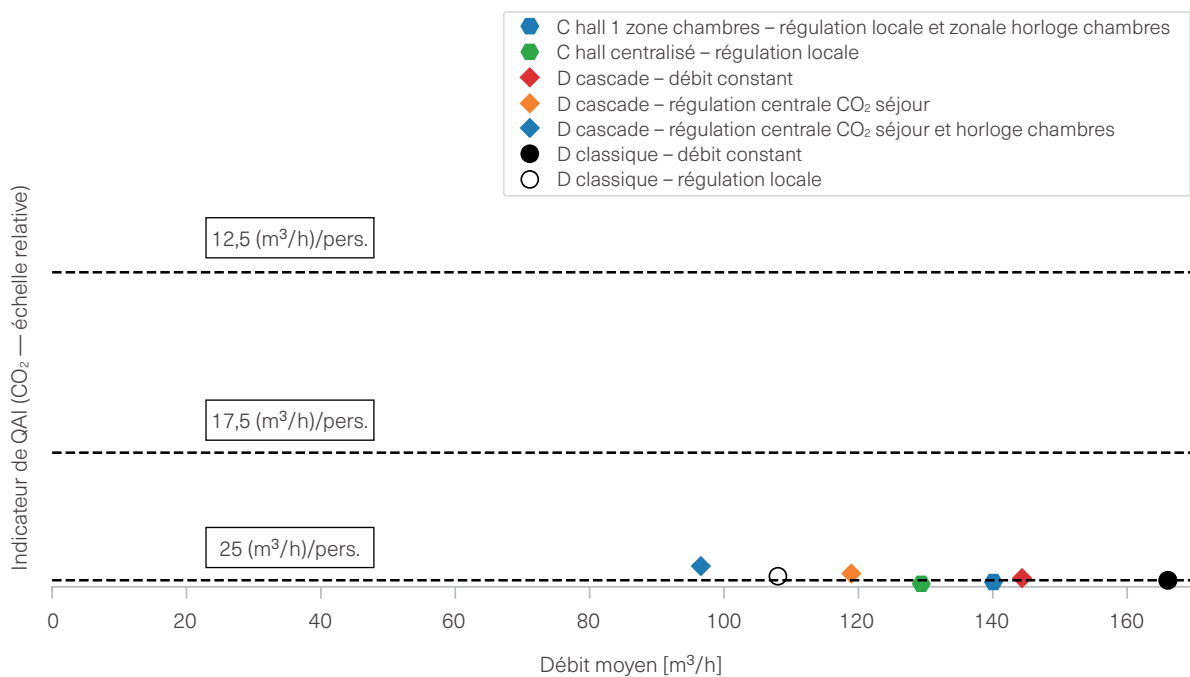
Le système C hall peut être mis en œuvre de différentes manières :

- le système C hall centralisé requiert l'installation d'un groupe d'extraction centralisé dans un local technique comprenant un accès facile vers les chambres (un grenier, par exemple). Ce système peut être contrôlé de manière très efficace en appliquant à la fois une régulation locale, qui consiste à installer, par exemple, un clapet individuel pour chaque extraction, et une régulation telle que décrite au § 3.2.5.1 (p. 33)
- le système C hall 1 zone chambres est plus économique. Il requiert l'installation d'un petit groupe d'extraction centralisé, destiné uniquement aux chambres à coucher, et la pose d'extracteurs décentralisés dans les espaces de service. Une variante de régulation de ce système, qui recourt à une horloge pour les chambres à coucher, est décrite au § 3.3.5.1 (p. 38).

Les figures 37 et 38 présentent les débits moyens en utilisation (obtenus par simulation numérique) des systèmes D cascade et C hall, dans un logement moyen, avec ces différentes variantes de régulation, pour un profil d'occupation intensif (voir figure 37, p. 66) et un profil réduit (voir figure 38, p. 66).



**Fig. 37** Simulation des systèmes D cascade et C hall dans une maison de taille moyenne ayant un profil d'occupation intensif (voir remarque, § 4.1, p. 63).



**Fig. 38** Simulation des systèmes D cascade et C hall dans une maison de taille moyenne ayant un profil d'occupation réduit (voir remarque, § 4.1, p. 63).

## 4.3 D cascade dans un logement de plusieurs chambres à coucher

Dans un logement de plusieurs chambres à coucher comprenant un nombre limité d'espaces de service, le système D cascade est particulièrement intéressant, car il assure un débit réduit par rapport à d'autres systèmes appliqués dans des logements similaires.

La figure 39 illustre un exemple de logement pour le système D cascade. La maison est répartie sur trois étages aménagés et se compose de quatre chambres à coucher, d'une salle de bain, d'un séjour avec cuisine ouverte et de toilettes.

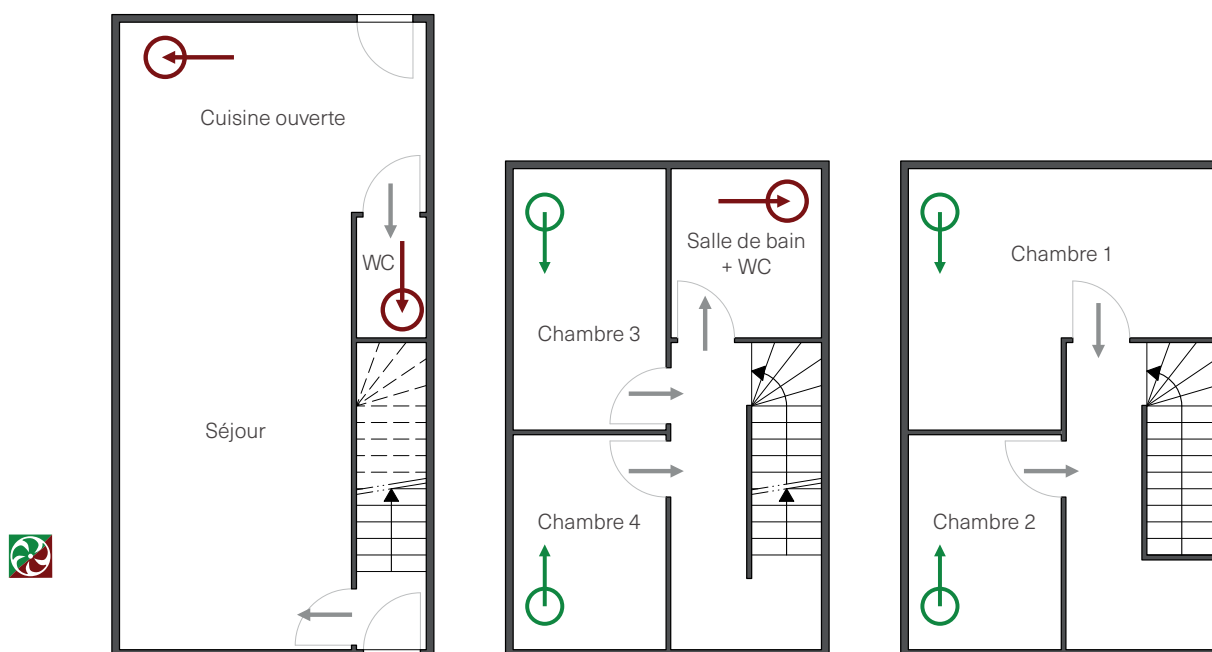


Fig. 39 Système D cascade appliqué à une maison de plusieurs chambres à coucher.

