

La ventilation dans la rénovation

Julien Regamey



GEBÄUDEENERGIEAUSWEIS DER KANTONE



CERTIFICAT ÉNERGÉTIQUE CANTONAL DES BÂTIMENTS



CERTIFICATO ENERGETICO CANTONALE DEGLI EDIFICI

Ordre du jour

Durée		Thème
9h00	13h30	Introduction
9h10	13h40	Les bases de la ventilation
9h25	13h55	Les systèmes d'aération standard
9h50	14h20	Les applications dans la rénovation
10h15	14h45	Pause
10h25	14h55	Mise en pratique 1 / Echange et correction
10h55	15h25	Mise en pratique 2 / Echange et correction
11h25	15h55	Documentation et conclusion
11h30	16h00	Questions

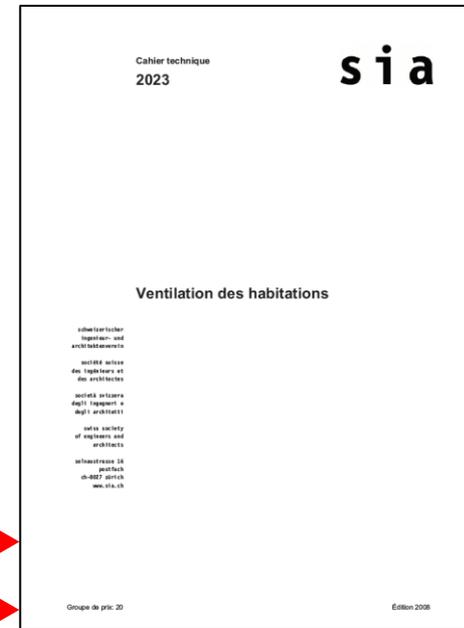
Les bases de la ventilation

Normes SIA sur la ventilation



Les normes de base:

SIA 180:2014 / SIA 382/1:2014 / SIA 380/4:2006



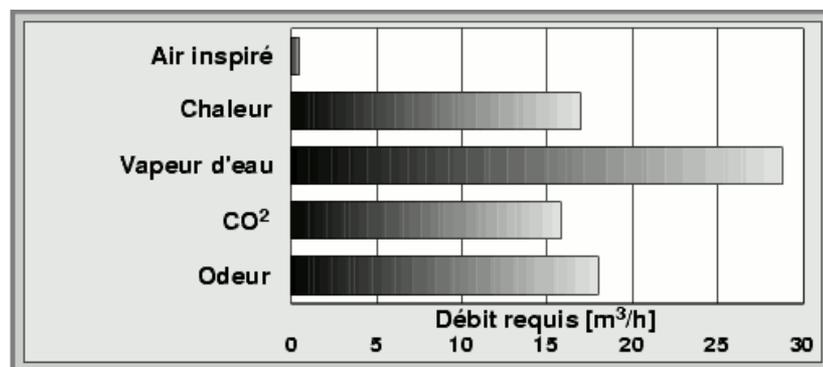
Références supplémentaires,
par ex. pour les tests selon la
norme EN 13141

Cahier technique SIA 2023
(2008)
Encore valable.

Les bases de la ventilation

Pourquoi faut-il aérer ?

- Evacuer les polluants intérieurs
 - Odeurs
 - Vapeur d'eau
 - Gaz carbonique CO₂
 - Gaz, vapeurs, aérosols, ...
 - Radon
- Evacuer la chaleur
- Réduire les pertes d'énergie
- Besoins physiologiques
 - Respirer un air sain
 - Courant d'air en été
 - Contact avec l'extérieur



Débit d'air requis pour évacuer les divers contaminants produits par une personne assise ayant une activité de bureau.

Source: ADER, L'énergie au futur, Claude-Alain Roulet

Les bases de la ventilation

Evacuer l'humidité

La norme SIA 180 (2014) fixe des valeurs limites d'humidité à atteindre dans les bâtiments:

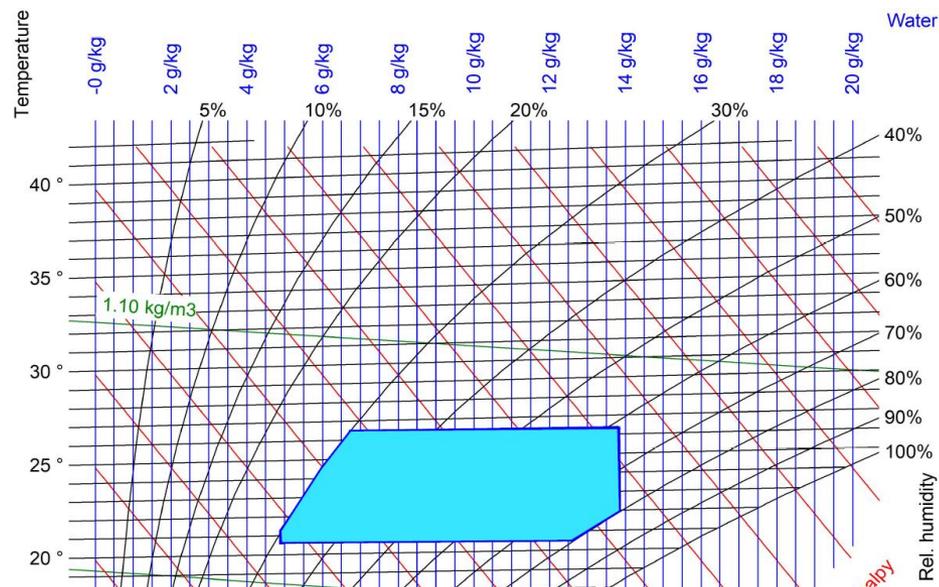
MINIMUM

Humidité intérieure minimale jusqu'à 800 m :

La limite de 30% ne peut être inférieure que pendant au maximum 10% de la durée d'utilisation annuelle.

MAXIMUM

Dans les locaux réfrigérés ou à ventilation mécanique, l'humidité absolue de 13.7 g/kg ne peut être dépassée que pendant au maximum 10% de la durée d'utilisation annuelle.



Domaine approximatif de confort pour bâtiments ventilés mécaniquement ou climatisés (alt. 400m)

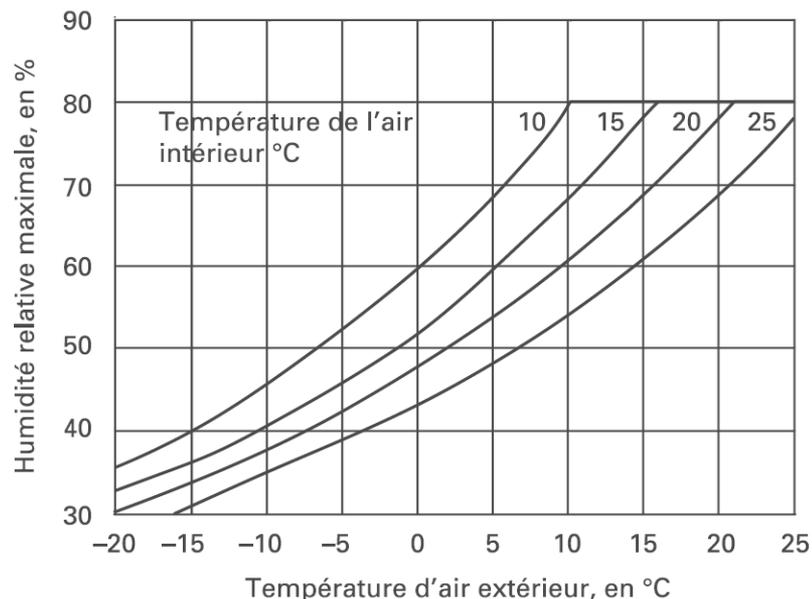
Les bases de la ventilation

Evacuer l'humidité

La norme SIA 180/1 (2014) fixe également des conditions à respecter pour éviter des dégâts dus à l'humidité:

Pour éviter les dégâts dus à l'humidité, l'humidité relative dans les espaces occupés ne doit pas dépasser, en moyenne journalière, les limites données dans la figure 14 (ou le tableau 10).

Figure 14 Humidité relative maximale tolérable dans l'air intérieur pour déterminer le débit d'air neuf (moyennes journalières)



Les bases de la ventilation

Evacuer l'humidité



Les bases de la ventilation

Evacuer le CO2

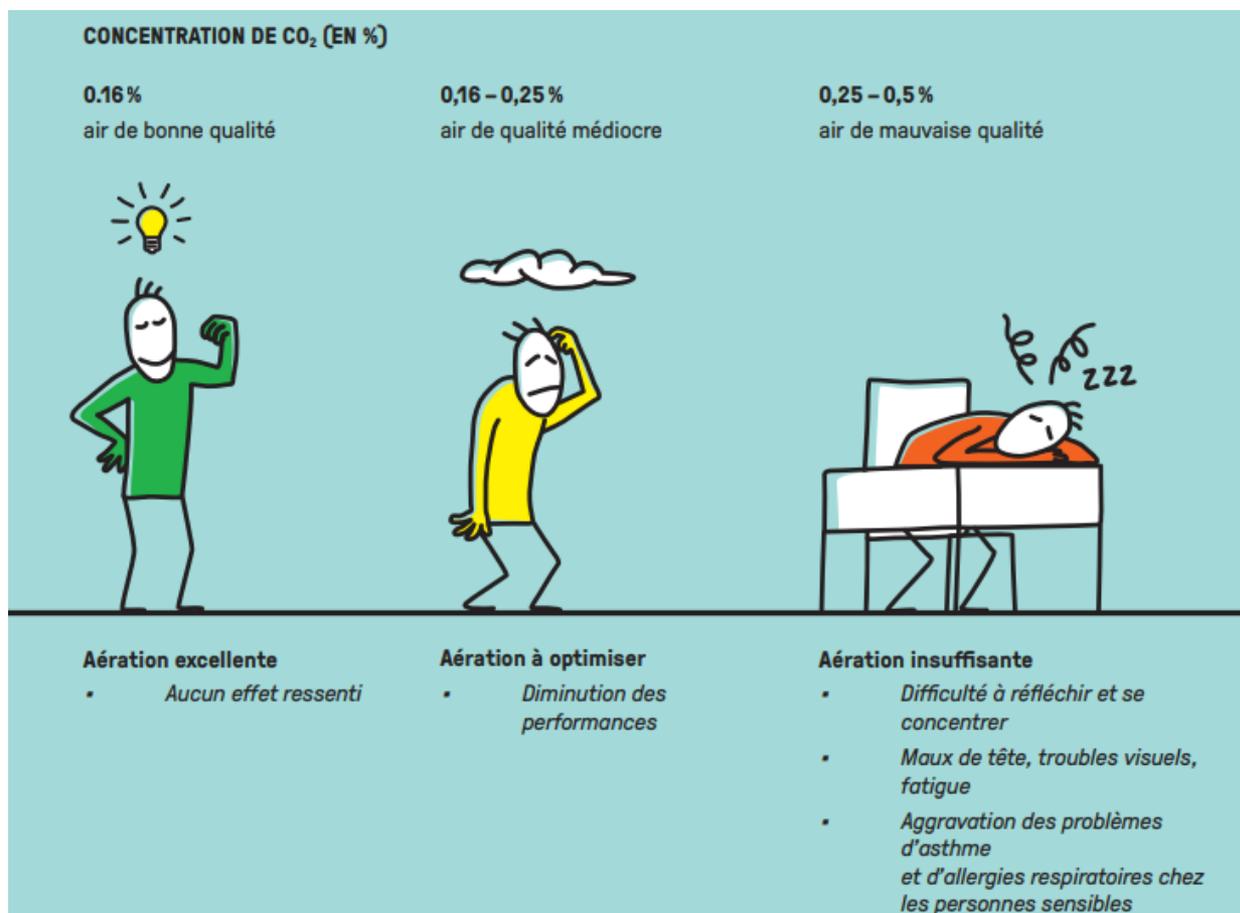
Le gaz carbonique est l'un des polluants principaux de l'air. Inodore et de goût neutre, il est créé principalement par la respiration humaine. Sa concentration s'exprime en pourcentage de volume d'air ou en « ppm » (partie par million):

