



# CONSTRUIRE avec l'ÉNERGIE ... naturellement !

Engagement  
Volontaire des  
Architectes &  
des  
Entreprises

## La ventilation des habitations

Janvier 2009

économisons  
l'énergie

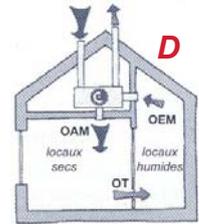
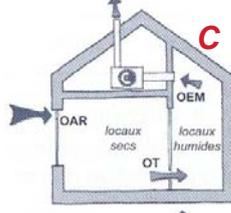
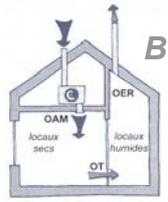
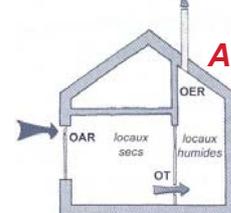
CSTC-CCW-FPMs-IFAPME-UCL-ULg-UWA



RÉGION WALLONNE

## Exemple pratique

- Calcul des débits nominaux:
  - Exemple pratique de **système D**
  - Exemple pratique de **système C**
  - Exemple pratique de **système A**


Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 2

## Norme de base

- NBN D 50-001 (1991)
  - Dispositifs de ventilation dans les bâtiments d'habitation
- Modifications apportées par l'Annexe 5 de l'arrêté wallon du 17 avril 2008 (MB 30.07.2008)



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 3

## Règles de base

Tableau 1 (modifié) – Débits nominaux de ventilation

Local de séjour	3,6 m <sup>3</sup> /h par m <sup>2</sup> de superficie de plancher avec un minimum de 75 m <sup>3</sup> /h. Il ne faut pas dépasser 150 m <sup>3</sup> /h.
Chambre à coucher Chambre hobby ou étude	3,6 m <sup>3</sup> /h par m <sup>2</sup> de superficie de plancher avec un minimum de 25 m <sup>3</sup> /h. <u>Le débit nominal peut être limité à 72 m<sup>3</sup>/h</u>
Cuisine Salle de bains Buanderie, local de séchage et espaces analogues	3,6 m <sup>3</sup> /h par m <sup>2</sup> de superficie de plancher avec un minimum de 50 m <sup>3</sup> /h. Il ne faut pas dépasser 75 m <sup>3</sup> /h.
WC	25 m <sup>3</sup> /h
Couloirs, escaliers, Hall de jour et de nuit et espaces de passage analogues	3,6 m <sup>3</sup> /h par m <sup>2</sup> de superficie de plancher
(1) Pour les cuisines, avec un passage ouvert vers d'autres espaces ou locaux, le débit minimal de ventilation est de 75 m <sup>3</sup> /h	



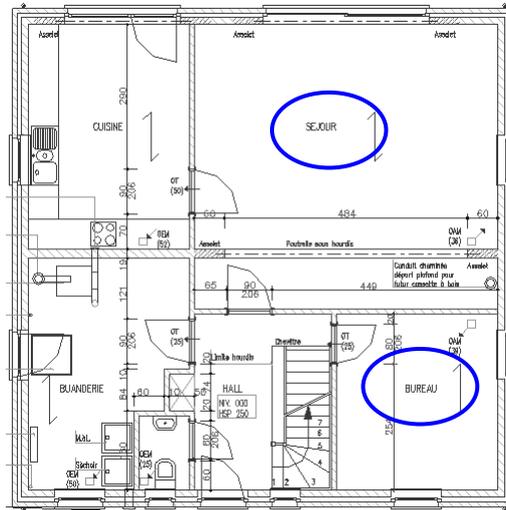
Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 4

## Débits de ventilation - Rez

Séjour  
 $34.4 \text{ m}^2 \times 3.6 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$   
 =  $124 \text{ m}^3/\text{h}$

Bureau  
 $11.3 \text{ m}^2 \times 3.6 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$   
 =  $41 \text{ m}^3/\text{h}$

**Alimentation  
 en air frais**



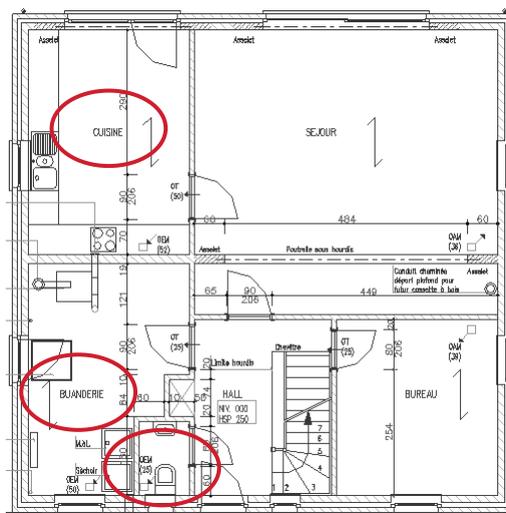
## Débits de ventilation - Rez

Cuisine  
 $14.4 \text{ m}^2 \times 3.6 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$   
 =  $52 \text{ m}^3/\text{h}$

WC  
 $25 \text{ m}^3/\text{h}$

Buanderie  
 $12.7 \text{ m}^2 \times 3.6 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$   
 =  $46$  (min =  $50 \text{ m}^3/\text{h}$ )

**Évacuation  
 de l'air pollué**

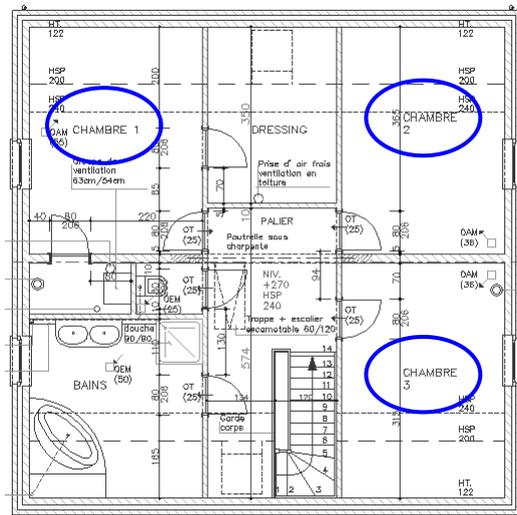


## Débits de ventilation - Etage

Chambre 1 (2 pers.)  
 $15.3 \text{ m}^2 \times 3.6 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$   
 = **56 m<sup>3</sup>/h**

Chambre 2 (1 pers.)  
 $14.4 \text{ m}^2 \times 3.6 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$   
 = **52 (limité à 36 m<sup>3</sup>/h)**

Chambre 3 (1 pers.)  
 $14.9 \text{ m}^2 \times 3.6 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$   
 = **54 (limité à 36 m<sup>3</sup>/h)**



## Débits de ventilation - Etage

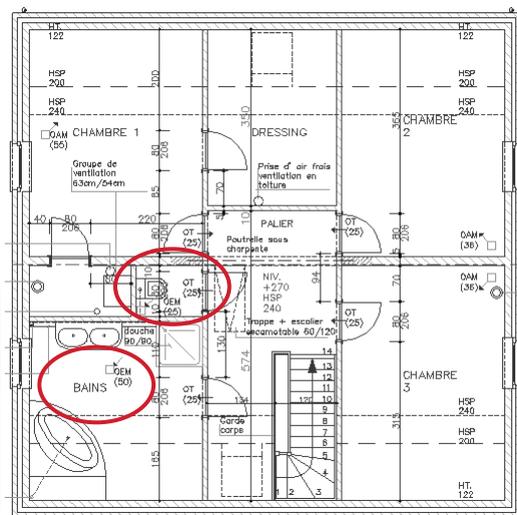
Salle de bains  
 $12.1 \text{ m}^2 \times 3.6 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$   
 = **43 (min = 50 m<sup>3</sup>/h)**

WC  
**25 m<sup>3</sup>/h**

→ **Total alimentation**  
**327 m<sup>3</sup>/h**

→ **Total évacuation**  
**202 m<sup>3</sup>/h**

### Évacuation de l'air pollué



## Débit de ventilation volontaire



### ■ Débit forfaitaire (PEB §7.8.4)

- fonction du volume du logement
- fonction d'un **facteur de multiplication m**
  - dépendant de la qualité d'exécution du système de ventilation
  - entre 1 et 1.5 (par défaut)

$$\dot{V}_{\text{dedic,sec } i} = [0.2 + 0.5 \exp(-V_{\text{EPW}} / 500)] m_{\text{sec } i} \cdot V_{\text{sec } i} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

avec:

$m_{\text{sec } i}$  : un multiplicateur qui est fonction du système de ventilation dans le secteur énergétique  $i$  et de la qualité d'exécution de ce dernier;  
 $V_{\text{PER}}$  : le volume total du 'volume PER', en  $\text{m}^3$ , voir 6;  
 $V_{\text{sec } i}$  : le volume du secteur énergétique  $i$ , en  $\text{m}^3$ .



