

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

VENTILATION : CONCEPTION ET RÉGULATION

PRINTEMPS 2022

Recommandations pour une utilisation rationnelle de l'énergie

Muriel BRANDT

éCORCE
INGÉNIERIE CONSULTANCE





- ▶ Présenter les facteurs qui influencent l'efficacité énergétique d'un système de ventilation
- ▶ Faire quelques liens avec la réglementation chauffage et climatisation PEB



INTRODUCTION

MINIMISER LE DÉBIT TOTAL

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU CONDITIONNEMENT D'AIR

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU TRANSPORT DE L'AIR



Les consommations se situent à deux niveaux

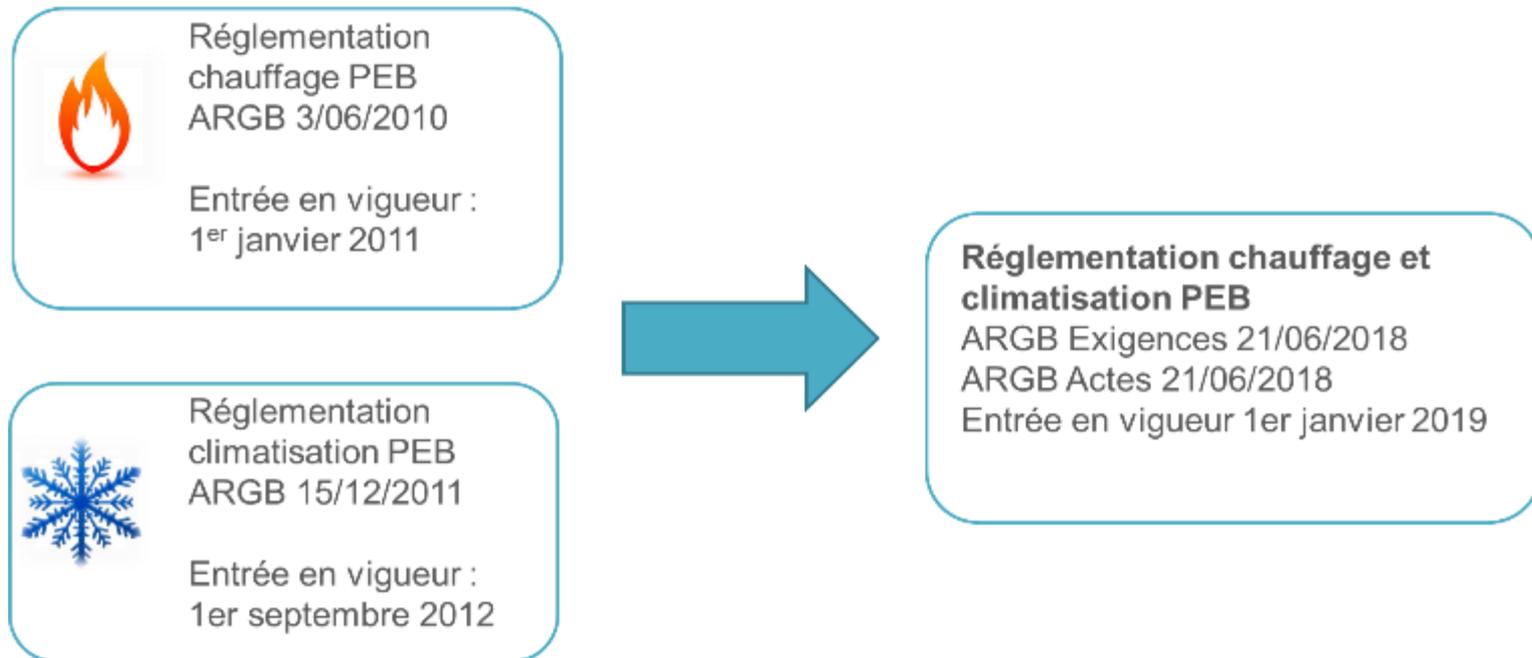
- ▶ Pertes/gains par ventilation > impact sur les besoins
- ▶ Auxiliaires

⇒ **Pour diminuer la consommation globale, il est important d'agir sur les deux sources**



Contexte

- ▶ Si le système de ventilation est couplé au chauffage/climatisation, la réglementation est d'application



Source / Bron : Bruxelles Environnement



Deux catégories d'exigences

- ▶ Exigences de bon fonctionnement des chaudières et chauffe-eau
 - > **Fonctionnement sûr et performant de l'appareil**
 - ⇒ **Hors cadre de la formation**

- ▶ Exigences techniques « systèmes »
 - > **Performance des systèmes de chauffage**
 - ⇒ **Focus en lien avec les thématiques abordées**



Neuf exigences techniques « systèmes »

1. Exigences de comptage énergétique
2. Exigences de comptabilité énergétique
3. Documents relatifs au système de chauffage
4. Note de dimensionnement des chaudières
5. **Calorifugeage des conduits et accessoires du système de chauffage**
6. Régulation des systèmes de chauffage
7. **Partitionnement de la distribution d'eau de chauffage et d'air**
8. **Variation du débit d'air neuf selon l'occupation réelle**
9. **Récupération de chaleur sur les unités de ventilation double flux**



INTRODUCTION

MINIMISER LE DÉBIT TOTAL

- ▶ **Diminuer le besoin de climatisation**
- ▶ Assurer l'étanchéité à l'air du réseau de ventilation
- ▶ Réduire le risque de court-circuit
- ▶ Equilibrer le réseau
- ▶ Réguler les débits en fonction des besoins

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU CONDITIONNEMENT D'AIR

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU TRANSPORT DE L'AIR



DIMINUER LE BESOIN DE CLIMATISATION

Quel débit d'air pour la puissance de chauffage requise ?

- ▶ Deux cas
 - Enveloppe PEB conforme
 - Système double flux
 - Température de pulsion (sortie batterie chauffe) : 35°C

Système D + récupération de chaleur (η 80%)

Puissance requise = **30 W/m²**
T° air neuf* : 18 °C



5,2 m³/h/m²

Système D

Puissance requise = **100 W/m²**
T° air neuf* : 5 °C



9,8 m³/h/m²

* moyenne en hiver

⇒ **Débit requis divisé par 2 !**



INTRODUCTION

MINIMISER LE DÉBIT TOTAL

- ▶ Diminuer le besoin de climatisation
- ▶ **Assurer l'étanchéité à l'air du réseau de ventilation**
- ▶ Réduire le risque de court-circuit
- ▶ Equilibrer le réseau
- ▶ Réguler les débits en fonction des besoins

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU CONDITIONNEMENT D'AIR

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU TRANSPORT DE L'AIR

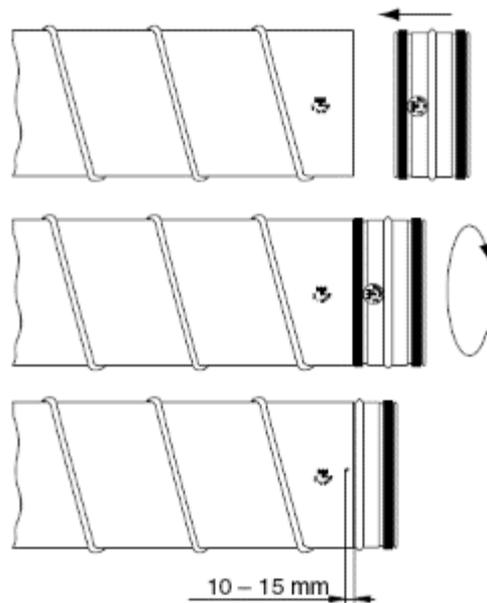


Pourquoi ?