- 1'000 ppm est égal à 0,1% de gaz carbonique dans l'air
- l'air frais ambiant en campagne contient 330 à 400 ppm de CO2
- dans les villes, la concentration en CO2 est d'environ 700 ppm
- L'air expiré par une personne contient entre 40.000 et 50.000 ppm de CO2

Pour des locaux habitables, la norme SIA 382/1 indique un taux de CO2 entre 950 et 1350 ppm

Les bases de la ventilation

Evacuer le CO₂



Les bases de la ventilation

Evacuer la chaleur

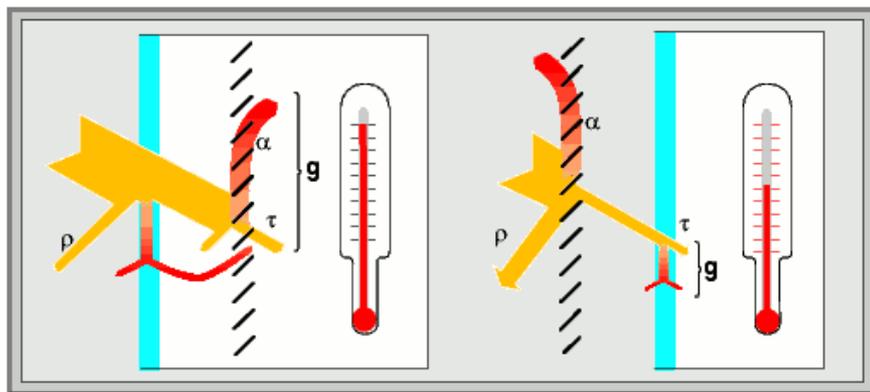
Lorsqu'elle augmente dans les locaux, la chaleur est une importante source d'inconfort. Un climat trop chaud est généralement provoqué par deux facteurs:

- **Charges thermiques internes importantes.**

Difficiles à limiter, elles sont en lien avec l'utilisation que l'on fait des locaux: forte densité de personnes ou d'équipements techniques dégageant de la chaleur.

- **Gains solaires.**

Pour limiter une chaleur excessive en été la mise en œuvre d'une protections solaire efficace est fondamentale. Elle limite l'apport d'énergie provenant du rayonnement solaire.



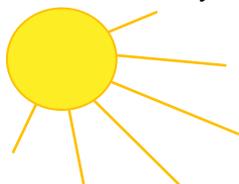
Protection solaires extérieures

Les protections solaires efficaces sont à l'extérieur du bâtiment. Le rayonnement solaire inévitablement absorbé par le dispositif de protection se transforme en chaleur. Si le dispositif est à l'intérieur, la chaleur y est aussi !

Les bases de la ventilation

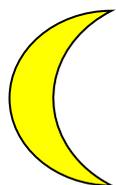
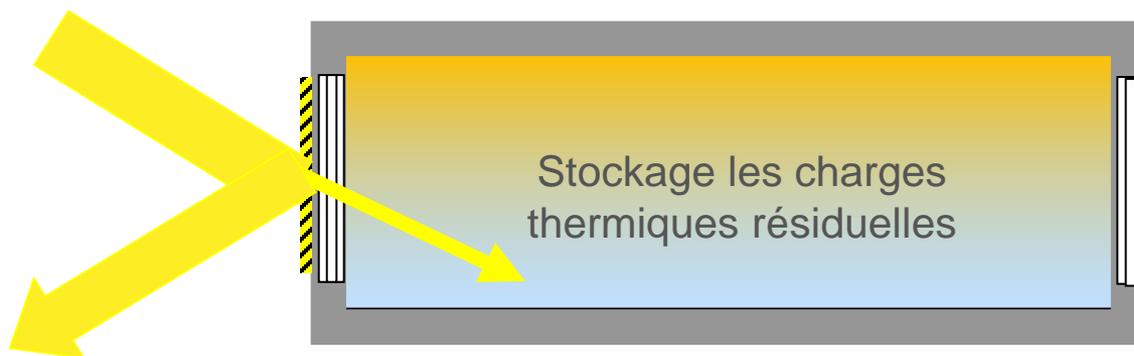
Evacuer la chaleur

Quelles que soient les charges internes ou la qualité de la protection solaire, le meilleur moyen pour évacuer la chaleur accumulée dans les locaux est une ventilation efficace. Dans certains cas de figure, le recours à des équipements de refroidissement hydrauliques est requis. Ceux-ci sont toutefois souvent plus énergivores que des systèmes d'aération.



Minimiser la chaleur entrant

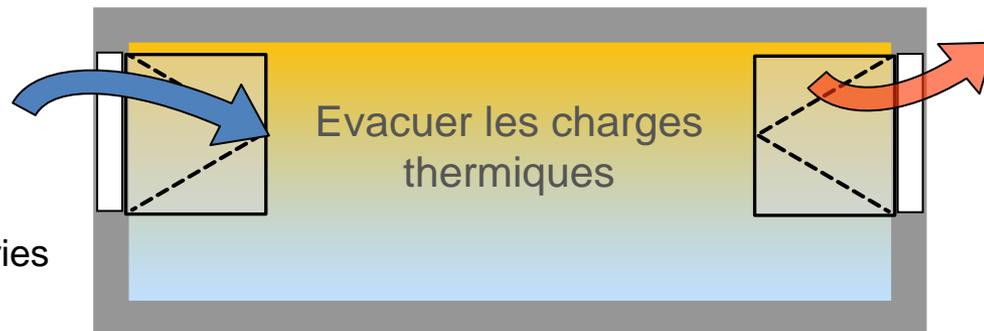
Ventilation aussi durant les heures de forte chaleur



Dissiper la chaleur

A considérer en cas de ventilation naturelle :

- Bruit de l'extérieur
- Protection contre les intempéries
- Sécurité



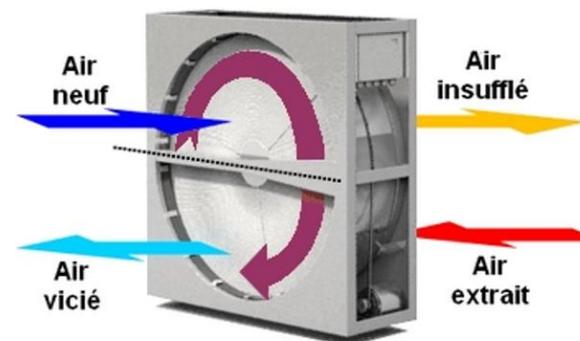
Les bases de la ventilation

Tout en réduisant les pertes d'énergie...

Un aération efficaces des locaux n'implique pas une ouverture prolongée des fenêtres. Quelques minutes, plusieurs fois dans la journée suffisent.



Le recours à une ventilation mécanique s'accompagne obligatoirement de réflexions sur la récupération de la chaleur évacuée.



Les bases de la ventilation

... et en respectant les besoins physiologiques et physiologiques des utilisateurs.

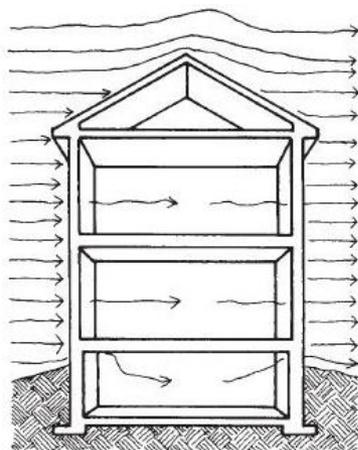


Les systèmes d'aération standard

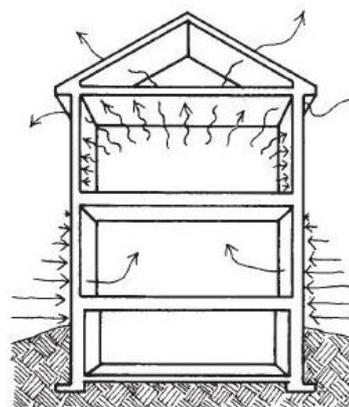
Ventilation naturelle

Dans la ventilation naturelle, aucun ventilateur n'intervient pour faire circuler l'air. L'air se déplace grâce aux différences de pression générées par le vent sur les façades et par la différence de température de l'air (effet cheminée).

L'ouverture des fenêtres permet une ventilation naturelle des locaux. Pour que l'aération par les fenêtres soit efficace, la surface des ouvrants doit être suffisamment grande. Les fenêtres doivent être répartie uniformément sur une ou deux façade en fonction du rapport de la hauteur et de la largeur du local.



Effet du vent



Effet de cheminée

Les systèmes d'aération standard

Ventilation naturelle

Avantages

- Renouvellement de l'air le plus simple et le plus économique
- Aucun espace requis pour les gaines et les centrales techniques
- Pas de consommation d'énergie électrique
- Possibilité de rafraîchissement nocturne en été

Désavantages

- Ventilation très dépendante du comportement des utilisateurs
- Aucun contrôle sur les échanges d'air, renouvellement, courants d'air, température.
- Impossible de récupérer la chaleur entre l'air entrant et sortant du bâtiment
- Pas de filtration de l'air
- Exposition éventuelle au vent, à la pluie et au bruit extérieur
- Problèmes éventuels de sécurité (intrusion)
- Inadapté pour certaines affectation
- Inadapté pour certaines labellisations (Minergie)

Les systèmes d'aération standard

Ventilation naturelle

Quelques règles de dimensionnement du «pouce»

- Aération naturelle efficace si surface d'ouvrant min. 3% de la surface nette de plancher, et min. 5% pour les locaux nécessitant une bonne aération (par ex. aération pendant la pause dans les salles d'école)
- Les fenêtres d'aération devraient être réparties aussi régulièrement que possible. Les ouvertures hautes sont nettement plus efficaces que les ouvertures larges.
- Pour les locaux dont la profondeur ne dépasse pas 2.5 fois la hauteur du local, des fenêtres sur une façade suffisent. Pour les locaux dont la profondeur va de 2,5 à 5 fois la hauteur du local, il faut prévoir des fenêtres sur deux façades (opposées ou en angle). Lorsque ce n'est pas possible ou lorsque la profondeur des locaux est encore supérieure, une ventilation mécanique est recommandée.
- Une simulation dynamique peut, si nécessaire, valider le fonctionnement de cas spéciaux.

Les systèmes d'aération standard

Ventilation naturelle par ouvrants motorisés

Selon l'affectation des bâtiments, les systèmes de ventilation naturelle peuvent être équipés d'ouvrants motorisés, permettant d'optimiser leur fonctionnement, pour le rafraîchissement nocturne par exemple, indépendamment de l'intervention des utilisateurs.

Ceci peut représenter une variante «low-tech» intéressante par rapport à un système de refroidissement hydraulique. Elle implique une prise en compte des critères météorologiques (températures intérieure/extérieure, pluie, etc...) et d'effraction.



Les systèmes d'aération standard

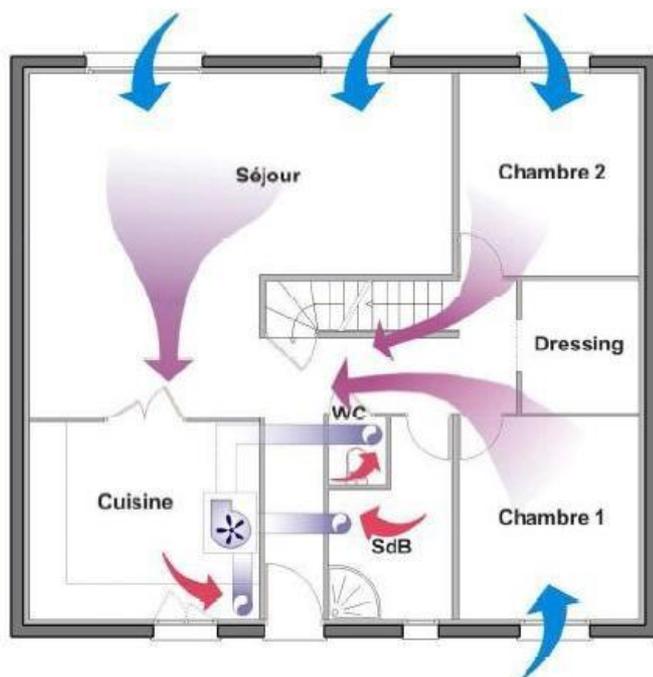
Ventilation mécanique

Système comportant un ou deux ventilateurs électriques qui mettent l'air en mouvement afin de permettre son évacuation ou son introduction forcée. Aux ventilateurs, s'ajoutent plusieurs composants permettant le réglage de la température et de l'humidité, la récupération de chaleur, ainsi que tous les organes nécessaires à la distribution de l'air et à sa diffusion.