## Facteur de multiplication m



Débit de ventilation volontaire :  $V_{\text{dedic,sec } 1}$  [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]

Prise en compte de la qualité de l'exécution du système de ventilation (multiplicateur "m") :

- Valeur par défaut : 1.5
- Valeur "objectif" ou calculée sur base de mesures "m" :

1

ventilation Niveau Ew Synthèse de

**Maison exemple:  $V_{\text{dedic}} = 296 \text{ m}^3/\text{h}$  si  $m = 1.5$**

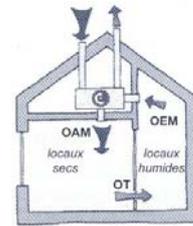
### ■ Calcul de m pas encore possible avec la feuille Excel

- Détails de calcul plus loin

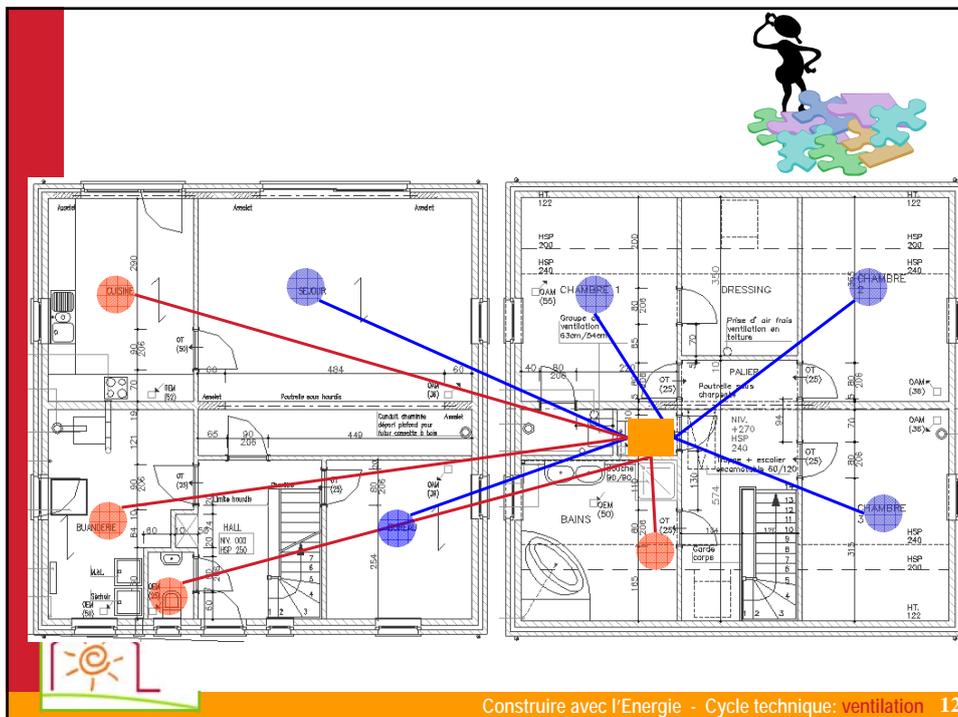


## Ventilation mécanique double flux

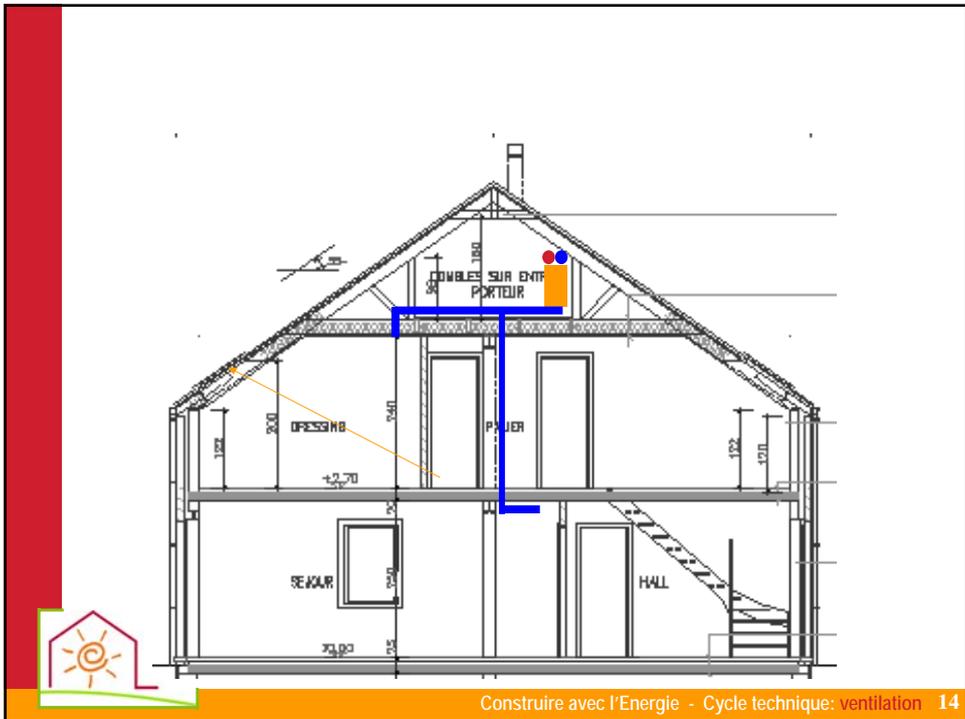
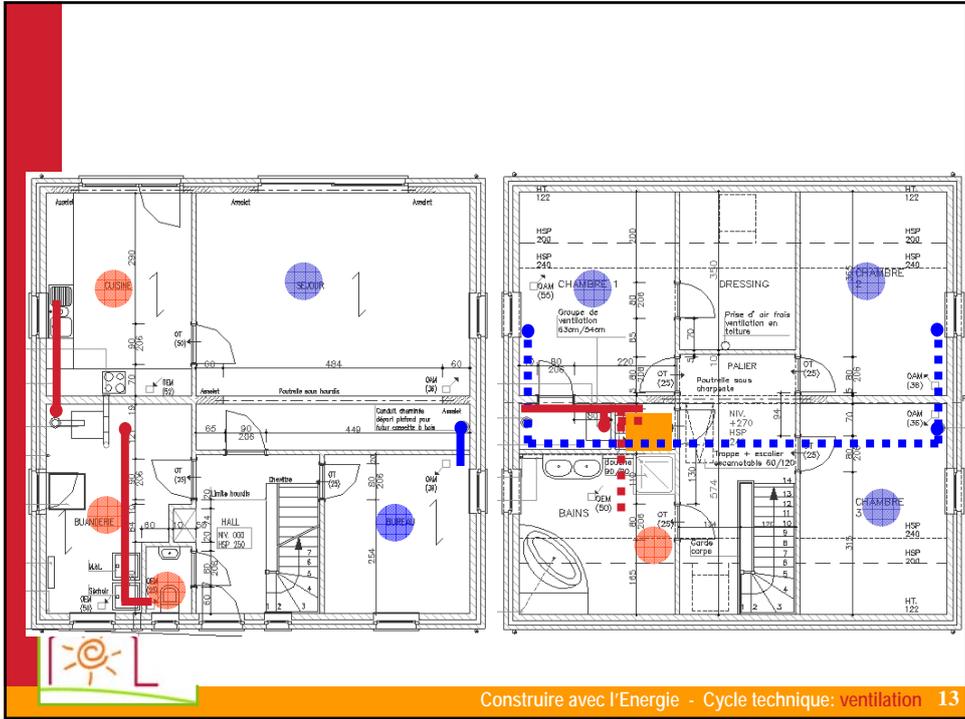
- Système de type D:
- **Pulsion d'air frais** dans les chambres, le bureau et le séjour
- **Extraction de l'air pollué** à partir de la cuisine, des WC, de la buanderie et de la salle de bains

