

→ Architectes et professionnels du secteur de la construction

Fiche 2.1 : la ventilation double flux dans les logements individuels et collectifs

De la conception à la maintenance



Plus d'infos :

<http://www.bruxellesenvironnement.be/batimentsexemplaires>

→ Architectes et professionnels du secteur de la construction

DE LA CONCEPTION A LA MAINTENANCE

SOMMAIRE

ENJEUX	3
POURQUOI VENTILER ?	3
DEMARCHES	4
1. LE CHOIX DU RECUPERATEUR DE CHALEUR	4
2. LE CHOIX DU RESEAU DE VENTILATION	7
3. LE CHOIX DU GROUPE DE VENTILATION.....	8
4. LE CHOIX DE LA REGULATION DU SYSTEME DE VENTILATION	9
4.1. Régulation en fonction de l'occupation	9
4.2. Régulation climatique.....	11
5. LA LOCALISATION DU GROUPE DE VENTILATION : CENTRALISE OU DECENTRALISE	12
6. L'EMPLACEMENT DES PRISES D'AIR ET REJETS D'AIR.....	18
7. COMBINER LE RECUPERATEUR DE CHALEUR SUR L'AIR EXTRAIT AVEC UN PUIITS CANADIEN/PROVENÇAL OU UN ENCHANGEUR GEOTHERMIQUE	19
7.1. Le puits canadien/provençal.....	19
7.2. L'échangeur géothermique.....	20
8. LES PROBLEMES D'ACOUSTIQUE D'UNE VENTILATION MECANISEE	21
8.1. Éléments constitutifs pour la protection contre la transmission des bruits.....	21
8.2. Objectifs chiffrés	22
9. LE CHOIX DES FILTRES	23
10. CAS PARTICULIER DE LA RENOVATION	24
L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES DE VENTILATION.....	27
1. LA MAINTENANCE	27
1.1. Entretien par l'utilisateur	27
1.2. Entretien par l'installateur.....	31
2. ANTICIPER LA MAINTENANCE DU RESEAU DE VENTILATION.....	33
3. SERVICE DE MAINTENANCE EN REGION BRUXELLOISE.....	34
IMPACT SUR LES EXIGENCES PEB ET L'ENCODAGE PHPP.....	35
1. IMPACT SUR LES EXIGENCES PEB.....	35
2. IMPACT SUR L'ENCODAGE PHPP.....	36
POUR ALLER PLUS LOIN	38

PUBLIC-CIBLE

Architectes et professionnels du secteur de la construction



ENJEUX

POURQUOI VENTILER ?

Nous passons la majorité de notre temps à l'intérieur. Or, la qualité de l'air dans les bâtiments est souvent moins bonne que celle à l'extérieur. La raison de ce constat est triple : tant les occupants que leurs diverses activités sont sources d'eau, de CO₂ et d'autres polluants ; le bâtiment lui-même, le mobilier... sont également des sources de polluants ; les espaces clos favorisent l'accumulation des polluants.

Une ventilation bien dimensionnée suffit à évacuer la plupart des polluants : le dioxyde de carbone CO₂, la vapeur d'eau, les polluants divers émis par les matériaux de finition, les produits d'entretien ou les produits de beauté tels que les composés organiques volatiles.

Pour plus d'explications sur les enjeux d'une bonne ventilation hygiénique, voir la fiche CSS07, ENE07, ENE23 et CSS07 du « Guide pratique pour la construction et la rénovation durable¹ ».

¹ Voir <http://www.bruxellesenvironnement.be/Templates/Professionnels/informer.aspx?id=2470&langtype=2060>

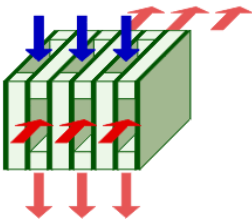
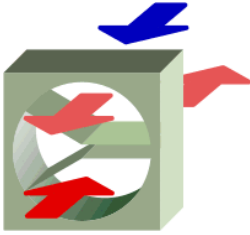


DEMARCHES

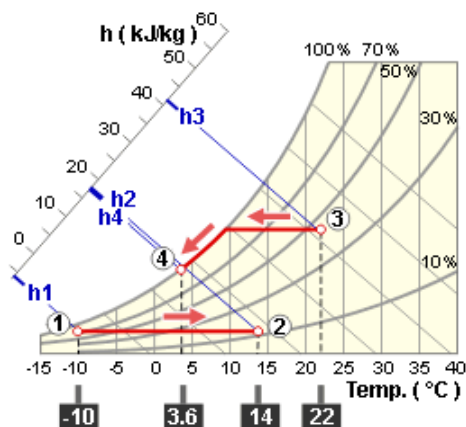
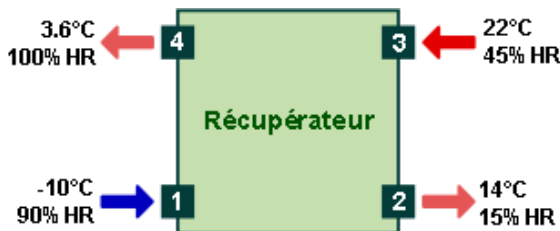
Dans les paragraphes qui suivent, plusieurs éléments de conception qui concernent les systèmes double flux avec récupérateur de chaleur sont envisagés. Ces éléments de conception s'adressent à des personnes avec des bases techniques minimales. Pour des explications plus détaillées sur les concepts techniques, nous renvoyons le lecteur au site Energie+ (version 6) : www.energieplus-lesite.be/.

1. LE CHOIX DU RECUPERATEUR DE CHALEUR

Il existe différentes façons de récupérer la chaleur de l'air extraite du bâtiment :

Echangeur à plaques	Echangeur rotatif par accumulation
 <p>(Source : Energie+ version 6)</p>	 <p>(Source: Energie+ version 6)</p> <p>Le principe général des récupérateurs par accumulation est de récupérer la chaleur contenue dans l'air extrait en faisant transiter cet air au travers d'un matériau accumulateur. Ce matériau accumulateur est ensuite soumis au flux d'air neuf et lui cède sa chaleur. Le matériau accumulateur peut être imprégné d'un produit hygroscopique de manière à permettre les échanges tant de chaleur sensible que d'humidité.</p>
<p>Avantages</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simple et fiable ; • Peu de maintenance nécessaire ; • Très faible risque de contamination de l'air frais en cas de bonne conception. <p>Désavantages</p> <ul style="list-style-type: none"> • Danger de givre par température extérieure basse et par dépassement du point de rosée. Il faut être attentif à la régulation si on souhaite tenir compte du récupérateur pour dimensionner les chaudières et les radiateurs ; • L'échangeur présente une perte de charge relativement importante, surtout à de grands débits. 	<p>Avantages</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le matériau accumulateur imprégné d'un produit hygroscopique permet les échanges tant de chaleur sensible que d'humidité ; • Perte de charge relativement faible en comparaison de l'efficacité ; • Pas d'évacuation de condensats ; • Encrassement et givrage limité du fait de l'inversion régulière du sens des flux d'air (la filtration reste cependant obligatoire) ; • Pour les débits élevés, faible encombrement pour la roue. <p>Désavantages</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contamination de l'air neuf ; • Consommation d'énergie pour l'entraînement de la roue ; • Nécessité de l'entretien du système d'entraînement.





(Source : Energie+ version 6)

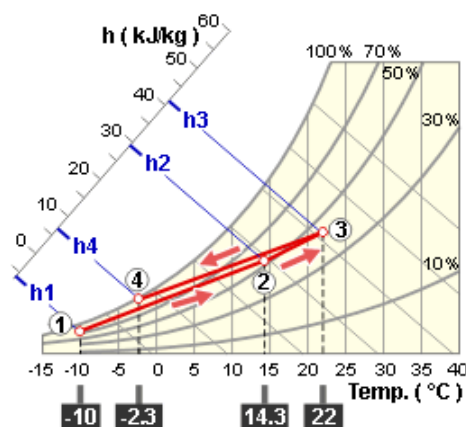
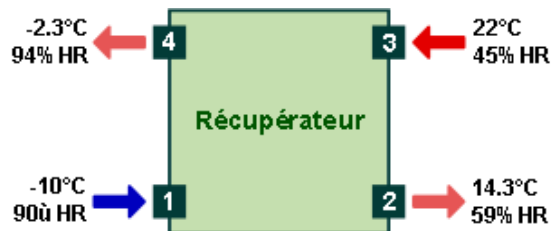
Efficacité thermique instantanée :

$$\epsilon_t = (t_2 - t_1) / (t_3 - t_1) = (14 - (-10)) / (22 - (-10)) = 0,75 = 75 \%$$

Une part de l'énergie thermique transmise à l'air neuf provient de la condensation de la vapeur d'eau de l'air extrait. Celui-ci ne reçoit aucune humidité et évolue donc à humidité absolue constante.

Rendement thermique réel (rapport des enthalpies²) :

$$\eta = (h_2 - h_1) / (h_3 - h_1) = (17,5 - (-6,5)) / (41 - (-6,5)) = 0,51 = 51 \%$$



(Source : Energie+ version 6)

Efficacité thermique instantanée :

$$\epsilon_t = (t_2 - t_1) / (t_3 - t_1) = (14,3 - (-10)) / (22 - (-10)) = 0,76 = 76 \%$$

On constate que l'air extrait donne chaleur et humidité à l'air neuf qui voit sa température augmenter ainsi que son taux d'humidité absolue

Rendement thermique réel (rapport des enthalpies) :

$$\eta = (h_2 - h_1) / (h_3 - h_1) = (29,5 - (-6,5)) / (41 - (-6,5)) = 0,76 = 76 \%$$

Le récupérateur de chaleur à roue hygroscopique est plutôt destiné à du bureau qu'au logement :

- La contamination de l'air neuf (très faible) peut constituer un frein pour le logement collectif.
- La récupération de l'humidité a moins d'intérêt dans le logement car la production d'humidité étant élevée (cuisine, lessives, douches...), l'air est rarement trop sec au point d'être inconfortable. De plus, contrairement au bureau, où une humidité relative de minimum 40% est exigée par le RGPT, il n'y a pas d'exigence sur l'humidité relative de l'air dans le logement.

² L'enthalpie spécifique représente la quantité de chaleur contenue dans l'air humide dont la masse d'air sec est de 1 kg. C'est donc la somme de la chaleur sensible (liée à la température de l'air) et de la chaleur latente (liée à l'énergie de la vapeur d'eau qu'il contient). L'enthalpie h s'exprime en kJ/kg_{air sec}.

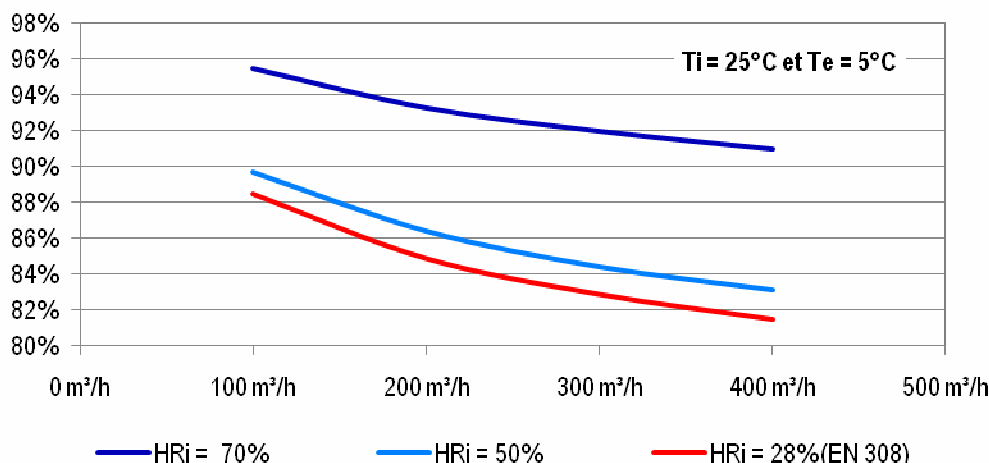


Rendement d'un récupérateur de chaleur à plaques

Les fabricants de récupérateurs de chaleur annoncent régulièrement des rendements supérieurs à 95%. Ces rendements varient cependant très fortement en fonction des hypothèses retenues. Le rendement d'un échangeur à plaques est fonction :

- de la vitesse de l'air dans le récupérateur de chaleur. Le rendement du récupérateur augmente lorsque le débit et la vitesse de l'air diminue et que l'échange est plus long ;
- de l'humidité relative de l'air (intérieur et extérieur). Comme une part importante de l'énergie transmise provient de la condensation de la vapeur d'eau de l'air vicié, plus l'air intérieur est humide plus le rendement est élevé ;
- de la différence de température intérieure et extérieure ;
- des pertes du ventilateur et du moteur, qui transformées en chaleur, réchauffent l'air entrant ;
- de l'encrassement du ventilateur. Le rendement diminue lorsque le récupérateur est encrassé. Les poussières forment une couche isolante.

Rendement d'un récupérateur de chaleur selon l'humidité relative de l'air intérieur (HRI) et le débit nominal



La norme NBN EN308 (« Échangeurs thermiques - Procédures d'essai pour la détermination de la performance des récupérateurs de chaleur air/air et air/gaz ») définit les procédures d'essai pour la détermination de la performance des récupérateurs de chaleur. Pour un récupérateur de chaleur à plaques, les conditions d'admission de l'air suivantes doivent être considérées :

- Entrée d'air extrait : température = 25°C et température bulbe humide = 14°C (soit une humidité relative de l'ordre de 28%)
- Entrée d'air neuf : température = 5°C




L'introduction du rendement du récupérateur de chaleur dans le calcul du niveau E (réglementation relative à la performance énergétique et au climat intérieur des bâtiments) est basée sur la norme EN308. Il est défini pour le débit nominal d'utilisation. La documentation technique d'un groupe de ventilation donne ce rendement pour différents débits. La valeur qu'il convient d'introduire dans le logiciel PEB est le rendement qui correspond au débit nominal d'utilisation.