Les systèmes d'aération standard

Ventilation mécanique – Simple flux

On parle de ventilation simple flux lorsque soit l'amenée d'air (pulsion), soit l'évacuation d'air (extraction) est réalisée grâce à un ventilateur



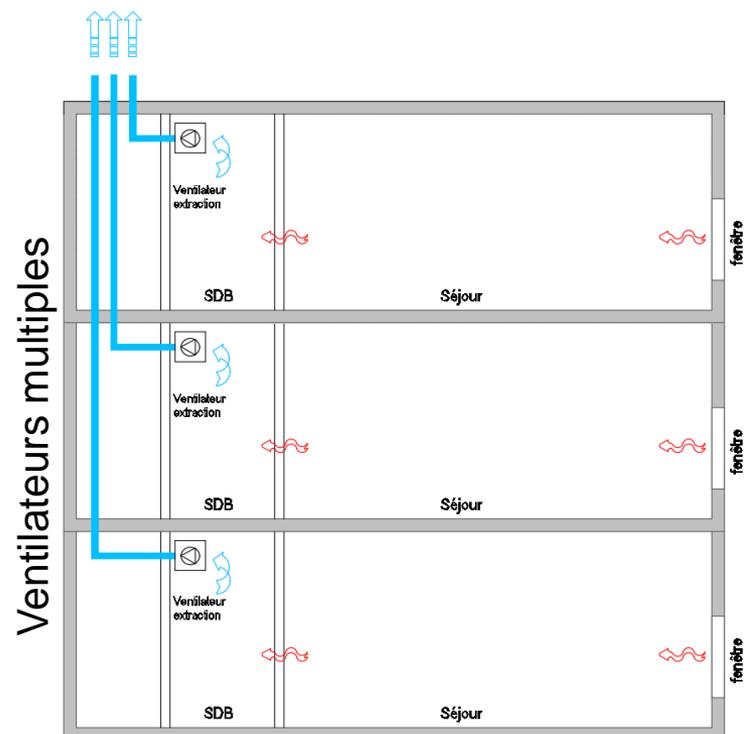
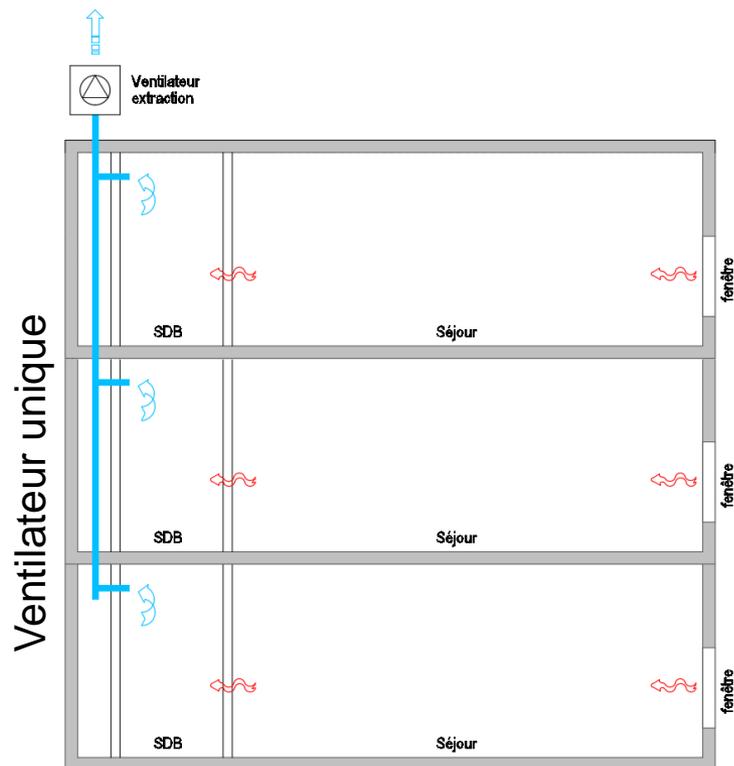
La ventilation "simple flux" la plus rencontrée, consiste à créer un mouvement de circulation de l'air dans le bâtiment de telle sorte que l'air neuf entre naturellement par les locaux "propres" (bureaux, chambres d'hôtel,...) et que l'air soit extrait par un ventilateur dans les locaux "humides" (sanitaires, buanderies,...) ou "viciés" (WC, cuisines,...). L'air chemine ainsi à travers plusieurs locaux par ordre croissant de pollution, en passant sous les portes ou par des grilles de transfert.

L'extraction d'air doit être effectuées dans les locaux humides, soit principalement dans les salles de bains et dans les cuisines.

Les systèmes d'aération standard

Ventilation mécanique – Simple flux

Dans les bâtiments à plusieurs niveaux, l'extraction d'air mécanique peut être effectuée de 2 manières :



Les systèmes d'aération standard

Ventilation mécanique – Simple flux

Avec l'amélioration de la qualité des enveloppes des bâtiments, l'amenée d'air de compensation dans les locaux est devenue une thématique importante. Ainsi, Pour permettre à l'air de rentrer dans le bâtiment, même avec les fenêtres fermées, il est conseillé d'installer des entrées d'air dans les locaux de vie (chambre, séjour). Le plus souvent, on installe des éléments d'entrée d'air directement dans les cadres de fenêtre.



Il existe 2 types de «réglettes» d'entrée d'air:

Hygroréglable

Les entrées d'air ou réglettes hygroréglable régulent le débit en fonction de l'humidité de l'air intérieur : plus humide, elles s'ouvrent pour mieux renouveler l'air, plus sec, elles se referment. Le débit d'air est variable. Elles permettent une meilleure performance énergétique.

Autoréglable

L'entrées d'air ou réglettes autoréglables adaptent le débit d'air en fonction de la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur. Le débit varie en fonction du débit du ou des ventilateurs d'extraction.

Les systèmes d'aération standard

Ventilation mécanique – Simple flux

Avantages

- Système automatique, pas tributaire du comportement de l'utilisateur
- L'installation est simple et peu coûteuse à l'exploitation.
- Elle demande peu de place dans les locaux techniques.
- En général, la présence de faux plafonds peut être évitée, puisqu'il n'y a pas de distribution d'air dans les locaux.
- Cette solution s'applique très bien à la rénovation.
- Les débits d'air extraits sont contrôlés.
- La mise au point est facile et se limite au réglage des débits extraits au moyen des bouches.

Les systèmes d'aération standard

Ventilation mécanique – Simple flux

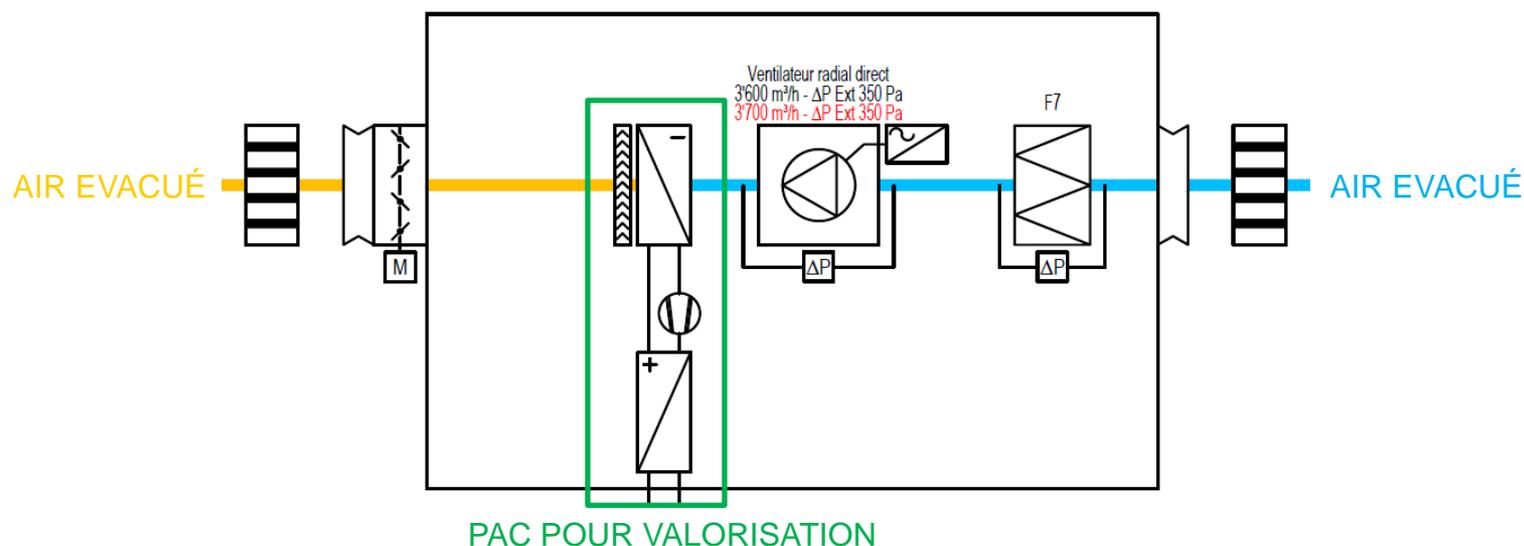
Désavantages

- L'air neuf n'est pas filtré et les grilles d'amenée d'air peuvent laisser passer les bruits extérieurs, ce qui peut être délicat en site urbain ou fortement pollué.
- De l'inconfort peut être généré dans les zones proche des entrées d'air (froid).
- Les débits réels d'air neuf sont parfois éloignés des valeurs théoriques.
- L'air extrait ne provient pas toujours de l'endroit souhaité, l'ouverture des portes ou même le vent sur les façades du bâtiment peuvent perturber le flux, voir même l'inverser!
- On rejette directement vers l'extérieur de l'air aux conditions intérieures (air chauffé en hiver), ce qui induit des pertes énergétiques importantes. Une récupération de chaleur n'est possible qu'avec les installations à ventilateur unique. Elles génèrent un surcoût important, mais permettent une labellisation Minergie.

Les systèmes d'aération standard

Ventilation mécanique – Simple flux avec récupération de chaleur

Le principe consiste à valoriser l'énergie contenue dans l'air extrait avant son rejet dans l'atmosphère. Afin d'atteindre des niveaux de température suffisants pour une exploitation pour le chauffage basse température ou le préchauffage d'eau chaude sanitaire, il s'agit de placer une batterie hydraulique dans le flux d'air et d'utiliser celle-ci comme réseau d'évaporation d'une pompe à chaleur (PAC).



Les systèmes d'aération standard

Ventilation mécanique – Simple flux avec récupération de chaleur

Ce type d'installation permet d'améliorer l'efficacité énergétique et permet, potentiellement, d'obtenir une labellisation type Minergie ou autre. Au-delà d'un quelconque label, les autorités cantonales fixent des exigences sur la récupération de chaleur des installations de ventilation à simple flux.

Dans son édition 2014, le MOPEC (**MO**dule de **P**rescription **E**nergétique des **C**antons) a défini que toute installation de ventilation dont le débit d'air extrait représente plus de 1000 m³/h et dont le temps d'exploitation est supérieur à 500 h/a doit être équipé d'une récupération de chaleur.

Bien que le MOPEC n'ait pas force de loi, il est appliqué par l'ensemble des cantons romands.

Les systèmes d'aération standard

Ventilation mécanique – Simple flux – Quelques images

Débits faibles < 200 m³/h

Ventilateur tubulaire



Ventilateur mural



Ventilateur encastré



Les systèmes d'aération standard

Ventilation mécanique – Simple flux – Quelques images

Débits moyens et élevés $> 300 \text{ m}^3/\text{h}$

Ventilateur centrifuge insonorisé



Ventilateur centrifuge de gaine



Ventilateur caisson



Les systèmes d'aération standard

Ventilation mécanique – Simple flux – Quelques images

Débits élevés > 2'000 m³/h avec récupération de chaleur



Les systèmes d'aération standard

Ventilation mécanique – Double flux

On parle de ventilation double flux lorsque l'amenée d'air (pulsion) et l'évacuation d'air (extraction) sont réalisées à l'aide de ventilateurs.