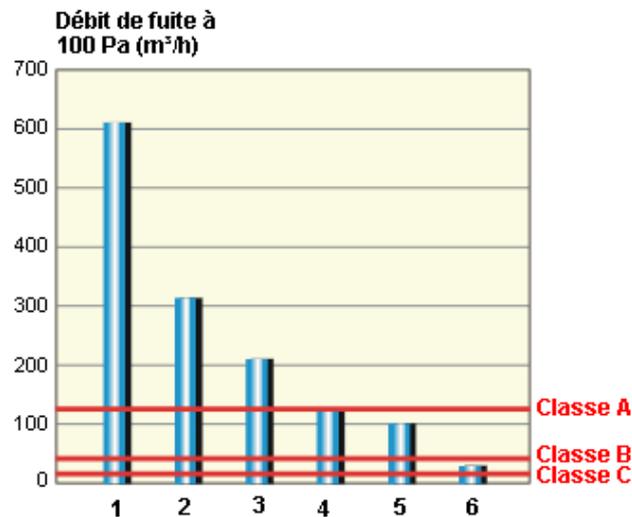
- ▶ Débit inutile = perte d'énergie

⇒ La puissance varie selon le cube du débit: **débit +20% → consommation +73%**)

- ▶ Diffusion involontaire



Préconiser l'utilisation de matériel de classe C



Étanchéité des conduits de ventilation dans le bâtiment PROBE du CSTC :

1. Situation initiale (conduits rectangulaires)
- 2 à 5. Étanchéifications successives par bandes adhésives
6. Remplacement des conduits rectangulaires par des conduits circulaires à double joints au raccords

Source / Bron : CSTC



INTRODUCTION

MINIMISER LE DÉBIT TOTAL

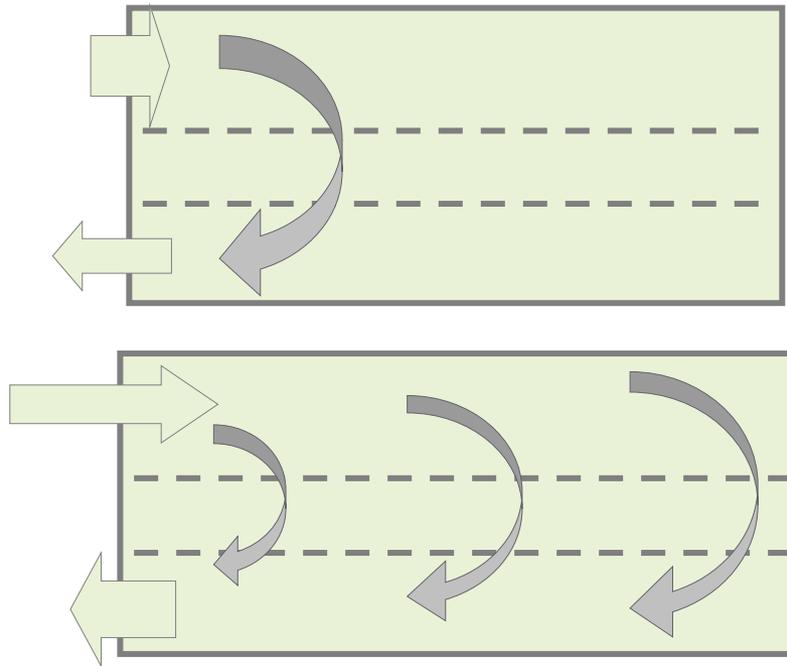
- ▶ Diminuer le besoin de climatisation
- ▶ Assurer l'étanchéité à l'air du réseau de ventilation
- ▶ **Réduire le risque de court-circuit**
- ▶ Equilibrer le réseau
- ▶ Réguler les débits en fonction des besoins

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU CONDITIONNEMENT D'AIR

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU TRANSPORT DE L'AIR



RÉDUIRE LE RISQUE DE COURT CIRCUIT



INTRODUCTION

MINIMISER LE DÉBIT TOTAL

- ▶ Diminuer le besoin de climatisation
- ▶ Assurer l'étanchéité à l'air du réseau de ventilation
- ▶ Réduire le risque de court-circuit
- ▶ **Equilibrer le réseau**
- ▶ Réguler les débits en fonction des besoins

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU CONDITIONNEMENT D'AIR

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU TRANSPORT DE L'AIR



ÉQUILIBRER LE RÉSEAU

- ▶ Equilibrer le réseau consiste à régler finement la perte de charge sur chaque bras du réseau de manière à répartir les débits tel que prévu sur papier
 - ⇒ **Chaque local est alimenté selon ses besoins, inutile d'adapter le débit total pour remédier à un manque dans un local**



INTRODUCTION

MINIMISER LE DÉBIT TOTAL

- ▶ Diminuer le besoin de climatisation
- ▶ Assurer l'étanchéité à l'air du réseau de ventilation
- ▶ Réduire le risque de court-circuit
- ▶ Equilibrer le réseau
- ▶ **Réguler les débits en fonction des besoins**

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU CONDITIONNEMENT D'AIR

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU TRANSPORT DE L'AIR



RÉGULER LES DÉBITS EN FONCTION DES BESOINS

- ▶ Les normes permettent de déterminer les débits de dimensionnement et l'installation doit pouvoir fournir ces débits
 - ⇒ **Ces débits ne doivent cependant pas être pulsés à tout moment afin de limiter la consommation globale. Une régulation est nécessaire !**



RÉGULER LES DÉBITS EN FONCTION DES BESOINS

Mode de régulation	Dispositif	Cas adaptés
Présence supposée	Horloge	Locaux à occupation très prévisible et répétitive (bureaux, réfectoire...)
Présence réelle (ON/OFF)	Sonde de présence (IR)	Locaux à occupation imprévisible et /ou variable (salles de réunions, salles polyvalentes, classes, séjour,...)
Présence réelle (Nbre de personnes)	Sonde CO ₂ ou comptage	Locaux à occupation imprévisible et /ou variable (salles de réunions, salles polyvalentes, classes, séjour,...)
Pollution de l'air	Sonde CO ₂ ou COV	Locaux dont l'activité implique l'émission variable de polluants : laboratoire, atelier, industrie...
Taux d'humidité	Sonde d'humidité	Locaux à production variable d'humidité : salle de bain, cuisine...
Température intérieure	Sonde de température	En complément à un autre dispositif pour permettre une ventilation intensive



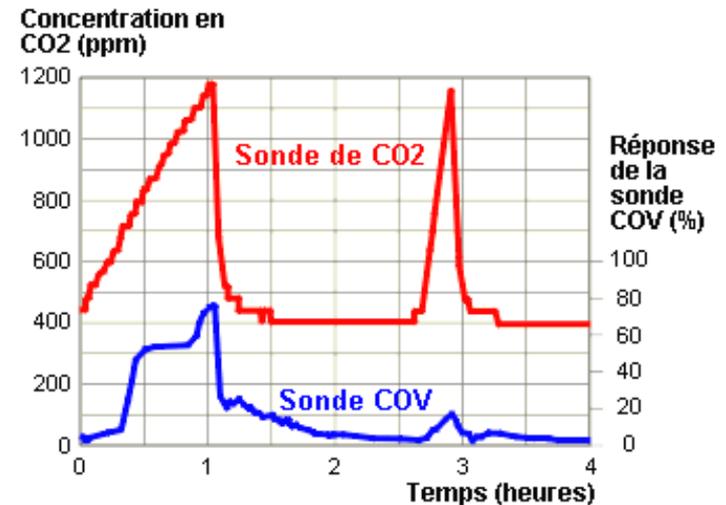
RÉGULER LES DÉBITS EN FONCTION DES BESOINS

	+	-
Horloge	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Régulation très simple ✓ Cout réduit ✓ Matériel robuste 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mauvaise adéquation avec les besoins
Sonde CO₂	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Permet d'adapter le débit au besoin réel 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cout élevé ✓ Matériel fragile
Sonde COV	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Permet d'adapter le débit au besoin réel ✓ Faible cout 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Réglage en % > difficile à interpréter physiquement
Sonde de présence (IR)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fonctionnement ON/OFF/ralenti ✓ Fonctionnement selon horaire réel d'occupation ✓ Faible cout ✓ Matériel robuste 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ne tient pas compte du nombre de personnes présentes



Comparaison entre sonde CO₂ et sonde COV

Heure 1 : 1 personne fume 2 cigarettes
Heure 2 : local vide
Heure 3 : 6 personnes ne fument pas
Heure 4 : local vide



- ⇒ Il est important de bien choisir son dispositif !
- ⇒ Pour bien réguler, il faut bien compartimenter. Parfois un groupe indépendant peut s'avérer nécessaire.



Moyens de régulation - Système C

- ▶ Grilles d'alimentation auto-réglables en fonction des conditions atmosphériques (pression du vent)
- ▶ Réglage du ventilateur
 - par l'utilisateur (manuel ou motorisé)
 - de manière automatisée



Moyens de régulation - Système D

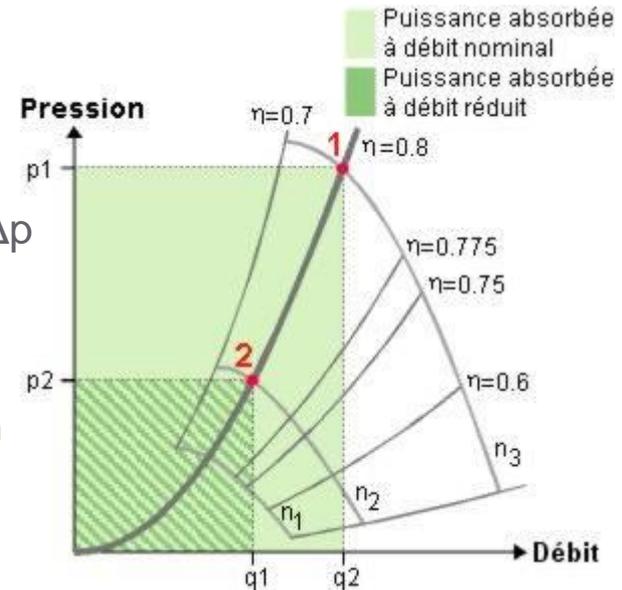
- ▶ Réglage des bouches (régulation par étranglement)
- ▶ Registre de laminage placé dans le conduit

⇒ **Augmentation de la perte de charge ... Mauvaise option !**

- ▶ Réglage du ventilateur
 - Déplacement du point de fonctionnement sur la courbe réseau
 - Puissance théorique (surface) : $P \sim q \times \Delta p$

⇒ **Si $q / 2 > \Delta p / 4 > P / 8$**

⇒ **Réduction de la consommation électrique !**



Source / Bron : Energie Plus

Les systèmes de régulation basés sur la température de l'air et qui permettent de réduire le débit de conception minimal ne sont pas autorisés (AnXX-§7.4.)