Il est constaté que le rendement d'un récupérateur de chaleur avec de l'air intérieur sec est inférieur de 10% au rendement possible avec de l'air intérieur humide. L'exemple ci-dessus illustre l'importance des hypothèses rarement renseignées dans une documentation commerciale. Cela implique donc aussi que le rendement réel dans le logement est souvent plus intéressant que celui calculé en laboratoire puisque, en hiver, l'humidité relative dans le logement est plus importante que 28%.



2. LE CHOIX DU RESEAU DE VENTILATION

Il existe différentes façons de faire circuler l'air dans le bâtiment :

	Gaines en acier circulaires	Conduits oblongs en PVC	Réseau de ventilation en pieuvre en matière synthétique souple
	 <p>(Source : Airkan. A titre illustratif)</p>	 <p>(Source : Aldès. A titre illustratif)</p>	 <p>(Source : Codume HB+. A titre illustratif)</p>
Pertes de charges	😊	😞 *	😊
Étanchéité à l'air	😊 A condition que les raccords et les accessoires soient munis avec un double joint en EPDM	😞 L'étanchéité des raccords doit être assurée par des bandes adhésives	😊 Les conduits sont continus. Il y a très peu de pièces de raccords
Acoustique	😊	😞	😊
Entretien	😊 A condition que des trappes d'accès pour un entretien aisé de toutes les branches du réseau de ventilation soient prévues.	😞😞 Il est très difficile de faire passer une brosse dans un réseau de minigaines	😊 Il n'y a pas de coudes qui gênent le passage de la brosse
Encombrement	😊	😊	😊
Investissement **	😊	😊	😊

* A vitesse d'air équivalente, un conduit oblong génère des pertes de charges plus élevées. La superficie du conduit devra donc être plus élevée pour que les pertes de charges du conduit oblong soient équivalentes aux pertes de charges du conduit circulaire. Par exemple, le conduit oblong de dimension 360x80 mm (0,0274 m²) est équivalent en perte de charge à un conduit circulaire de 160mm (0,0201 m²).

** Le coût d'une installation dépend plus des paramètres de dimensionnement et des accessoires que du type de réseau. Des conduits de faibles sections entraînent des vitesses d'air, des pertes de charges et donc des consommations électriques plus élevées. Par contre les frais d'investissement seront plus réduits.
De plus, d'autres paramètres rentrent en ligne de comptes : complexité du réseau, présence de faux plafonds ...

Attention : L'influence du choix du type de réseau est faible comparativement à l'impact de la conception du réseau et à la bonne mise en œuvre. Les pertes de charges et le bruit sont surtout fonction de la vitesse de l'air



et de la rationalité du réseau. Un réseau en pieuvre bien dimensionné peut avoir des pertes de charges plus faibles qu'un réseau en conduits circulaires métalliques avec des vitesses d'air élevées comprenant beaucoup de flexibles souples et de coudes.

Les conduits flexibles qui ne sont pas initialement conçus pour servir de réseau de ventilation sont absolument à éviter : pertes de charges, acoustique, encrassement et impossibilité d'être nettoyés.

3. LE CHOIX DU GROUPE DE VENTILATION

Le ventilateur fournit l'énergie nécessaire pour compenser la différence de pression totale de l'air entre la prise extérieure et la bouche de pulsion (ou dans le sens inverse dans le cas d'une extraction).

La perte de pression totale liée à la résistance du groupe de ventilation et du réseau de distribution à l'écoulement d'un débit d'air donné est appelée **perte de charge totale**.

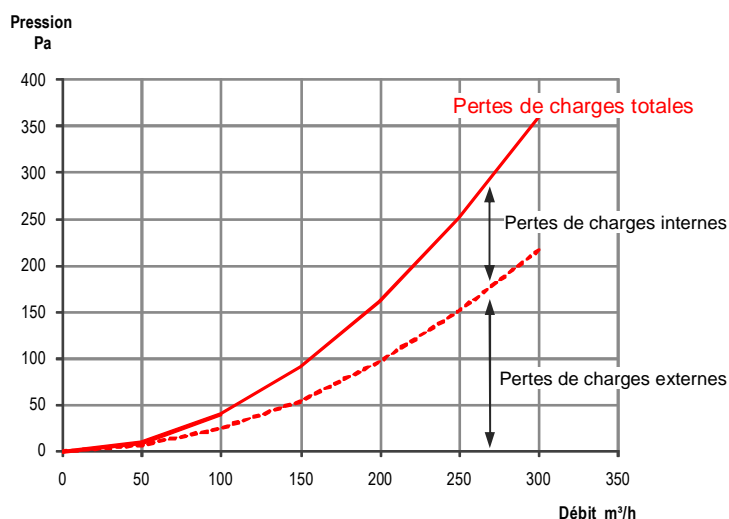
Courbe caractéristique du réseau

La résistance du réseau de distribution dépend d'une part de sa configuration (longueur et forme des conduits, changements de direction, obstacles comme le récupérateur, les batteries, les filtres, ...) et d'autre part de la vitesse de l'air qui y circule. En effet, la résistance, ou autrement dit les pertes de charge, représente le frottement de l'air dans les conduits. Ce dernier augmente avec la vitesse de l'air.

Pour chaque type de circuit, on peut ainsi tracer une courbe qui représente la perte de charge en fonction du débit d'air, image de la vitesse de l'air. Les pertes des charges augmentent comme le carré du débit de ventilation.

Il convient de distinguer :

- les **pertes de charges externes** du réseau de ventilation (conduits, changement de direction,....)
- les **pertes de charges internes** au groupe de ventilation (filtre, récupérateur de chaleur, batteries, ...)



Courbe caractéristique des ventilateurs

Si l'on branche un ventilateur sur un circuit de ventilation, il stabilisera son débit à une valeur pour laquelle la pression qu'il fournit équivaut à la résistance du circuit. Ce point est le seul point de fonctionnement possible. Il correspond à l'intersection des courbes caractéristiques du ventilateur et du réseau.

La puissance aéraulique fournie par le ventilateur :

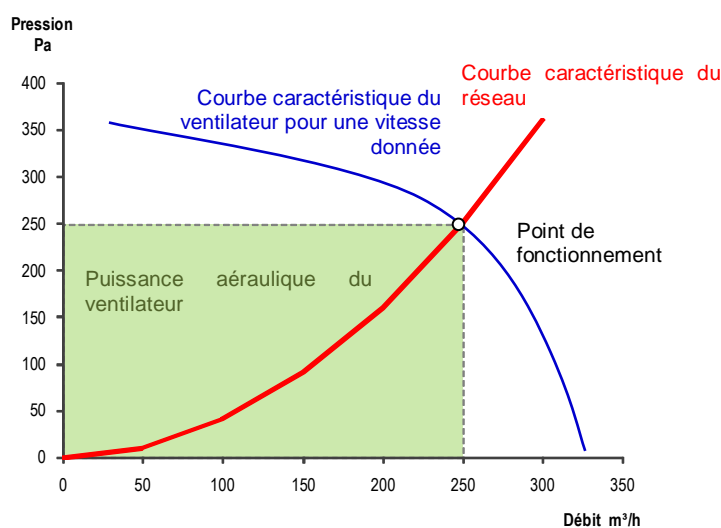
$$P_{\text{aéraulique}} = q \times p$$

- q = débit volumique en m^3/s
- p = perte de charge totale du système en Pa

La puissance absorbée par le système de ventilation :

$$P_{\text{absorbée}} = P_{\text{aéraulique}} / \eta$$

- η = rendement global du système de ventilation fonction du rendement du moteur, du ventilateur, de la transmission et du



variateur de vitesse

Pour réduire la consommation des ventilateurs, il convient donc d'augmenter le rendement global du moto-ventilateur et de diminuer la puissance aéraulique à fournir par le ventilateur par une diminution des pertes de charges du réseau.

- **Augmenter le rendement le global du moto-ventilateur.** A ce titre, le moteur à courant continu (DC), alimenté en courant alternatif, est beaucoup plus intéressant que le moteur à courant alternatif car le rendement nominal est plus élevé. En effet, le rendement d'un moteur à courant continu reste intéressant lorsque le débit et la vitesse de rotation du ventilateur diminue.
- **Diminuer les pertes de charges externes** par une bonne conception du réseau et les pertes de charges internes par le choix adapté du groupe de ventilation. A ce titre, un groupe de ventilation surdimensionné, pour autant que l'on travaille dans la plage de fonctionnement du ventilateur, est particulièrement adapté car la vitesse de l'air dans le groupe est réduite et donc les pertes de charges internes sont très faibles.

Par exemple, pour un débit nominal de pulsion 400 m³/h, nous avons le choix entre un groupe de 450 m³/h ou de 600 m³/h :

Pulsion	Pertes de charge externes	Pertes de charge internes	Puissance absorbée	Rendement du moteur	Consommation électrique par m ³ air déplacé
Groupe 450 m ³ /h	100 Pa	148 Pa	113W	73,3%	0,28 Wh/m ³
Groupe 600 m ³ /h	100 Pa	90 Pa	89 W	66,6%	0,22 Wh/m ³

Choisir, un groupe surdimensionné permet dans ce cas une réduction des consommations de l'ordre de 20% bien que le rendement du moteur soit moins bon (dû au fait que l'on ne travaille pas dans la plage idéale du moteur).

4. LE CHOIX DE LA REGULATION DU SYSTEME DE VENTILATION

4.1. Régulation en fonction de l'occupation

Partitionnement de la distribution d'air (Exigences PEB)

La PEB exige que les gaines d'air fourni et d'air repris soient équipées d'organes de sectionnement motorisés aux points d'entrée et de sortie de chaque zone. Une zone correspond en général à un logement.

Adaptation des débits sur base de l'occupation réelle du logement

L'installation de ventilation est dimensionnée de sorte que les débits minima exigés par la norme NBN D50-001 soient atteints dans tous les locaux pour au moins une position de réglage du ventilateur. Généralement cette position est la position maximale.

L'occupant possède la possibilité de régler les débits en fonction de ses besoins et de couper la ventilation en cas d'absence prolongée (vacances, travail, inoccupation du logement).

De manière générale, le groupe de ventilation est commandé au moyen d'une commande manuelle qui peut être utilisée comme interrupteur à 3 positions ou comme minuterie.



Par exemple, lorsque l'on se douche ou que l'on fait la cuisine, il est intéressant de ventiler plus intensément. En poussant sur le bouton minuterie, le ventilateur tournera pendant un laps de temps déterminé à vitesse élevée. Par après, le ventilateur retournera à sa vitesse initiale

La norme NBN D50-001 impose une alimentation et une évacuation d'air permanentes c.à.d. une évacuation mécanique qui ne peut pas être interrompue par des dispositifs manuels ou automatiques et qui sont propres au système même. A l'opposé, la PEB exige des organes de sectionnement motorisés.

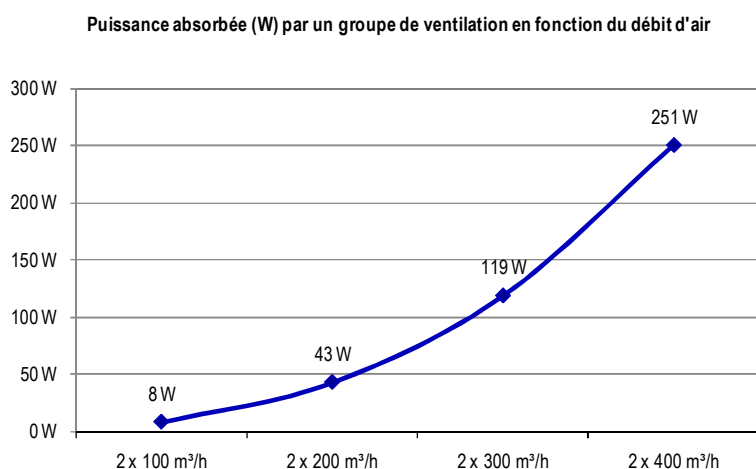
Pour un groupe de ventilation décentralisé, il est possible de combiner un interrupteur à 3 positions et un interrupteur qui coupe l'alimentation du groupe de ventilation au niveau de la prise. Comme cet interrupteur n'est pas intégré à la régulation de groupe de ventilation, il n'y a pas de contradiction avec la norme.

La régulation manuelle du débit en fonction de l'occupation réelle du logement permet une diminution potentielle du débit annuel très importante : de 40 à 60% en fonction du comportement de l'occupant.

Impact énergétique

En théorie, si on ne tient pas compte des pertes du système de réglage, la puissance absorbée par un ventilateur varie comme le cube de sa vitesse et donc comme le cube du débit.

La figure ci-contre reprend l'évolution de la puissance absorbée en fonction de la variation du débit en pulsion et en extraction (2x). La pression statique du réseau est de 80 Pa lorsque le débit d'air est de 300 m³/h. En réalité, la puissance absorbée par le ventilateur ne varie pas comme le cube de la vitesse mais comme la puissance 2,5 de la vitesse à cause des pertes de réglage.



On remarque l'intérêt de réguler le groupe de ventilation en fonction de l'occupation. Pour un logement avec un débit de ventilation de 300m³/h et une perte de charge externe de 80 Pa, le tableau présente les consommations électriques en fonction de la présence d'une régulation.