L'air neuf est généralement amené directement dans les pièces occupées par des personnes.

L'air vicié est repris directement dans les locaux de vie ainsi que dans les locaux produisant des odeurs (WC, douches, etc.)

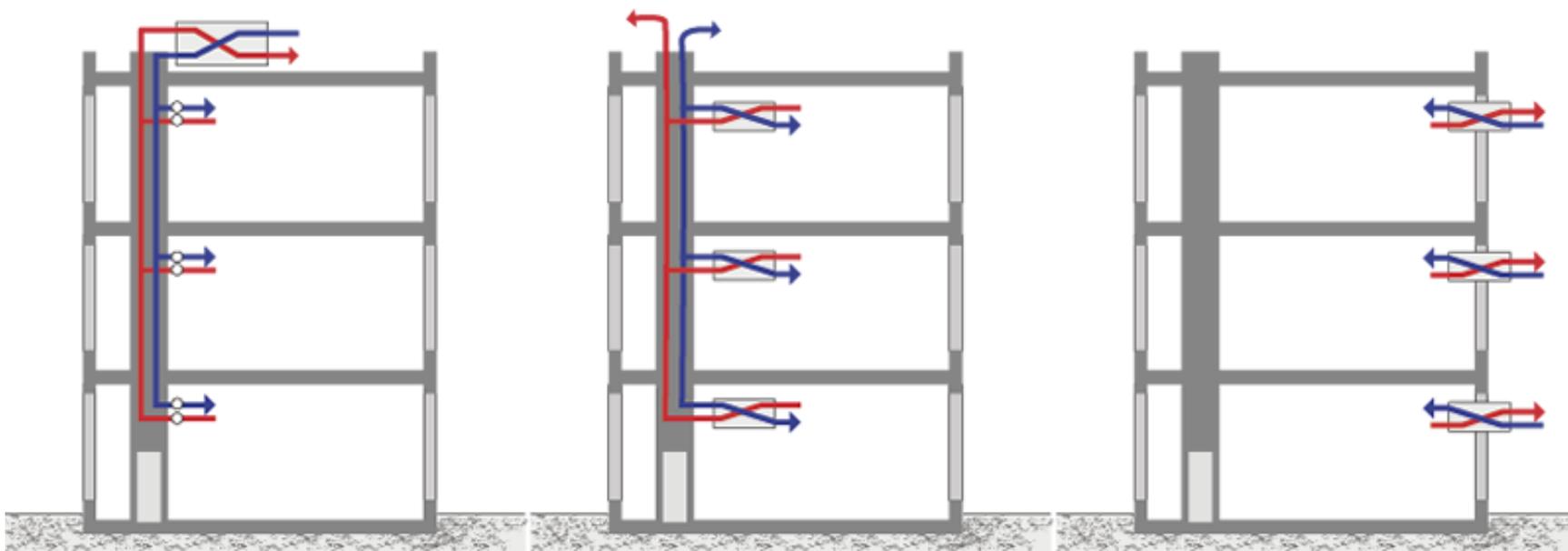
Dans la majorité des cas, les locaux doivent être en «équilibre». Le débit d'air amené doit être équivalent au débit d'air repris pour éviter des problèmes de surpression/dépression (problème ouverture portes, claquements, courants d'air).

Des faibles surpressions/dépressions (+- 5 Pa) sont possibles pour éviter le transfert d'odeurs.

Les systèmes d'aération standard

Ventilation mécanique – Double flux

Comme la ventilation simple flux, le système de ventilation peut être centralisé ou décentralisé.



Le système «centralisé» est le plus souvent utilisé pour des raisons de place/coûts.

Les systèmes d'aération standard

Ventilation mécanique – Double flux

Les ventilateurs de pulsion et d'extraction sont le plus souvent installés dans une seule et même machine appelée «monobloc» ou «centrale de traitement d'air» (CTA).

Cet appareil compact comprend les principaux organes de traitement de l'air suivants:

- Ventilateurs
- Filtres
- Récupération de chaleur
- Traitement de l'air (chauffage, refroidissement, humidification)

Les systèmes d'aération standard

Ventilation mécanique – Double flux

Le monobloc peut être centralisé ou décentralisé et sa position peut varier:

Monobloc centralisé – Installé dans une centrale technique dédiée



Les systèmes d'aération standard

Ventilation mécanique – Double flux

Monobloc plafonnier – Installé dans chaque unité d'occupation



Monobloc de façade – Installé dans chaque pièce



Les systèmes d'aération standard

Ventilation mécanique – Double flux

Avantages

- Permet de couvrir les besoins accrus en ventilation (grands débits)
- Système automatique, pas tributaire du comportement de l'utilisateur
- Système le plus précis en terme de réglage, pas ou peu d'influence de l'extérieur
- Permet de maintenir des conditions ambiantes très précises
- Permet d'atteindre un excellent confort ambiant
- Permet de récupérer la chaleur de l'air extrait (peu de perte énergétique)
- Permet de filtrer l'air entrant.

Désavantages

- Installations complexes et coûteuses à la construction
- Demande des surfaces de locaux technique important
- Nécessite des gaines techniques plus importantes et des faux-plafonds pour le passage des réseaux aérauliques
- S'applique mal à la rénovation.

Les systèmes d'aération standard

Ventilation mécanique – acheminement de l'air

Qu'elle soit à simple ou à double flux, une installation de ventilation mécanique nécessite la mise en œuvre de conduits permettant d'acheminer l'air vers les locaux à traiter. Généralement fabriquées en acier, les gaines de ventilation nécessitent de la place dans pour leur passage à travers le bâtiment. Plus que le choix du système, ce sont souvent elles qui orientent vers le choix d'un système plutôt qu'un autre.



Les applications dans la rénovation

Critères déterminants

Le choix d'un système de ventilation plutôt qu'un autre va dépendre d'un certain nombre de critères, dont voici une liste non exhaustive:

- Affectation
- Situation dans l'environnement
- Configuration et dimensions des locaux
- Utilisation standard ou non
- Système d'aération actuel
- Intervention récente sur l'enveloppe du bâtiment
- Installations de process
- Récupération de chaleur nécessaire
- ...

Les applications dans la rénovation

Critères déterminants

Affectation

Le débit d'air permettant un renouvellement d'air efficace dans les locaux va dépendre de l'affectation de ceux-ci. Le taux de renouvellement va en-effet dépendre de l'activité des occupants. Une salle de sport ou une piscine ne seront, bien entendu, par ventilées comme un appartement.

Situation dans l'environnement

L'aération consiste à remplacer de l'air vicié par de l'air plus sain, provenant généralement de l'extérieur. La qualité de l'air extérieur devra donc être évalué. Les nuisances sonores de l'environnement propagées par le système d'aération doivent aussi être évaluées.

Configuration et dimensions des locaux

La position locaux dans le bâtiment, la hauteur d'étage, la proximité avec les gaines techniques vont être déterminants dans le choix d'un système d'aération.

Les applications dans la rénovation

Critères déterminants

Utilisation standard ou non

Selon leur affectation, l'utilisation standard des locaux est définie par plusieurs normes et cahier techniques (EN, SIA, etc...). Une utilisation particulière, avec par exemple des densités d'occupation ou des horaires particuliers doit être prise en considération.

Système d'aération actuel

Le système d'aération actuel répond-il aux besoins ou peut-il être optimisé pour y répondre?

Intervention récente sur l'enveloppe du bâtiment

Les interventions sur l'enveloppe du bâtiment, comme le changement des fenêtres ou l'isolation des façades, contribuent souvent à le rendre plus étanche et modifient considérablement son comportement.

Installations de process

Y a-t-il des équipements qui nécessitent des traitement particuliers en termes de ventilation?

Les applications dans la rénovation

Bases de dimensionnement

Cahier technique 2023 – Habitations

Tableau 7 Critères de dimensionnement selon norme SIA 382/1

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

Tableau 9 Débits minimum d'air repris

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

Les applications dans la rénovation

Bases de dimensionnement

Cahier technique 2023 – Habitations

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

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

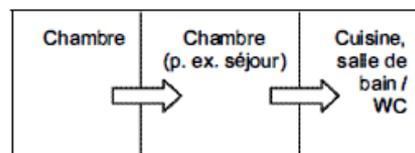
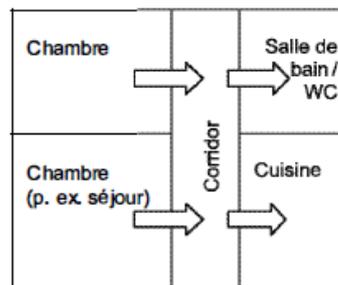


Tableau 12 Débit minimal d'air fourni d'un logement **sans** local faisant office de zone de transit

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



Les applications dans la rénovation

Bases de dimensionnement

Cahier technique 2024 – Autres affectations

Le cahier technique donne des indications sur les valeurs d'utilisation standards de 45 locaux types.

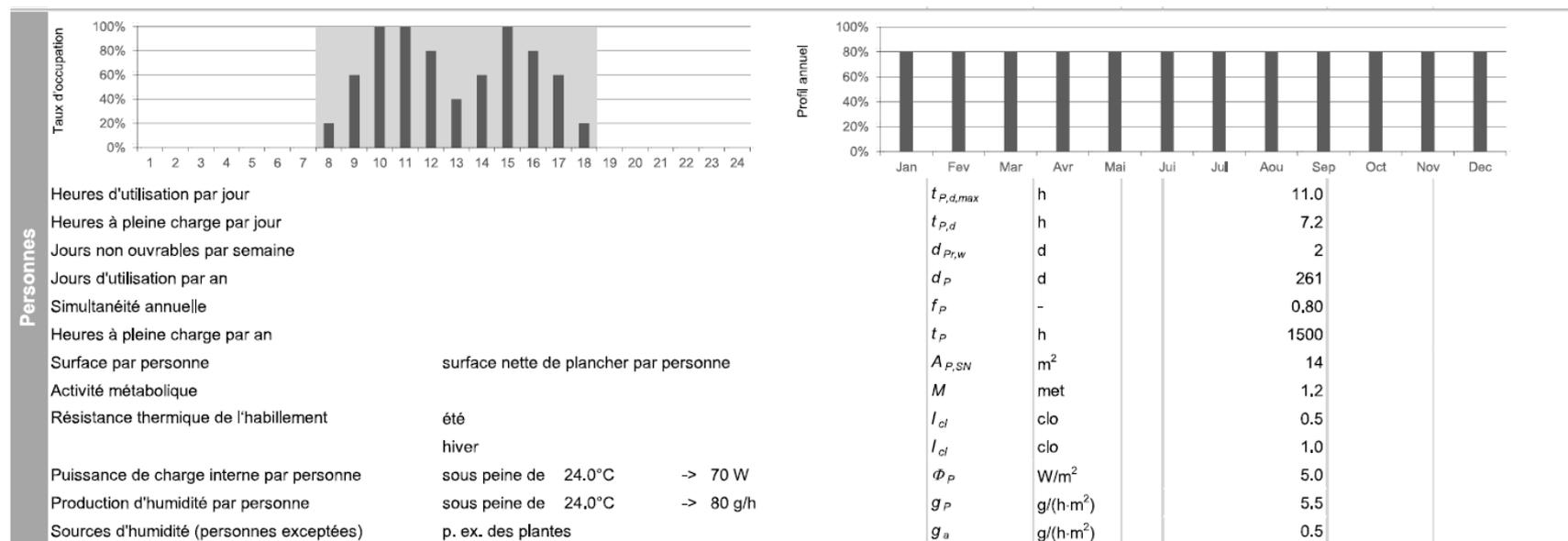
Bureau individuel, collectif						3.1	
			Symbole	Unité	Valeur standard	Cible	Existant
Ventilation	Débit d'air neuf par personne	non-fumeurs	$q_{V,e,P}$	m ³ /h	36		
	Débit d'air neuf	par surface nette de plancher	$q_{V,o}$	m ³ /(m ² .h)	2.6		
	Débit d'air par infiltration		$q_{V,inf}$	m ³ /(m ² .h)	0.15	0.15	0.30
	Commande et régulation du ventilateur (1 vitesse, 2 vitesses, vitesse variable)		—	—	1 vitesse	2 vitesses	1 vitesse
	Type d'installation	Climatisation					
	Variabilité de la température dans les installations de récupération de chaleur		$\eta_{rec,\theta}$	—	0.70	0.80	0.50
	Fraction utile annuelle de la récupération de chaleur de la ventilation		$\eta_{rec,an}$	—	0.75	0.85	0.50
	Puissance spécifique du ventilateur	total air fourni et air repris	p_{SFP}	W/(m ³ /h)	0.55	0.34	0.91
	Puissance électrique de la ventilation		p_V	W/m ²	1.4	0.9	2.3
	Heures à pleine charge par an de la ventilation	demande en électricité	t_V	h	1470	1470	1470
Demande annuelle en électricité de la ventilation		E_V	kWh/m ²	2.1	1.3	3.4	