Envisager une stratégie de régulation pour les locaux suivants (hygiène)

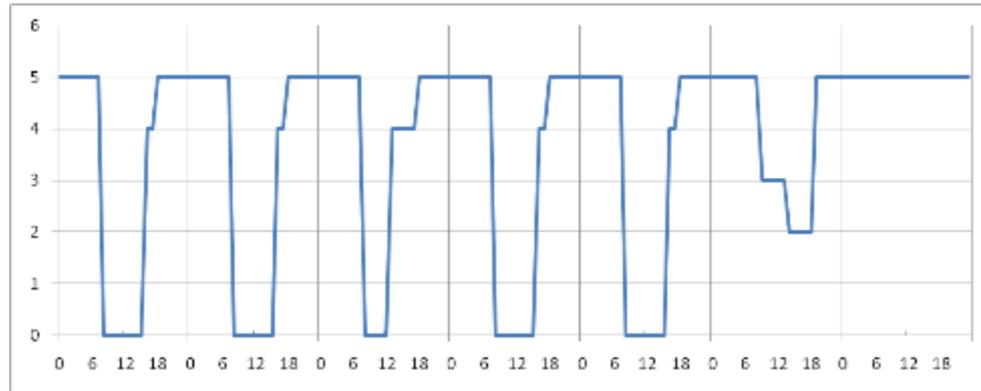
Classe (école primaire)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Horloge
Classe (école secondaire et cours du soir)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sonde CO ₂
Salle de bain	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sonde de présence (IR)
Bureau paysagé	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sonde de T°
Bureau individuel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sonde d'humidité
Cafétéria	<input type="radio"/>		
Cuisine (collective)	<input type="radio"/>		
Sanitaire (école)	<input type="radio"/>		
Chambre (internat)	<input type="radio"/>		





Estimer la consommation annuelle pour les configurations suivantes

- ▶ Débit de dimensionnement : 350 m³/h
- ▶ Maison de 5 personnes, occupation présumée



- ▶ Consommation du groupe

Débit [%]	Wh/m ³	W
30	0.17	17
40	0.19	27
50	0.24	44
60	0.31	70
70	0.40	105
80	0.48	145
90	0.60	196
100	0.69	243





Estimer la consommation annuelle pour les configurations suivantes

Durée [heures]	Débit [%]	Consommation [kWh/an]
Scénario 1		
24	100 %	
Scénario 2		
24	50 %	
Scénario 3		
16	50 %	
8	30 %	





Estimer la consommation annuelle pour les configurations suivantes

Durée [heures]	Débit [%]	Consommation [kWh/an]
Scénario 1		
24	100 %	$24 \times 243 \times 365 / 1000 = \underline{2130}$
Scénario 2		
24	50 %	$24 \times 44 \times 365 / 1000 = \underline{385}$
Scénario 3		
16	50 %	$16 \times 44 \times 365 / 1000 = 250$
8	30 %	$8 \times 17 \times 365 / 1000 = 49,6$
		} <u>300</u>



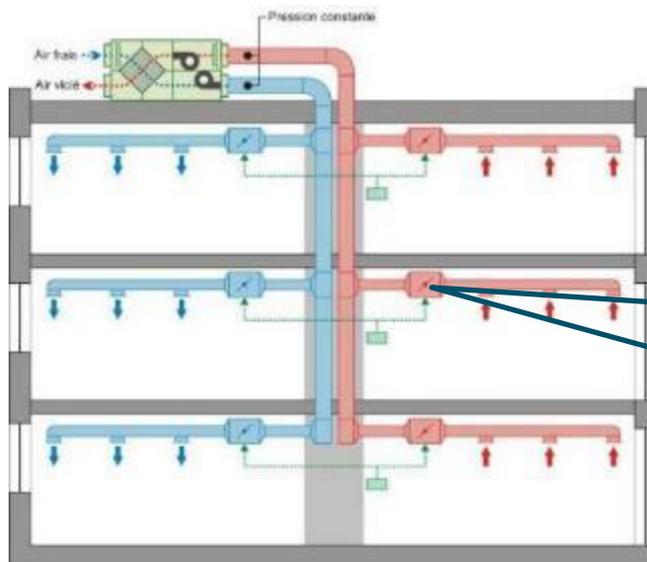
RÉGULER LES DÉBITS EN FONCTION DES BESOINS

Système D individuel

- ▶ Le ventilateur fonctionne à pression variable

Système D collectif

- ▶ Le ventilateur doit toujours travailler à pression constante pour pouvoir assurer les débits dans chaque appartement
- ▶ Pour limiter les consommations, on peut prévoir des éléments de régulation pour réduire la vitesse du ventilateur



Si un clapet se ferme, le ventilateur diminue sa vitesse pour conserver la pression constante dans le réseau et ainsi maintenir le débit d'air constant dans les autres appartements.





Focus « réglementation chauffage et climatisation PEB »

7. Partitionnement de la distribution d'eau de chauffage et d'air

- ▶ Sont concernés par l'exigence

Les systèmes de chauffage placés dès le 01/01/2019

Les réseaux ou parties de réseaux de distribution et d'émission des systèmes de chauffage, lorsque ces parties de réseaux desservent

- au moins une unité PEB
- au moins un étage dont plus de 80 % de la surface d'utilisation est occupée par des bureaux
- ou des locaux dont la surface d'utilisation est supérieure ou égale à 500 m²





Focus « réglementation chauffage et climatisation PEB »

8. Variation du débit d'air neuf selon l'occupation réelle

- ▶ Est concerné par l'exigence

Systeme de ventilation nouvellement placé, équipé d'un émetteur de chaleur connecté au système de chauffage et qui dessert un local à occupation humaine variable avec un débit nominal d'air neuf $\geq 2\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$

- ▶ Exigence

Est équipé d'un dispositif qui fait varier automatiquement le débit d'air neuf en fonction d'un paramètre représentatif du nombre de personnes présentes dans ce local (nombre, CO₂)

Si PU avant 01/01/2019, valeur limite: $\geq 5\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$

Non valable: étranglement ou by-pass



INTRODUCTION

MINIMISER LE DÉBIT TOTAL

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU CONDITIONNEMENT D'AIR

- ▶ **Récupérer la chaleur sur l'air extrait**
- ▶ Isoler les conduites
- ▶ Préchauffer/pré-refroidir l'air grâce à la géothermie

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU TRANSPORT DE L'AIR



32 RÉCUPÉRER LA CHALEUR SUR L'AIR EXTRAIT

Pertes dues à la ventilation hygiénique

$$P [W] = 0,34 \cdot q_v \left[\frac{m^3}{h} \right] \cdot (T_{int} - T_{puls}) [K]$$

- Un échangeur de chaleur permet de récupérer une partie de l'énergie comprise dans l'air extrait pour la transférer à l'air neuf issu de l'extérieur



- Son efficacité est exprimée comme suit (NBN EN 308)

$$\eta_t = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}} \quad \Rightarrow \quad \text{Pour la température}$$

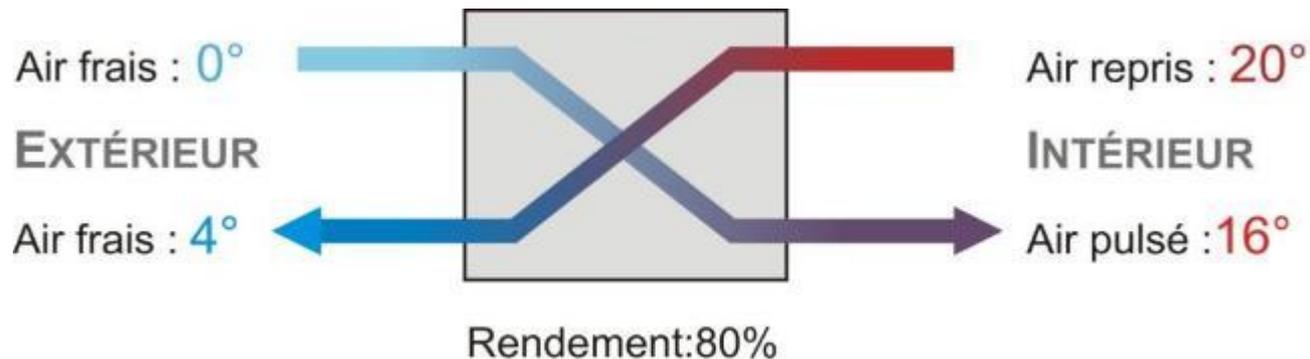
$$\eta_x = \frac{x_{22} - x_{21}}{x_{11} - x_{21}} \quad \Rightarrow \quad \text{Pour l'humidité}$$