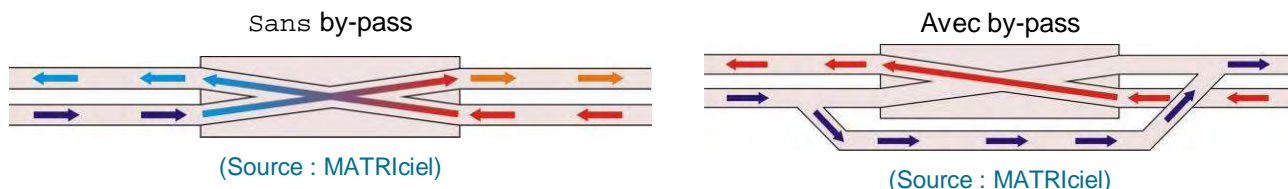
Régulation	Durée d'utilisation annuelle	Régime de fonctionnement	Puissance absorbée	Consommation électrique
Centralisé - débit constant	100% de 8760h	100% du débit nominal	119 W	1.042 kWh/an
Centralisé - débit régulé	10% de 8760h	100% du débit nominal	119W	104
	50% de 8760h	66% du débit nominal	43 W	188
	30% de 8760h	44% du débit nominal	8 W	21
	10% de 8760h	0% du débit nominal	0 W	0
				313 kWh/an



4.2. Régulation climatique

By-pass estival

En été, lorsque la température intérieure est trop élevée et que la température extérieure est plus faible, il est intéressant de bypasser le récupérateur de chaleur pour favoriser le rafraîchissement naturel et éviter que l'air neuf réchauffé participe à la surchauffe de l'ambiance intérieure.



Le by-pass du récupérateur de chaleur a lieu si plusieurs conditions sont respectées en même temps :

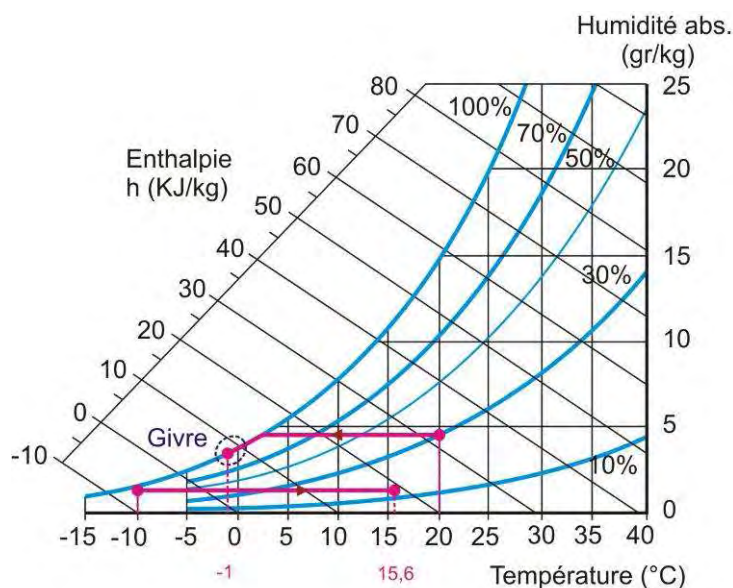
- La température intérieure est trop élevée ;
- La température de l'air extérieur est plus faible que la température intérieure ;
- La température extérieure est plus élevée qu'une température seuil de, par exemple, 18°C. Par défaut cette température est souvent fixée à 19°C. Cette condition n'est cependant pas adaptée au logement passif par exemple. Une nuit d'été, le risque d'inconfort est réel même si la température extérieure est inférieure à 19°C. Le récupérateur de chaleur devra permettre, lors de la mise en route, d'adapter cette température seuil selon les spécificités du projet.

Il est cependant intéressant, pour des raisons de confort, de ne pas fixer cette température en deçà de 16°C (ou alors, il faut prévoir un by-pass à ouverture variable).

Protection contre le gel

L'air extrait va transmettre une partie de sa chaleur en condensant. Lorsque la température extérieure est basse et que l'air intérieur est sec, la température de l'air extrait va descendre sous 0°C. La vapeur d'eau qui a condensé va se transformer en givre sur le récupérateur de chaleur. Le givre augmente les pertes de charges et réduit les performances du récupérateur. Il convient donc de l'éviter.

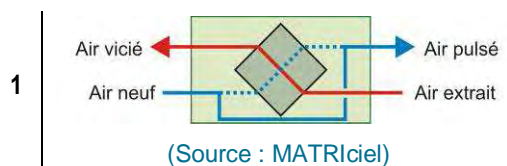
Remarquons que les roues hygroscopiques ne présentent pas de risque de givre.



(Source : Energie+ version 6)

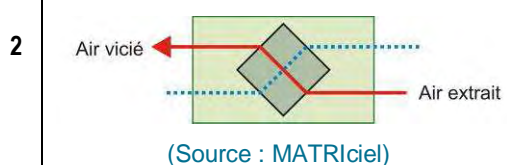


La présence de givre est mesurée soit par une différence de pression sur le récupérateur ou en fonction de l'humidité relative et de la température extérieure. Les fabricants proposent différents types de régulation pour éviter le givre dans le récupérateur.

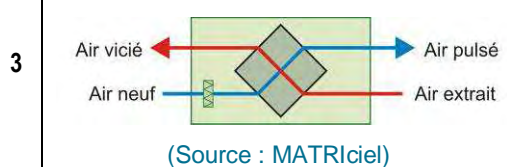


- La batterie de récupération est by-passée lorsqu'il y a un risque de givre.

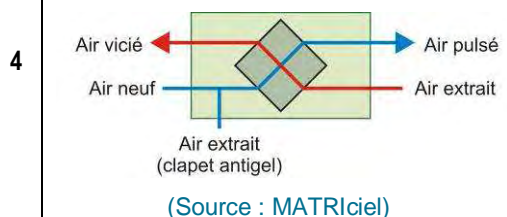
Le by-pass de l'échangeur en cas de fort gel nécessite cependant de surdimensionner la puissance de la chaudière.



- Un thermostat antigel diminue la vitesse du ventilateur d'air soufflé en cas de température négative pour éviter le givrage de l'échangeur. En cas de froid extrême, le ventilateur d'amenée d'air est coupé. L'inconvénient de cette technique est qu'en période froide, il n'y a plus d'air frais. La maison est momentanément en dépression et favorise les infiltrations d'air.



- Une batterie électrique préchauffe l'air extérieur et protège l'échangeur contre le risque de givrage. La consommation électrique de la batterie sera relativement faible car les périodes de froid extrême ne sont pas courantes. La batterie crée cependant une perte de charge supplémentaire et donc une consommation électrique plus élevée.

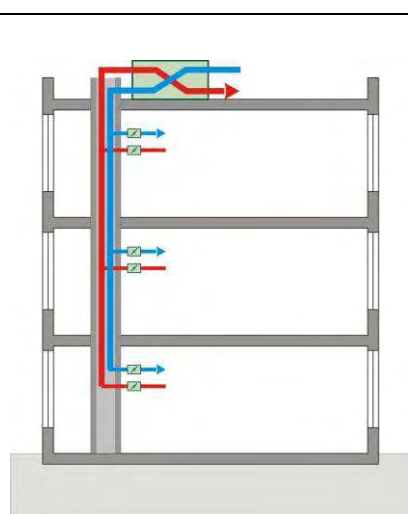


- Le recyclage de l'air extrait vers l'air pulsé. Avant passage dans le récupérateur de chaleur, l'air ambiant est partiellement mélangé à l'air frais extérieur. En même temps le ventilateur de pulsion va tourner plus vite pour maintenir le débit de pulsion.

Si la température baisse le ventilateur d'évacuation tourne à vitesse plus élevée et le ventilateur de pulsion tourne à vitesse réduite. En cas de froid extrême, le ventilateur d'amenée d'air est coupé.

5. LA LOCALISATION DU GROUPE DE VENTILATION : CENTRALISE OU DECENTRALISE

Groupe de ventilation/récupération de chaleur centralisé (un par groupe d'appartement)



(Source : MATRIciel)

Avantages

- Ce principe est généralement plus facile à mettre en œuvre, car il ne demande pas de centralisation des gaines dans chaque logement.
- Entretien facilité pour le locatif car le groupe de ventilation est centralisé (ventilateurs, filtres...) et entretenu par la société de maintenance.
- Gains de place dans les appartements.

Inconvénients

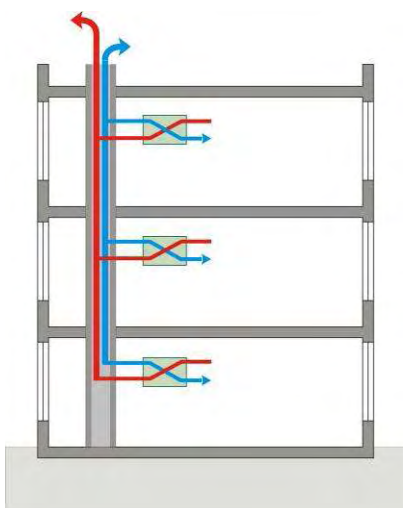
- Dès lors que le système est commun, la température de l'air repris au niveau du récupérateur de chaleur est la moyenne des températures de l'air repris au niveau des appartements. Chaque appartement n'est donc pas indépendant au niveau des ses consommations :



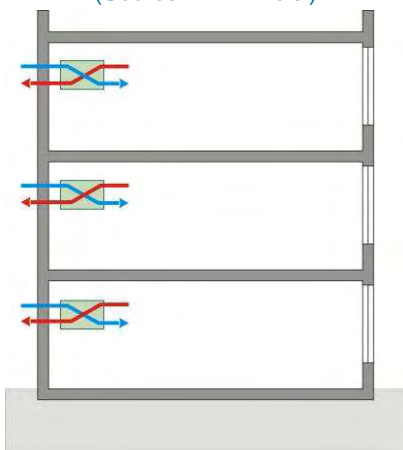
Si une personne chauffe à 22°C et une autre à 18°C, la température au niveau du récupérateur de chaleur est de 20°C. La personne qui chauffe à 22°C chauffe donc pour la personne qui chauffe à 18°C. Cette situation est d'autant plus dommageable lorsqu'un appartement est inoccupé pour une longue période. Il sera chauffé par les autres appartements.

- La régulation d'un récupérateur de chaleur commun n'est pas aussi souple :
 - Des clapets motorisés, obligatoire dans la législation PEB, à l'entrée de chaque appartement permettent une régulation locale en fonction de l'occupation. Cependant, la consommation électrique d'un système centralisé est plus élevée que la somme des groupes de ventilation par appartement.
 - La répartition des charges est difficile. Il n'est pas possible de répartir les consommations électriques en fonction de la régulation de chacun. Cela n'encourage pas une attitude responsable.
- Pas nécessairement moins coûteux si l'on prend en compte l'ensemble des organes de sectionnement et de régulation imposés par la législation PEB.

Groupe de ventilation/récupération de chaleur décentralisé (un par appartement).



(Source : MATRIciel)



(Source : MATRIciel)

Avantages

- Ce principe est le plus simple en terme de gestion, partage des charges, ...
 - Chacun récupère sa propre chaleur
 - Chacun paie sa propre consommation électrique
 - Chacun gère l'entretien de son système
- L'efficacité énergétique d'un système de ventilation avec unités décentralisées est meilleure.
 - Les modèles standards d'unités de ventilation disponibles sur le marché sont dimensionnés pour des maisons unifamiliales et sont donc surdimensionnés pour des appartements. Les vitesses d'air dans l'unité de ventilation sont donc relativement faibles de sorte que les pertes de charges internes de l'unité de ventilation (filtres, échangeurs, ventilateurs) diminuent fortement.
 - Lorsque le débit de ventilation diminue, tant les pertes de charges internes et les pertes de charges externes du réseau de ventilation diminuent. Pour une régulation centralisée les pertes de charges du réseau restent constantes.

Inconvénients

- Entretien difficile, surtout en locatif (demande d'accès aux groupes d'air...), qui peut avoir un impact négatif sur la qualité de l'air si les filtres et le récupérateur ne sont pas nettoyés régulièrement.
- Nécessité de sensibiliser les occupants pour garantir le bon fonctionnement de l'unité de récupération de chaleur.
- Encombrement important dans chaque appartement.
- Bruit des ventilateurs dans chaque appartement.

Note

Certaines marques proposent des systèmes mixtes avec des échangeurs de chaleur par appartement et des ventilateurs centralisés. Cela permet de limiter le bruit des ventilateurs dans les appartements.

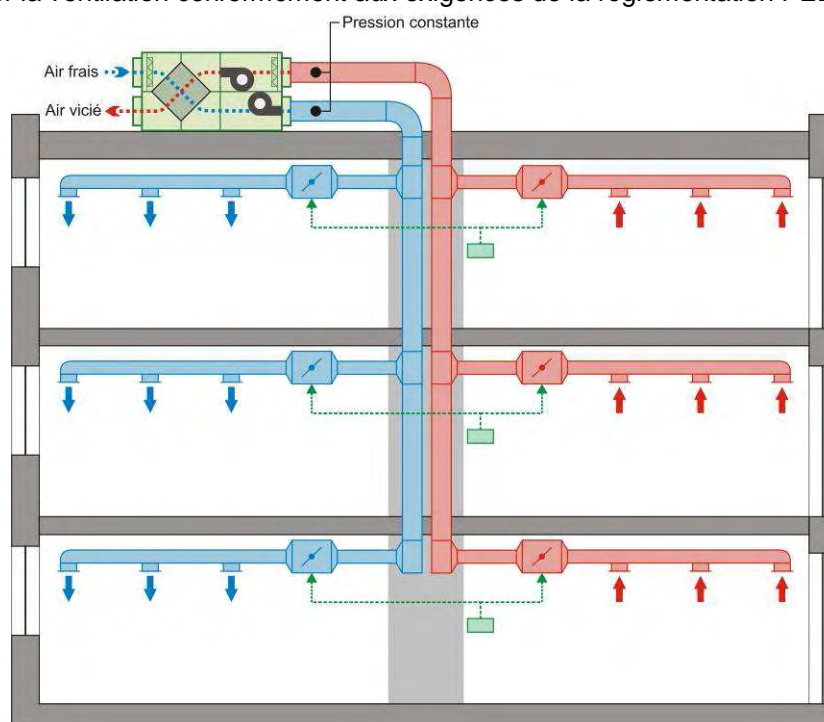
Par contre, ce système possède le désavantage des systèmes centralisés en termes de consommations électriques, de partages des charges...Ce système n'est pas étudié en détail dans la présente fiche.