Les applications dans la rénovation

Bases de dimensionnement

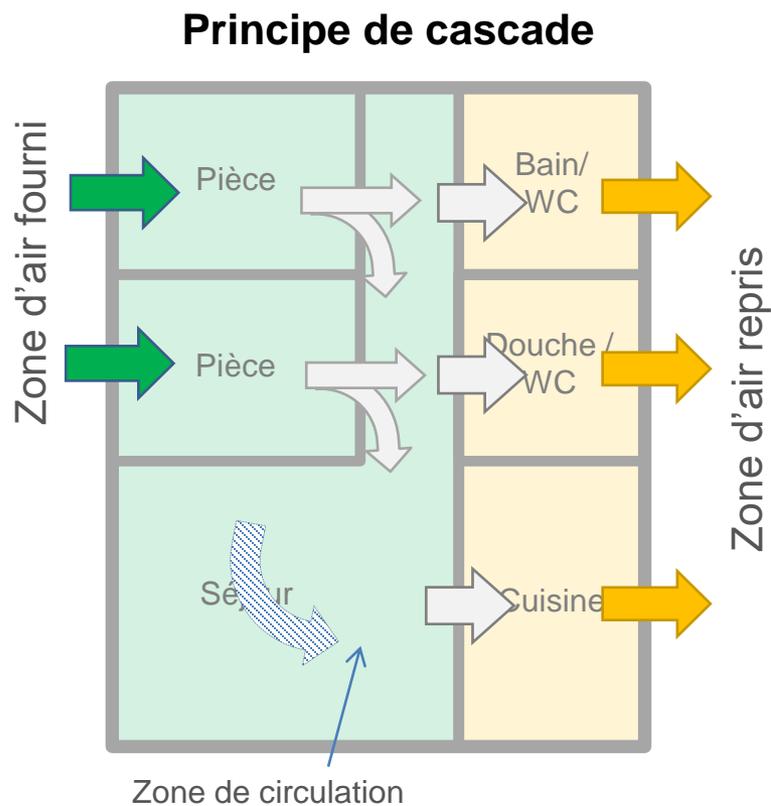
Cahier technique 2024 – Autres affectations

Pour chaque affectation, des profils d'utilisation standards des locaux types sont indiqués.



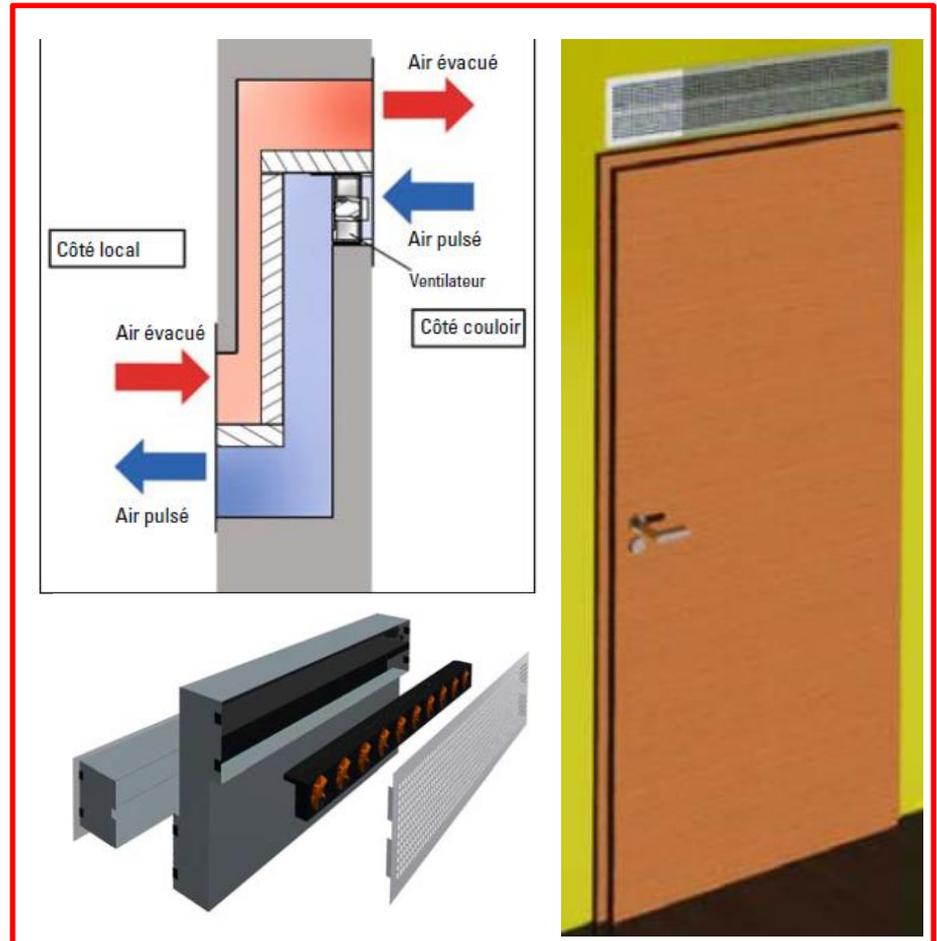
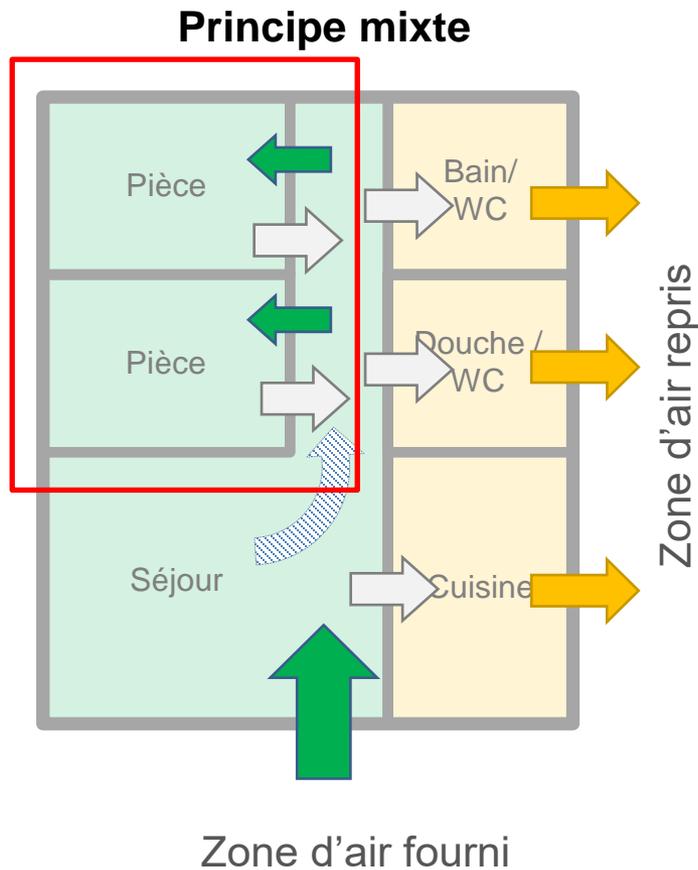
Les applications dans la rénovation

Choix d'un principe de ventilation



Les applications dans la rénovation

Choix d'un principe de ventilation

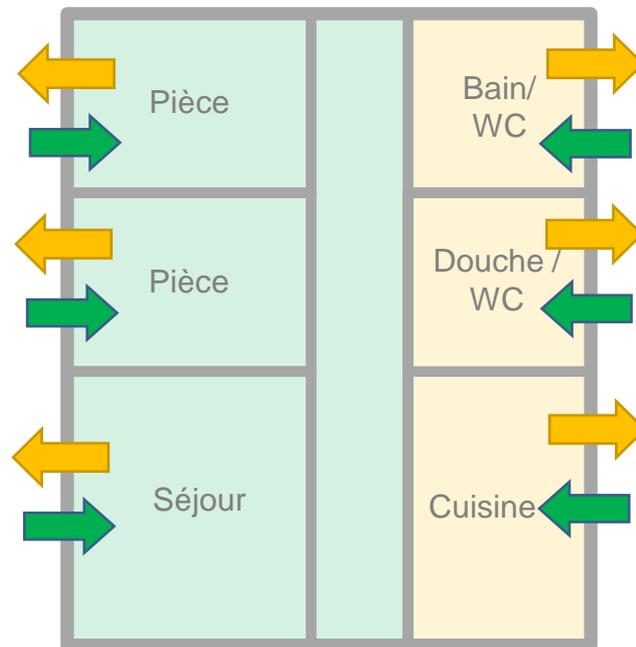


Elément actif de transfert

Les applications dans la rénovation

Choix d'un principe de ventilation

Principe par pièce individuelle

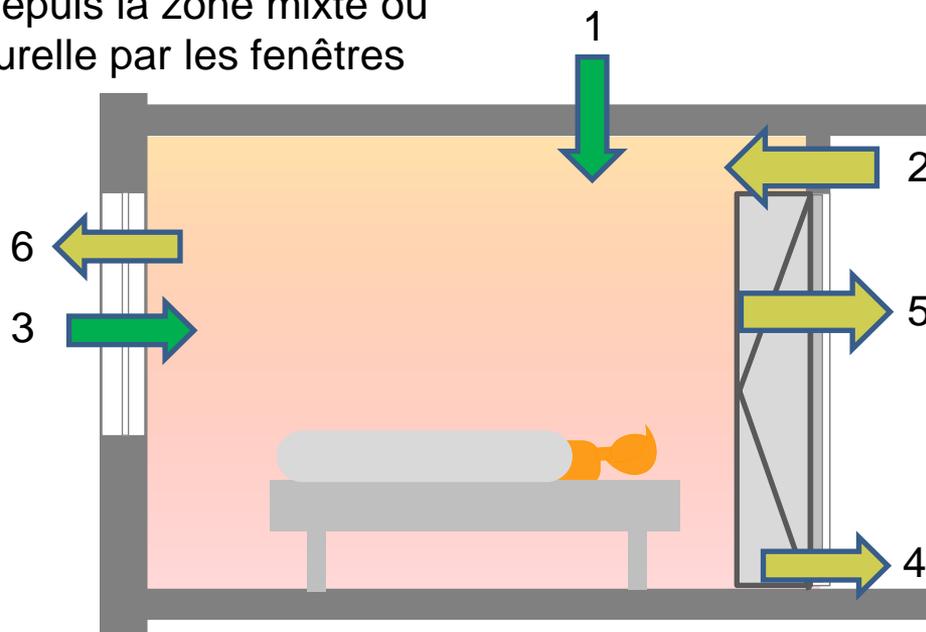


Les applications dans la rénovation

Circulation de l'air dans les pièces

Une pièce occupée doit être ventilée comme suit :

1. 30 m³/h d'air extérieur,
2. env. 40 m³/h depuis la zone mixte ou
3. ventilation naturelle par les fenêtres



L'air sort d'une pièce vers :