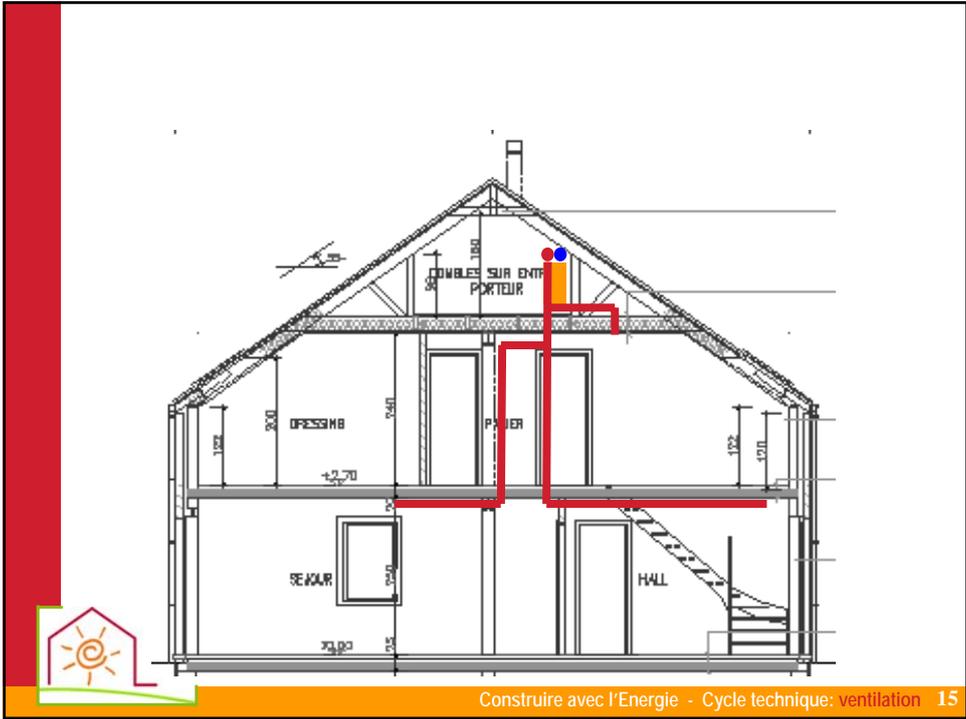


Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 11



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 12





### Illustrations



# Illustrations



*Il n'y a pas que les conduits de ventilation à faire passer ... !*



# Illustrations

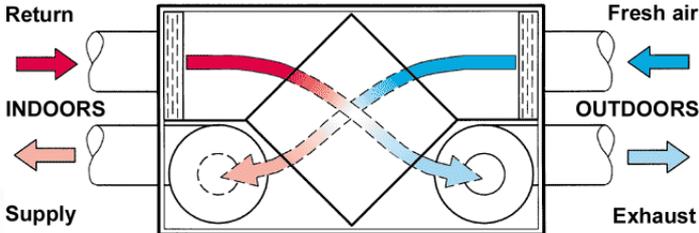
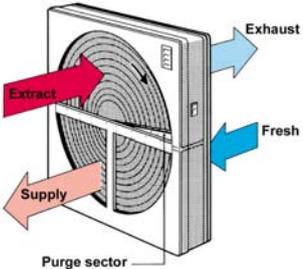
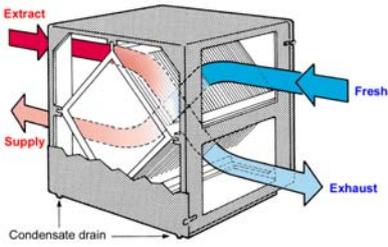


# Groupe de ventilation

- Ventilateurs de pulsion et d'extraction
- Echangeur de chaleur
- Filtres

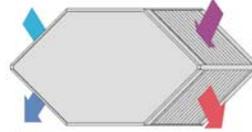


# Echangeurs de chaleur

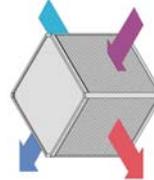


## Echangeurs de chaleur

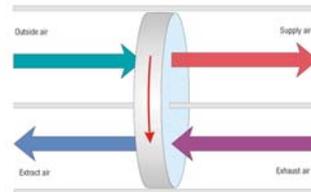
- Contre-flux 80-90 %



- Croisé 50-70%



- Rotatif 70-80%



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 21

## Facteur de réduction pour préchauffage

- Réduction du débit de ventilation

**r**

- pour le calcul des besoins de chauffage
- ou de refroidissement

- Tient compte de:

- Rendement de l'échangeur  $\eta$  (mesuré selon EN 308)
- (In)égalité des débits au travers de l'échangeur
- Adaptation automatique ou pas des débits à la consigne

– Si oui:  $\eta \times 0.95$

– Si non:  $\eta \times 0.85$



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 22

## Facteur de réduction pour préchauffage

r

*Inégalité des débits  
Si débit extract. > pulsion,  
une partie de l'air entrant ne  
passe pas par l'échangeur*

Débit de pulsion

Débit minimum dans l'échangeur

$$= \frac{\sum_p \{ \dot{V}_{in,p} - e_{heat,hr,p} \min(\dot{V}_{in,p}, \dot{V}_{out,p}) \} + \max\left\{0, \sum_p (\dot{V}_{out,p} - \dot{V}_{in,p})\right\}}{\max\left(\sum_p \dot{V}_{in,p}, \sum_p \dot{V}_{out,p}\right)}$$

Rendement échangeur corrigé

Débit maximum dans l'échangeur



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 23

## Echangeurs de chaleur

PEB

**Ventilation mécanique double flux : préchauffage de l'air de ventilation**

Quelle est la valeur du rendement thermique de l'appareil récupérateur (mesuré selon la EN 308) ?

%

Remarque : Pour bénéficier de la prime pour l'installation d'une ventilation mécanique double flux à récupération de chaleur, l'échangeur thermique doit avoir un rendement minimum de 85% suivant la norme NBN EN 308. Pour plus d'info consultez : <http://energie.wallonie.be/xml/doc.html?IDD=9492>

Y-a-t-il une mesure continue des débits entrant et sortant permettant une adaptation continue et automatique des débits par rapport aux valeurs de consigne ?

Y-a-t-il un bypass ?

débit d'air entrant dans l'échangeur [m³/h]

débit d'air sortant de l'échangeur [m³/h]

**Facteur de réduction pour préchauffage r**

**Résultats :**

facteur de réduction pour le préchauffage de l'air de ventilation :

pour le chauffage : rpreh,heat

pour le calcul du risque de surchauffe et du refroidissement : rpreh,cool



Préchauffage air ventilation / Nivea - Cycle technique: ventilation 24

## Echangeurs de chaleur



Y-a-t-il un système de récupération de chaleur (échangeur) ?

oui, valeur pour facteur de réduction pour le préchauffage "rpreh,heat" calculée

Valeur calculée pour rpreh,heat : 0.24  
 Valeur calculée pour rpreh,cool : 0.62

ventilation Niveau Ew Synthèse de

- Si pas d'échangeur:  $r = 1$



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 25

## Echangeurs de chaleur



### ■ Dossier PEB initial

- Valeur précise si déjà connue
- Sinon, valeur d'exemple acceptée
  - Contre-flux: 80%
  - Croisé: 50%
  - Rotatif: 70%

rendement thermique de l'appareil  
 selon  
 Cf. Lexique : Rendement thermique de l'échangeur  
 Valeurs par défaut pour le rendement de l'appareil  
 récupérateur de chaleur :  
 - échangeur à contre-flux : 80 %  
 - échangeur croisé : 50 %  
 - échangeur rotatif : 70 %

### ■ Dossier final

- Valeur précise si connue
- 0% (= pas d'échangeur) si valeur inconnue



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 26

## Echangeurs de chaleur PEB

- Pourquoi pas de valeur par défaut?

**Echangeur à contre-flux!**

**Peut-on lui accorder rendement de 80% par défaut?**

Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 27

## Echangeurs de chaleur PEB

**Exemple Leblanc**

- rendement = 90%
  - Chauffage: 34202 MJ

Niveau K	Niveau Ew	Indicateur de surchauffe	Emission de CO <sub>2</sub> [t/an]	Coût annuel [€/an]	Consommation kWh/m <sup>2</sup> an
38	47	1 : risque léger à modéré 2 : Pas de 2 <sup>e</sup> secteur	4.51	966	85

- rendement = 50%
  - Chauffage: 40490 MJ (soit 18 % de plus)

Niveau K	Niveau Ew	Indicateur de surchauffe	Emission de CO <sub>2</sub> [t/an]	Coût annuel [€/an]	Consommation kWh/m <sup>2</sup> an
38	51	1 : risque léger à modéré 2 : Pas de 2 <sup>e</sup> secteur	4.97	1 051	93

Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 28

## Echangeurs de chaleur



Exemple Leblanc

- rendement = 90%
  - Chauffage: 34202 MJ

Niveau K	Niveau Ew	Indicateur de surchauffe	Emission de CO <sub>2</sub> [t/an]	Coût annuel [€/an]	Consommation kWh/m <sup>2</sup> an
38	47	1 : risque léger à modéré 2 : Pas de 2 <sup>e</sup> secteur	4.51	966	85

- rendement = 00% (= pas d'échangeur)
  - Chauffage: 48459 MJ (soit 42 % de plus)

Niveau K	Niveau Ew	Indicateur de surchauffe	Emission de CO <sub>2</sub> (tonnes/an)	Coût annuel [€/an]	Consommation kWh/m <sup>2</sup> an
38	57	risque léger à modéré	5.55	1 159	104



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 29

## Entretien du groupe

- Il faut pouvoir accéder au groupe et l'entretenir:
  - Remplacement des filtres, nettoyage, ...