Impact énergétique

Lorsque la ventilation est centralisée, le gestionnaire a pour devoir de respecter la norme. Les débits de ventilation sont continus et très importants. Au contraire lorsque le groupe de ventilation est décentralisé par appartement, l'installation est dimensionnée pour respecter la norme mais l'occupant possède la possibilité de régler les débits en fonction de ses besoins et de couper la ventilation en cas d'absence prolongée (vacances, travail, inoccupation du logement).

Pour un groupe de ventilation centralisé, une régulation, logement par logement, reste cependant possible et fortement recommandée. En effet, lorsque tous les appartements sont raccordés en série, il est possible de choisir un ventilateur équipé d'une variation de vitesse avec maintien de la pression en fin de circuit et présence d'éléments réglables au niveau des différentes entrées et sorties des appartements.

Le clapet à l'entrée d'un appartement est régulé par un panneau de commande local. Le panneau de commande intègre le pilotage de la ventilation à plusieurs vitesses. Ce panneau de commande permet également de couper la ventilation conformément aux exigences de la réglementation PEB.



Gestion d'un système multizone double flux (Source : Matriciel)

Attention :

La répartition des charges de consommation d'énergie est beaucoup plus complexe que pour une installation de ventilation décentralisée. La consommation électrique du ventilateur fera partie des charges communes. Une répartition par logement en fonction des débits n'est pas possible. Cela n'encourage évidemment pas les économies d'énergie puisque l'on ne bénéficie pas directement de l'économie financière liée à la diminution du débit.

L'efficacité énergétique d'un système de ventilation avec unités décentralisées est meilleure car :

- Les modèles standards d'unités de ventilation disponibles sur le marché sont dimensionnés pour des maisons unifamiliales (débit maximum de 300 m³/h et 150 Pa) et sont donc surdimensionnés pour des appartements. Les vitesses d'air dans l'unité de ventilation sont donc relativement faibles de sorte que les pertes de charges internes de l'unité de ventilation (filtres, échangeurs, ventilateurs) diminuent fortement.



Remarque : La diminution du débit et donc de la vitesse d'air dans l'échangeur à plaques est également bénéfique au niveau du rendement thermique de l'échangeur.

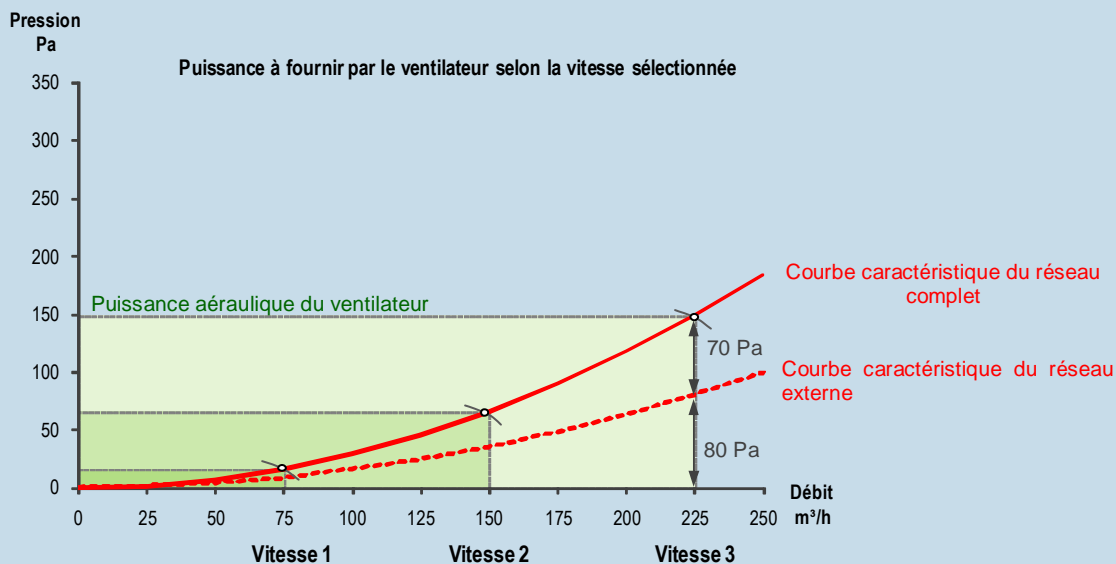
- Les moteurs à courant continu ont des rendements supérieurs aux moteurs à courant alternatifs.
- Le groupe de ventilation centralisé fonctionne avec une pression statique du réseau constante contrairement au ventilateur décentralisé où les pertes de charges du réseau de ventilation diminueront comme le carré de la vitesse. L'impact énergétique de la pression constante est analysé au paragraphe suivant à l'aide d'un exemple chiffré.



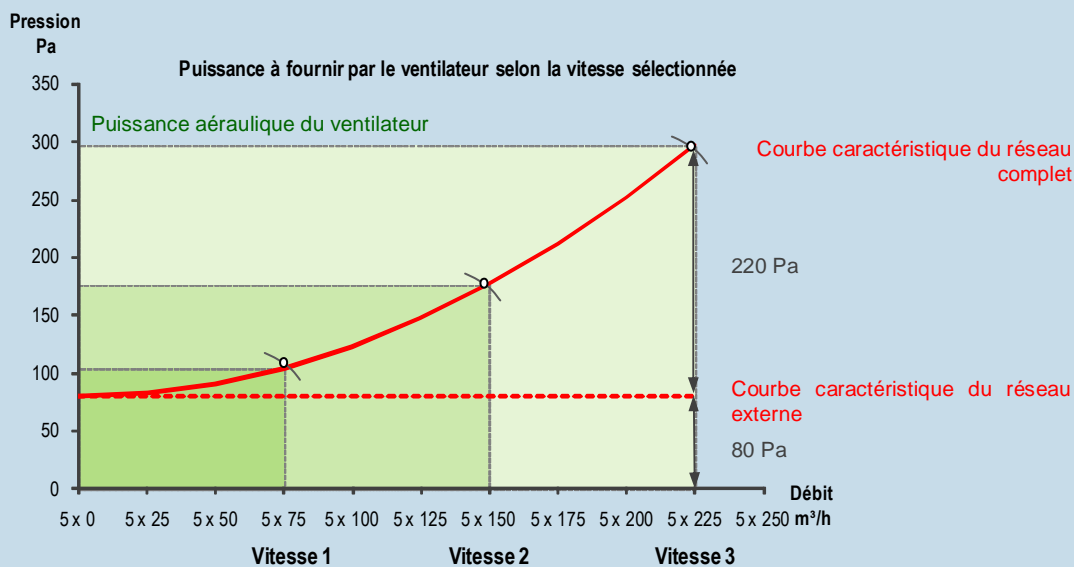
Exemple chiffré

L'impact énergétique de la centralisation de la récupération de chaleur est évalué pour un petit immeuble de logements comprenant 5 appartements (de 100m, 2 chambres²). Le débit d'air nominal de chaque appartement est de 225 m³/h et les pertes de charges du réseau de ventilation sont de 80 Pa.

- Installation décentralisée (1x225 m³/h) avec groupes de 450 m³/h max:



- Installation centralisée (5appartements x225 m³/h) avec groupe de 1250 m³/h max :



La consommation électrique, par appartement, est calculée pour les différentes alternatives en fonction d'un scénario de régulation de groupe de ventilation.

Régulation	Scénario de régulation		Puissance absorbée	Consommation électrique
	Durée d'utilisation annuelle	Régime de fonctionnement		
Centralisé - débit constant	100% de 8760h	100% du débit nominal	48 W + 52 W	876 kWh/an
Centralisé - débit régulé	10% de 8760h	100% du débit nominal	48 W + 52 W	88
	50% de 8760h	66% du débit nominal	28 W + 26 W	237
	30% de 8760h	33% du débit nominal	10 W + 10 W	53
	10% de 8760h	0% du débit nominal	0 W	0
				378 kWh/an
Décentralisé - débit régulé	10% de 8760h	100% du débit nominal	36 W + 34 W	61
	50% de 8760h	66% du débit nominal	13 W + 12 W	109
	30% de 8760h	33% du débit nominal	4 W + 4 W	21
	10% de 8760h	0% du débit nominal	0 W	0
				191 kWh/an

On constate que la consommation électrique d'un groupe de ventilation centralisé non régulé est très élevée. 876 kWh doit être comparée à la consommation électrique moyenne d'un ménage économe de 2.500 kWh (hors cuisson, chauffage ECS). C'est une solution qu'il convient donc d'éviter.

Un groupe de ventilation centralisé consomme deux fois plus qu'un groupe décentralisé. Plusieurs explications justifient ce constat :

- Au départ, les pertes de charges internes du groupe de ventilation centralisé et donc la puissance aérauliques à fournir sont plus élevées.
- Les pertes de charges externes (au refoulement pour la pulsion d'air et à l'aspiration pour l'extraction d'air) sont constantes lorsque le débit diminue. Au contraire pour un groupe de ventilation décentralisé, les pertes de charges diminuent comme le carré de la vitesse.



RUE DES DEUX TOURS

Dans ce projet de logements sociaux, la décentralisation des groupes de ventilation avait été prévue initialement. En cours de projet et au regard de l'expérience des gestionnaires de ce type de logements, il a été décidé de centraliser le groupe de ventilation. Cette configuration, bien que moins intéressante au niveau énergétique, permet une gestion plus aisée de l'entretien et permet de s'assurer que les débits minima de ventilation seront effectivement mis en œuvre. Enfin, la centralisation du groupe a permis de « regagner » de la place dans les appartements.

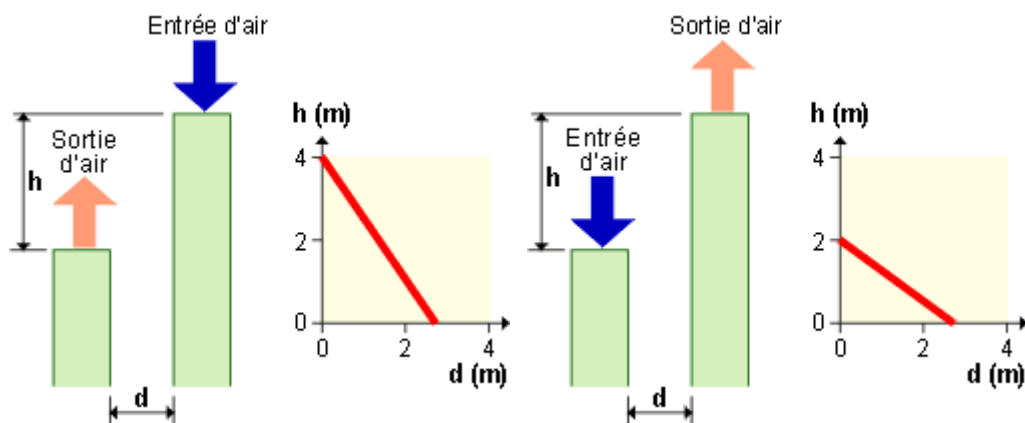
La question de la décentralisation et ou de la centralisation d'un groupe de ventilation ne peut donc pas se réduire à la question purement énergétique.

Pour plus d'informations sur le projet Rue des deux tours, voir la fiche du **PROJET BATIMENTS EXEMPLAIRES n°56 (2008)**.

6. L'EMPLACEMENT DES PRISES D'AIR ET REJETS D'AIR

Il n'existe aucune recommandation dans la norme D50-001 relative à l'emplacement des prises d'air et de rejet d'air pour le logement. La norme EN 13779, ventilation des bâtiments non résidentiels, contient dans son annexe A (informative), les spécifications pour les emplacements des prises et rejets d'air

La figure ci-dessous donne les distances minimales entre la prise d'air et l'orifice de refoulement d'air pour de l'air faiblement pollué (non compris les hottes).



Distance minimum entre entrée et rejet d'air pour un air de ventilation à faible niveau de pollution – norme EN1377 (Source énergie+).

La norme précise également que ce sont des distances minimales et qu'il est permis d'accepter pour des maisons individuelles des distances inférieures.



L'ESPOIR

Grâce à la configuration « traversante » (deux façades opposées par appartement), chaque duplex peut prendre l'air frais sur une façade et rejeter l'air vicié sur l'autre façade. Il n'y a donc aucun risque de mélange entre les deux flux.