4. la zone de circulation
5. la zone mixte
6. l'extérieur

Les applications dans la rénovation

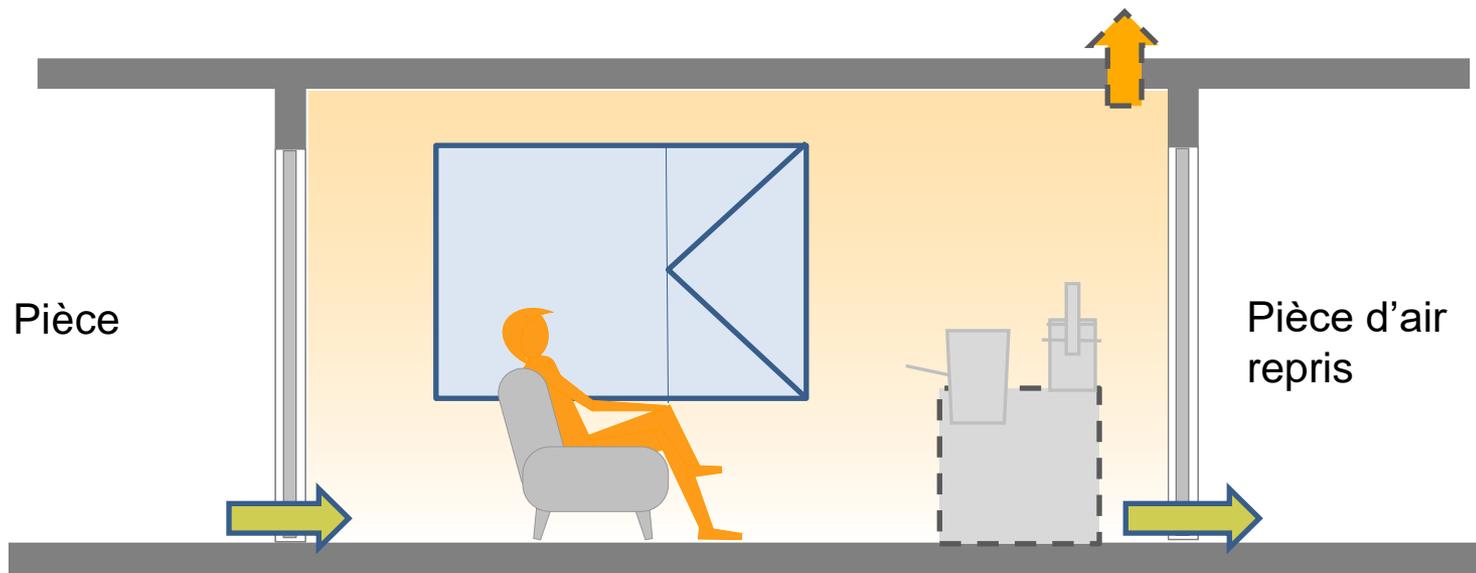
Circulation de l'air dans les zones de circulation

Une pièce dans la zone de circulation est alimenté par de l'air transféré.
Une telle pièce n'a pas besoin de son propre air fourni.

L'air circule de la zone de circulation vers la pièce d'air repris.

En cas de cuisines ouvertes, l'air est extrait de la zone de circulation.

dans les cuisines 30... 40 m³/h



Les applications dans la rénovation

Principe de dimensionnement du renouvellement d'air

Etape 1: Débit d'amenée d'air minimal dans l'appartement

Le débit minimal d'amenée d'air dans l'appartement dépend du nombre de pièces, du nombre de personnes et si une pièce se trouve sur le passage du flux d'air.

Etape 2 : Débit minimal d'air extrait dans l'appartement

Le débit minimal d'air extrait de l'ensemble de l'appartement est calculé d'après le type et le nombre de locaux.

Etape 3 : Débit d'air de référence

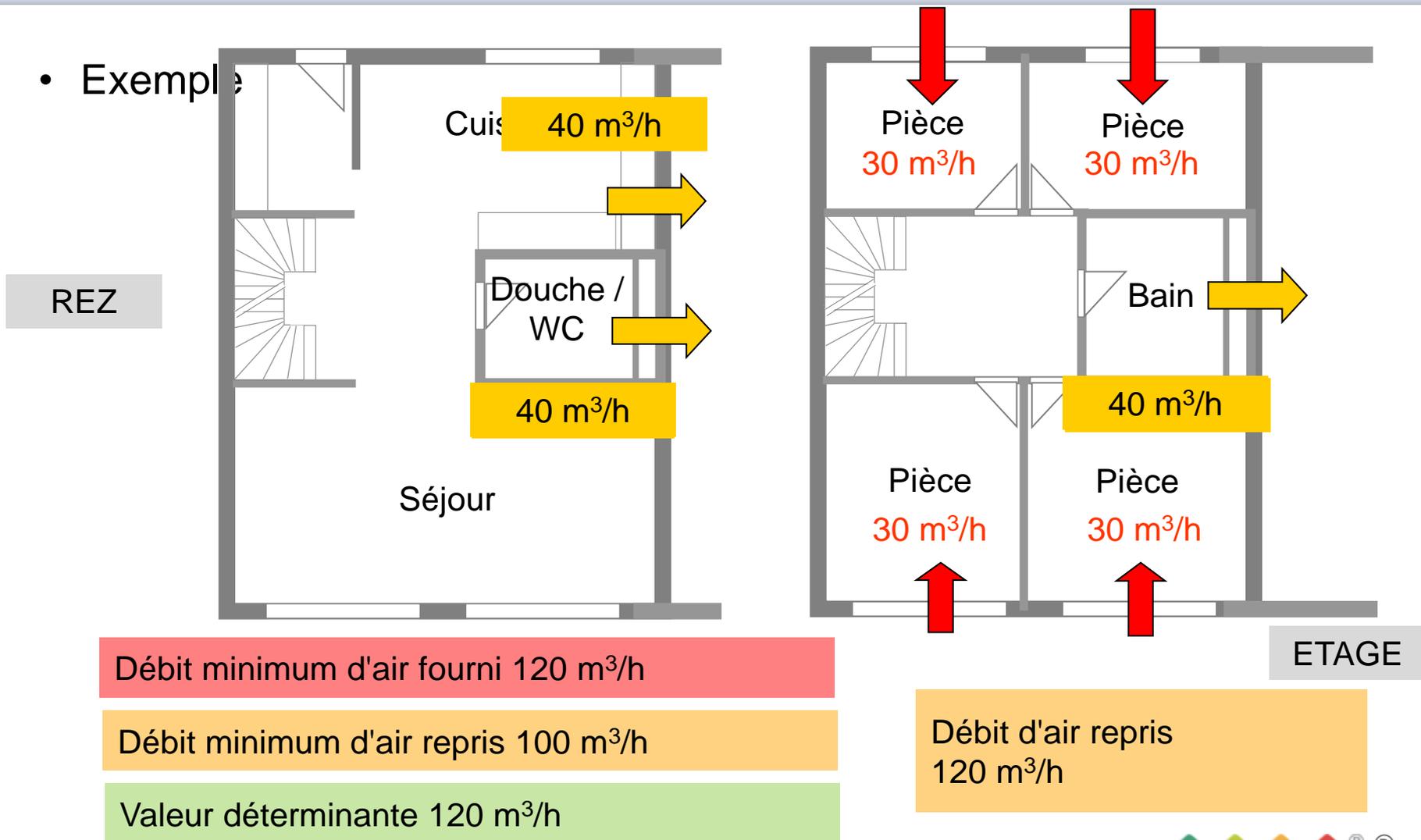
La plus grande valeur de débit d'air fixée dans les étapes 1 et 2 est prise comme valeur de référence.

Etape 4 : Répartition entre les locaux

La valeur d'air neuf et d'air extrait déterminée dans l'étape 3 est répartie entre les locaux.

Les applications dans la rénovation

- Exemple



Les applications dans la rénovation

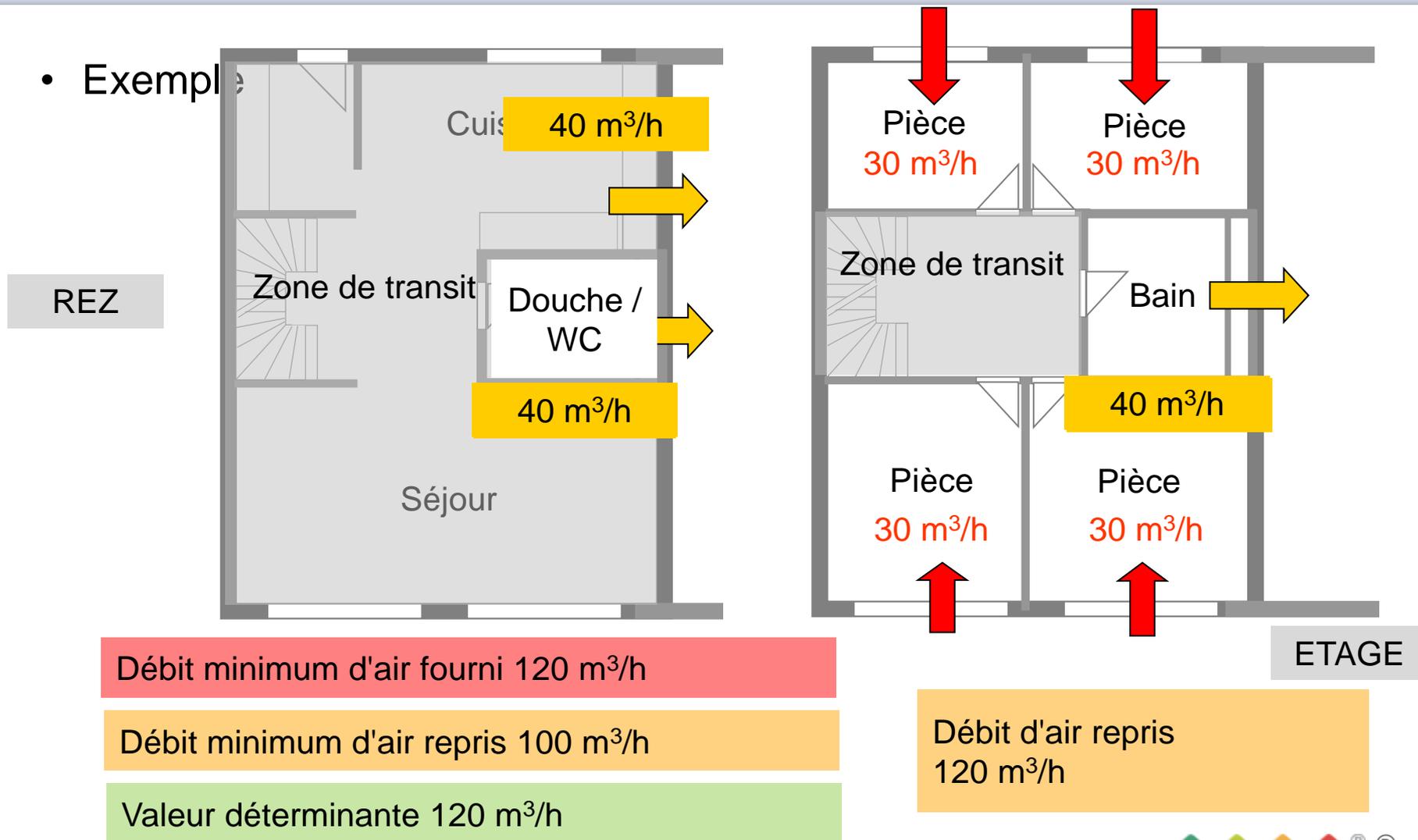
Dans notre cas?

- **Principe de ventilation?**
 - Cascade
 - Mixte
 - Par pièce individuelle

- **Type de ventilation?**
 - Naturelle
 - Simple-flux
 - Double-flux

Les applications dans la rénovation

- Exemple



VENTILATION PAR CASCADE

Mise en pratique 1 – L'appartement

Soucieux de réduire la consommation énergétique de son [appartement](#) construit en 1973, Monsieur Eole a investi toutes ses économies pour remplacer ses fenêtres. Avec l'arrivée des premiers froids, des moisissures sont apparues sur certains murs, principalement derrière les meubles.

Que faire?

Mise en pratique 1 – L'appartement

Questions/réponses au MO

Q:
R:

Mise en pratique 1 – L'appartement

Solutions

Les bonnes questions

Affectation et Intervention récente sur l'enveloppe du bâtiment?