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 30

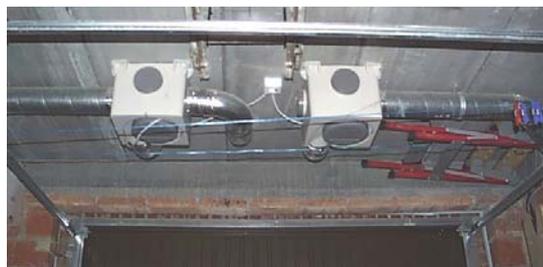
## Insectes, poussière, pollen



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 31

## Deux ventilateurs séparés

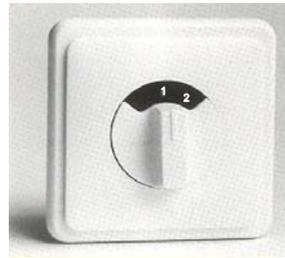
- S'il est difficile de faire se rejoindre l'extraction et la pulsion:
  - Pas d'échangeur de chaleur
  - **!!!** Prévoir un préchauffage de l'air frais en hiver



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 32

## Variation de débit

- Variateurs de vitesse manuels
- Régulation automatique



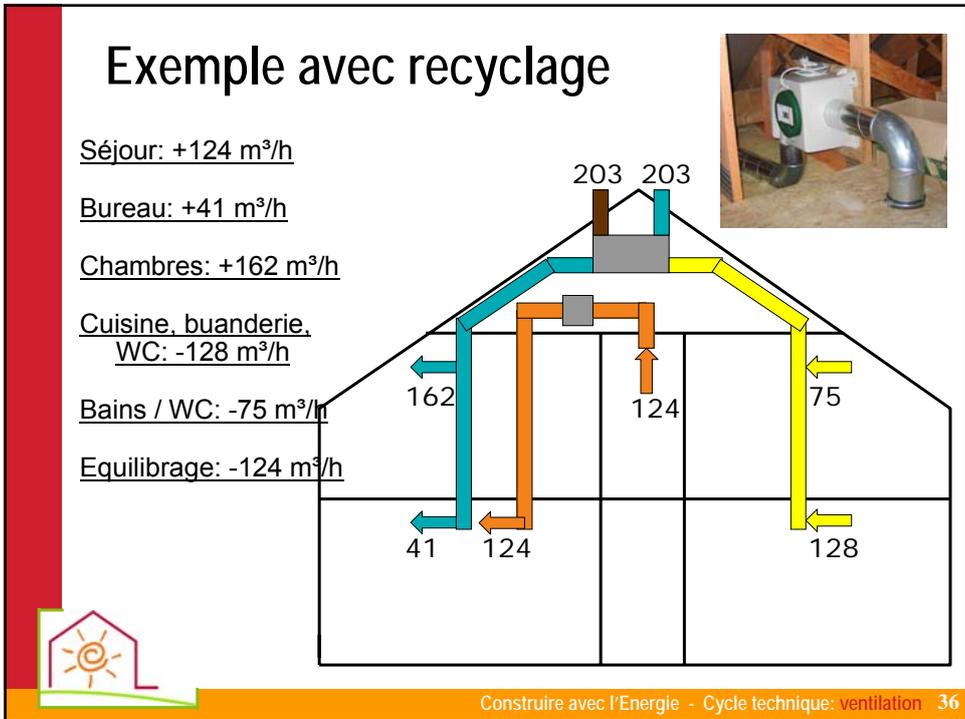
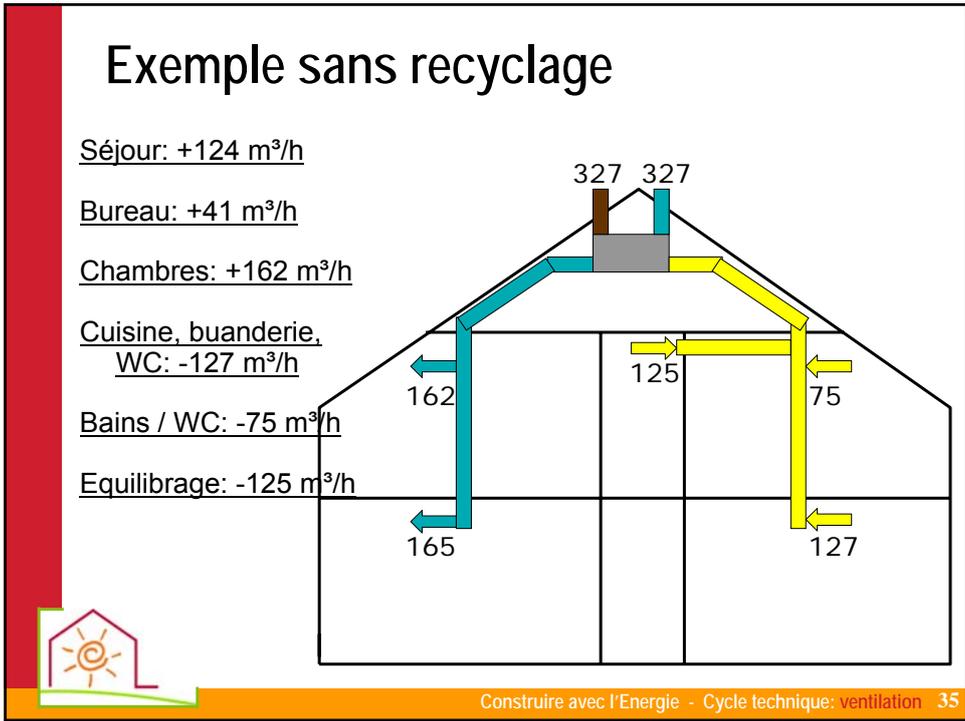
Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 33

## Les débits sont-ils trop élevés?

- La norme permet un recyclage d'air
  - En cas de système D
  - Concerne un débit  $\leq$  celui requis pour le local de séjour
  - Permet de réduire le débit d'air neuf
  - Permet d'installer un groupe de ventilation moins puissant
  - Nécessite un ventilateur complémentaire



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 34



## Les conduits

- On utilise idéalement des conduits circulaires rigides:  
(pour le résidentiel)
- Ils offrent moins de résistance au passage de l'air que les conduits souples  
Par exemple:
  - Conduit rigide  
 $\varnothing$  125 mm 175 m<sup>3</sup>/h → 1.8 Pa/m
  - Conduit flexible (entièrement étiré)  
 $\varnothing$  127 mm 175 m<sup>3</sup>/h → 4 Pa/m
- Pour le même débit, le ventilateur peut être moins puissant



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 37

## Conduits rigides



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 38

## Conduits flexibles



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 39

## Autres conduits disponibles



*Attention aux  
pertes de charge*

*Prévoir une  
épaisseur de  
chape suffisante*



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 40

## Autres conduits disponibles



*Attention aux pertes de charge*

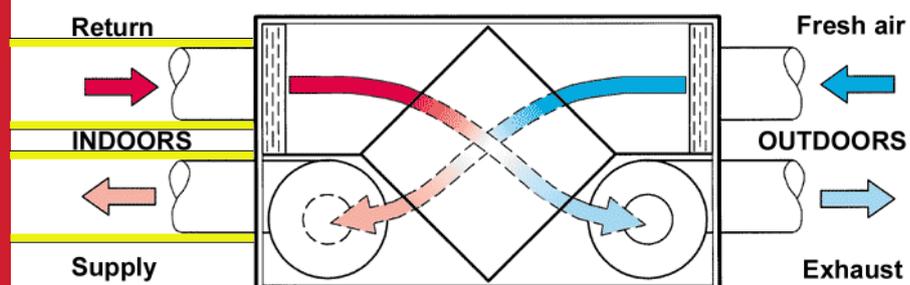
*Débit limité dans chaque tuyau*



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 41

## Isolation thermique des conduits

- Si on souhaite récupérer la chaleur de l'air repris et la transférer à l'air neuf, il faut **éviter de la perdre en chemin ... !**