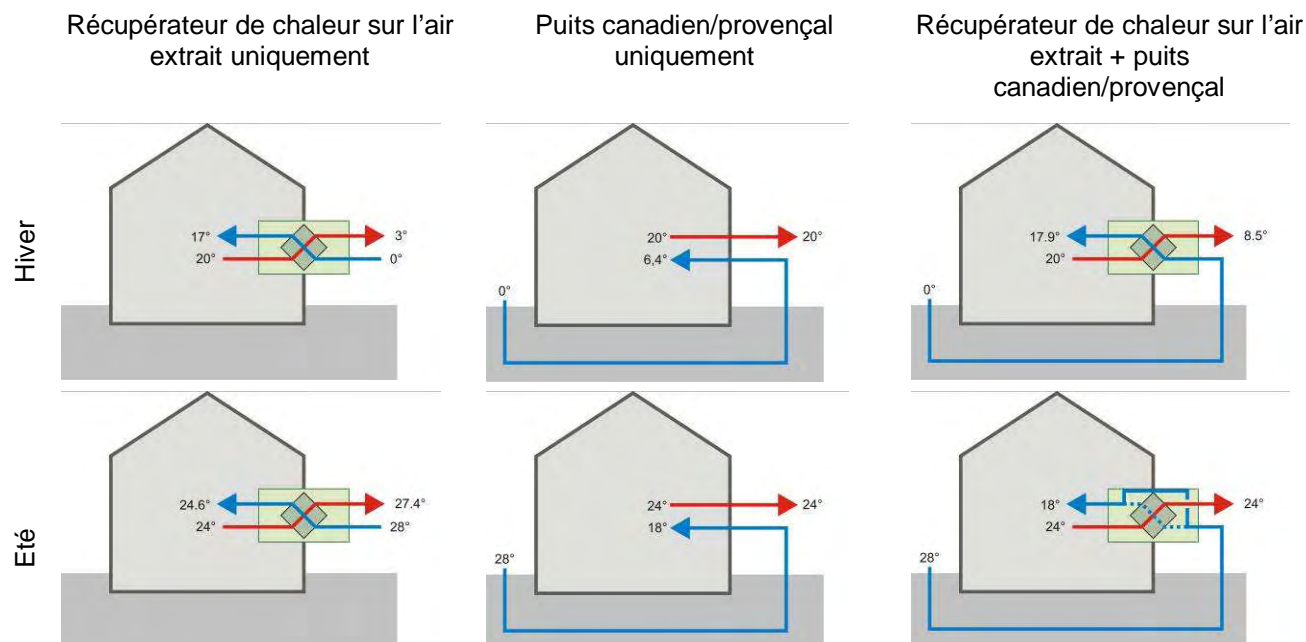
Façade avant du bâtiment ESPOIR, (Source : Architecte D. Carnoy):

Pour plus d'informations sur le projet l'Espoir, voir la fiche du **PROJET BATIMENTS EXEMPLAIRES n°060 (2008)**.

7. COMBINER LE RECUPERATEUR DE CHALEUR SUR L'AIR EXTRAIT AVEC UN Puits CANADIEN/PROVENÇAL OU UN ENCHANGEUR GEOTHERMIQUE

7.1. Le puits canadien/provençal

Les schémas³ ci-dessous reprennent l'impact énergétique de l'échangeur géothermique :



(Source : Matriciel)

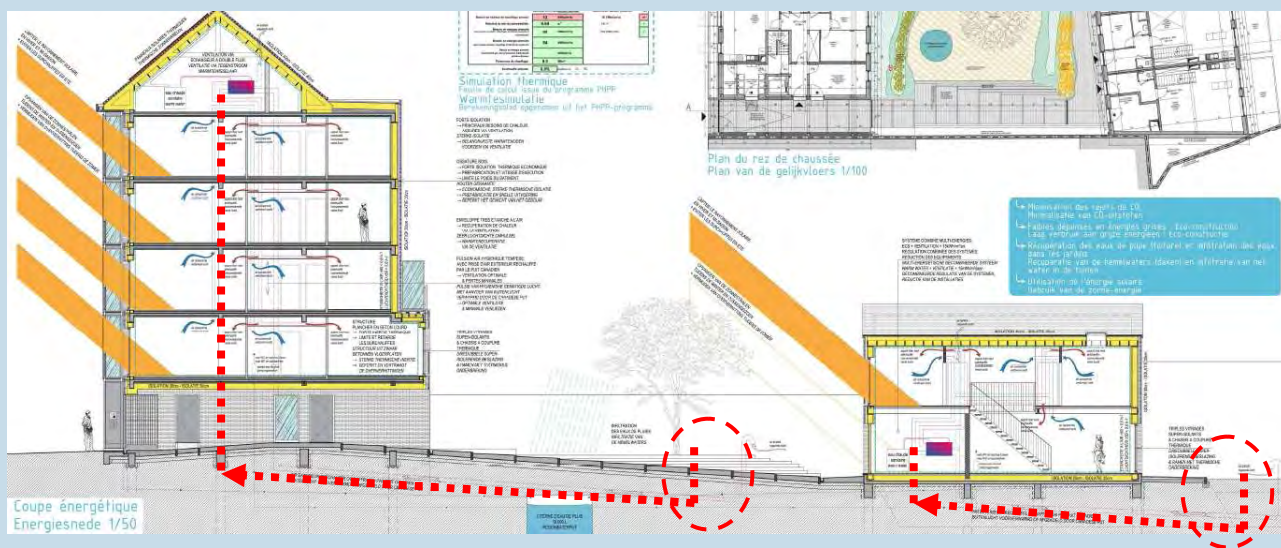
³ Pour plus d'informations sur les puits canadiens/provençaux, voir la fiche ENE 10 du « Guide pratique pour la construction et la rénovation durables ».



Vu l'investissement très lourd, le problème de condensation, les pertes de charges supplémentaires et l'entretien, le canadien/provençal n'est pas une priorité.
 Du point de vue du chaud, il est en concurrence avec le récupérateur de chaleur. En été, il permet certes d'améliorer le confort mais son rôle reste faible comparativement à d'autres stratégies passives de froid comme la bonne définition des surfaces vitrées, les protections solaires extérieures, la ventilation naturelle intensive ou l'inertie.

RUE DE LA BRASSERIE

Dans le projet brasserie, le puits canadien a quand même été placé en complément aux autres stratégies passives de froid qui semblaient insuffisantes pour garantir le confort estivale des occupants. Le préchauffage de l'air en hiver permettra d'éviter le gel au niveau de l'échangeur.



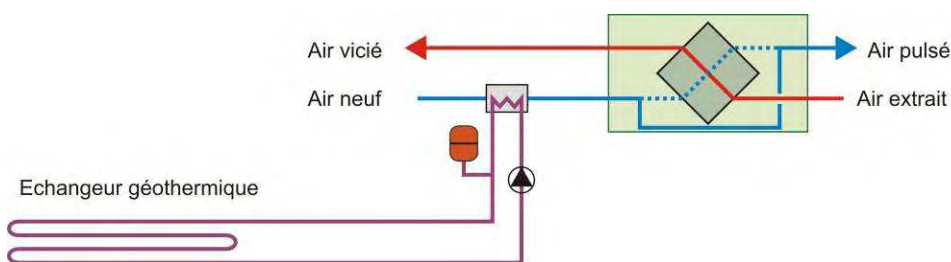
Coupe énergétique (Source : R2D2 architecture)

Pour plus d'informations sur le projet Rue de la Brasserie, voir la fiche du **PROJET BATIMENTS EXEMPLAIRES n°63 (2008)**.

7.2. L'échangeur géothermique

Un autre système qui permet de valoriser la stabilité de la température du sol est l'échangeur géothermique. Alors que dans le puits « canadien/provençal » le transfert de chaleur / de froid se fait directement sur la gaine d'aspiration enterrée, l'échangeur géothermique utilise de l'eau glycolée en circuit fermé comme fluide caloporteur. Un échangeur de chaleur préchauffe ou refroidit l'air avant le passage dans le groupe de ventilation.

Une gaine en PE-HD est enterrée à une profondeur de 1,5 à 2 m. En pré-dimensionnement, la longueur de cette gaine correspond souvent à la moitié du débit d'air « normal » de l'habitation. Par exemple, il faut 100 m pour un débit d'air « normal » de 200 m³/h.



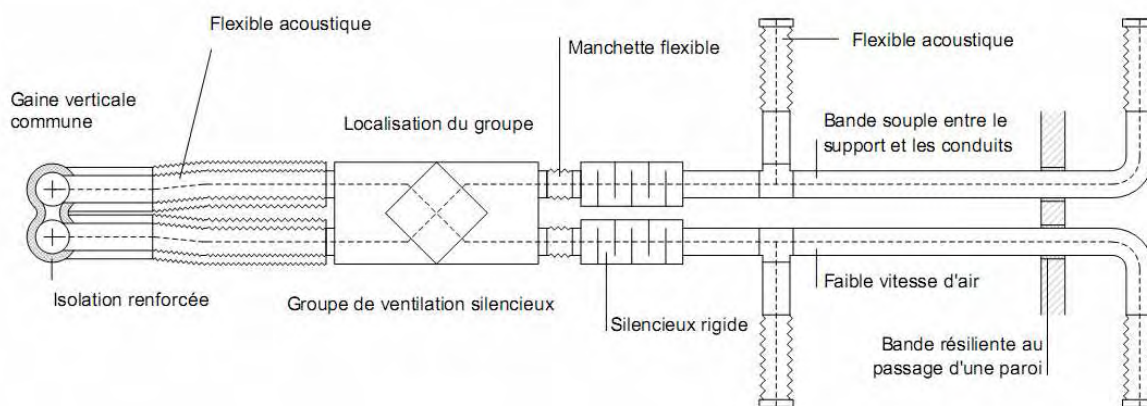
L'installation d'un collecteur géothermique possède plusieurs avantages :

- L'installation est plus simple et moins encombrante et il n'y a plus de pente à respecter.
- L'hygiène est optimale car il n'existe plus de gaines d'aspiration dans le sol dans laquelle il y a un risque de condensation.
- La régulation est relativement simple.

8. LES PROBLEMES D'ACOUSTIQUE D'UNE VENTILATION MECANISEE

8.1. Éléments constitutifs pour la protection contre la transmission des bruits

Voici les éléments que l'on trouve généralement dans un système de ventilation mécanique afin de limiter les problèmes acoustiques⁴ :



(Source : Matriciel)

Problématique :	Solution
Bruit extérieur	<ul style="list-style-type: none"> • Prévoir une gaine acoustique (souple ou rigide) isolée entre le groupe de ventilation et l'extérieur
Bruit du groupe de ventilation	<ul style="list-style-type: none"> • Localiser le groupe ventilation dans le logement en fonction des contraintes acoustiques • Choisir un groupe de ventilation silencieux (voir plus bas, imposition de la norme NBN S 01-400-1) • Prévoir un système de fixation de groupe de ventilation antivibratoire
Bruit de l'air dans les canalisations ou au niveau des bouches	<ul style="list-style-type: none"> • Prévoir des manchettes souples entre la machine et les gaines pour s'assurer que les vibrations ne se propagent pas par les gaines • Prévoir un silencieux rigide (idéal) ou un flexible acoustique après le groupe de ventilation • Dimensionner les gaines sur base d'une vitesse d'air faible pour limiter les pertes de charges et pour le confort acoustique : <ul style="list-style-type: none"> – Idéalement 1,5 m/s dans les gaines secondaires (max 2m/s) – Idéalement 3 m/s dans les gaines principales non problématiques (max 4 m/s) – pertes de charge de 1 Pa/m pour les gaines communes verticales

⁴ Voir également la fiche CSS 05 du « Guide pratique pour la construction et la rénovation durables ».



- Au passage des parois, prévoir un matériau résilient de même largeur que la paroi (exemple laine de verre)
- Placer une bande souple entre les supports et les conduits afin d'empêcher la transmission des vibrations. Généralement, il s'agit d'un collier dans lequel une bande de caoutchouc est placée (voir illustration de la fixation acoustique ci-dessous)
- Entre les gaines et les bouches, prévoir un flexible acoustique
- Enfin, il est également possible de prévoir des bouches acoustiques.

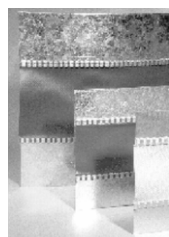


1. Gaine d'écoulement.
2. Enveloppe perméable aux sons.
3. Matériau d'absorption acoustique

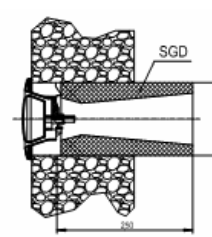
Silencieux rigide
(Source: Energie +)



Silencieux flexible Manchette
(Source: DEC international. A titre illustratif)



Collier de fixation
(Source: ATC. A titre illustratif)



Bouche acoustique
(Source: Storkair. A titre illustratif)

8.2. Objectifs chiffrés

La norme belge qui traite des niveaux acoustiques admissibles dans le logement est la norme **NBN S 01-400-1** « Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation ». Elle s'applique à toutes les constructions neuves ou rénovées pour lesquelles un permis d'urbanisme a été demandé après la date de mise en vigueur, le 29 avril 2008. Pour ces logements-là, elle remplace les normes NBN S01-400 (1977) et NBN S01-401 (1987).

Le tableau ci-dessous, extrait de la norme, énonce les exigences visant à limiter le bruit des installations techniques qui se trouvent dans le local considéré. Les bouches de pulsion et d'extraction sont considérées comme des sources directes.

Attention, il est important de noter que les valeurs spécifiées dans ce tableau sont des valeurs mesurées sur site. La prédiction du niveau $L_{A_{instal,nT}}$ est donc relativement compliquée et ne peut pas se baser simplement sur la valeur de la puissance obtenue sur la documentation technique du fabricant car le nombre de coudes, la longueur des conduites, la position du système,..etc influencent la puissance acoustique à la sortie de la bouche. Les valeurs mentionnées dans les catalogues peuvent servir seulement de comparaison entre différents systèmes afin de choisir le moins bruyant mais sans savoir ce que cela donnera réellement sur site.