Les débits de référence ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) du système D cascade appliqué à cette maison sont les suivants :

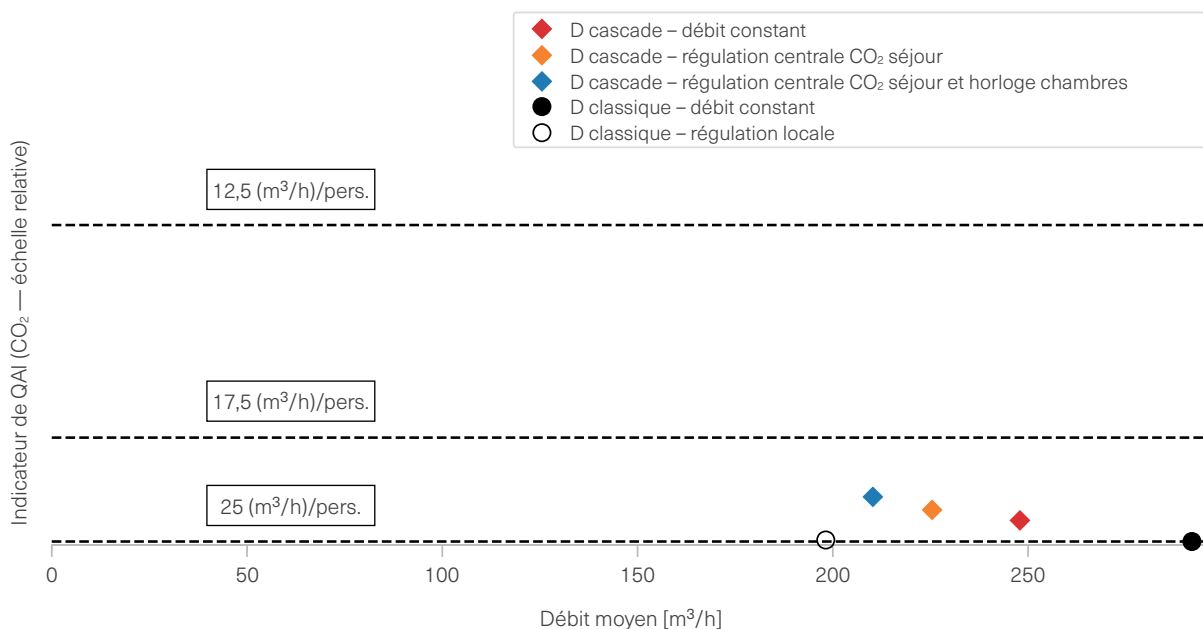
- alimentation :
  - chambre 1 : 50
  - chambre 2 : 25
  - chambre 3 : 25
  - chambre 4 : 25
- extraction :
  - salle de bain : 50
  - toilettes : 25
  - cuisine ouverte : 125 (= débit de référence du séjour qui est égal au total des chambres)
- total maximum : 200.

Dans ce logement de quatre chambres à coucher, le débit de conception est de  $200 \text{ m}^3/\text{h}$  pour le système D cascade, contre  $250 \text{ m}^3/\text{h}$  pour un système C ou D classique et  $325 \text{ m}^3/\text{h}$  pour un système C hall.

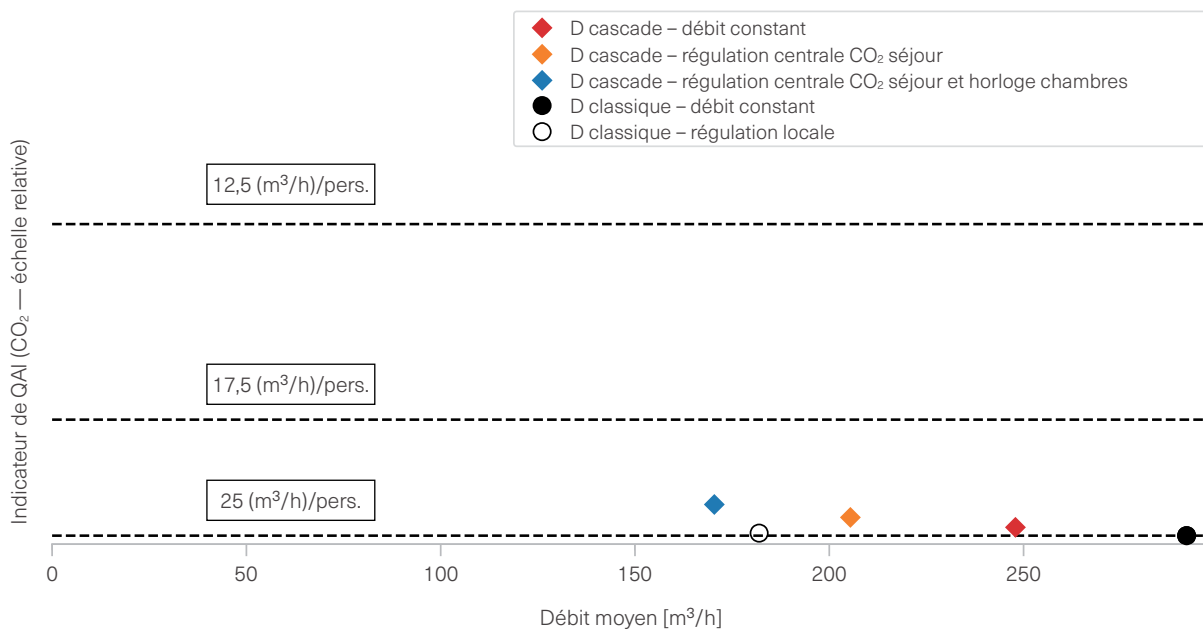
En pratique, le système D cascade peut être mis en œuvre en installant un (petit) groupe de ventilation à double flux dans un local technique disposant d'un accès facile vers les chambres (un grenier, par exemple). Ce système peut être contrôlé de manière simple et efficace, par exemple, en combinant une régulation centrale des débits d'alimentation et d'extraction en équilibre avec les variantes ci-après :

- régulation centrale – débit constant ou manuelle (voir § 3.1.5.2, p. 26)
- régulation centrale –  $\text{CO}_2$  séjour (voir § 3.1.5.3, p. 26)
- régulation centrale –  $\text{CO}_2$  séjour et horloge chambres (voir § 3.1.5.4, p. 26).

Les figures 40 et 41 ci-après présentent les débits moyens en utilisation (obtenus par simulation numérique) du système D cascade, dans un logement comprenant plusieurs chambres à coucher, avec ces différentes variantes de régulation, pour un profil d'occupation intensif (voir figure 40) et un profil réduit (voir figure 41).



**Fig. 40** Simulation du système D cascade dans une maison de plusieurs chambres à coucher ayant un profil d'occupation intensif (voir remarque, § 4.1, p. 63).



**Fig. 41** Simulation du système D cascade dans une maison de plusieurs chambres à coucher ayant un profil d'occupation réduit (voir remarque, § 4.1, p. 63).

## 4.4 C hall dans un logement doté de nombreux espaces de service

Le système C hall s'adapte particulièrement bien aux logements composés de nombreux espaces de service (chambres à coucher avec une douche ou une salle de bain) ou aux logements avec plusieurs espaces de service supplémentaires (buanderie, par exemple).

La figure 42 illustre un exemple de logement pour le système C hall. La maison est répartie sur deux étages aménagés et se compose de trois chambres à coucher (dont une équipée d'une douche), d'une salle de bain, d'un séjour traversé, d'une cuisine, d'une buanderie et de toilettes.