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 42

## Isolation thermique des conduits

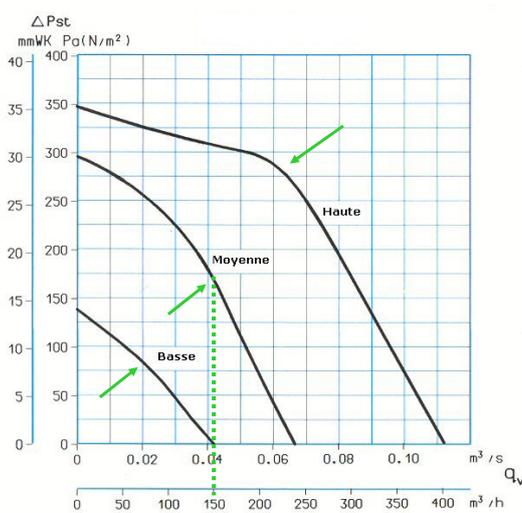


Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 43

## Débit fourni par un ventilateur

### ■ Vitesse:

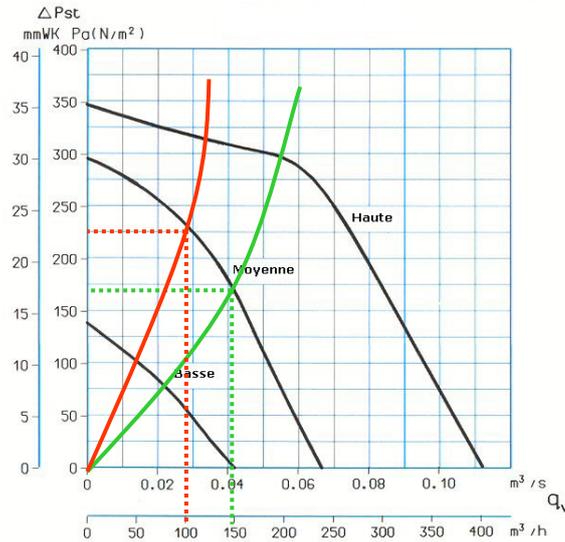
- H: 225 m<sup>3</sup>/h
- M: 150 m<sup>3</sup>/h
- B: 75 m<sup>3</sup>/h



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 44

## Débit fourni par un ventilateur

- Débit réel?
- Dépend
  - de la vitesse de rotation
  - du conduit auquel il est relié!



Construire avec l'Énergie - Cycle technique: ventilation 45

## Étanchéité à l'air

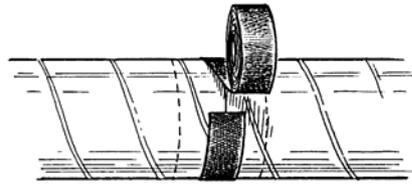
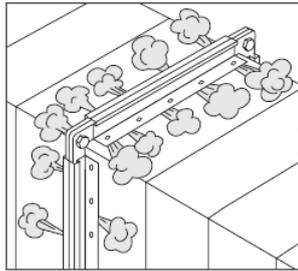
- Il est important de limiter les fuites d'air
  - Il pourrait ne plus avoir assez de débit pour les locaux à ventiler
  - Il faudrait surdimensionner le ventilateur pour compenser les fuites



Construire avec l'Énergie - Cycle technique: ventilation 46

## Etanchéité à l'air

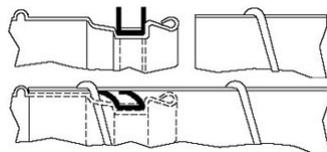
- Méthode habituelle: mastic, bande adhésive, joints à coller ...
  - Souvent pas très étanche



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 47

## Etanchéité à l'air

- Méthode plus efficace: accessoires équipés de joints montés en usine



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 48

## Bouches de ventilation

### ■ Bouches réglables

- À régler à la mise en route (pour obtenir effectivement le débit souhaité)



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 49

## !!! A éviter ...

### ■ Bouches non réglables

- Pas de réglage possible (pour obtenir effectivement le débit souhaité)

### ■ Bouches à jet direct

- L'air est pulsé directement sur les occupants



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 50

**!!! A éviter**

■ Les bouches doivent être accessibles

- Réglage
- Nettoyage




Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 51

**Sans réglage...** (exemple réel)

	Débit réalisé	Requis
● Salon SAM :	21 m <sup>3</sup> /h	150
● Coin TV :	5 m <sup>3</sup> /h	75
● Chambres:	7 m <sup>3</sup> /h	36
● Cuisine:	-20 m <sup>3</sup> /h	-75
● WC:	-9 m <sup>3</sup> /h	-25
● Buanderie:	-6 m <sup>3</sup> /h	-72
● SdB:	-7 m <sup>3</sup> /h	-50



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 52

**!!! A éviter ...**

- La prise d'air frais est trop proche de l'évacuation de l'air pollué
  - Les odeurs de toilette et de cuisine sont directement réexpédiées dans les chambres et le salon !




Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 53

**!!! A éviter ...**

- Prise d'air frais dans un espace non dégagé
- Rejet d'air pollué sur le « trottoir »





Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 54

## !!! Atténuateurs de son

### ■ Sans précautions particulières:

- Le bruit des ventilateurs peut se transmettre via les conduits
- Le son (conversations, musique ...) peut se transmettre d'un local à l'autre via les conduits



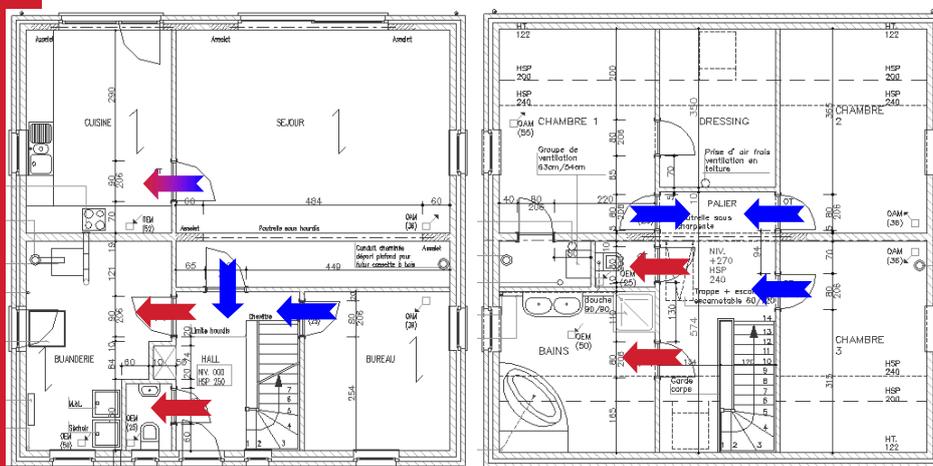
Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 55

## Atténuateurs de son



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 56

## Ouvertures de transfert



Construire avec l'Énergie - Cycle technique: ventilation 57

## Ouvertures de transfert

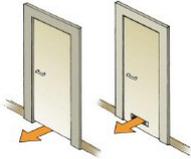
- Dans les murs ou les cloisons



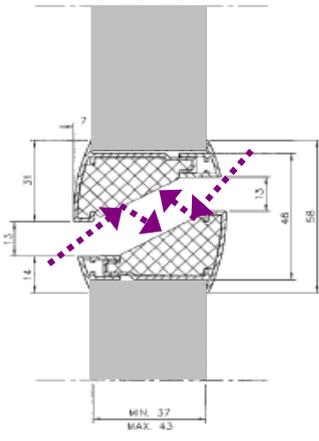
Construire avec l'Énergie - Cycle technique: ventilation 58

# Ouvertures de transfert

- Dans ou sous les portes



# Ouvertures de transfert



Atténuateur acoustique

## Facteur de multiplication



### ■ Dépend de:

- Réglage des bouches d'extraction et de pulsion
- Etanchéité à l'air des conduits

$$m_{\text{zonez}} = 1.0 + 0.5 \frac{r_{\text{allmech,zonez}}}{r_{\text{allmech,zonez,def}}}$$