Type de local	équipement	Confort acoustique normal $L_{A_{instal,nT}}$	Confort acoustique supérieur $L_{A_{instal,nT}}$
Salle de bain	Ventilation mécanique	< ou = 35dB	< ou = 30dB
	Appareils sanitaires	< ou = 65dB	< ou = 60dB
Cuisine	Ventilation mécanique	< ou = 35dB	< ou = 30dB
	Hotte d'aspiration	< ou = 60dB	< ou = 40dB
Living et salle à manger	Ventilation mécanique	< ou = 30dB	< ou = 27dB
Chambre à coucher	Ventilation mécanique	< ou = 27dB	< ou = 25dB



Locaux techniques équipés d'installations desservant moins de 10 habitations	< ou = 75dB	< ou = 75dB
Locaux techniques équipés d'installations desservant plus de 10 habitations	< ou = 85dB	< ou = 85dB

(Extrait norme NBN S 01-400-1)

9. LE CHOIX DES FILTRES

Un filtre répond à plusieurs objectifs :

- Débarrasser l'air des polluants : champignons et bactéries allergogènes et pathogènes, pollen ... ;
- Protéger les équipements des locaux (électroniques, ordinateurs...) contre les poussières ;
- Protéger l'installation de ventilation elle-même ;
- Sans filtration, des dépôts apparaissent dans les conduits, leurs joints, dans les bouches de distribution, sur les batteries d'échange, les ventilateurs, les registres et les sondes de régulation. L'accumulation de poussières peut provoquer la prolifération de champignons, bactéries, ...
- Éviter la propagation d'incendie par les poussières ;
- Protéger les terrasses et toitures en n'évacuant pas les particules directement vers l'extérieur.

Les filtres particuliers sont classés en fonction de leur capacité à arrêter des particules de plus en plus petites.

Type de filtre	Correspondance de classification entre différentes normes de mesure									
<ul style="list-style-type: none"> • Filtres grossiers Filtres à moyenne efficacité 	ASHRAE ←	60% GRA	65% GRA	70% GRA	75% GRA	80% GRA	85% GRA	90% GRA	95% GRA	
	NBN X44-001 ←	G70			G80		G85			
	EUROVENT ←	EU1	EU2			EU3		EU4		
	EN 779 ←	G1	G2			G3		G4		
<ul style="list-style-type: none"> • Filtres fins Filtres à haute efficacité 	ASHRAE ←	60% OPA	65% OPA	70% OPA	75% OPA	80% OPA	85% OPA	90% OPA	95% OPA	
	NBN X44-001 ←	F50	F70			F85		F95		
	EUROVENT ←	EU5	EU6			EU7		EU8	EU9	
	EN 779 ←	F5	F6			F7		F8	F9	
<ul style="list-style-type: none"> • Filtres ultrafins ou filtres absolus qui sont des filtres à très haut rendement destinés à des applications spéciales (pas d'utilité dans le logement) 	MIL STD 282 ←	95% DOP	...	99,90% DOP	...	99,97% DOP	...	99,99% DOP	...	99,999% DOP
	NBN X44-001 ←	U95			U99,97		U99,99			
	EUROVENT ←	EU10	EU11		EU12	EU13		EU14		
	EN 779 ←	H10 (HEPA)	H11 ... H12 (HEPA)		H13 ... H14 (HEPA)		U15 ... U16 (LPLA)			

(Source: Energie+)

L'importance du choix des filtres se situe à deux niveaux :

- Les filtres trop grossiers vont entraîner la propagation des poussières au travers de l'installation, nuisant aux équipements et au confort.
- Les filtres trop fins vont augmenter inutilement les pertes de charge, donc la consommation des ventilateurs pour un même débit à fournir.



Le choix d'un filtre dépendra de la propreté particulière exigée en fonction du type de local, des caractéristiques de l'air à filtrer, des considérations économiques telles que l'investissement et les coûts d'exploitation. **Dans du logement :**

- Extraction de l'air : un filtre grossier G3 est suffisant.
- Pulsion de l'air : un filtre grossier G3 constitue le minimum. Un filtre fin de type F5 ou F7 éventuellement précédé par un filtre G3 permet un bon compromis entre l'augmentation des pertes de charge et qualité de l'air pulsé.

Dans un environnement urbain polluant, il peut être intéressant de compléter l'installation par un filtre moléculaire (filtre à charbon) en amont du filtre particulaire. Il permet de diminuer les odeurs.

10. CAS PARTICULIER DE LA RENOVATION

Les principes d'une ventilation mécanique avec récupération de chaleur sont semblables pour la construction neuve et la rénovation. Cependant, en rénovation les contraintes en termes d'encombrement sont souvent problématiques car le logement n'a pas été conçu en fonction de l'implantation d'un éventuel réseau de ventilation. Dans un immeuble à appartement, l'absence de trémie verticale nécessite des prises d'air en façades ; cela représente un impact esthétique et des contraintes techniques.



FLORAIR

Dans le projet FLORAIR IV, le défi d'installer une ventilation double flux avec récupérateur de chaleur a été relevé. Il s'agit d'un immeuble tour du Foyer Jettois pour lequel un remplacement des anciens châssis et un ravalement de façade était initialement prévu.

Dans cet immeuble, construit dans les années 60, les trémies verticales n'avaient naturellement pas été prévues pour recevoir des gaines de ventilation, en pulsion ou en extraction.



(Source : Bruxelles Environnement - IBGE)

Seules des trémies avec conduits de ventilation statique des locaux humides étaient prévues.

La pose des nouvelles gaines d'extraction se fera donc dans ces trémies, puisque celles-ci sont à proximité des locaux humides.

Un remplacement des anciennes conduites en béton est prévu par un nouveau gainage en acier galvanisé avec de nouvelles bouches d'extractions dans tous les locaux humides adjacents.

Des régulateurs de débit, ainsi que des dispositifs d'insonorisation, sont également prévus, pour chaque appartement, dans ces trémies existantes.

De ce fait, la place n'est pas disponible dans ces trémies pour mettre en place les nouvelles gaines de pulsion.

C'est la raison pour laquelle, l'équipe de conception a profité de la rénovation des façades pour englober harmonieusement les nouvelles gaines de pulsion dans les dites façades, et ce, en passant par les terrasses existantes, demeurant ouvertes ou étant fermées pour des raisons thermiques, selon les endroits.



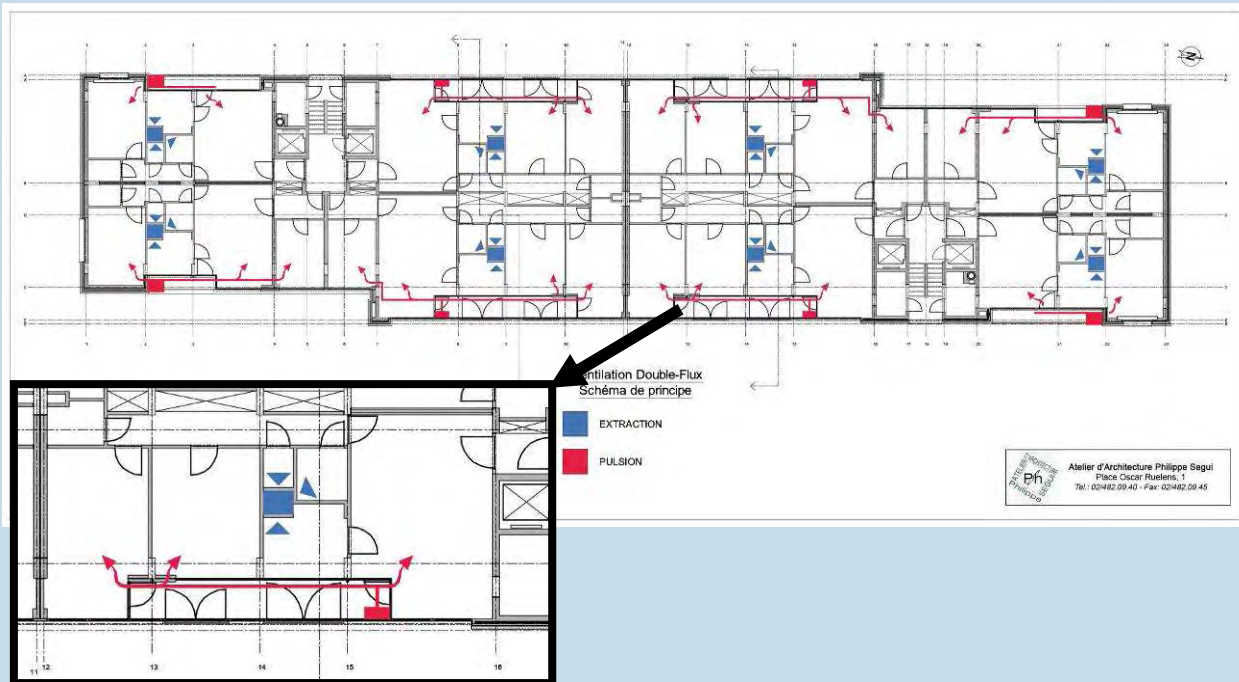


Schéma de ventilation pour le bâtiment Florair IV (source : Atelier d'architecture Philippe Segui)

Pour plus d'informations sur le projet Florair, voir la fiche du **PROJET BATIMENTS EXEMPLAIRES n°061 (2008)**.

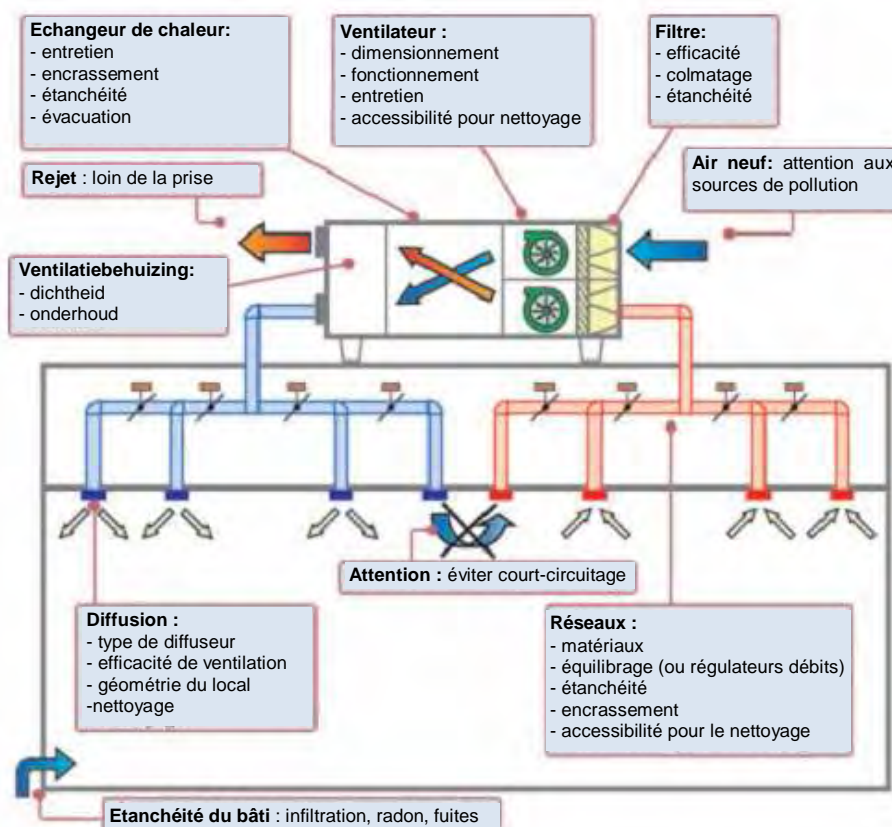


L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES DE VENTILATION

L'entretien des installations de ventilation permet d'éviter :

- la contamination microbologique de l'installation avec des conséquences sur le confort et la santé ;
- La contamination est renforcée logiquement au soufflage de l'air. Un filtre plus fin est donc recommandé pour la pulsion de l'air ;
- la réduction des performances aérauliques par augmentation des pertes de charges ;
- les nuisances acoustiques (augmentation de la vitesse).

1. LA MAINTENANCE



Points d'attention pour garantir la qualité de l'air intérieur (Source : cetiat.fr)

1.1. Entretien par l'utilisateur

1.1.1. Entrée d'air



Une majorité des grilles sont pourvues d'un fin treillis destiné à retenir les insectes.

Il est conseillé d'utiliser des grilles permettant un nettoyage aisé du treillis telles des grilles avec un élément intérieur amovible.

(Source : Duco. A titre illustratif)

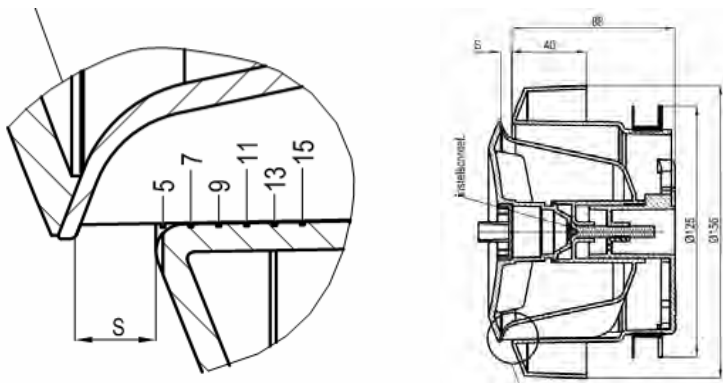


1.1.2. Bouche d'extraction et diffuseur

La conception des bouches et diffuseurs doivent permettre un entretien aisé. Les bouches d'extraction s'encrassent plus rapidement et demande un entretien plus régulier.

Le réglage de l'ouverture de la bouche crée des pertes de charges qui équilibrent le réseau de ventilation. Une modification de l'ouverture entraîne une modification du débit au niveau de la bouche mais également au niveau du reste du réseau. Il convient donc d'être extrêmement attentif lors du nettoyage de la bouche afin de ne pas modifier cette ouverture.