Vu dans la consigne

Situation dans l'environnement?

Vue sur le lac au Sud, Autoroute très proche au Nord.

Configuration et dimensions des locaux?

En attique. Grande hauteur d'étage 2.9 m.

Utilisation standard ou non?

Oui. 5 personnes y vivent (l'appartement fait 151 m²)

Système d'aération actuel?

Deux gaines d'extraction (sans ventilateur) dans les salles d'eau et WC borgnes. Hotte à charbon actif dans la cuisine.

Propriétaire/locataire?

Monsieur Eole est propriétaire. Il sera donc sans doute plus enclin à changer ses habitudes.

Mise en pratique 1 – L'appartement

Solutions

L'apparition de moisissures est la conséquence de trois paramètres:

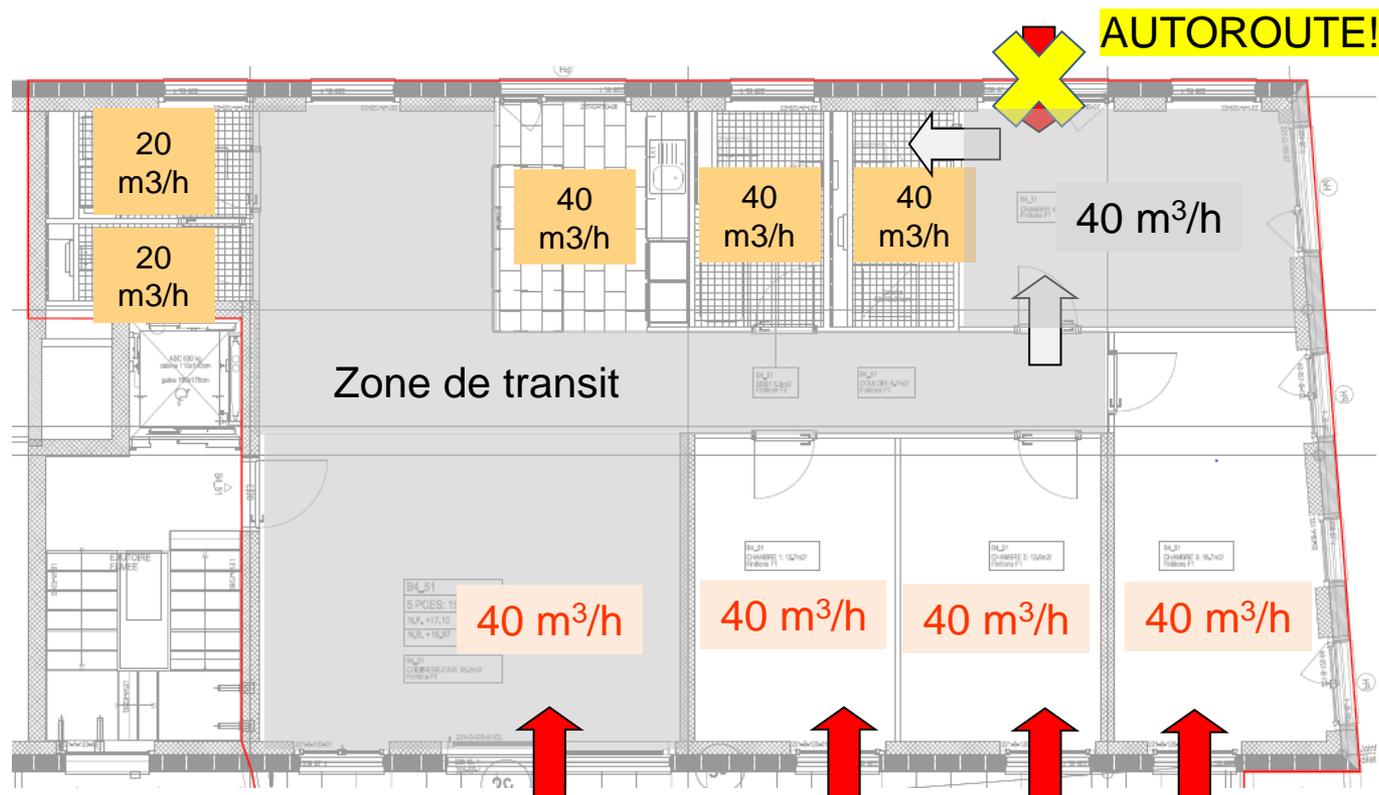
1. Des murs froids (donc mal isolés)
2. Des émissions d'humidité importantes
3. Une mauvaise ventilation.

Dans la mesure où Monsieur Eole a dépensé toutes ces économies pour remplacer ces fenêtres (et comme ce n'est pas l'objet du cours), nous ne lui proposerons pas d'isoler ses façades, mais d'améliorer la ventilation de son logement pour en évacuer plus efficacement l'humidité accumulée.

Mise en pratique 1 – L'appartement

Solutions

Débits requis
ORIENTATION
SIMPLE FLUX



Débit minimum d'air fourni 140 m³/h

Débit minimum d'air repris 160 m³/h

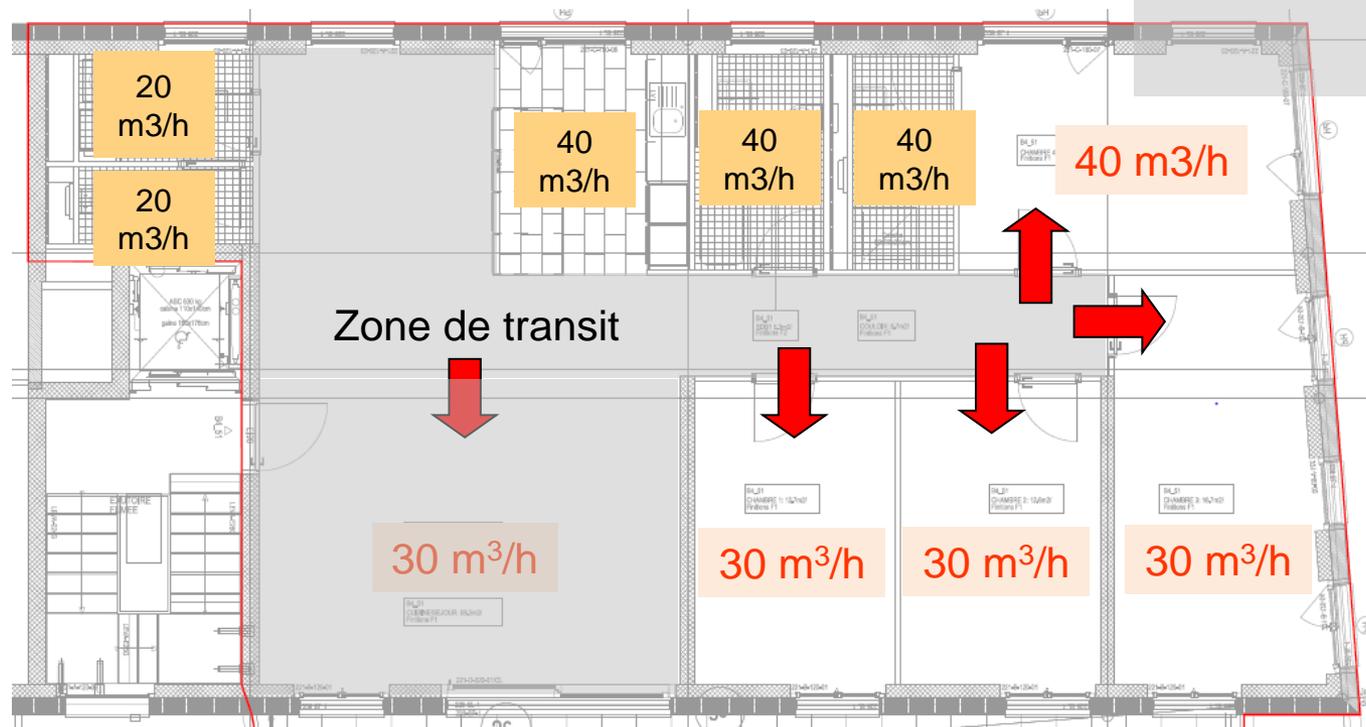
Valeur déterminante 160 m³/h

Débit d'air fourni
160 m³/h

Mise en pratique 1 – L'appartement

Solutions

Débits requis
ORIENTATION
DOUBLE FLUX



Débit minimum d'air fourni 120 m³/h

Débit minimum d'air repris 160 m³/h

Valeur déterminante 160 m³/h

Débit d'air fourni
160 m³/h

Mise en pratique 1 – L'appartement

Solutions

Evaluation des variantes

	Simple flux	Double flux	Naturelle
Travaux	Installation de ventilateurs d'extraction des pièces humides, disposition dans les gaines techniques sanitaires existantes avec sortie en toiture, voir en façade. Installation de réglettes dans les cadres de fenêtres	Installation d'un monobloc de ventilation double flux dans la buanderie, prise d'air neuf et rejet d'air vicié en toiture via la gaine technique existante. Distribution d'air fourni et d'air repris dans un faux-plafond à créer dans la zone de circulation	Aucun travaux requis. Sensibilisation du propriétaire aux bonnes pratiques pour une ventilation naturelle correcte.
Coût estimé	15'000.- CHF	34'000.- CHF	0.- CHF
Avantages	<ul style="list-style-type: none">- Faible encombrement- Débits d'air contrôlés	<ul style="list-style-type: none">- Confort maximal- Réglage précis des débits d'air	Pas de travaux Gratuit
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none">- Affaiblissement de l'étanchéité de l'enveloppe- Aucune récupération de chaleur	<ul style="list-style-type: none">- Encombrement- Coût	Difficile à mettre en œuvre et aucune garantie de résultat
Efficacité énergétique	+	+++	Selon application

Les applications dans la rénovation

Application CECB

Démonstration avec l'outil online [CECB](#)

Il s'agit ici d'introduire les paramètres obtenus dans l'exercice 1 dans l'outil online CECB

Les applications dans la rénovation

Application CECB

Observation

Dans l'outil CECB, la description des installations de ventilation se fait de manière sommaire, avec **9 types d'installations à choix** et **deux entraînements de ventilateur** :

Dénomination	Ventilation simple-flux
Type d'installation de ventilation standard	Installation d'air repris sans récupération de chaleur
Nombre de pièces avec amenée d'air	1
Récupération de chaleur-Échangeur de chaleur	Pas de récupération de chaleur
Entraînement de ventilateur	à courant continu (DC)
Débit d'air thermiquement actif	<input type="text"/> m ³ /(h m ²)

Ces choix déterminent les paramètres de calcul de deux grandeurs significatives qui détermineront l'évaluation énergétique CECB :

- Le débit d'air thermiquement actif
- La consommation électrique des ventilateurs

Les applications dans la rénovation

Application CECB

Recommandation

Afin d'introduire ces paramètres importants il est vivement recommandé de procéder au calcul du débit d'air thermiquement actif et de la consommation électrique hors de l'outil CECB, de sélectionner «pas de petite installation avec valeur standard» comme type d'installation. Ceci permet l'introduction des valeurs calculées :

Débit d'air neuf thermiquement actif	178	m ³ /h
Besoins d'électricité pour la ventilation et la protection antigel	260	kWh

Ce calcul peut s'effectuer de diverses manières, notamment avec l'outil Minergie dédié, disponible sur le [site web Minergie](#).

En procédant ainsi, les valeurs tiendront compte des caractéristiques précises de votre installation, comme par exemple le rendement de récupération, la puissance des ventilateurs, le nombre d'heures à pleine charge (régulation), etc...

Mise en pratique 2 – Le bureau

Avant d'entreprendre de quelconques travaux, Monsieur Eole, architecte indépendant, a décroché une grosse affaire, puis une deuxième et à dû embaucher plusieurs collaborateurs pour répondre à cette demande croissante. Lui et sa famille ont donc décidé de quitter l'appartement et de le réaménager en [bureau d'architecture](#).

Les collaborateurs d'Eole Architecture sàrl se sentiront-ils à l'aise pour travailler dans ces locaux?