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 61

## Facteur de multiplication



$$m_{\text{zonez}} = 1.0 + 0.5 \frac{r_{\text{allmech,zonez}}}{r_{\text{allmech,zonez,def}}} \rightarrow 0.38$$

$$r_{\text{allmech,zonez}} = \frac{\max(\dot{V}_{\text{calc,mch.supply,zonez}}; \dot{V}_{\text{calc,mch.extr,zonez}})}{\max(\dot{V}_{\text{req,mch.supply,zonez}}; \dot{V}_{\text{req,mch.extr,zonez}})}$$

$$\dot{V}_{\text{calc,mch.extr,zonez}} = r_{\text{adj,mch.extr,zonez}} \times \dot{V}_{\text{req,mch.extr,zonez}} + \sum_m \dot{V}_{\text{leak,extrduct,zonez,m}}$$

Débit d'extraction total exigé pour la zone de ventilation



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 62

## Facteur de multiplication



### Réglage des bouches ( $r_{adj,mech.extr,zonez}$ )

- Débits entre 100 et 120% du débit requis: 0
- Débits  $\geq$  100% mais au moins un dépassement de 120%: entre 0 et 0.20 par calcul
- Défaut / Pas de mesure: 0.20

$$\dot{V}_{calc,mech.extr,zonez} = r_{adj,mech.extr,zonez} \times \dot{V}_{req,mech.extr,zonez} + \sum_m \dot{V}_{leak,extrduct,zonez,m}$$



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 63

## Facteur de multiplication



### Etanchéité des conduits ( $V_{leak,extr.duct,zonez,m}$ )

- Débit de fuite mesuré selon NBN EN 14134
- Défaut / Pas de mesure:  $0.18 V_{req,mech.extr.zonez}$

$$\dot{V}_{calc,mech.extr,zonez} = r_{adj,mech.extr,zonez} \times \dot{V}_{req,mech.extr,zonez} + \sum_m \dot{V}_{leak,extrduct,zonez,m}$$



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 64

## Facteur de multiplication



**Exemple Leblanc  
échangeur 90%**

### ■ m = 1

- Chauffage: 34202 MJ

Niveau K	Niveau Ew	Indicateur de surchauffe	Emission de CO <sub>2</sub> [t/an]	Coût annuel [€/an]	Consommation kWh/m <sup>2</sup> an
38	47	1 : risque léger à modéré 2 : Pas de 2 <sup>e</sup> secteur	4.51	966	85

### ■ m = 1.5

- Chauffage: 36365 MJ (soit 6 % de plus)

Niveau K	Niveau Ew	Indicateur de surchauffe	Emission de CO <sub>2</sub> [tonnes/an]	Coût annuel [€/an]	Consommation kWh/m <sup>2</sup> an
38	48	risque léger à modéré	4.67	994	88



***m n'influence pas la consommation électrique  
calculée des ventilateurs***

Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 65

## Facteur de multiplication



**Exemple Leblanc  
échangeur 00%**

### ■ m = 1

- Chauffage: 48459 MJ

Niveau K	Niveau Ew	Indicateur de surchauffe	Emission de CO <sub>2</sub> [tonnes/an]	Coût annuel [€/an]	Consommation kWh/m <sup>2</sup> an
38	57	risque léger à modéré	5.55	1 159	104

### ■ m = 1.5

- Chauffage: 57947 MJ (soit 20 % de plus)

Niveau K	Niveau Ew	Indicateur de surchauffe	Emission de CO <sub>2</sub> [tonnes/an]	Coût annuel [€/an]	Consommation kWh/m <sup>2</sup> an
38	65	risque léger à modéré	6.24	1 287	117



***m n'influence pas la consommation électrique  
calculée des ventilateurs***

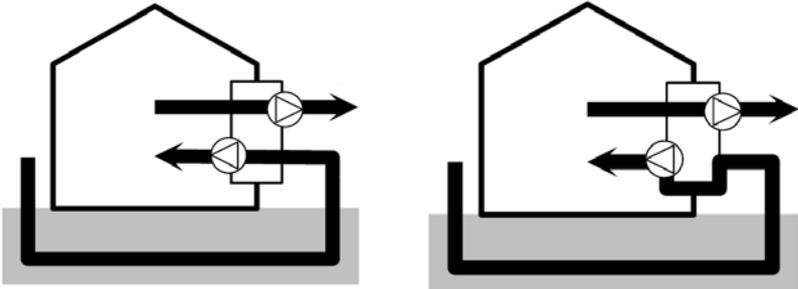
Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 66

# Puits canadien

- Echangeur de chaleur air / sol

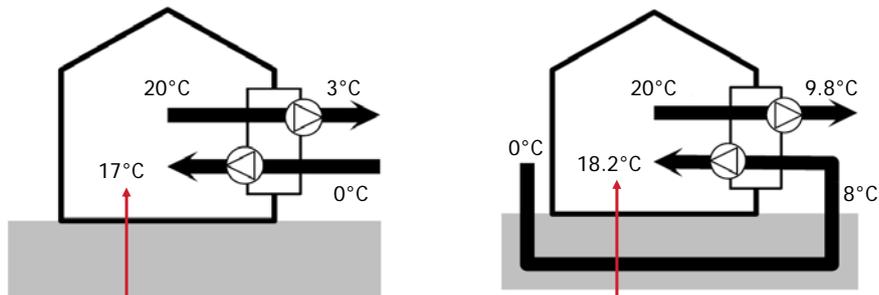
Préchauffage hivernal

Rafrachissement estival



## Préchauffage hivernal

- Echangeur de chaleur: 85% de rendement



On n'a pas 8°C en plus à la pulsion

Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 69

## En formules ...

- Gain par puits canadien uniquement

$$\Delta P_{pc} = c \dot{m}_0 (T_{pc} - T_{ext}) \quad c: \text{chaleur massique}$$

- Gain par échangeur uniquement

$$\Delta P_{rec} = c \dot{m}_0 \eta (T_{bat} - T_{ext}) \quad \eta: \text{Rendement échangeur}$$

- Gain par échangeur + puits canadien

$$\begin{aligned} \Delta P_{pc+rec} &= \Delta P_{pc} + \Delta P_{rec} \\ &= c \dot{m}_0 (T_{pc} - T_{ext}) + c \dot{m}_0 \eta (T_{bat} - T_{pc}) \end{aligned}$$

- Gain net du puits canadien

$$\begin{aligned} \Delta P_{pc,net} &= \Delta P_{pc+rec} - \Delta P_{rec} \\ &= (1 - \eta) c \dot{m}_0 (T_{pc} - T_{ext}) \\ &= (1 - \eta) \Delta P_{pc} \end{aligned}$$

Potentiel du puits  
valorisable à  $1 - \eta$   
seulement

Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 70

## Un exemple ...

### ■ Gain par puits canadien uniquement

- $0.34 \times 292 \times (9.7 - 3.2) = 646 \text{ W}$

### ■ Gain par échangeur uniquement

- $0.34 \times 292 \times 0.9 \times (20 - 3.2) = 1501 \text{ W}$

### ■ Gain par échangeur + puits canadien

- $0.34 \times 292 \times (9.7 - 3.2) + 0.34 \times 292 \times 0.9 \times (20 - 9.7) = 1566 \text{ W}$

### ■ Gain net du puits canadien

- $(1 - 0.9) \times 0.34 \times 292 \times (9.7 - 3.2) = 65 \text{ W}$



Janvier – 292 m<sup>3</sup>/h – échangeur 90%

Gain de 4%

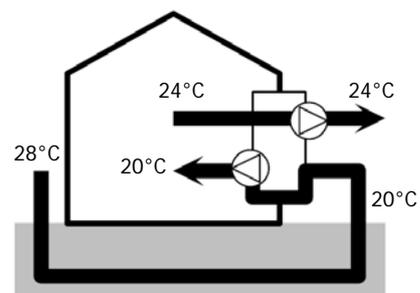
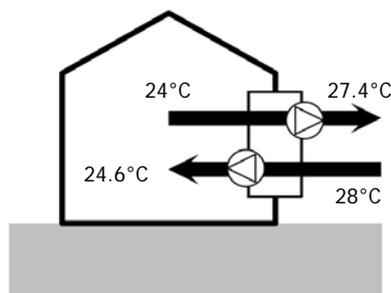
L: 30 m P: 1.5 m D: 0.16 m T<sub>ext</sub> 3.2°C – T<sub>pc</sub> 9.7°C – T<sub>bat</sub> 20°C

NBN EN 15241 (2007)

Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 71

## Rafrachissement estival

- Le puits canadien et le by pass de l'échangeur permettent de profiter d'un rafraichissement de l'air



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 72

## Rafrachissement estival

- Le rafraichissement est limité par le débit d'air
- Puissance =  $0.34 Q \Delta T$ 
  - Exemple:  
 Juillet -  $T_{\text{ext}} 30^{\circ}\text{C} - T_{\text{pc}} 14.5^{\circ}\text{C}$   
 $0.34 \times 292 \times (30 - 14.5) = 1539 \text{ W}$
- La puissance de rafraichissement est répartie sur tous les locaux secs
  - Séjour  $124 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow 654 \text{ W}$
  - Chambre  $55 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow 290 \text{ W}$



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 73

## Condensation interne

- En été la vapeur d'eau contenue dans l'air peut se condenser sur les parois froides du puits canadien
  - Extérieur:  $28^{\circ}\text{C}$  et 60% HR
  - Point de rosée:  $19.5^{\circ}\text{C}$
  - Si la température du sol est de  $15^{\circ}\text{C}$ , par exemple, de la condensation va se former
  - Quid de l'évacuation des condensats?
  - Quid de la salissure des parois (poussière, pollen, spores de moisissure...)? – Adhérence sur les parois humides?
  - Quid de l'hygiène et de la qualité de l'air?