Un dispositif empêche la modification par inadvertance de l'ouverture initiale de la bouche. De plus l'ouverture de la bouche sur une échelle graduée est toujours indiquée.



(Source : Storkair. A titre illustratif)

Périodicité des entretiens

Grille de ventilation	1x par an
Diffuseur	1x par 2 ans
Fente sous les portes	Pas de soin particulier
Grille d'extraction	1x par an

1.1.3. Filtres à air

Choix des filtres

Classe	Éléments à filtrer	Applications types	Pertes de charges initiales	Pertes de charges finales (selon NBN 130053)
G3 ou G4	Insectes, fibres textiles, cheveux, sable, cendres, pollen, ciment	Extraction ou pulsion	50 Pa	150 Pa
F7	Pollen, ciment, particules salissantes (poussière), germes, poussières chargées de bactéries	Pulsion Le filtre est éventuellement précédé d'un filtre G3	80 Pa	200 Pa



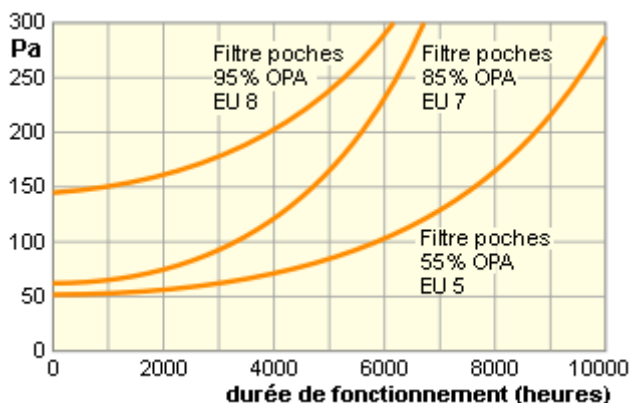
La plupart des récupérateurs sont équipés en base de filtre G3. Le filtre peut aisément être remplacé par des filtres F7. Il en résultera cependant une perte de charge supplémentaire et donc une diminution du débit de ventilation.

Dans un réseau avec une vitesse d'air de 3m/s les pertes de charge d'un caisson pour filtre sont de 20 Pa avec un filtre G4 et de 50 Pa avec un filtre F7. Une augmentation de 30 Pa représente à débit nominal une surconsommation calculée comme suit :

$$X = \frac{(Pa_{(F7)} \times V) / \eta_{\text{global (F7)}}}{(Pa_{(G4)} \times V) / \eta_{\text{global (G4)}}} = \frac{Pa_{(F7)}}{Pa_{(G4)}} = \frac{Pa_{(G4)} + 30}{Pa_{(G4)}}$$

Par exemple, considérons une installation dont le rendement global de l'installation ne varie pas, avec une pression totale de 150 Pa et un filtre G4. En passant à un filtre F7, la surconsommation des ventilateurs sera de 20% car le rapport des pressions d'un réseau avec un filtre F7 sur un réseau avec un filtre G4 est de l'ordre de 20% soit 180 Pa/150Pa.

Entretien du filtre

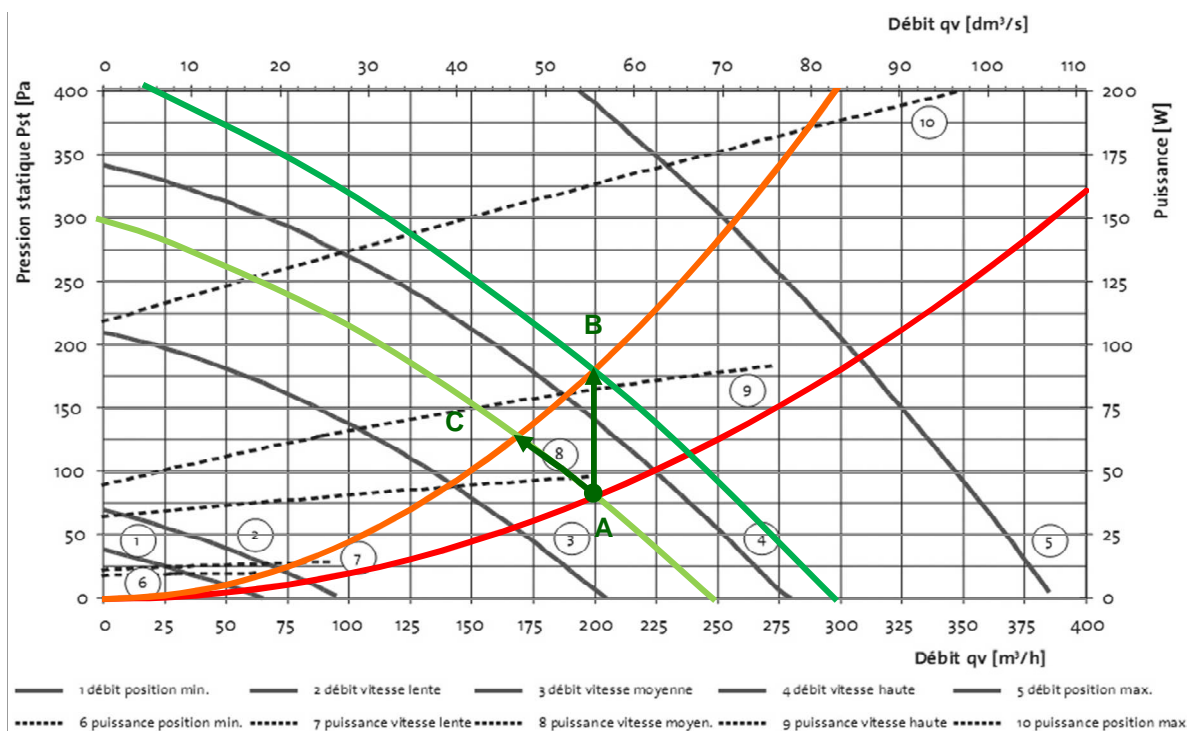


Source klimaconfort. A titre illustratif - Pertes de charge d'un filtre à poches en fonction de sa durée d'utilisation (Source énergie+)

Le filtre va progressivement s'encrasser et se colmater entraînant :

- Une augmentation du débit d'air non filtré passant par les espaces compris entre les éléments actifs des filtres et leurs supports, dans les joints entre gaines et ventilateurs. Le débit d'air non filtré peut amener un noircissement rapide des bouches et l'apparition de traînées noires en chaque point où les gaines de distribution d'air ne sont pas rigoureusement étanches.
- Une augmentation des pertes de charges du réseau de 100 Pa qui a pour conséquence (voir graphique suivant) :
 - Si une mesure continue des débits est prévue, le point de fonctionnement va passer du point A au point B, la consommation augmente de l'ordre 32% ;
 - Si une mesure continue des débits n'est pas prévue, le point de fonctionnement va passer du point A au point C, le débit d'air diminue de 12%.





Caractéristiques débit/pression et puissance électrique (Source Codumé – HRU 3 BV. A titre illustratif)

L'encrassement du filtre a donc un impact très important sur la perte de rendement de l'installation. A ce titre, les normes ont été adaptées pour répondre à cette problématique. En effet, la norme EN13053 (Ventilation des bâtiments - Caissons de traitement d'air - Classification et performance des unités, composants et sections) exige des pertes finales inférieures à la norme EN779 (Filtres à air de ventilation générale pour l'élimination des particules - Détermination des performances de filtration). Ces valeurs imposées doivent être considérées comme des valeurs limites. Idéalement il est recommandé de nettoyer les filtres lorsque la perte de charge est le double de la perte de charge initiale

Périodicité de l'entretien

Les filtres doivent être nettoyés tous les 3 mois. Jusqu'à 6 mois après la réception du bâtiment, il est conseillé de nettoyer les filtres toutes les 2 semaines.

En outre, pour des questions d'odeur, un filtre doit être changé de préférence tous les ans mais au minimum tous les 2 ans.

Il existe des unités de ventilation équipées en base, ou en option, d'un détecteur automatique de maintenance de filtres. Des capteurs mesurent la perte de charge au niveau des filtres. Lorsque cette perte de charge atteint une valeur limite, le tableau d'affichage prévient de la nécessité de nettoyer les filtres.

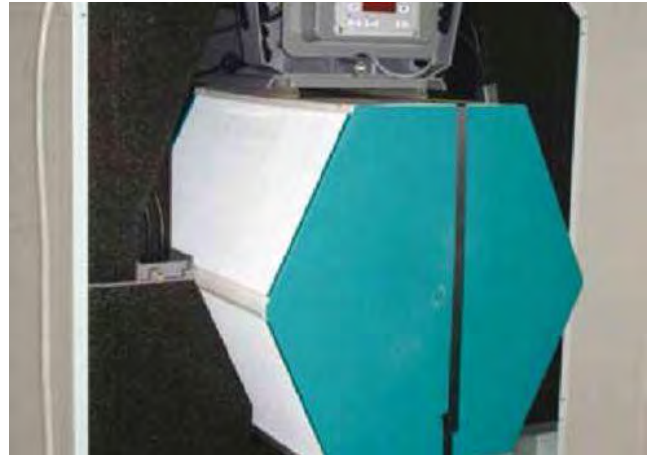
Attention : Lors du chantier de rénovation ou de construction, l'occupant peut être tenté d'assécher son bâtiment (plafonnage et chape) en faisant fonctionner le groupe de ventilation en position maximale. C'est une grosse erreur. L'air chargé de poussières va colmater les filtres qui vont perdre de leur efficacité et laisser passer les poussières. Ces poussières vont encrasser l'échangeur, le ventilateur et le réseau.

Paramètre de dimensionnement

Pour tenir compte de l'encrassement du filtre, la norme NBN EN 13053 considère que pour la sélection du ventilateur, la valeur de chute de pression du filtre est égale à la moyenne des pertes de pression initiale (filtre propre) et finale (filtre couvert de poussière), sauf pour certains cas spécifiques (exigences hygiéniques particulières) pour lesquels le débit nominal constant est à garantir jusqu'à la perte de charge maximale finale.



1.1.4. Récupérateur de chaleur



Nettoyage du filtre et du récupérateur de chaleur (Source : Storkair. A titre illustratif)

Il est recommandé de vérifier la propreté du récupérateur de chaleur à peu près tous les deux ans, en même temps que le nettoyage des filtres.

Si l'échangeur est sale : le laver en le plongeant dans de l'eau contenant un liquide de nettoyage, le rincer en le passant sous un jet d'eau claire. Lorsque l'eau s'est écoulée d'entre les feuilles, replacer l'échangeur dans l'unité

1.1.5. Périodicité des entretiens

A défaut de prescriptions du fabricant, voici les périodicités des actes à poser :

	Périodicité	Actes à poser
Grille de ventilation	1x par an	Nettoyer à l'eau savonneuse
Diffuseur	1x par 2 ans	Détacher la grille, nettoyer à l'eau savonneuse et replacer la bouche en s'assurant de ne pas modifier le réglage de la bouche.
Grille d'extraction	1x par an	
Filtres	4x par an	Nettoyer les filtres à l'aide d'un aspirateur ou d'un compresseur à air pulsé
	1x par an (2 ans minimum)	Remplacer les filtres
Echangeur de chaleur	1x par 2 ans	Laver l'échangeur en le plongeant dans de l'eau contenant un liquide de nettoyage, le rincer en le passant sous un jet d'eau claire. Lorsque l'eau s'est écoulée d'entre les feuilles, replacer l'échangeur dans l'unité

1.2. Entretien par l'installateur

- Le contrôle de l'installation :
 - La qualité technique des éléments électriques tels que :
 - les moteurs ;
 - les dispositifs de sécurité thermique ;
 - le thermostat assurant la protection contre le gel ;

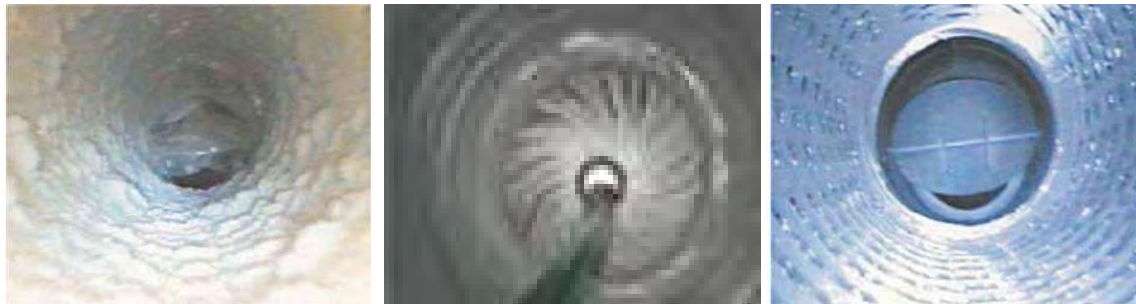


- les servomoteurs (+ réglages).
- L'encrassement et l'état des éléments mécaniques :
 - des filtres ;
 - des ventilateurs (Il convient de choisir des ventilateurs avec des pales courbés vers l'arrière qui sont moins sensibles à un encrassement) ;
 - du récupérateur de chaleur ;
 - des batteries et raccords ;
 - des clapets ...
- La vérification des débits d'air et l'étanchéité à l'air des gaines.
- La maintenance de l'installation :
 - Le nettoyage des éléments mécaniques y compris le remplacement des filtres. Il est important de noter que l'entretien du filtre est beaucoup plus important que le choix du filtre. Un filtre G3 propre sera plus efficace qu'un filtre F7 sale car l'efficacité du filtre diminue rapidement lorsque celui-ci s'encrasse.
 - L'entretien et la réparation de l'installation ;
 - Le réglage des débits.
- L'établissement d'un rapport d'intervention.