33 RÉCUPÉRER LA CHALEUR SUR L'AIR EXTRAIT

Pertes dues à la ventilation hygiénique

- ▶ Exemple : logement avec 300 m³/h quand il fait 0°C à l'extérieur
 - Sans récupération : pertes de **2040 W**
 - Avec récupération : pertes de **408 W**
- ⇒ **Pertes divisées par 5 !**



Catégories d'échangeurs

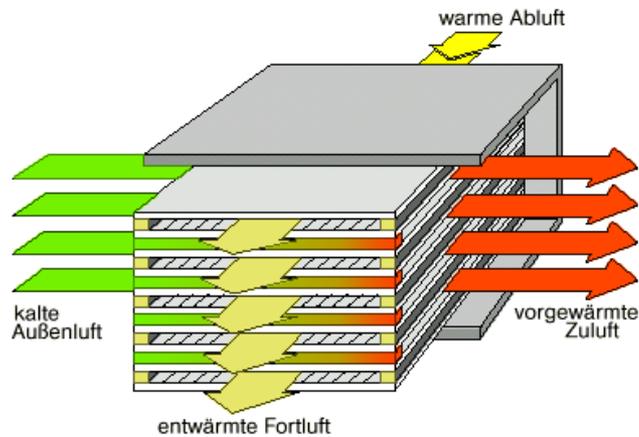
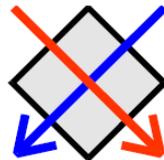
- ▶ Récupérateurs (Catégorie I)
- ▶ Avec fluide intermédiaires (avec ou sans changement de phase) (Catégorie IIa et IIb)
- ▶ Régénérateurs ((non)hygroscopique) (Catégorie IIIa et IIIb)



35 RÉCUPÉRER LA CHALEUR SUR L'AIR EXTRAIT

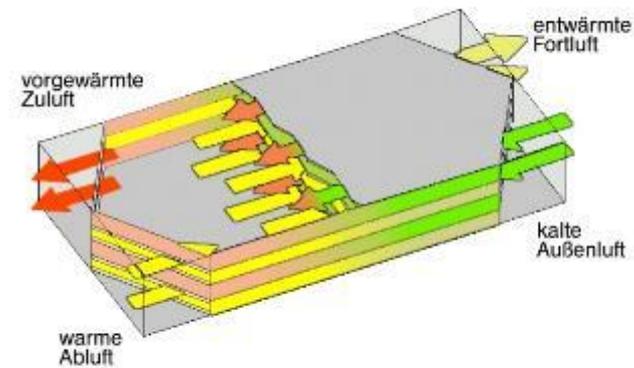
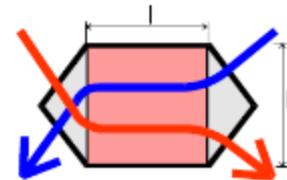
Echangeurs de chaleur récupérateurs

Échangeur à plaques à flux croisés



$$\eta = 50 - 70 \%$$

Échangeur à plaques à contre-courant



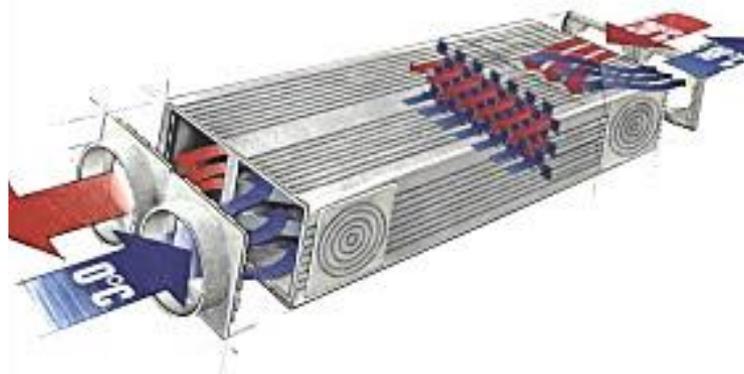
$$\eta = 80 - 90 \%$$



36 RÉCUPÉRER LA CHALEUR SUR L'AIR EXTRAIT

Echangeurs de chaleur récupérateurs

Échangeur récupérateur à contre-courant à canaux



$$\eta = 80 - 90 \%$$



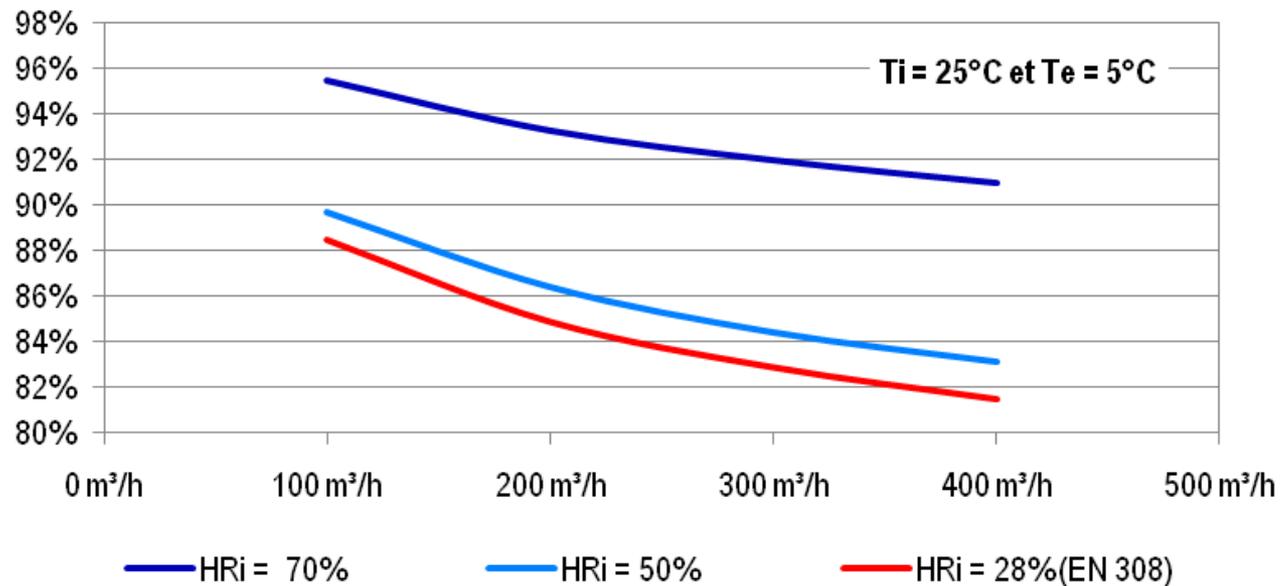
Echangeurs de chaleur récupérateurs

- ▶ Le rendement d'un échangeur à plaques dépend de
 - La vitesse de l'air
 - ⇒ **Le rendement augmente avec le temps d'échange**
 - 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**
 - La différence de température intérieure et extérieure
 - Les pertes du ventilateur qui réchauffent l'air pulsé
 - L'encrassement du récupérateur
 - ⇒ **Le rendement diminue lorsque le récupérateur est encrassé (les poussières forment une couche isolante)**