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 74

## Les puits canadiens

### ■ Avantages

- Entraîne une légère augmentation de la température de l'air pulsé
- Permet de garder l'échangeur hors gel

### ■ Inconvénients

- Investissement complémentaire
- Pertes de charges complémentaires
- Drainage et nettoyage des conduits souterrains
- Aspect hygiénique des conduits souterrains



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 75

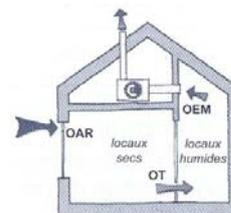
## Ventilation mécanique simple flux par extraction

### ■ Système de type C:

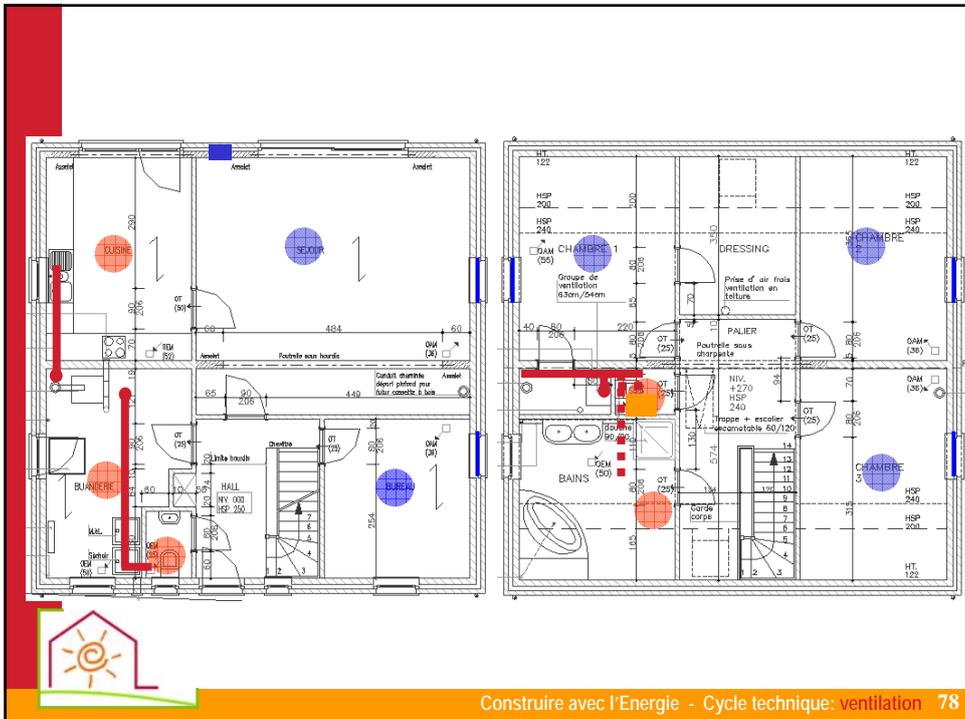
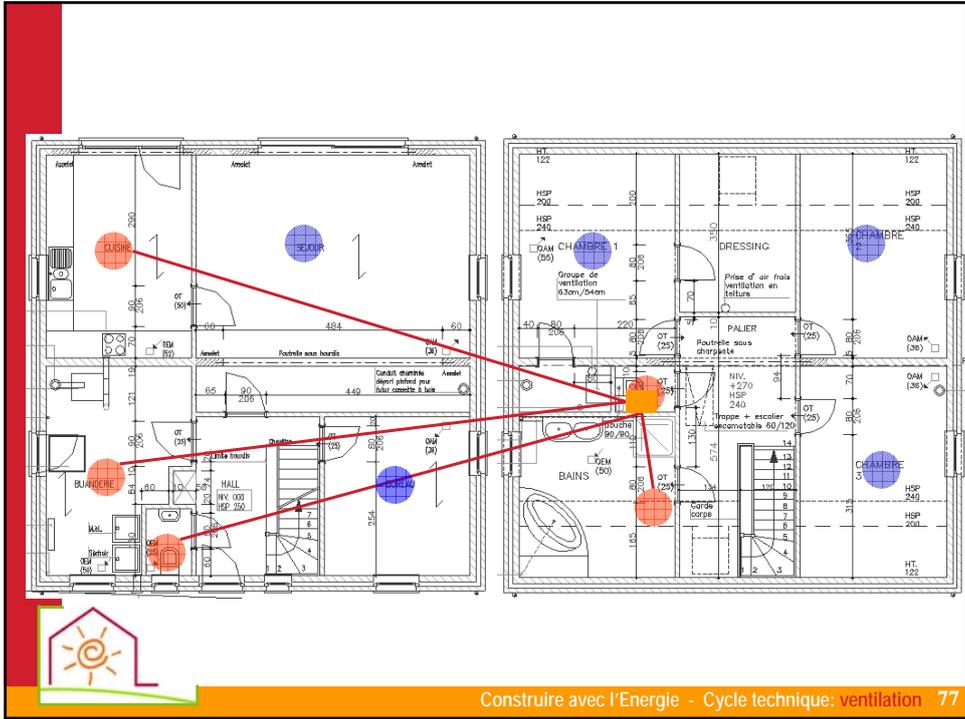
### ■ ~~Pulsion d'air frais dans les chambres et le séjour~~

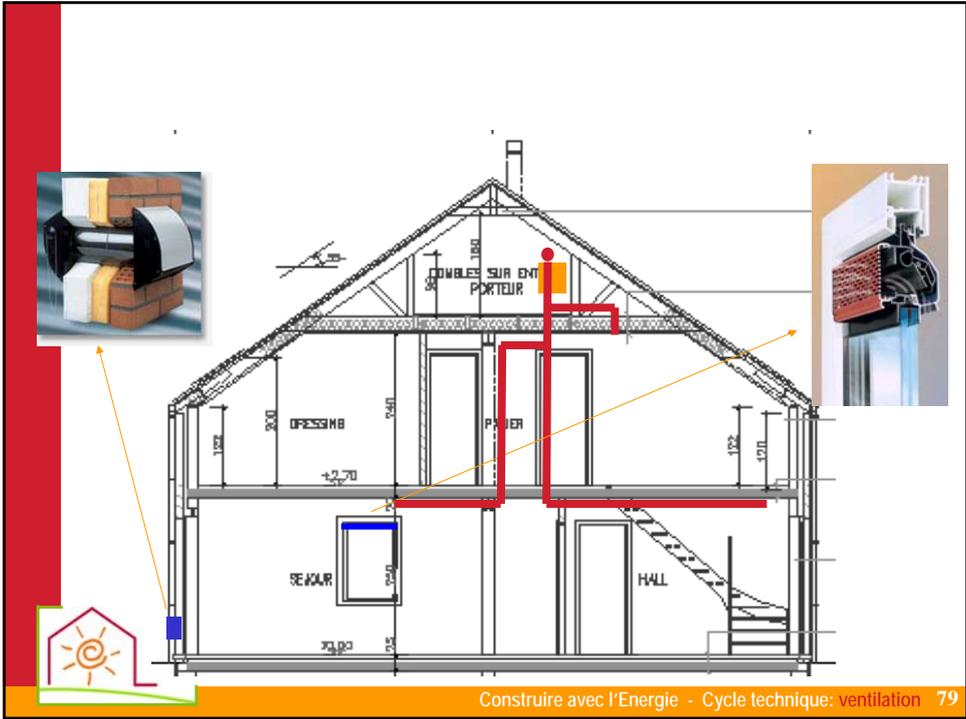
### ■ Ouvertures d'alimentation en air frais dans les chambres, le bureau et le séjour