1.2.1. Périodicité de l'entretien

- Un entretien complet du système de ventilation est recommandé tous les 3 ans.
- Pour un système centralisé, le nettoyage et le remplacement des filtres sont nécessaires entre deux entretiens complets. Si cette tâche n'est pas prévue par la société de maintenance, elle doit être confiée à une tierce personne.

1.2.2. Réseau de ventilation



Nettoyage d'une gaine de ventilation (Source Klimacomfort. A titre illustratif)

L'encrassement éventuel des conduits d'air dépendra de la conception du réseau, du choix des matériaux, des raccords, de l'entretien des filtres et de leur emplacement.

A noter que les coudes, les raccords à bords pliés intérieurs, les conduits carrés, les conduits flexibles cannelés retiennent d'avantage la poussière que les conduits droits et lisses.

Lorsque le projet est bien conçu, les conduits ne nécessiteront que peu d'entretien. L'entretien du récupérateur de chaleur par l'installateur, (tous les 3 ans) est l'occasion de vérifier l'encrassement du réseau. Si le réseau est encrassé, il convient de le nettoyer.

L'inspection des gaines est réalisée à l'aide des caméras. Pour des conduits horizontaux de plus gros diamètre (>160 mm) il existe des robots télécommandés avec caméra intégrée. Ce n'est pas le cas dans du logement.

Les gaines de ventilation sont nettoyées à l'aide d'une brosse rotative. Une centrale de dépression, permet d'aspirer les poussières afin d'éviter la dispersion de celles-ci dans l'ambiance.



Brosse rotative (Source Lifa air. A titre illustratif)



Centrale d'aspiration (Source Lifa air. A titre illustratif)

Si cela s'avère nécessaire, il existe des brosses avec dispositif intégré de pulvérisation de produits chimiques pour permettre la désinfection des conduits contaminés par des substances microbiennes.

2. ANTICIPER LA MAINTENANCE DU RESEAU DE VENTILATION

Conception du réseau

Plusieurs points doivent guider la conception du réseau de ventilation :

- Il convient d'éviter les mini-gaines car elles sont difficiles (impossibles) à nettoyer. ;
- Les flexibles souples sont également une mauvaise solution car ils ne permettent pas le passage d'une brosse rotative ;
- Le plan « as built » du réseau est indispensable pour diriger la brosse rotative et permettre l'entretien du réseau ;
- Des trappes d'accès au réseau de ventilation doivent être prévues ;
- Le récupérateur de chaleur doit être facilement accessible pour permettre un bon entretien des filtres mais également du récupérateur de chaleur et des ventilateurs.

BIPLAN

Dans le ce projet de logements, tous les groupes de ventilation décentralisée (un par appartement) se trouvent dans la cave. Grâce à cette conception, il est alors possible de confier aisément l'entretien des filtres et la maintenance du groupe de ventilation à une firme puisqu'elle ne devra pas rentrer chez les habitants. Notons que cette configuration permet aussi de limiter l'encombrement du groupe dans les appartements, limite les risques de nuisances acoustiques...

Pour plus d'informations sur le projet Biplan, voir la fiche du **PROJET BATIMENTS EXEMPLAIRES n°55 (2008)**.

Mise en œuvre sur chantier

Le réseau peut fortement s'encrasser pendant le chantier. Les conduits doivent donc être protégés contre l'encrassement pendant toute la durée de travaux, depuis la livraison et le stockage, jusqu'après l'installation, aussi longtemps que les travaux salissants sont en cours. On veillera à placer des bouchons au niveau des sorties d'air avant le placement et le réglage des bouches de ventilation de manière à protéger le réseau. Comme explicité précédemment, il est également important de ne pas utiliser la ventilation pour assécher le bâtiment.





Mise en œuvre sur chantier (Source : CSTC)

3. SERVICE DE MAINTENANCE EN REGION BRUXELLOISE

Contrairement au chauffage, la maintenance des groupes de ventilation n'est pas obligatoire. Elle reste cependant fortement conseillée pour les raisons énoncées ci-dessus.

De manière générale, l'installateur assure également la maintenance du groupe de ventilation. Les sociétés de maintenance des chaudières individuelles peuvent généralement proposer ce service. L'entreprise ne doit pas être enregistrée.

Le nettoyage des réseaux de ventilation, nécessite l'acquisition de matériel plus coûteux et sera donc généralement réalisé par des sociétés spécialisées.

Les prix seront fonction de la complexité de l'entretien. En général il y a une offre base pour le déplacement du technicien et la première heure. Ce prix est comparable au prix pour l'entretien d'une chaudière individuelle au gaz, +/- 100 €.

Pour diminuer le coût de l'entretien il est intéressant de combiner cet entretien avec l'entretien de la chaudière.

IMPACT SUR LES EXIGENCES PEB ET L'ENCODAGE PHPP

1. IMPACT SUR LES EXIGENCES PEB

Voici des ordres de grandeur de points E que l'on peut économiser grâce à un système de ventilation bien conçu :

Besoin de chaleur	
<ul style="list-style-type: none">Récupérateur de chaleur et équilibrage des débitsMesure continue des débits pour que le débit entrant ou sortant ne s'écarte pas de plus de 5% de la valeur de consigne	10 à 20 points E 0 à 2 points E
Facteur multiplicatif m	
<ul style="list-style-type: none">Conduits étanches à l'airRéglage des bouches	0 à 2 points E 1 à 3 points E
Consommation électrique des ventilateurs	
<ul style="list-style-type: none">Ventilateurs à courant continuConsommation réelle des ventilateurs (voir page suivante pour plus d'explications)	2 à 5 points E -2 à 5 points E
Besoin de refroidissement	
By-pass en été	0 à 2 points E

Rendement du récupérateur de chaleur

Le logiciel PEB calcule un facteur de réduction pour le préchauffage de l'air neuf à partir du rendement théorique du récupérateur de chaleur (selon EN308), du bon équilibrage des débits et d'une éventuelle mesure continue des débits.

Lorsque les débits sont correctement équilibrés le facteur de réduction est calculé de manière simplifiée comme $(1 - r \times \eta)$ où :

- η rendement selon EN308 pour le débit nominal du ventilateur
- r facteur de réduction = 0,95 s'il y a une mesure continue des débits et de 0,85 s'il n'y a pas de mesure continue des débits

Pour un récupérateur de chaleur avec un rendement de 85% le facteur de réduction est donc de 0,81 s'il y a une mesure continue des débits et de 0,72 s'il n'y a pas de régulation spécifique.

Une mesure continue est rare pour des groupes de ventilation individuels. Pour une ventilation centralisée elle est généralisée. En effet, la nécessité de prévoir des clapets de ventilation motorisés à l'entrée de chaque appartement nécessite de prévoir un ventilateur avec un variateur de vitesse et maintien de la pression en fin de circuit.

Si l'on néglige les pertes de charges dues à l'encrassement du réseau après le ventilateur, maintenir la pression du réseau équivaut à maintenir le débit constant. La condition précitée est automatiquement respectée.

Facteur multiplicatif m

Le facteur m tient compte de :

- L'étanchéité à l'air du réseau de ventilation.
 - Des conduits circulaires avec des accessoires et raccords entre gaines à double joints en



EPDM constitue la solution la plus intéressante et doit être recommandée.

- Le réglage des bouches de ventilation
 - Le débit de conception tel que défini dans la PEB prend en compte l'équilibrage des débits de pulsion et d'extraction. Ces débits diffèrent donc des débits minimum exigés par la norme NBN D50-001.
 - La PEB permet d'affiner le facteur multiplicatif m si des mesures de débit sont réalisées et qu'elles correspondent plus ou moins bien au débit de conception.

En général, l'installateur équilibre les débits sur base de filtres propres. Les débits initiaux correspondent aux débits imposés par la norme NBN D50-001.

Cette solution n'est cependant pas totalement conforme à la norme NBN EN 13053 qui demande de prendre en compte l'augmentation des pertes de charge du à l'encrassement des filtres en considérant les pertes de charge moyennes d'un filtre mi-propre.

En effet, lorsque le ventilateur n'adapte pas sa vitesse pour maintenir la pression constante dans le réseau d'air, les débits de ventilation vont diminuer au fur et à mesure que les filtres s'encrassent et que les pertes de charge augmentent.

En théorie il convient d'équilibrer le réseau sur base de filtres mi-sales. Lorsque les filtres seront propres, le débit initial sera supérieur au débit de conception.

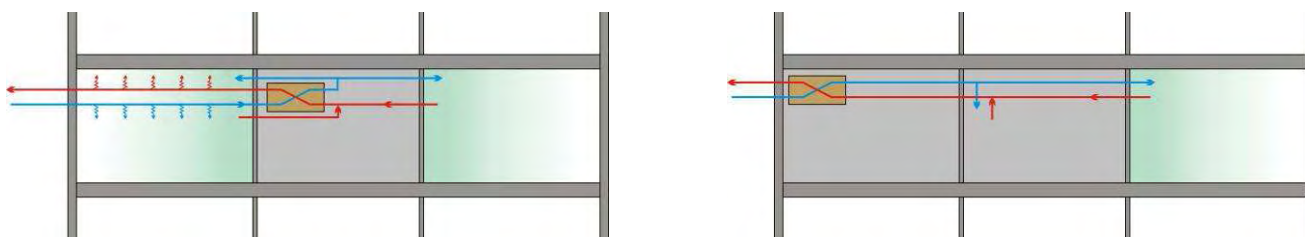
2. IMPACT SUR L'ENCODAGE PHPP

Le débit qu'il convient d'introduire est le débit nominal (débit d'air maximal retenu pour la conception) calculé selon la NBN D50-001. Associé à ce débit, il convient d'introduire un scénario de régulation possible de sorte que le renouvellement d'air moyen soit supérieur à 0,3 h⁻¹.

Il est possible d'introduire manuellement la consommation électrique des ventilateurs. Ces valeurs sont renseignées dans le certificat édité par la passivhaus pour les différents groupes de ventilation certifiés.

- Remarque : Il s'agit de valeurs constantes qui ne prennent pas en considération les pertes de charges réelles du réseau et la réduction de débit.

L'emplacement du groupe de ventilation associé à un récupérateur de chaleur a aussi son importance. En effet, le fait de placer le récupérateur de chaleur dans le volume protégé ET de prévoir des conduits courts et isolés entre l'enveloppe isolante et le groupe de ventilation améliore le rendement réel du récupérateur.



Emplacement du groupe de ventilation et récupérateur de chaleur dans des appartements (Source : Matriciel)



ESPOIR

Dans ce projet, une réflexion a été menée sur l'emplacement du groupe de ventilation et de l'échangeur à l'intérieur même des duplex. En effet, il y a un arbitrage à mener entre le fait d'installer le groupe :

1/ Soit au centre de l'appartement pour limiter les gaines intérieures de distribution d'air et pour privilégier les locaux de vies en façade (éclairage naturel). Dans ce cas, les conduits entre l'enveloppe isolante et le groupe de ventilation sont plus importants : ils devront être bien isolés.

2/ Soit proche des façades. Les pertes thermiques sont plus faibles mais les gaines intérieures sont plus importantes et le groupe prend l'emplacement de locaux de séjours.

Dans le projet ESPOIR, c'est la 1^{ère} configuration qui a été privilégiée. Les pertes thermiques ont été limitées par une bonne isolation des conduits. C'est l'approche la plus intéressante puisqu'elle permet de compenser la perte thermique en prévoyant plus d'isolant alors que dans la deuxième configuration, il n'y a pas moyen de compenser l'apport d'éclairage naturel sans consommation d'énergie. De plus, dans cette deuxième configuration, les gaines de ventilation intérieures (+ les faux plafonds...) auraient été beaucoup plus importantes.

Pour plus d'informations sur le projet Espoir, voir la fiche du **PROJET BATIMENTS EXEMPLAIRES n°060 (2008)**.



POUR ALLER PLUS LOIN

- ARCHITECTURE ET CLIMAT, Energie+ 6, 2009.
- NIT 192 : la ventilation des habitations – 1ère partie, principes généraux, CSTC, 1994.
- NIT 203 : la ventilation des habitations – 2ième partie, Mise en œuvre et performance des systèmes de ventilation.
- CSTC, Infofiches – ventilation des bâtiments, 2009.
- WTCB and DE NAYER INSTITUUT, Ventilatiegids, stappenplan voor comfortabel en energiezuinig ventileren, 2007.
- CETIAT, Qualité de l'air dans les installations aérauliques: guide pratique, 2004.
- Manuel d'utilisation des fabricants.

Normes :

- NBN D50-001(1991), Dispositifs de ventilation dans les bâtiments d'habitation.
- NBN EN 12097 (2007), Ventilation des bâtiments. Réseau de conduits. Exigences relatives aux composants destinés à faciliter l'entretien des réseaux de conduits.
- NBN EN14134 (2004), Essai de performances et contrôles d'installation des systèmes de ventilation résidentiels.
- NBN EN 308 (1997), Récupérateurs de chaleur. Procédures d'essai pour la performance des récupérateurs de chaleur air/air et air/gaz.
- NBN 13779 (2009), Ventilation dans les bâtiments non résidentiels - Exigences de performances pour les systèmes de ventilation et de climatisation.

Réglementation PEB :

- Ordonnance relative à la performance énergétique et au climat intérieur des bâtiments (7 juin 2007) .
- Arrêté du gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale déterminant des exigences en matière de performances énergétique et le climat intérieur des bâtiments (21 décembre 2007).



Rédaction : MATRIciel

Comité de lecture : Bruxelles Environnement - IBGE

Editeurs responsables : J.-P. Hannequart & E. schamp – Gulledele 100 – 1200 Bruxelles