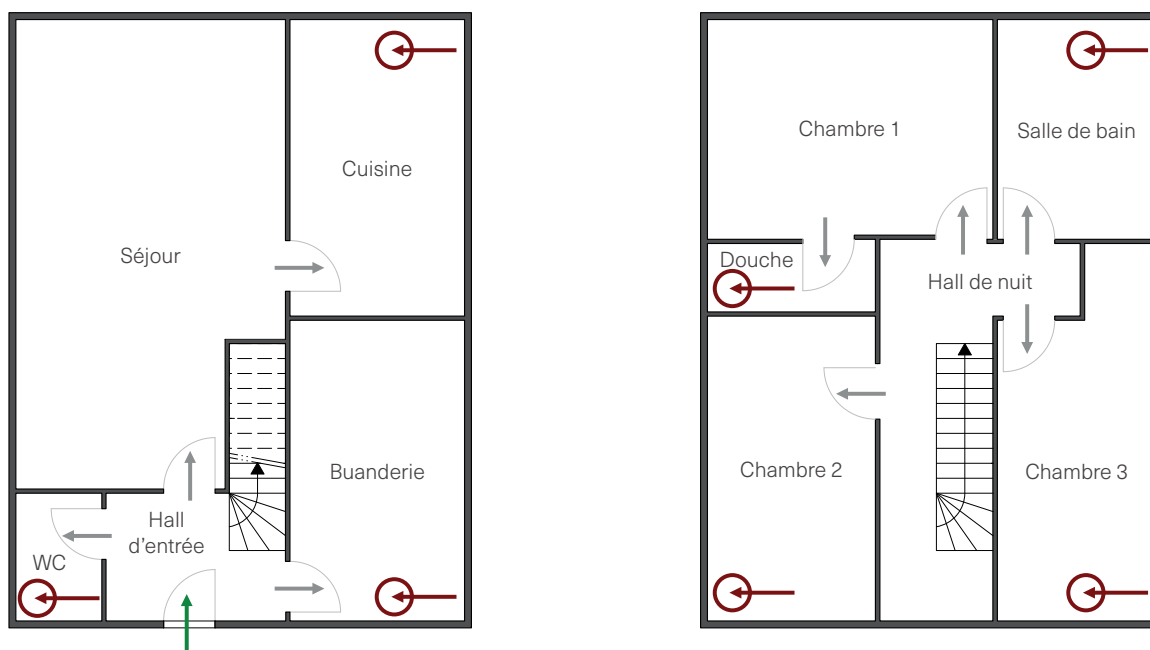


Fig. 42 Système C hall appliqué à un logement doté de nombreux espaces de service.

Les débits de référence ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) du système C hall appliqué à cette maison sont les suivants :

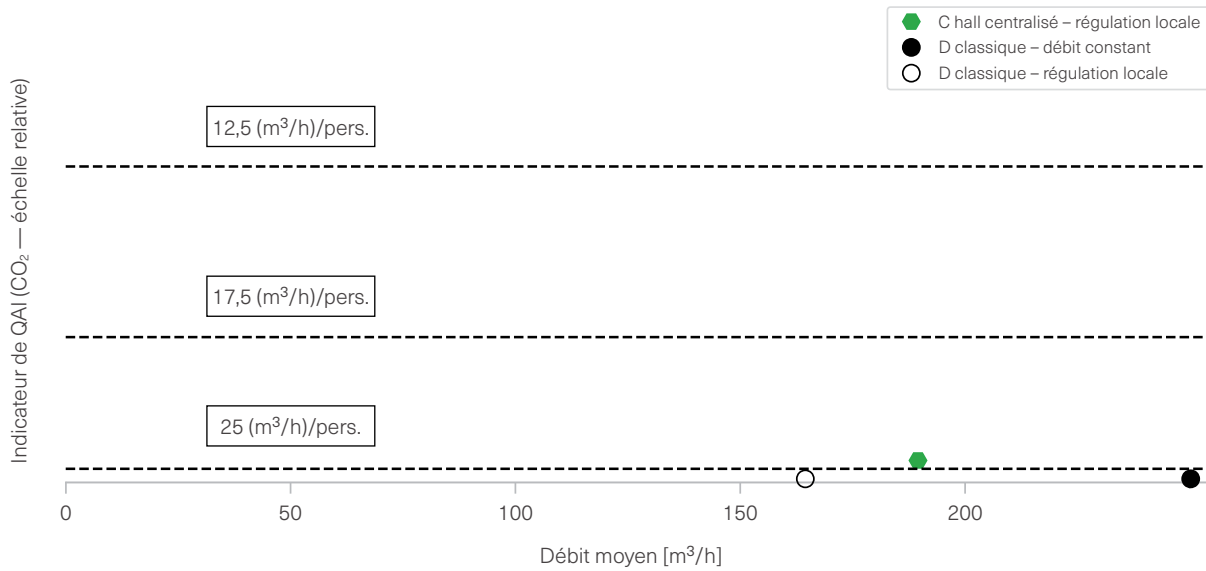
- alimentation dans le hall dimensionnée pour  $100 \text{ m}^3/\text{h}$  (total des chambres)
- extraction :
  - chambre 1 + douche : 50 (limité à 25 pour une chambre seule)
  - chambre 2 : 25
  - chambre 3 : 25
  - salle de bain : 50
  - cuisine : 100 (= débit de référence du séjour qui est égal au total des chambres)
  - buanderie : 50
  - toilettes : 25
- total : 325.

Dans ce logement, le débit total s'élève à  $325 \text{ m}^3/\text{h}$  pour le système C hall, ce qui est sensiblement supérieur au débit de  $275 \text{ m}^3/\text{h}$  pour un D cascade ou de  $225 \text{ m}^3/\text{h}$  pour un C ou D classique.

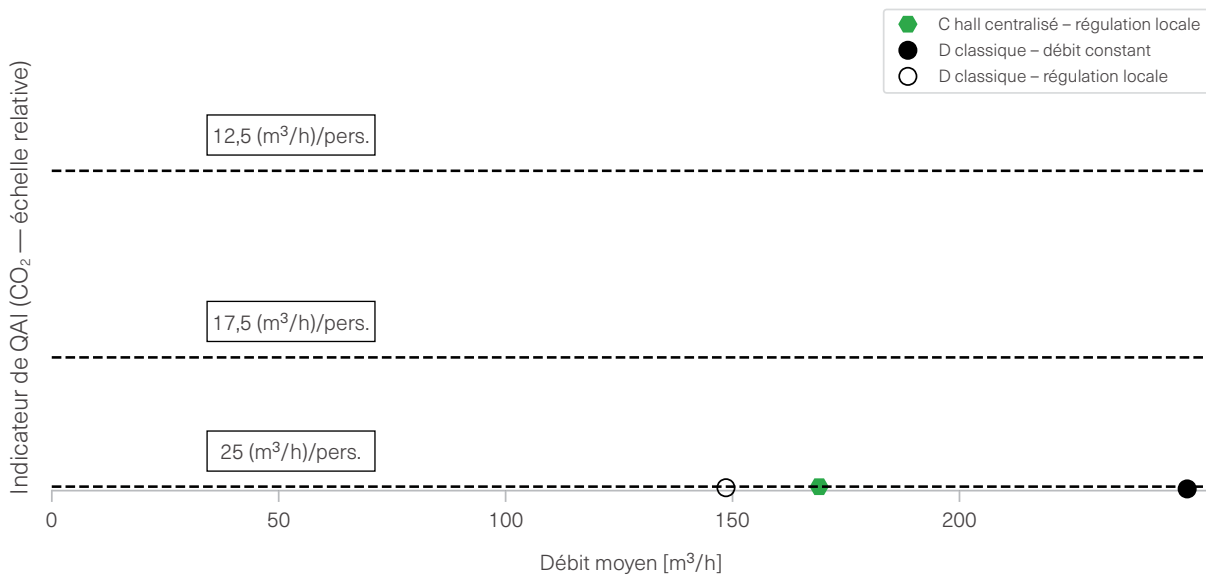
Toutefois, dans le système C hall de ce logement, le potentiel de réduction du débit par la ventilation à la demande est particulièrement intéressant.

En pratique, ce système pourra être mis en œuvre en installant un groupe d'extraction centralisé dans un local technique comprenant un accès facile vers les chambres (un grenier, par exemple). Ce système peut être contrôlé de manière très efficace en appliquant à la fois une régulation locale, qui consiste à installer, par exemple, un clapet individuel pour chaque extraction, et une régulation telle que décrite au § 3.2.5.1 (p. 33).

Les figures 43 et 44 ci-après présentent les débits moyens en utilisation (obtenus par simulation numérique) du système C hall, dans un logement doté de nombreux espaces de service, avec cette variante de régulation, pour un profil d'occupation intensif (voir figure 43) et un profil réduit (voir figure 44).



**Fig. 43** Simulation du système C hall dans un logement doté de nombreux espaces de service ayant un profil d'occupation intensif.