Echangeurs de chaleur récupérateurs

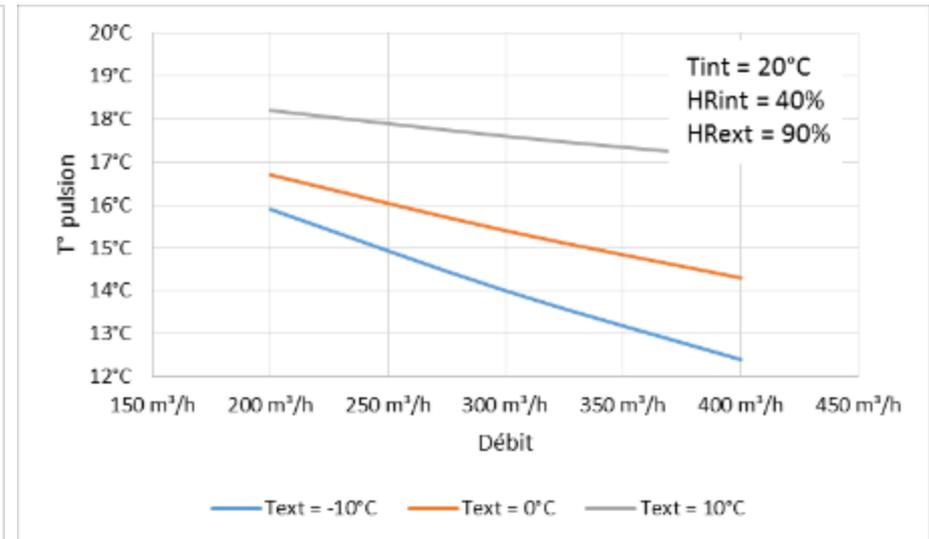
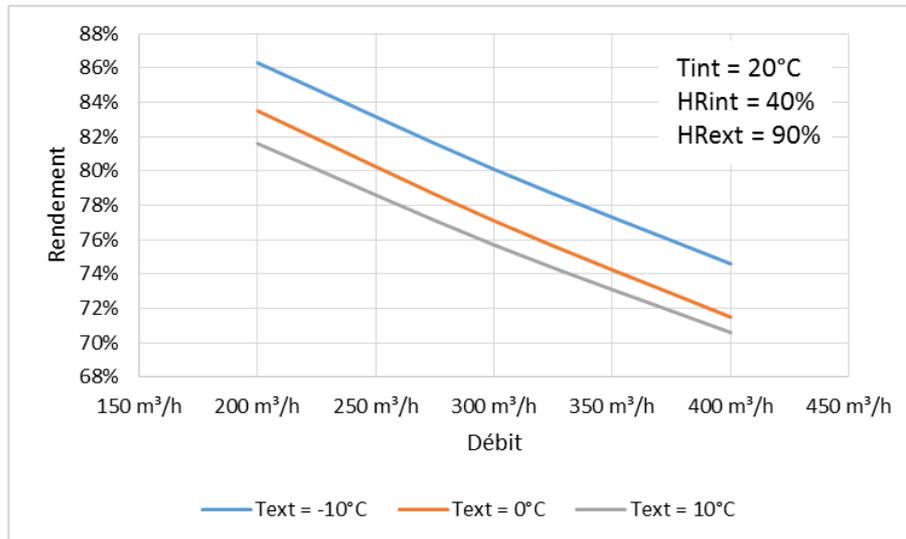
- Influence du débit et de l'humidité de l'air intérieur sur le rendement de l'échangeur à plaques



39 RÉCUPÉRER LA CHALEUR SUR L'AIR EXTRAIT

Echangeurs de chaleur récupérateurs

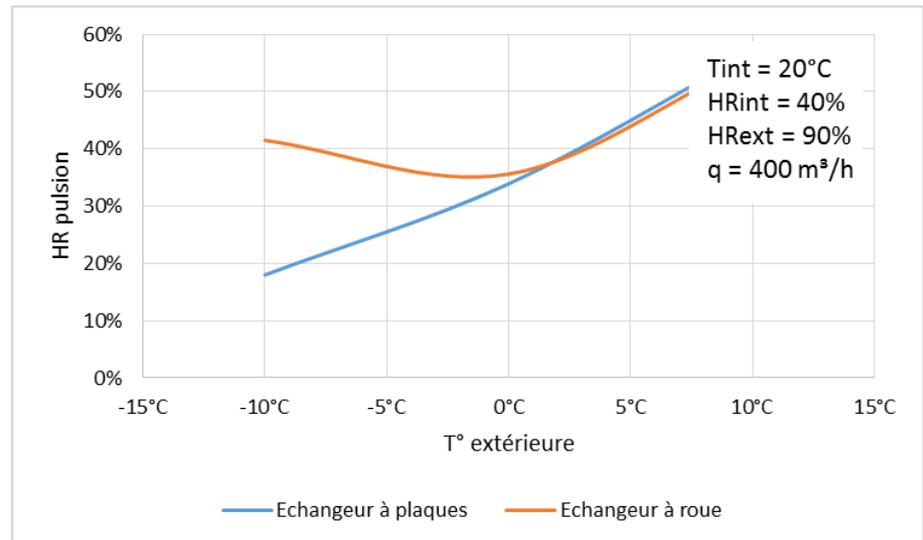
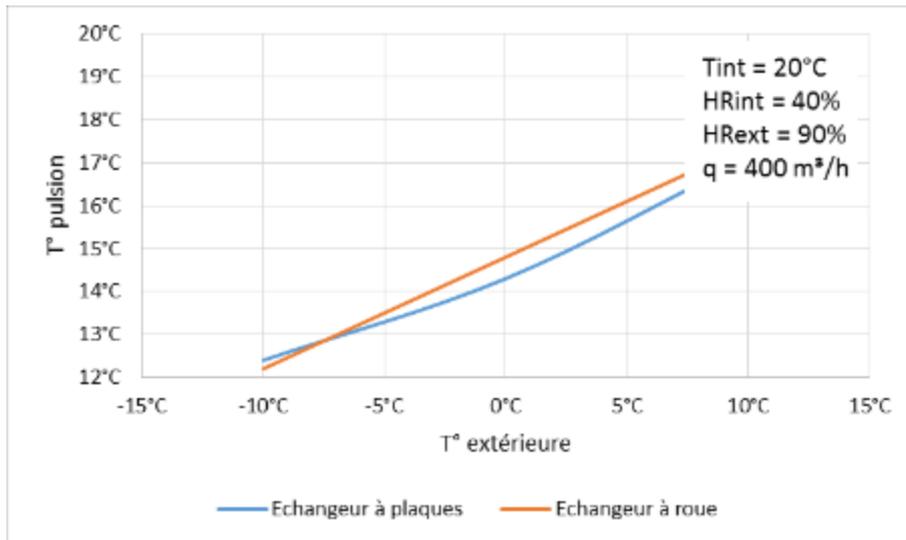
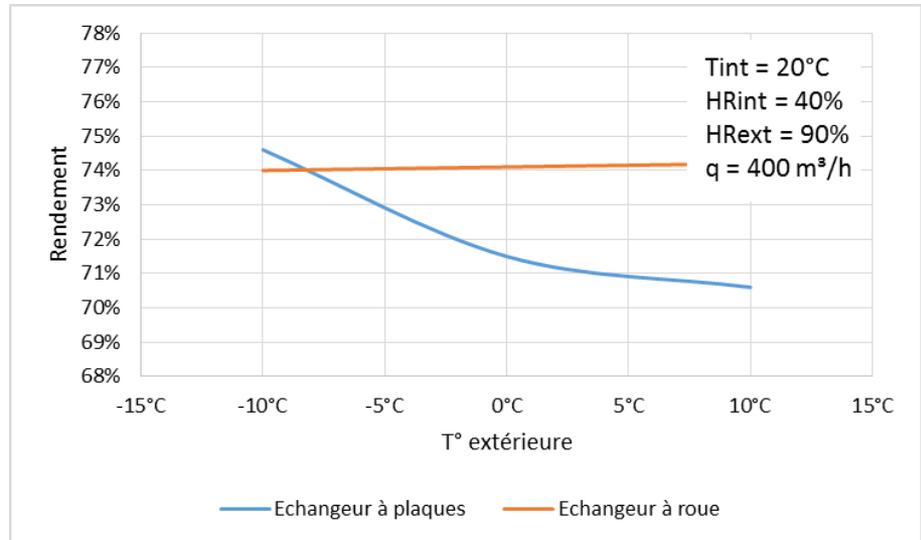
- Influence du débit et de la température extérieure de l'air sur le rendement de l'échangeur à plaques et sur la température de l'air neuf pulsé



40 RÉCUPÉRER LA CHALEUR SUR L'AIR EXTRAIT

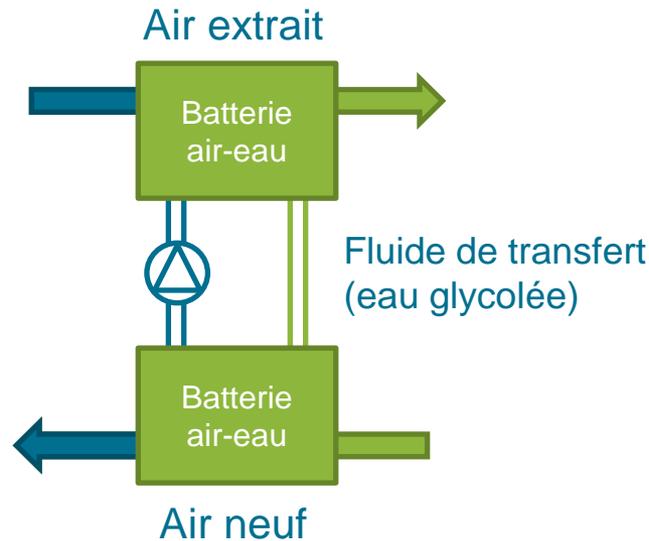
Echangeurs de chaleur récupérateurs

- Influence du type de récupérateur sur le rendement et sur la température et l'humidité relative de l'air neuf pulsé