Mise en pratique 2 – Le bureau

Questions/réponses au MO

Q:
R:

Mise en pratique 2 – Le bureau

Solutions

L'élément déterminant dans ce second exercice est le changement d'affectation des locaux. Les horaires d'exploitation, l'activité et la densité de personnes vont changer de manière notable. La ventilation doit donc être adaptée en conséquence.

En l'absence de plan d'aménagement, le cahier technique SIA 2024 peut servir de base au dimensionnement de l'installation de ventilation.

Mise en pratique 2 – Le bureau

Solutions

Les bonnes questions (en plus de celles déjà posées dans l'exercice 1)

Affectation et Intervention récente sur l'enveloppe du bâtiment?

Vu dans la consigne, on passe sur une affectation de bureaux

Combien de collaborateurs travailleront au total dans les locaux?

6 collaborateurs, y.c. Monsieur Eole

Existe-t-il un plan d'aménagement des bureaux?

Non. Pas encore.

Doit-on et peut-on prévoir de la réserve dans le dimensionnement de la ventilation?

Oui si possible.

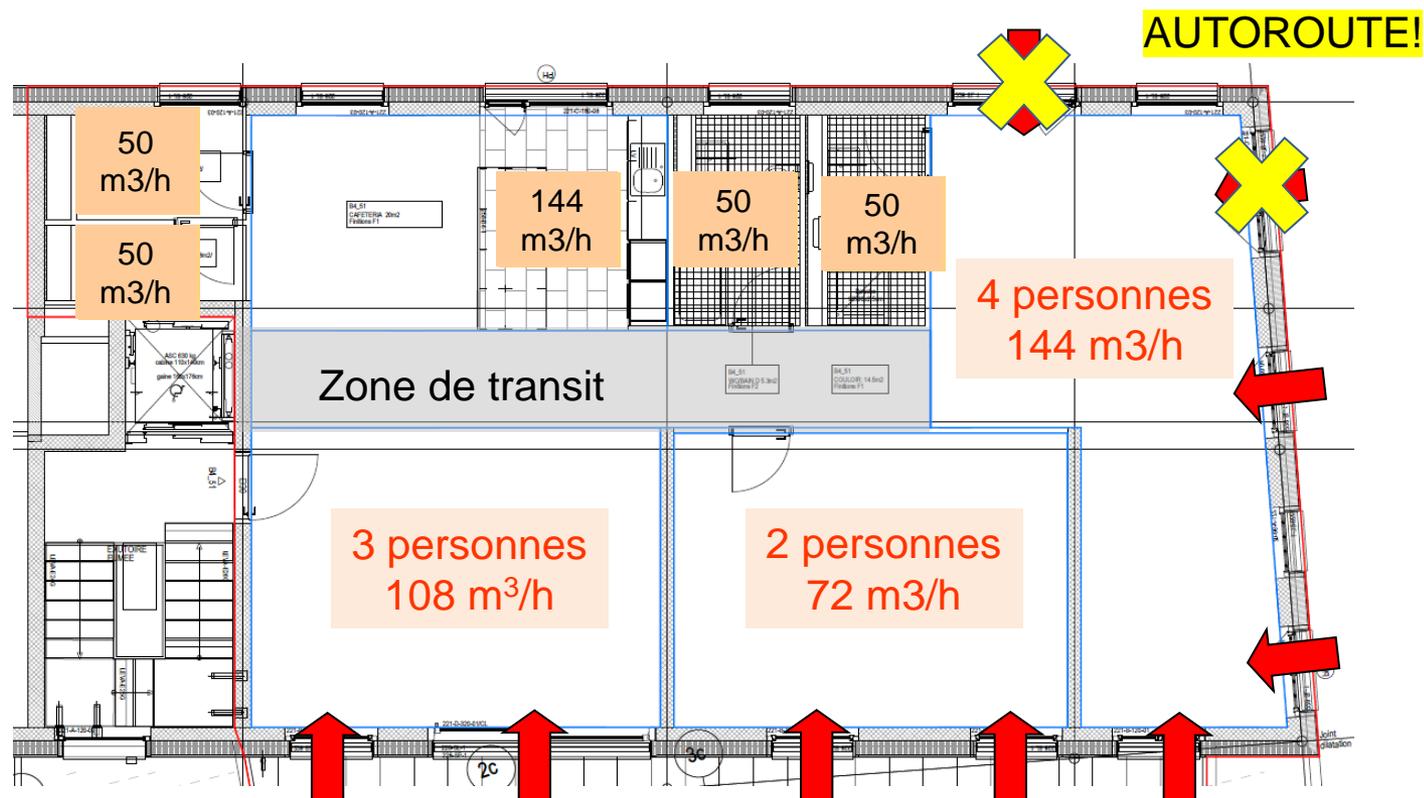
Utilisation standard ou non?

Oui. Horaires de bureaux classiques. 8h – 17h30.

Mise en pratique 2 – Le bureau

Solutions

Débits requis
ORIENTATION
SIMPLE FLUX



Débit minimum d'air fourni 324 m³/h

Débit minimum d'air repris 140 m³/h

Valeur déterminante 324 m³/h

Débit d'air repris
324 m³/h

Mise en pratique 2 – Le bureau

Solutions

Analyse de la solution simple flux

Avec les débits d'air nécessaires pour assurer le confort dans les bureaux selon les normes (382/1) et cahiers (2024) SIA, les problèmes suivants se posent:

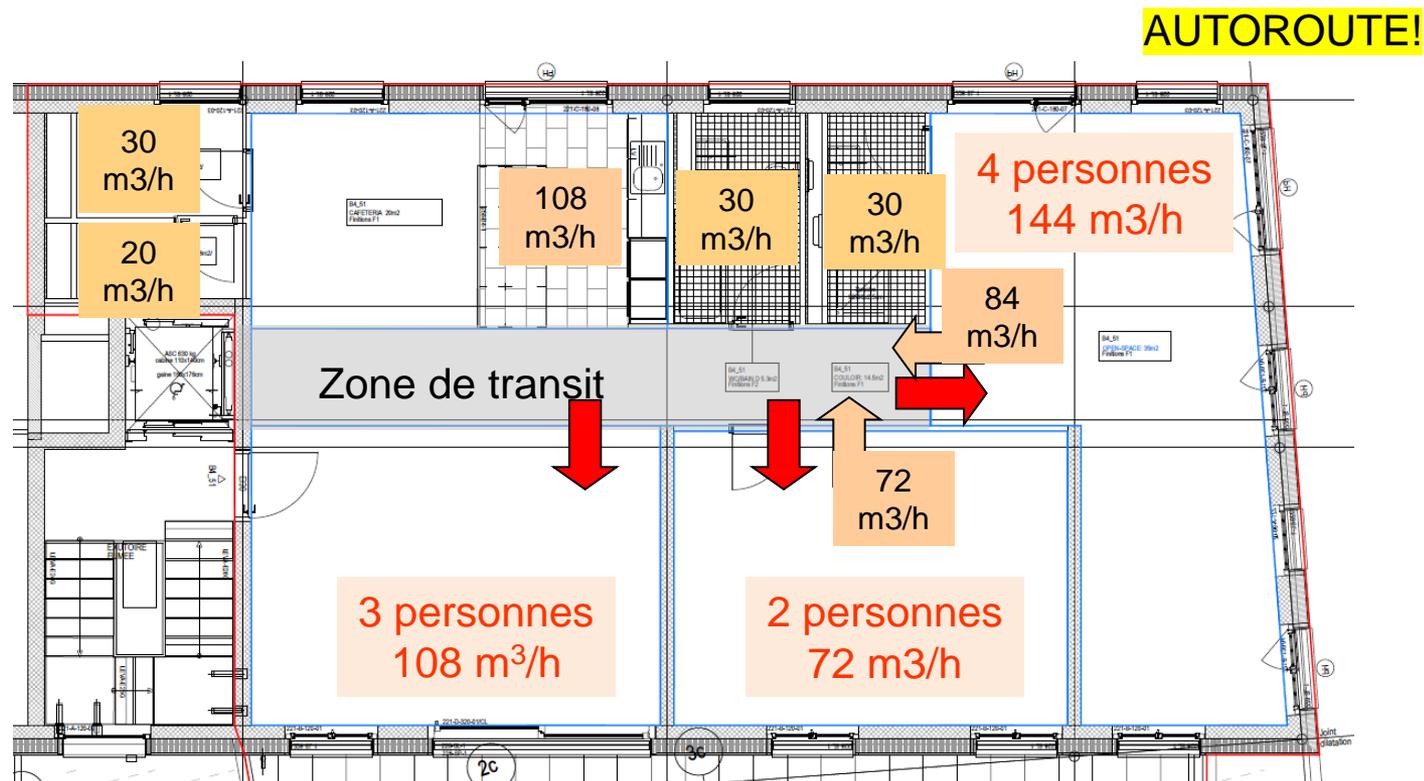
1. Difficile d'introduire de tels débits par des aérateurs en façades, sans que ceux-ci provoquent des nuisances (sifflement).
2. Il faut également être conscient que le débit d'air thermiquement actif dans cette variante est très grand et implique un surdimensionnement du système de chauffage pour compenser ces apports. Calculons ensemble la puissance induite par 324 m³/h entrant à -5°C dans les locaux.
3. L'extraction de tels débits d'air dans les locaux humides devient compliquée.

Compte-tenu de ceci, dans la variante simple flux, il serait plus habile de privilégier une solution mixte, avec apport d'air minimal par système mécanique et complément par aération naturelle en ouvrant les fenêtres.

Mise en pratique 2 – Le bureau

Solutions

Débits requis
ORIENTATION
DOUBLE FLUX



Débit minimum d'air fourni 324 m³/h

Débit minimum d'air repris 140 m³/h

Valeur déterminante 324 m³/h

Débit d'air repris
324 m³/h

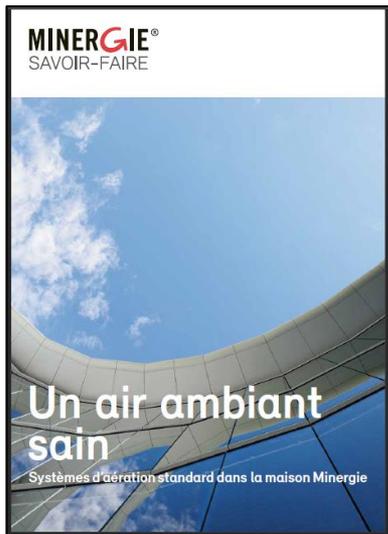
Mise en pratique 2 – Le bureau

Solutions

Evaluation des variantes

	Simple flux	Double flux	Naturelle
Travaux	Installation de ventilateurs d'extraction des pièces humides, disposition dans les gaines techniques sanitaires existantes avec sortie en toiture, voir en façade. Installation de réglettes dans les cadres de fenêtres	Installation d'un monobloc de ventilation double flux dans la buanderie, prise d'air neuf et rejet d'air vicié en toiture via la gaine technique existante. Distribution d'air fourni et d'air repris dans un faux-plafond à créer dans la zone de circulation	Aucun travaux requis. Sensibilisation du propriétaire aux bonnes pratiques pour une ventilation naturelle correcte.
Coût estimé	20'000.- CHF	42'000.- CHF	0.- CHF
Avantages	<ul style="list-style-type: none">- Faible encombrement- Débits d'air contrôlés	<ul style="list-style-type: none">- Confort maximal- Réglage précis des débits d'air	<ul style="list-style-type: none">- Pas de travauxGratuit
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none">- Affaiblissement de l'étanchéité de l'enveloppe- Aucune récupération de chaleur- Inconfort probable	<ul style="list-style-type: none">- Encombrement- Coût	<ul style="list-style-type: none">- Difficile à mettre en œuvre et aucune garantie de résultat- Inconfort probable
Efficacité énergétique	+	+++	Selon application

Documentation et conclusion



<https://www.minergie.ch/fr/publications/publications-specialisees/>



...



<https://www.suisseenergie.ch/page/fr-ch/dimensionnement-et-aides-a-la-planification>

https://www.suisseenergie.ch/_ws/publicationDetails.aspx?id=p7603&lang=fr-ch



...



CERTIFICAT ÉNERGÉTIQUE CANTONAL DES BÂTIMENTS

Merci pour votre attention.
Avez-vous des questions?