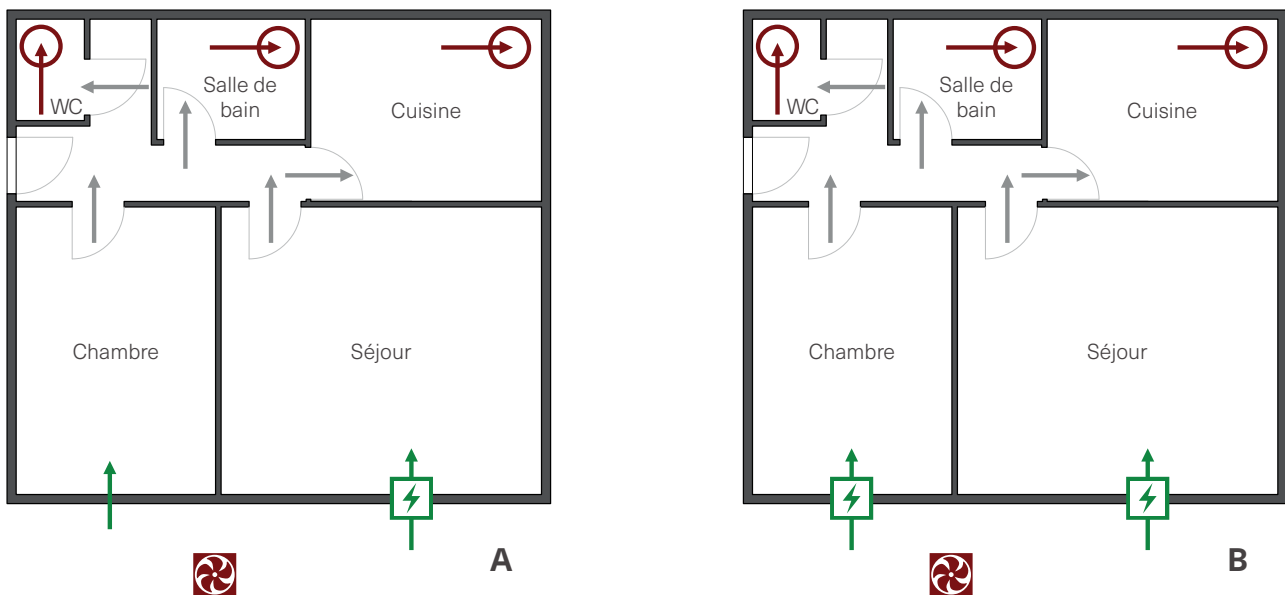
**Fig. 44** Simulation du système C hall dans un logement doté de nombreux espaces de service ayant un profil d'occupation réduit.

## 4.5 C zonal dans un petit appartement avec cuisine fermée

Le système C zonal est intéressant pour un petit logement avec un séjour séparé et une cuisine fermée. Cette configuration ne permet donc pas d'appliquer facilement les systèmes D cascade ou C hall. Dans ce système, les espaces de vie reçoivent une alimentation naturelle, permettant ainsi de limiter le débit total des extractions. À titre de comparaison, les systèmes D cascade ou C hall nécessiteraient une extraction mécanique supplémentaire dans le séjour.

Le système C zonal peut être mis en œuvre avec une ouverture d'alimentation motorisée dans le séjour uniquement (voir figure 45A). Dans le cas d'un très petit logement, comprenant une seule chambre à coucher, par exemple, celle-ci peut aussi facilement être équipée d'une telle ouverture motorisée, ce qui augmente encore légèrement les performances de ce système (voir figure 45B).

Les figures 45A et 45B illustrent un exemple de logement pour le système C zonal. L'appartement se compose d'une chambre à coucher, d'un séjour fermé séparé, d'une cuisine fermée, d'une salle de bain et de toilettes.



**Fig. 45** Système C zonal appliqué à un appartement d'une chambre à coucher avec une OAR motorisée uniquement dans le séjour (A) et avec une OAR motorisée dans la chambre à coucher et le séjour (B).

Les débits de référence ( $m^3/h$ ) du système C zonal appliqué à cet appartement sont les suivants :

- alimentation :
  - chambre : 50
  - séjour : 50
- extraction :
  - cuisine : 50
  - salle de bain : 50
  - toilettes : 25
- total : 125.

À titre de comparaison, les débits de référence du système C cascade appliqué au même appartement sont les suivants :

- alimentation :
  - chambre : 50
- extraction :
  - séjour : 50
  - cuisine : 50
  - salle de bain : 50
  - toilettes : 25
- total : 175.

Dans ce logement d'une chambre à coucher, le débit de conception est de 125 m<sup>3</sup>/h pour le système C zonal, contre 175 m<sup>3</sup>/h pour le système C cascade et 125 m<sup>3</sup>/h pour un système C ou D classique.

En pratique, le système C zonal peut être mis en œuvre avec des grilles d'alimentation naturelle dans la chambre et le séjour, dont au moins celle du séjour est motorisée, et avec un groupe d'extraction centralisé dans un local technique comprenant un accès facile vers les espaces de service. Ce système peut être contrôlé de manière très efficace en appliquant une régulation locale pour les espaces de service et une régulation centrale supplémentaire en vue de contrôler la ventilation dans les chambres à coucher. Ces régulations peuvent se combiner avec différentes variantes :

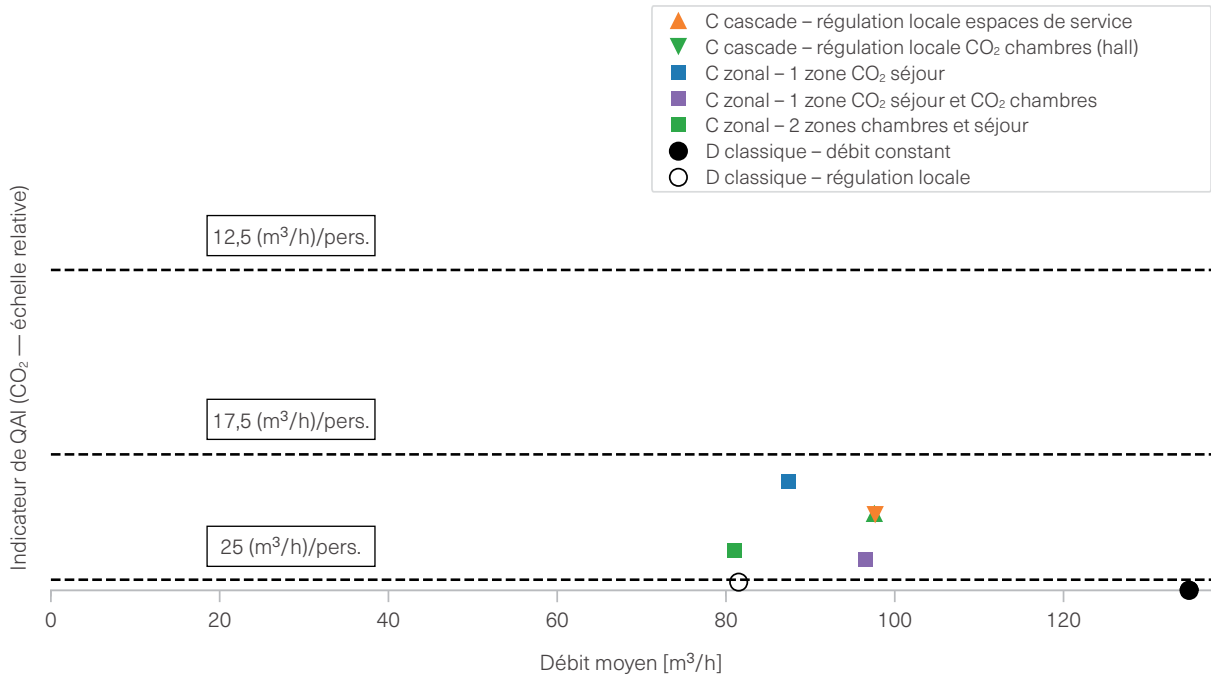
- 2 zones : OAR motorisées dans le séjour et la chambre (voir § 3.6.5.1, p. 48)
- 1 zone : OAR motorisée dans le séjour et CO<sub>2</sub> séjour et chambres (voir § 3.6.5.2, p. 48)
- 1 zone : OAR motorisée dans le séjour et CO<sub>2</sub> séjour (voir § 3.6.5.3, p. 49).