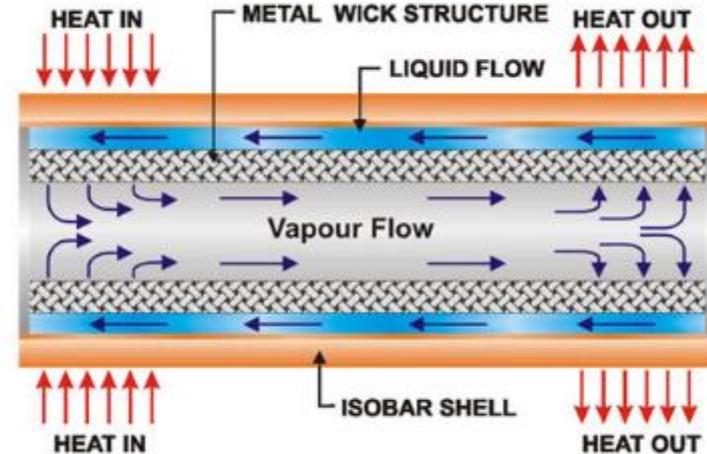
Echangeurs de chaleur avec fluides intermédiaires

Sans changement de phase*



$$\eta = 50 - 65 \%$$

Avec changement de phase (Caloduc)



Source / Bron : Isobar

$$\eta = 55 - 65 \%$$

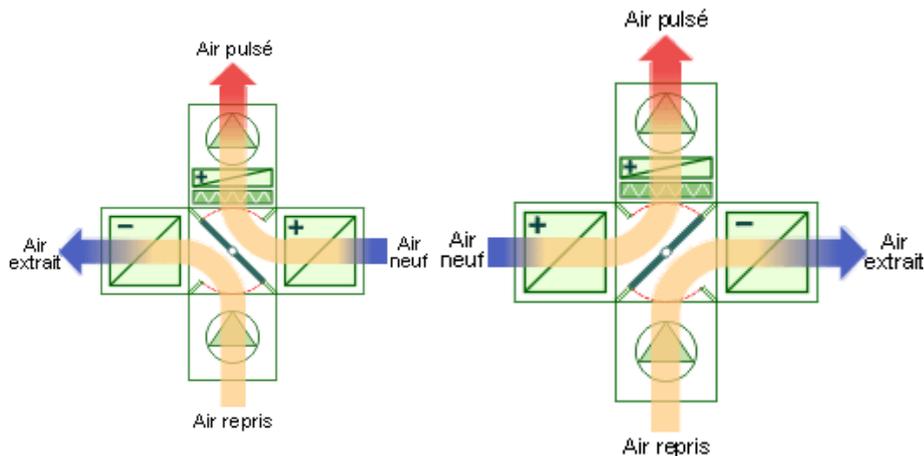
* Une pompe à chaleur peut être insérée entre les deux batteries, il y a alors changement de phase



42 RÉCUPÉRER LA CHALEUR SUR L'AIR EXTRAIT

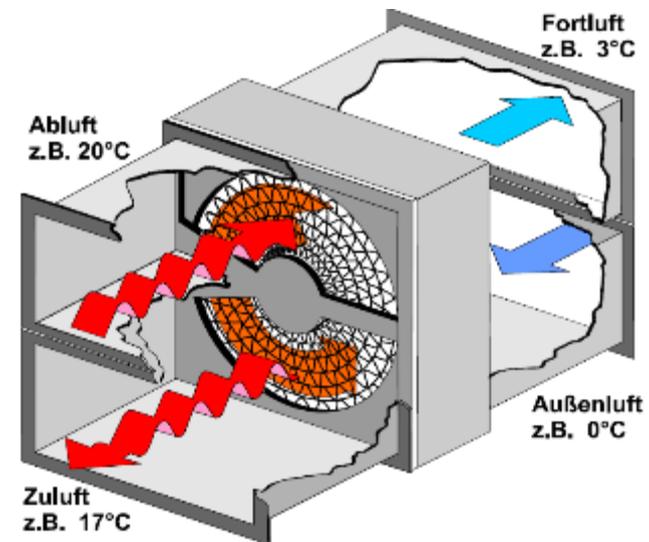
Echangeurs de chaleur régénérateurs

Échangeur régénérateur statique
(non)hygroscopique



$\eta = 75 - 92 \%$

Échangeur régénérateur à rotation
(non)hygroscopique



$\eta = 70 - 80 \%$



Critères pour le choix d'un échangeur

- ▶ Performances à atteindre
- ▶ Pertes de charges à vaincre
- ▶ Possibilité d'éviter l'échange de chaleur pour profiter d'un air extérieur plus frais > via (selon type échangeur)
 - bypass motorisé
 - arrêt de la roue d'échange
 - arrêt du circulateur entre les deux échangeurs
- ▶ Place disponible pour le groupe et de la disposition des gaines de pulsion et d'extraction
- ▶ Contenu énergétique de l'air extrait
- ▶ Risque de contamination entre l'air neuf et l'air extrait acceptable ou non
- ▶ ...



44 RÉCUPÉRER LA CHALEUR SUR L'AIR EXTRAIT

	+	-
Récupérateurs	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rendement élevé ✓ Simple et fiable, grande durée de vie (pas de mouvement, sauf bypass) ✓ Peu d'entretien ✓ Risque de contamination de l'air neuf très faible 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nécessite proximité pulsion/extraction ✓ Risque de givre ✓ Pertes de charge importantes (surtout pour les très hauts rendements/grands débits) ✓ Encombrant ✓ Récupération d'humidité limitée
Avec fluide intermédiaires (sans changement de phase)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aucun risque de contamination ✓ Flexibilité pour la disposition des gaines ✓ Régulation de la température très simple (vanne 3 voies) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Perte de charge importante côté eau glycolée ✓ Consommation d'énergie pour la pompe ✓ Rendement peu élevé ✓ Risque de givre ✓ Cout important pour petites installations
Avec fluide intermédiaires (avec changement de phase)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aucun risque de contamination ✓ Très bon rendement si air extrait énergétiquement élevé 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nécessite proximité pulsion/extraction ✓ Risque de contamination de l'air neuf ✓ Contrôle délicat de l'efficacité
Régénérateurs ((non)hygroscopique)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Possibilité de récupérer l'humidité ✓ Rendement très élevé ✓ Perte de charges relativement faibles ✓ Faible encombrement ✓ Contrôle de l'efficacité aisé 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nécessite proximité pulsion/extraction ✓ Risque de contamination de l'air neuf ✓ Consommation pour entrainement de la roue (réduit) ✓ Pièces en mouvement



RÉCUPÉRER LA CHALEUR SUR L'AIR EXTRAIT

Système C munis d'une PAC air-eau sur l'air vicié



- ▶ Pour préparer l'eau chaude sanitaire en accumulation ou comme base de chauffage
- ▶ Points d'attention
 - Débit minimum requis
 - Puissance très faible
 - Pas de production, uniquement de la récupération...
 - ⇒ **Si pas de calories émises dans l'ambiance / si pas d'air à extraire > pas d'énergie à récupérer !!**
 - ⇒ **A combiner avec un système de production, sinon c'est la résistance électrique qui prend le relais**





Focus « réglementation chauffage et climatisation PEB »

9. Récupération de chaleur sur les unités de ventilation double flux

- ▶ Est concerné par l'exigence

Tout système (groupes et gaines) de ventilation double flux, nouvellement placé, équipé d'un émetteur de chaleur connecté au système de chauffage tel qu'une batterie de chauffe, dont le débit nominal d'air neuf du groupe de pulsion est supérieur ou égal à 5000 m³/h et dont la durée annuelle de fonctionnement est supérieure ou égale à 2000 h/an (sauf s'il s'agit d'une ou plusieurs hottes de cuisine)

- ▶ Exigence

Est équipé d'un récupérateur de chaleur sur l'air extrait pour préchauffer l'air neuf

Le récupérateur de chaleur est équipé d'un dispositif automatique qui permet de supprimer totalement le préchauffage de l'air lorsque les besoins de chaleur sont nuls

(Egalement imposé aux produits mis sur le marché via la directive européenne Ecodesign)



INTRODUCTION

MINIMISER LE DÉBIT TOTAL

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU CONDITIONNEMENT D'AIR

- ▶ Récupérer la chaleur sur l'air extrait
- ▶ **Isoler les conduites**
- ▶ Préchauffer/pré-refroidir l'air grâce à la géothermie

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU TRANSPORT DE L'AIR



Les conduites de ventilation doivent être isolées

- ▶ Hors du volume chauffé (1) : afin d'éviter les pertes à l'environnement
- ▶ Dans le volume chauffé
 - Air neuf : afin de pouvoir cibler le conditionnement d'air (ne pas chauffer/refroidir là où ça n'est pas nécessaire)
 - Air vicié : car l'air vicié n'est pas à la température requise (2)

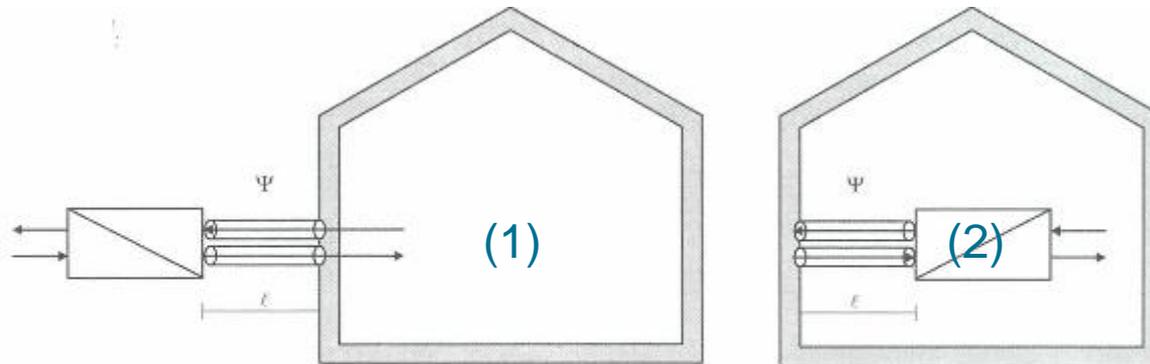


Illustration 17: Appareil de ventilation placé à l'extérieur ou à l'intérieur de l'enveloppe thermique.

Source / Bron : Manuel PHPP





Focus « réglementation chauffage et climatisation PEB »

5. Calorifugeage des conduits et accessoires du système de chauffage

- ▶ Sont concernés par l'exigence

Calorifugeage minimal pour les conduits et accessoires existants

Calorifugeage des conduits et accessoires placés après le 1/01/2019

Les conduits d'air compris dans un système de chauffage/climatisation soumis à la réglementation, c'est-à-dire véhiculant de l'air chauffé/refroidi, ou pouvant être chauffé/refroidi

Et dont la section de passage est supérieure à 0,025 m²

- ▶ L'exigence varie en fonction
 - De l'environnement (extérieur / intérieur VP)
 - Du type d'air (neuf / fourni / recyclé / mélangé)
 - De la température de l'air



INTRODUCTION

MINIMISER LE DÉBIT TOTAL

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU CONDITIONNEMENT D'AIR

- ▶ Récupérer la chaleur sur l'air extrait
- ▶ Isoler les conduites
- ▶ **Préchauffer/pré-refroidir l'air grâce à la géothermie**

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU TRANSPORT DE L'AIR



La géothermie peut servir au préchauffage/prérefroidissement de l'air

- ▶ **Puits canadien/provencal** : l'air neuf passe dans un tuyau enterré dans le sol pour en capter une partie de l'énergie, avant d'entrer dans l'échangeur éventuel
- ▶ **Puits géothermique à eau glycolée** : de l'eau circule dans le sol pour y puiser une partie de son énergie avant que celle-ci soit transmise à l'air neuf de ventilation grâce à un échangeur air-eau



Le fonction est identique dans les deux cas

- ▶ **Préchauffer l'air en hiver** afin
 - De limiter les pertes par ventilation (fonction secondaire si présence d'un échangeur)
 - De limiter le risque de givre dans l'échangeur

- ▶ **Rafrachir l'air en été**



Risque de prolifération de bactéries et de moisissures dans le puits canadien et de contamination de l'air neuf. Risque inexistant si puits géothermique.



INTRODUCTION

MINIMISER LE DÉBIT TOTAL

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU CONDITIONNEMENT D'AIR

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU TRANSPORT DE L'AIR

- ▶ **limiter les pertes de charges**
- ▶ Opter pour des ventilateurs performants et réglables
- ▶ Penser à la ventilation naturelle ou hybride



LIMITER LES PERTES DE CHARGE

Pertes de charges
linéique :

$$\Delta P = \frac{l}{d} \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}$$

Pertes de charges
singulières :

$$\Delta P = k \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}$$

Débit :

$$Q = v \cdot S$$

Puissance
absorbée :

$$P \sim Q^3$$

Q= débit (m³/s)

DP = Perte de charge (Pa)

P = puissance (W)

S = Section (m²)

v = Vitesse (m/s)

l = Longueur (m)

ρ = masse spécifique (kg/m³)

d = diamètre (m)

λ = coefficient de friction

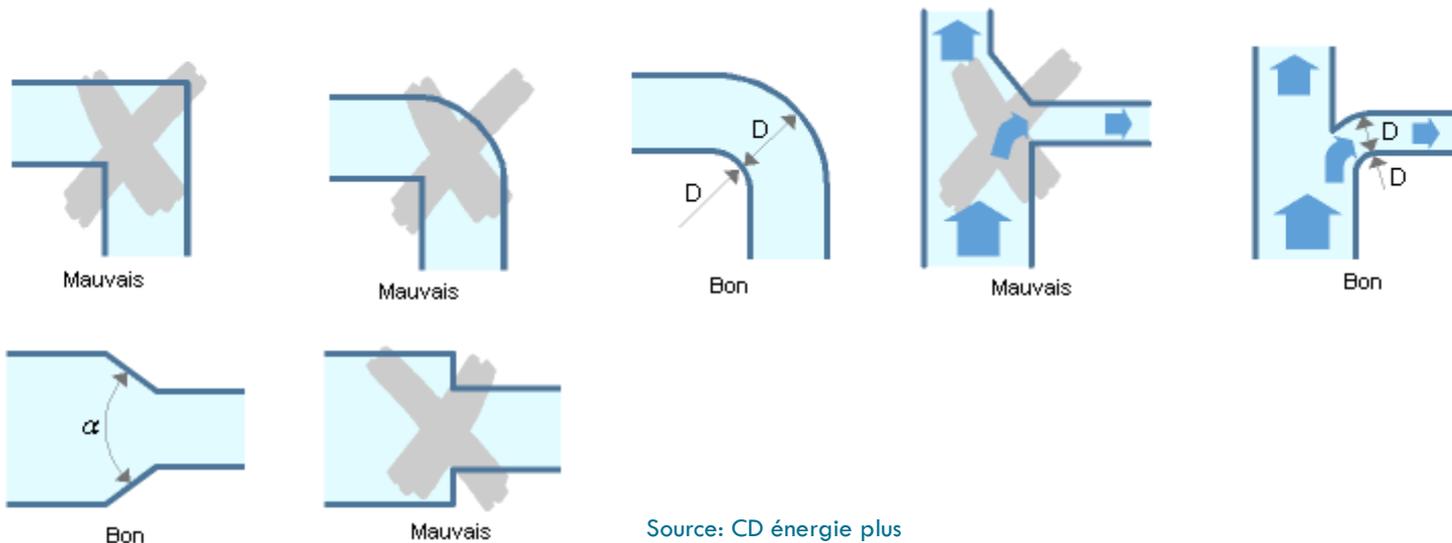
k : coefficient de perte de charge
singulière

Doubler la vitesse de l'air implique une augmentation des **pertes de charge d'un facteur 4** et de la **puissance absorbée par le ventilateur d'un facteur 8 !!**



Quelques conseils

- ▶ Concevoir le réseau le plus simple et le plus court possible
- ▶ Dimensionner correctement les conduits
- ▶ Choisir des conduits lisses et ronds de préférence
- ▶ Eviter les courbes courtes et réductions brusques
- ▶ Limiter les raccords flexibles
- ▶ Choisir des équipements à faible perte de charge (échangeur, clapet, registre, batteries, filtres...)