À titre de comparaison, le système C cascade est présenté ici avec les régulations suivantes :

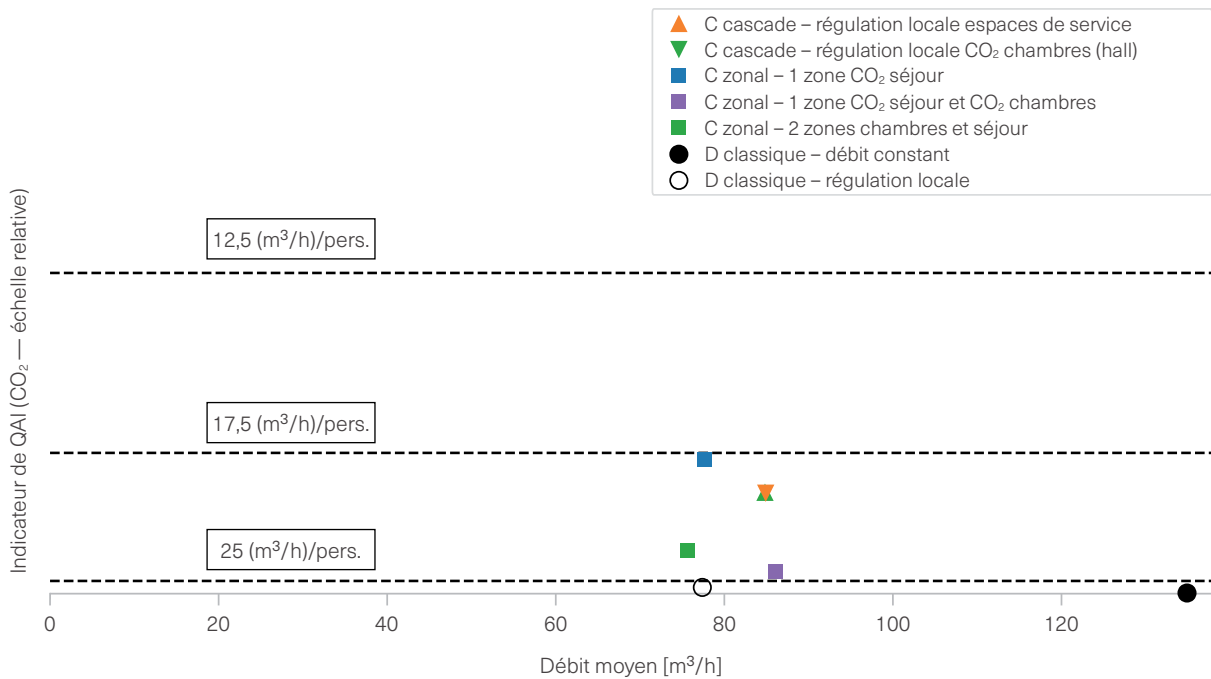
- régulation locale – espaces de service (voir § 3.7.5.2, p. 52)
- régulation locale – CO<sub>2</sub> chambres (voir § 3.7.5.4, p. 52).

Les figures 46 et 47 présentent les débits moyens en utilisation (obtenus par simulation numérique) des systèmes C zonal et C cascade, dans un petit appartement comprenant une cuisine fermée, avec ces variantes de régulation, pour un profil d'occupation intensif (voir figure 46, p. 73) et un profil réduit (voir figure 47, p. 73).





**Fig. 46** Simulation des systèmes C zonal et C cascade dans un petit appartement d'une chambre ayant un profil d'occupation intensif.



**Fig. 47** Simulation des systèmes C zonal et C cascade dans un petit appartement d'une chambre ayant un profil d'occupation réduit.

## 4.6 C cascade dans un appartement avec plusieurs chambres à coucher

Le système C cascade est intéressant dans un appartement composé de plusieurs chambres et d'un séjour traversé ou d'un séjour fermé séparé. En effet, dans un appartement, le système C hall n'est parfois pas applicable, car il n'offre pas la possibilité d'alimenter directement le hall avec une ouverture d'alimentation naturelle donnant directement sur une façade extérieure. Par contre, le système C cascade offre une alimentation dans les chambres à coucher (habituellement en contact avec une façade extérieure).

La figure 48 illustre un exemple de logement pour le système C cascade. L'appartement se compose de trois chambres à coucher, d'un séjour fermé séparé, d'une cuisine fermée, d'une salle de bain et de toilettes.

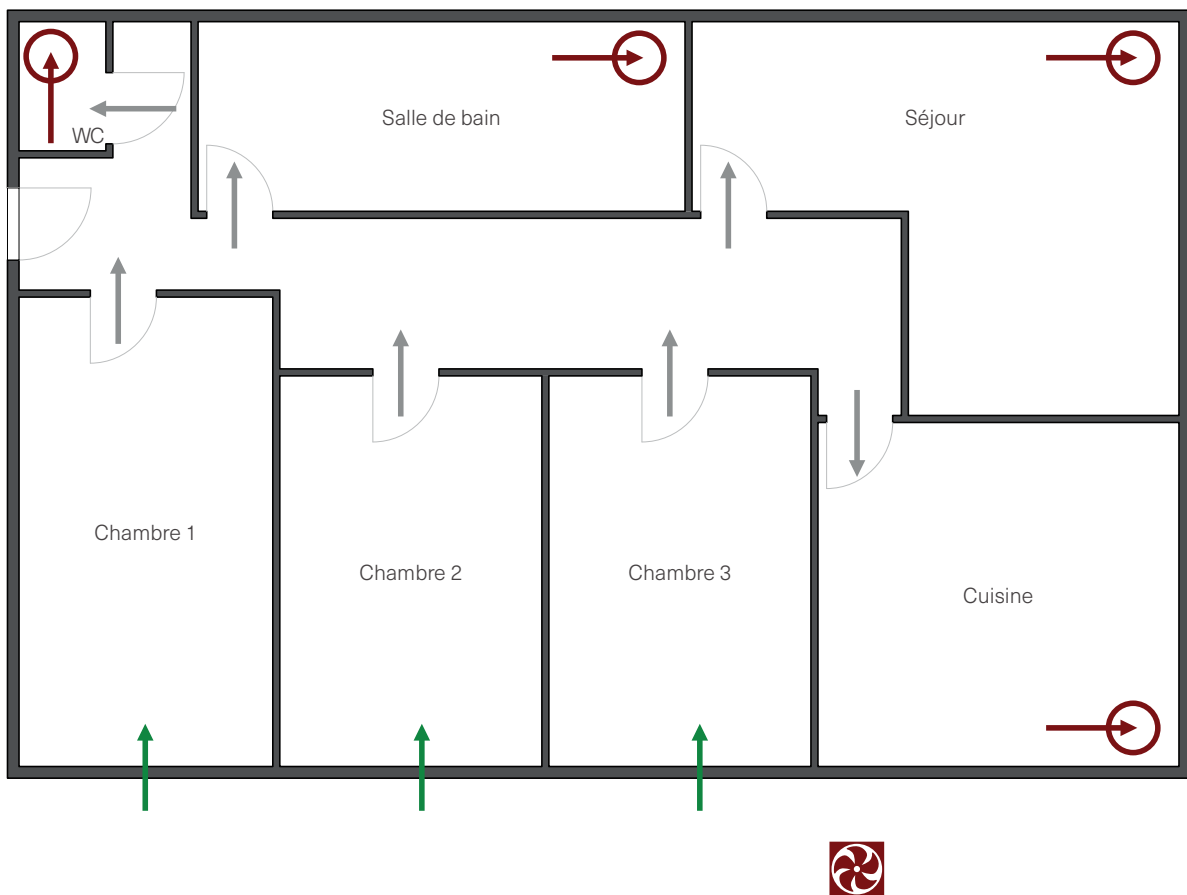


Fig. 48 Système C cascade appliqué à un appartement avec trois chambres à coucher.

À la différence du système D cascade, où tous les débits sont contrôlés mécaniquement, le système C cascade est moins fiable. Ses performances de renouvellement d'air peuvent en outre dépendre de l'étanchéité à l'air du bâtiment et des conditions extérieures (vent et température). Certaines configurations de logement permettent néanmoins au système d'offrir une fiabilité suffisante. Dans le cas présent, le système peut s'appliquer à un appartement ou à un logement d'un seul niveau (tel qu'un bungalow) puisque toutes les ouvertures d'alimentation des chambres à coucher sont en effet situées sur une même façade et à un même étage.