Source: CD énergie plus



Dimensionnement des conduits

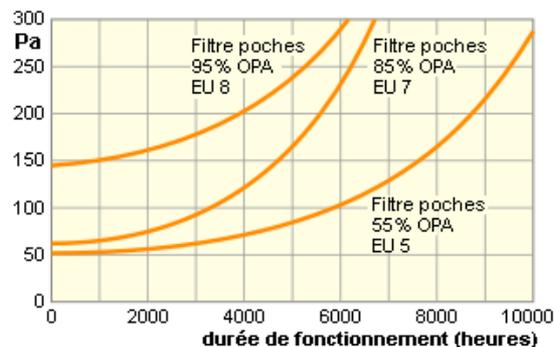
- ▶ Limite supérieure > encombrement, poids, prix...
- ▶ Limite inférieure > bruits, vitesse, pertes de charges



LIMITER LES PERTES DE CHARGE

Entretien l'installation est également important pour éviter l'augmentation des pertes de charges

- ▶ Nettoyer les bouches et conduits
- ▶ Nettoyer et remplacer les filtres
 - ⇒ **L'emplacement du groupe doit permettre le remplacement aisé des filtres**
 - ⇒ **La date de remplacement des filtres doit être notée ainsi que les PDC (CSC 105)**
- ▶ Préférer les embranchements en Y aux embranchements en T
- ▶ Faciliter l'accès au réseau au moyen de regards de visites aux coudes



Source / Bron : Energie Plus



INTRODUCTION

MINIMISER LE DÉBIT TOTAL

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU CONDITIONNEMENT D'AIR

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU TRANSPORT DE L'AIR

- ▶ Limiter les pertes de charges
- ▶ **Opter pour des ventilateurs performants et réglables**
- ▶ Penser à la ventilation naturelle ou hybride



OPTER POUR DES VENTILATEURS PERFORMANTS ET RÉGLABLES

SFP = Specific Fan Power [W/(m³/s)]

$$\text{SFP} = \frac{P_S + P_E}{QV_{\max}}$$

P_S = Puissance électrique absorbée en pulsion [W]

P_E = Puissance électrique absorbée en reprise [W]

QV_{\max} = le plus grand débit (pulsion ou extraction) [m³/s]

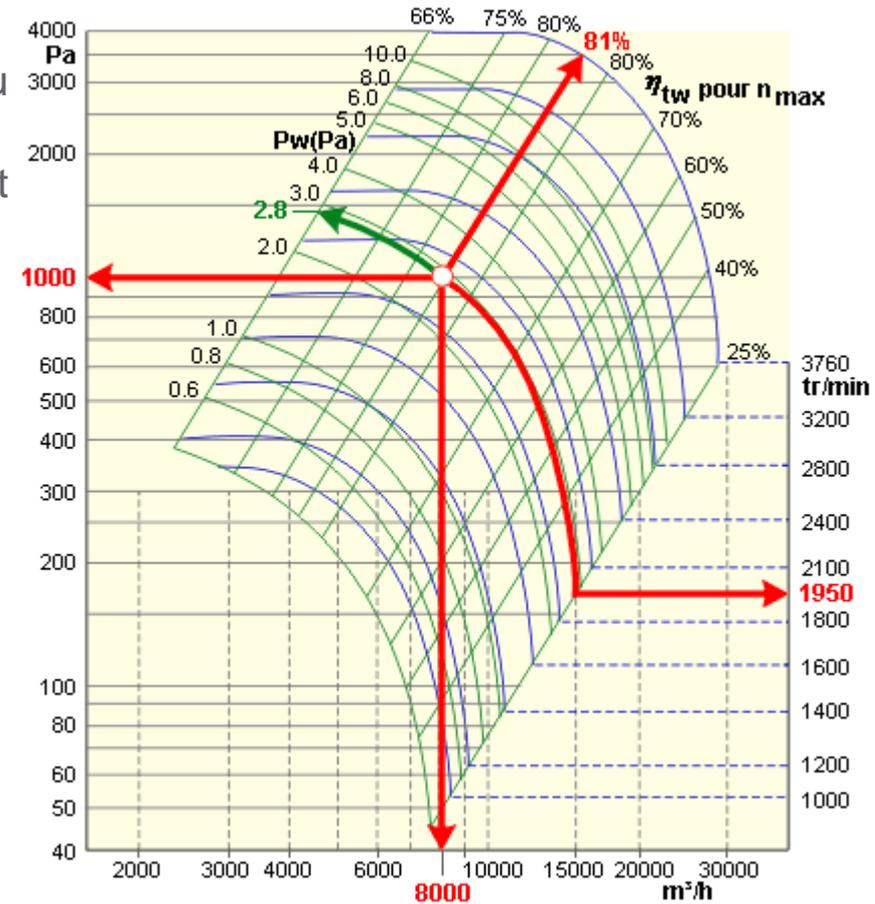
Le SFP se décline sous plusieurs formes (ErP et réglementation PEB) et dépend des pertes de charges de l'installation !

Pour comparer deux groupes, il faut tenir compte de l'entièreté des pertes de charges (accessoires en aval/amont inclus)



Quelques conseils

- ▶ Point de fonctionnement nominal au rendement maximum
- ▶ Possibilité de modification du débit sans perte de rendement



Source / Bron : Energie Plus



INTRODUCTION

MINIMISER LE DÉBIT TOTAL

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU CONDITIONNEMENT D'AIR

MINIMISER L'ÉNERGIE RELATIVE AU TRANSPORT DE L'AIR

- ▶ Limiter les pertes de charges
- ▶ Opter pour des ventilateurs performants et réglables
- ▶ **Penser à la ventilation naturelle ou hybride**



Ventilation naturelle

+	-
<ul style="list-style-type: none">• Consommation pratiquement nulle• Sensation de confort car implication des occupants	<ul style="list-style-type: none">• Impossible de garantir les débits• Difficultés pour climatiser et filtrer l'air neuf• Difficultés pour récupérer l'énergie de l'air extrait



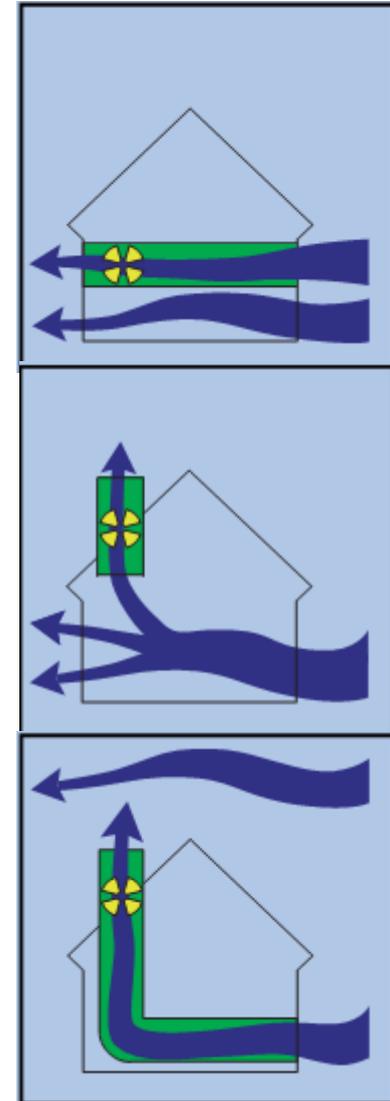
Ventilation hybride

- ▶ La **ventilation hybride** combine les avantages de la ventilation mécanique et de la ventilation naturelle en utilisant l'une ou l'autre fonctionnalité de celles-ci en fonction de l'heure ou de la saison.



Ventilation hybride – Principes

- ▶ Ventilation mécanique et naturelle
 - Les deux systèmes sont totalement autonomes et la régulation peut choisir de passer de l'un à l'autre d'une saison à l'autre ou d'une période occupée à une période non-occupée
- ▶ Ventilation naturelle assistée par ventilateur
 - Lorsque le débit assuré par la ventilation naturelle est insuffisant, un ventilateur (basse pression) permet de garantir le débit
- ▶ Ventilation naturelle assistée par tirage et le vent
 - Des dispositifs sont mis en œuvre pour maximiser le tirage et garantir un débit suffisant.



Source / Bron: NatVent





- ▶ La ventilation est nécessaire pour garantir la qualité d'air, mais elle constitue une perte énergétique qu'il est indispensable de maîtriser





Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- ▶ Thème ENERGIE

Dossier | Concevoir un système de ventilation énergétiquement efficace

- ▶ Thème BIEN-ÊTRE, CONFORT ET SANTÉ

Dossier | Assurer le confort respiratoire



Sites internet

- ▶ Réglementation chauffage et climatisation PEB

http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=fr&la=F&table_na_me=loi&cn=2018062116

- ▶ Différents outils

<http://www.passiv.de>

SommLuft : ventilation naturelle par les fenêtres

PHLuft : puits canadiens, échangeurs

- ▶ La ventilation naturelle des habitations

www.cifful.ulg.ac.be/images/stories/guide_ventil%20nat_2003.pdf

- ▶ La ventilation mécanique des habitations

www.cifful.ulg.ac.be/images/stories/guide_ventil%20meca_2004.pdf

- ▶ Energie+

www.energieplus-lesite.be





Ouvrages

- ▶ La réception des systèmes de chauffage de type 2

http://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/GIDS_PEB_ReceptionType2_Prof_FR



Muriel BRANDT

Administratrice-déléguée et responsable projet

écorce sa

 + 32 4 226 91 60

 info@ecorce.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