Les débits de référence ( $m^3/h$ ) du système C cascade appliqué à cet appartement sont les suivants :

- alimentation :
  - chambre 1 : 50
  - chambre 2 : 25
  - chambre 3 : 25

- extraction :
  - cuisine : 50
  - séjour : 100 (= total des chambres à coucher)
  - salle de bain : 50
  - toilettes : 25
- total : 225.

Les débits de référence du système D cascade sont identiques à ceux du C cascade.

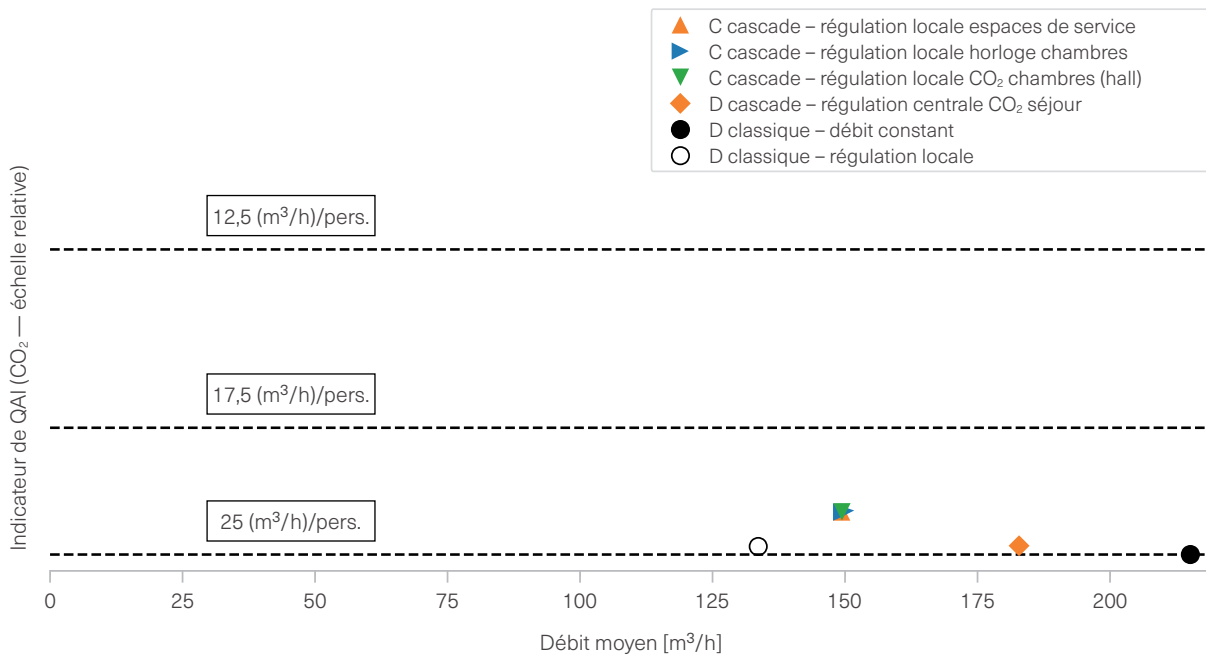
Dans ce logement de trois chambres à coucher, le débit de conception est de 225 m<sup>3</sup>/h pour les systèmes C cascade et D cascade, contre 200 m<sup>3</sup>/h pour un système C ou D classique.

En pratique, le système C cascade peut être mis en œuvre avec des grilles d'alimentation naturelle dans les chambres et un groupe d'extraction centralisé dans un local technique comprenant un accès facile vers les espaces de service. Ce système peut être contrôlé de manière très efficace en appliquant à la fois une régulation locale pour les espaces de service et une régulation centrale supplémentaire en vue de contrôler la ventilation dans les chambres à coucher. Ces régulations peuvent se combiner avec différentes variantes :

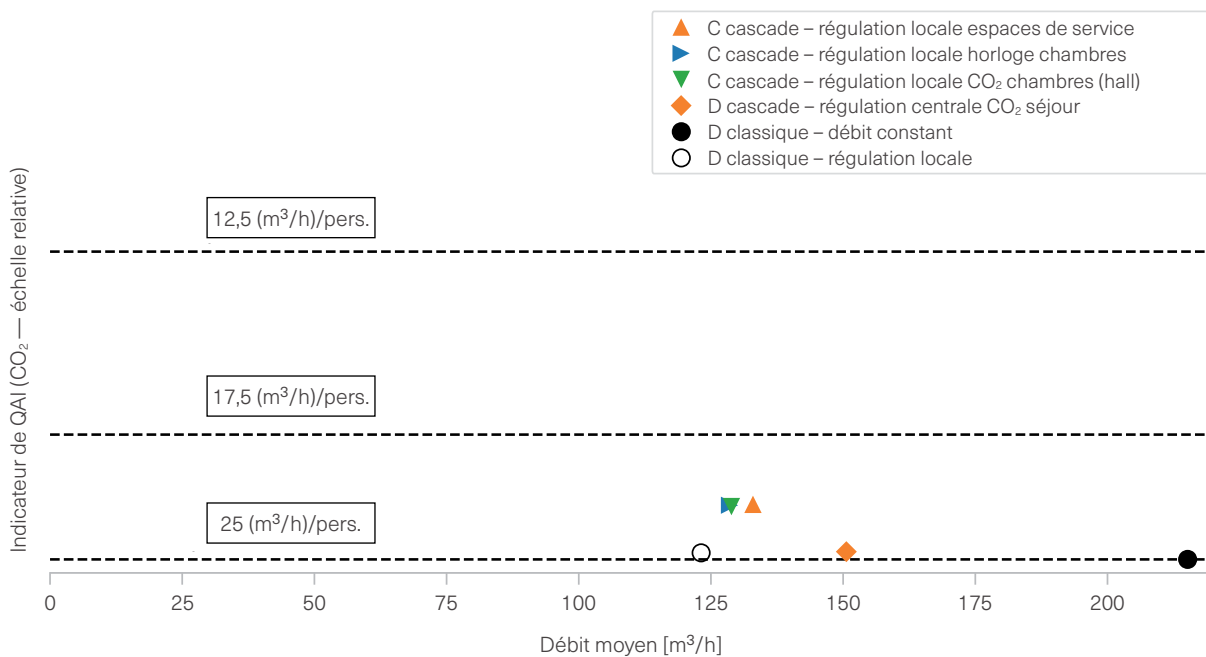
- régulation locale – espaces de service (voir § 3.7.5.2, p. 52)
- régulation locale – horloge chambres (voir § 3.7.5.3, p. 52)
- régulation locale – CO<sub>2</sub> chambres, indirectement via le hall de nuit (voir § 3.7.5.4, p. 52).

À titre de comparaison, le système D cascade est présenté sur les graphiques ci-après avec une régulation centrale – CO<sub>2</sub> séjour (pour la régulation, voir § 3.1.5.3, p. 26).

Les figures 49 et 50 présentent les débits moyens en utilisation (obtenus par simulation numérique) des systèmes C cascade et D cascade, dans un appartement de plusieurs chambres à coucher, avec ces différentes variantes de régulation, pour un profil d'occupation intensif (voir figure 49, p. 76) et un profil réduit (voir figure 50, p. 76).



**Fig. 49** Simulation des systèmes C cascade et D cascade appliqués à un appartement de trois chambres ayant un profil d'occupation intensif (voir remarque, § 4.1, p. 63).



**Fig. 50** Simulation des systèmes C cascade et D cascade appliqués à un appartement de trois chambres ayant un profil d'occupation réduit (voir remarque, § 4.1, p. 63).

# Annexe A – Principes et conception de la régulation

## A.1 Généralités

La **régulation** du système de ventilation est intéressante, car elle permet d'adapter les débits aux **besoins réels** des occupants et de réduire ainsi la **consommation d'énergie** du système (chauffage et électricité des systèmes mécaniques).

Les stratégies de régulation adaptées à chaque concept sont présentées en détail dans le chapitre 3 (p. 23) et comportent généralement plusieurs **variantes** par système. La présente annexe vise à donner les principes de base de la régulation des débits et les aspects de conception communs à tous les systèmes.

Notons que certains concepts de ventilation de ce document ont déjà un débit de conception réduit par rapport à d'autres et ne requièrent pas nécessairement une régulation poussée.

## A.2 Type de contrôle

Un premier élément important de la régulation réside dans le **type de contrôle**, c'est-à-dire le paramètre qui va déclencher la régulation vers un débit plus élevé ou plus faible (la régulation et les débits sont traités aux § A.3 et A.4, p. 78). En théorie, différents types de contrôle existent :

- contrôle **manuel**
- contrôle par **horloge**
- contrôle par **détection de présence**
- contrôle **à la demande** sur la base d'un capteur de mesure d'une variable de la qualité de l'air (CO<sub>2</sub> ou humidité relative (HR)).

Ces éléments de contrôle peuvent être prévus pour un espace individuel, ce qui leur permet de déterminer les besoins de cet espace spécifique, ou pour plusieurs espaces en même temps. Dans ce cas, cet élément est installé dans un endroit représentatif de tous ces espaces.

Les principes généraux suivants s'appliquent aux éléments de contrôle dans le cadre des systèmes retenus au chapitre 3 (p. 23) de cet Innovation Paper.

### A.2.1 Espaces de vie

Le type de contrôle le plus **performant** est basé sur l'installation d'un **capteur de CO<sub>2</sub>** par espace de vie individuel (chambres à coucher et séjour).

Afin de limiter le nombre de capteurs, il est possible de ne prévoir qu'**un seul capteur de CO<sub>2</sub> représentatif de plusieurs espaces de vie** en même temps (dans la chambre à coucher principale ou dans le hall de nuit alimenté par l'air de toutes les chambres à coucher, ou encore dans le conduit d'extraction mécanique commun à toutes les chambres à coucher). Dans le cas d'une **détection partielle**, un débit correspondant au moins à 1/3 du débit de référence est recommandé pour toutes les chambres à coucher.

Le contrôle par **horloge** constitue également une **alternative** pour les chambres à coucher. Il peut prendre la forme d'une programmation accessible et modifiable par l'utilisateur ou d'une programmation fixe et non accessible aux utilisateurs. Cette dernière impose le débit de référence dans les chambres à coucher pendant une **période donnée** (entre 20h et 8h, par exemple).

Enfin, on peut opter pour un contrôle **manuel** dans certains cas. Ce type de contrôle est cependant **moins efficace**, car il dépend de la manière dont l'occupant perçoit le besoin de ventilation. Afin de pallier cet inconvénient, le contrôle manuel ne sera appliqué que pour augmenter ponctuellement le débit dans certains espaces (dans le séjour, par exemple) tout en assurant un débit minimum suffisant dans le reste du logement (le débit de référence dans les chambres à coucher est réalisé en permanence, par exemple).

## A.2.2 Espaces de service

Les **espaces de service** alimentés par l'air provenant des espaces de vie (chambres à coucher et séjour) ne nécessitent généralement pas d'autres régulations que celle des espaces de vie (mais cela reste possible).

Dans les autres cas, et en particulier lorsque les espaces de service sont **ventilés indépendamment** des espaces de vie (système C hall, par exemple), certains **types de contrôle** sont plus **pertinents** pour les espaces de service :

- salle de bain, salle de douche, buanderie : capteur d'**humidité relative** (HR)
- toilettes : capteur de **détection de présence** ou équivalent (capteur des composés organiques volatils (COV), par exemple)
- cuisine : capteur de **CO<sub>2</sub>** et/ou capteur d'**humidité relative** selon l'utilisation prévue de la cuisine.

## A.3 Type de régulation

Le second élément important concerne la **régulation commune de la ventilation** des espaces. Trois **catégories** de régulation existent :

- la régulation **centrale** qui est commune à la ventilation de tous les espaces
- la régulation **zonale** qui est commune à la ventilation de tous les espaces d'une zone et régule la ventilation séparément, en deux ou plusieurs zones
- la régulation **locale** qui assure la ventilation indépendante de chaque espace.

Ces régulations peuvent s'appliquer à l'**ensemble du système** ou à une **partie** de celui-ci et peuvent être **combinées**. Dans tous les cas, les débits totaux d'alimentation et d'évacuation mécaniques seront régulés sur la base des **besoins les plus élevés** et ajustés de sorte à être maintenus **en équilibre**.

### Exemple de combinaison

La régulation est locale pour l'alimentation en air des espaces de vie sur la base d'un capteur de CO<sub>2</sub> dans chaque espace de vie. La régulation est centrale pour l'extraction en fonction du débit total d'alimentation.

## A.4 Valeurs seuils et débits minimum

Les tableaux A.4.1, A.4.2 et A.4.3 (p. 79) indiquent les **valeurs seuils** et **débits minimum** recommandés pour différentes régulations.

La valeur seuil présentée ici est la **valeur d'un capteur** (CO<sub>2</sub> ou HR) à partir de laquelle la ventilation de l'espace ou des espaces correspondants est réalisée avec un débit au moins égal au débit de référence. En pratique, la ventilation est généralement déclenchée pour des valeurs du capteur inférieures à cette valeur seuil, sur la base d'une **relation entre la valeur du capteur et le débit à réaliser**. Il peut s'agir d'une relation linéaire entre la valeur du capteur et le débit, d'une réalisation du débit de référence lorsqu'une augmentation de la valeur du capteur est détectée, etc.

Le **débit minimum** est le débit à atteindre lorsqu'il n'y a pas de demande de ventilation (sur la base d'un capteur, d'un contrôle par horloge ou d'un contrôle manuel).

Si le **CO<sub>2</sub>** est utilisé comme **indicateur**, la valeur traduit la concentration de CO<sub>2</sub> exprimée en ppm, c'est-à-dire en part par million volumique. Les valeurs seuils sont conformes à la norme NBN EN 16798-1 [B6].

Si l'**humidité** est utilisée comme **indicateur**, la valeur traduit l'humidité relative de l'air en %.

**Tableau A.4.1** Valeurs seuils et débits minimum recommandés pour différentes régulations dans les chambres à coucher.

Régulation	Valeur seuil	Débit minimum
Chambre équipée d'un capteur de CO <sub>2</sub>	950 ppm	1/10 du débit de référence
Chambre sans capteur, mais capteur commun à plusieurs chambres ou horloge	/	1/3 du débit de référence
Capteur commun à plusieurs chambres (hall de nuit ou conduit d'extraction commun)	(550/n) + 400 ppm n = le nombre de chambres concernées	1/3 du débit de référence
Contrôle par horloge pour les chambres à coucher	/	Débit de référence de 20h à 8h
Chambre sans aucune régulation	/	Débit de référence

**Tableau A.4.2** Valeurs seuils et débits minimum recommandés pour différentes régulations dans les séjours.

Régulation	Valeur seuil	Débit minimum
Séjour équipé d'un capteur de CO <sub>2</sub>	1.200 ppm	1/10 du débit de référence
Séjour sans capteur (régulation située ailleurs, manuelle, etc.)	/	1/3 du débit de référence

**Tableau A.4.3** Valeurs seuils et débits minimum recommandés pour différentes régulations dans les espaces de service.

Régulation	Valeur seuil	Débit minimum
Cuisine Capteur de CO <sub>2</sub>	1.200 ppm	1/10 du débit de référence
Cuisine Capteur HR	70 %	1/10 du débit de référence
Salle de bain, salle de douche, buanderie Capteur HR	70 %	1/10 du débit de référence
Toilettes Détection de présence (ou équivalent)	Détection de présence	1/10 du débit de référence





# Annexe B – Système C préliminaire pour rénovation par phase

## B.1 Domaine d'application

Ce système est présenté en annexe et ne fait pas partie des systèmes recommandés dans le chapitre 3 (p. 23), car il ne répond pas aux **critères de performance** fixés dans ce document du point de vue de la qualité de l'air :

- il ne permet pas d'assurer une qualité de l'air suffisante dans les espaces de vie (chambres à coucher et séjour) notamment au regard des bio-effluents, de l'humidité et des polluants émis par les matériaux
- il permet seulement de contrôler l'humidité dans les espaces de service et d'y limiter le risque de développement de moisissures.

Néanmoins, ce **système très simplifié et très facile à mettre en œuvre** dans un logement existant peut servir de solution préliminaire dans le cadre d'une rénovation par phase. Par la suite, il peut évoluer vers l'un des systèmes complets suivants, présentés dans le chapitre 3 :

- C hall 1 zone chambres (voir § 3.3, p. 36)
- C hall décentralisé (voir § 3.4, p. 40)
- C cascade (voir § 3.7, p. 50)
- D décentralisé (voir § 3.12, p. 58)
- fenêtres automatisées (voir § 3.13, p. 60).

L'**évolution** envisagée vers l'un des **systèmes complets** peut déterminer, voire restreindre le choix des composants du système préliminaire (pour avoir suffisamment de possibilités de régulation, par exemple). De plus, il ne sera pas possible de faire évoluer ce système préliminaire vers certains des systèmes complets du chapitre 3 (D cascade et C hall centralisé, par exemple). La mise en œuvre d'un tel système préliminaire se fera donc seulement avec une **vision à long terme** du système complet visé.



Il est fortement déconseillé d'installer ce système si un appareil à combustion ouvert est présent dans le logement.

## B.2 Principe

Ce système préliminaire est incomplet.

Extractions mécaniques :

- dans les espaces de service.

### Remarque

Ce système n'est pas prévu dans la norme NBN D 50-001 [B4].

## B.3 Principaux avantages

Ce système préliminaire a pour principal avantage d'être assez facilement applicable dans un logement existant puisque son installation demande peu de travaux.

## B.4 Contraintes

Ce système préliminaire présente un certain nombre de contraintes communes avec le système C hall décentralisé.

De plus, il ne permet pas d'atteindre une qualité de l'air suffisante dans les espaces de vie.

## B.5 Solution technique

Ce système C préliminaire se compose des éléments suivants :

- un ventilateur d'extraction décentralisé pour chaque espace de service. Ces ventilateurs sont pourvus de clapets antiretour. Les immeubles collectifs présentent des contraintes supplémentaires pour la sécurité incendie, que vous pouvez consulter au § 2.7 (p. 21).

## B.6 Régulation

### B.6.1 C préliminaire – régulation locale

Cette régulation est caractérisée comme suit :

- la régulation est locale. Chaque espace dispose d'un ventilateur d'extraction indépendant et d'un capteur :
  - capteur d'humidité relative (HR) ou de CO<sub>2</sub> pour la cuisine
  - capteur d'humidité relative (HR) pour les salles de bain et les salles de douche
  - capteur de détection de présence ou équivalent pour les toilettes
  - combinaison d'un capteur d'humidité relative et d'un capteur de détection de présence pour les salles de bain avec toilettes.

# Bibliographie

## B

### Buildwise (Bruxelles, Buildwise, [www.buildwise.be](http://www.buildwise.be))

- B1** Guide pratique des systèmes de ventilation de base des logements. Bruxelles, Buildwise, Note d'information technique n° 258, 2016.
- B2** L'étanchéité à l'air des bâtiments. Bruxelles, Buildwise, Note d'information technique n° 255, 2015.
- B3** Obturation résistant au feu des traversées de parois résistant au feu. Prescriptions et mise en œuvre. Bruxelles, Buildwise, Note d'information technique n° 254, 2015.

### Bureau de normalisation (Bruxelles, NBN, [www.nbn.be](http://www.nbn.be))

- B4** NBN D 50-001:1991 Dispositifs de ventilation dans les bâtiments d'habitation.
- B5** NBN/DTD B 61-002:2021 Chaudières de chauffage central dont la puissance nominale est inférieure à 70 kW. Prescriptions concernant leur espace d'installation, leur amenée d'air et leur évacuation de fumée.
- B6** NBN EN 16798-1:2019 Performance énergétique des bâtiments. Ventilation des bâtiments. Partie 1 : données d'entrées d'ambiance intérieure pour la conception et l'évaluation de la performance énergétique des bâtiments couvrant la qualité de l'air intérieur, l'ambiance thermique, l'éclairage et l'acoustique (Module M1-6).

## M

### Martin Y.

- M1** Gérer la ventilation des gaines techniques et d'ascenseurs. Bruxelles, Buildwise, Article Buildwise 2012/01.02.

### Martin Y., Eeckhout S., Lassoie L., Winnepenninckx E. et Deschoolmeester B.

- M2** Sécurité incendie des façades de bâtiments multiétagés. Bruxelles, Buildwise, Innovation Paper n° 37, 2022.

## S

### Service public fédéral Intérieur (Bruxelles, SPF Intérieur, [www.ibz.be](http://www.ibz.be))

- S1** Arrêté royal du 7 juillet 1994 fixant les normes de base en matière de prévention contre l'incendie et l'explosion, auxquelles les bâtiments nouveaux doivent satisfaire. Moniteur belge du 26 avril 1995, et ses modifications.



Une édition de Buildwise (ex-Centre scientifique et technique de la construction),  
établissement reconnu en application de l'arrêté-loi du 30 janvier 1947.

Éditeur responsable : Olivier Vandooren

Buildwise, Kleine Kloosterstraat 23

B-1932 Zaventem

D/2023/0611/07

Publication à caractère scientifique visant à faire connaître les résultats des études et  
recherches menées dans le domaine de la construction en Belgique et à l'étranger.

La reproduction ou la traduction, même partielles, des textes et des illustrations  
de la présente publication n'est autorisée qu'avec le consentement écrit  
de l'éditeur responsable.

Révision et mise en page : N. Tilborg

Illustrations : G. Depret

Photographies Buildwise : M. Sohie et al.





Kleine Kloosterstraat 23  
B-1932 Zaventem  
Tél. 02/716 42 11  
E-mail : info@buildwise.be  
Site Internet : buildwise.be

- Avis techniques – Publications
- Gestion – Qualité – Techniques de l'information
- Développement – Valorisation
- Agréments techniques – Normalisation

#### **Buildwise Limelette**

Avenue Pierre Holoffe 21  
B-1342 Limelette  
Tél. 02/655 77 11

- Recherche et innovation
- Formation
- Bibliothèque

#### **Buildwise Brussels**

Rue Dieudonné Lefèvre 17  
B-1020 Bruxelles  
Tél. 02/233 81 00

Après plus d'un demi-siècle d'existence, le Centre scientifique et technique de la construction (CSTC) fait désormais place à Buildwise. Ce nouveau nom porte en lui une orientation nouvelle, davantage axée sur l'innovation, sur la collaboration et sur une approche pluridisciplinaire plus intégrée. Buildwise étant principalement financé par les redevances de quelque 100.000 entreprises de construction belges, celles-ci contribuent ainsi à motiver son action, notamment en définissant ses priorités et en pilotant ses travaux par le biais des Comités techniques.

#### **Votre centre de recherche devient centre d'innovation**

Fort des connaissances qu'il a acquises au fil des années, Buildwise s'est imposé comme le centre de référence et d'expertise du secteur de la construction. Buildwise se tient aux côtés de tous les acteurs impliqués dans l'acte de bâtir. Notre objectif ? Transmettre des connaissances qui améliorent réellement la qualité, la productivité et la durabilité, et ouvrir la voie à l'innovation sur chantier et dans l'entreprise.

#### **Dynamiser le partage des connaissances et les interconnexions**

Compte tenu de la grande complexité et de la forte fragmentation du processus de construction, Buildwise se doit de renforcer son rôle fédérateur. Nous ne pourrions relever les défis sectoriels et sociétaux qu'en mobilisant le secteur tout entier et en repensant nos modèles d'entreprise et notre façon de collaborer.

#### **De la multidisciplinarité à la transdisciplinarité**

Notre spécificité tient à notre approche pragmatique et multidisciplinaire. Pour trouver des solutions solides, il faut une stratégie globale et intégrée. C'est pourquoi nos ambitions s'articulent autour de trois piliers : les technologies numériques, la durabilité et le métier (représenté par les entrepreneurs au sein des Comités techniques).