### ■ Extraction de l'air pollué à partir de la cuisine, des WC, de la buanderie et de la salle de bains



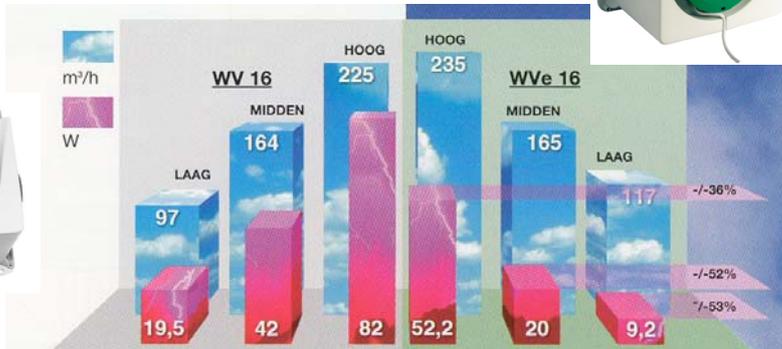
Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 76





# Le ventilateur

## ■ Consommation électrique



## Consommation électrique



### ■ Valeur calculée (§ 11.2)

$$W_{aux,fan,vent,m} = t_m \left( \sum_j \Phi_{fan,vent,j} \right) / 3.6 \quad (\text{kWh})$$

avec:

$t_m$  la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau 1;  
 $\Phi_{fan,vent,j}$  la valeur de calcul de la puissance électrique moyenne d'un ventilateur j déterminée selon 11.2.2.2, en W.

Installation	Type de ventilateur	Puissance $\Phi_{fan,vent}$ (W)
Mécanique simple flux par insufflation ou extraction	ventilateur à courant alternatif	$0.125 \sum V_{sec i}$
	ventilateur à courant continu	$0.085 \sum V_{sec i}$
Mécanique double flux	ventilateur à courant alternatif	$0.235 \sum V_{sec i}$
	ventilateur à courant continu	$0.150 \sum V_{sec i}$



Valeurs par défaut

Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 81

## Consommation électrique



Type de ventilateur :

Type d'installation :

ventilation Niveau Ew Synthèse de

**Maison Leblanc:  $W_{aux,fan,vent} = 79.17 W$**

**Puissance réelle**

**= 73 W de 17h à 8h**

**= 31 W de 8h à 17h (débit réduit) \*Sauf week-end**

### ■ Calcul sur base de la puissance réelle

- Possible dans la méthode de calcul
- Pas encore possible avec la feuille Excel



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 82

# Consommation électrique



Exemple Leblanc

## ■ Moteurs à courant continu

- Consommation auxiliaires: 10279 MJ

Niveau K	Niveau Ew	Indicateur de surchauffe	Emission de CO <sub>2</sub> [t/an]	Coût annuel [€/an]	Consommation kWh/m <sup>2</sup> an
38	47	1 : risque léger à modéré 2 : Pas de 2 <sup>e</sup> secteur	4.51	966	85

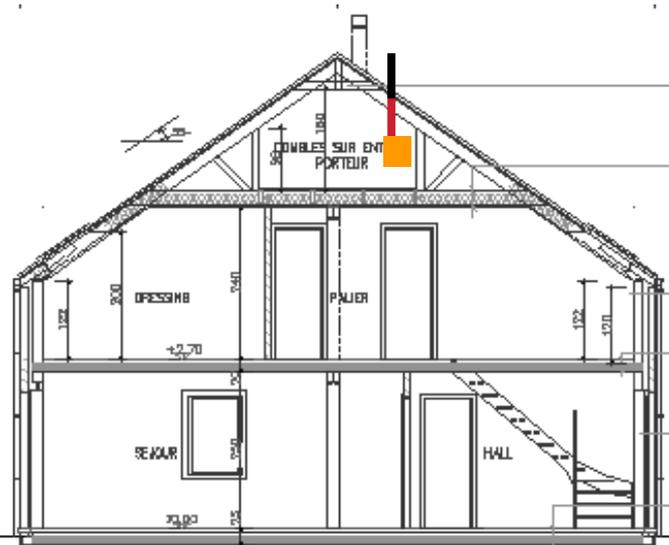
## ■ Moteurs à courant alternatif

- Consommation auxiliaires: 13816 MJ

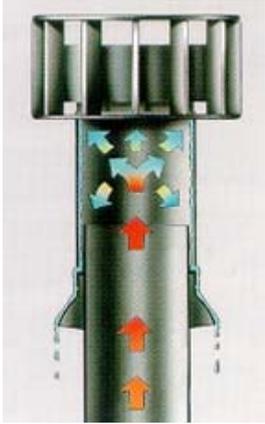
Niveau K	Niveau Ew	Indicateur de surchauffe	Emission de CO <sub>2</sub> [tonnes/an]	Coût annuel [€/an]	Consommation kWh/m <sup>2</sup> an
38	49	risque léger à modéré	4.79	1 034	90



# Débouché en toiture (extraction mécanique)



### Débouché en toiture (extraction mécanique)



### Ouvertures d'alimentation



# Ouvertures d'alimentation



# Ouvertures d'alimentation



## Ouvertures d'alimentation

- En toiture (extension de la norme)
  - S'il n'y a pas d'élément de façade d'une hauteur d'au moins 2 m dans l'espace
  - Ou si le placement d'une ouverture dans la façade de l'espace est en conflit avec d'autres prescriptions du Gouvernement wallon



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 89

## Débit nominal d'une grille

- Le débit nominal d'une grille est:  
le débit qui la traverse si on applique une différence de pression de 2 Pa
- C'est au fabricant de fournir cette valeur

### Spécifications techniques

- Débit de ventilation sous 1 Pa per m: 12,7 dm<sup>3</sup>/s
- Isolation acoustique en position ouverte: 29,4 dB (A)
- Déduction de vitrage: 60 mm
- Gouttière de verre: 26
- Hauteur de l'aérateur:

passage d'air sous 2Pa 25m<sup>3</sup>/h/m  
passage d'air sous 10Pa 51m<sup>3</sup>/h/m

### Spécifications techniques

- Débit de ventilation sous 2 Pa: 27 m<sup>3</sup>/h
- Déduction de vitrage: 45 mm
- Gouttière de verre: 26, 30 et 34 mm
- Hauteur de l'aérateur: 60 mm

**Valeur à 1 Pa !**

**Par mètre courant !**



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 90

## Exemple

- Séjour 124 m<sup>3</sup>/h
  - 1 fenêtre 90/135
  - 1 porte fenêtre 320/215 (partie fixe 160)
- Grille au dessus des châssis
  - 50 m<sup>3</sup>/h.m → min. 2.48 m
- Grille dans le(s) châssis
  - 25 m<sup>3</sup>/h.m → min 4.96 m
  - 60 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup> → min 2.07 m



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 91

## Exemple

- Séjour 124 m<sup>3</sup>/h
  - 1 fenêtre 90/135
  - 1 porte fenêtre 320/215 (partie fixe 160)
- Grille murale
  - 66 m<sup>3</sup>/h → 2 grilles



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 92

## Grilles d'alimentation

- Pénétration du bruit extérieur
- Possibilité d'atténuation acoustique



## Entrebâillement des châssis

- Châssis avec possibilité d'entrebâillement:
- ! Valeur du débit nominal à fournir par le fabricant (si on change de profilé, de joint, d'accessoires, etc., le débit change)
- Attention: avec des grands châssis on **risque de dépasser le double** du débit nominal requis



## Recommandations

- Les ouvertures des bouches d'alimentation naturelle doivent être suffisamment étroites pour limiter la pénétration d'insectes
- Les bouches d'alimentation naturelle doivent être suffisamment étanches à l'eau
- La partie inférieure des bouches d'alimentation naturelle doit se situer à au moins 1.80 m au dessus du niveau du plancher fini



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 95

## !!! A éviter

- Grilles trop petites et/ou non réglables)



*Intérieur*



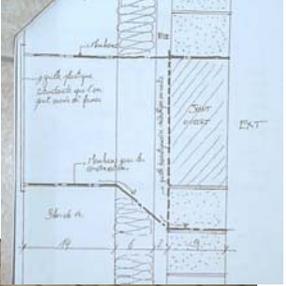
*Extérieur*



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 96

# !!! A éviter

- Ouvertures artisanales

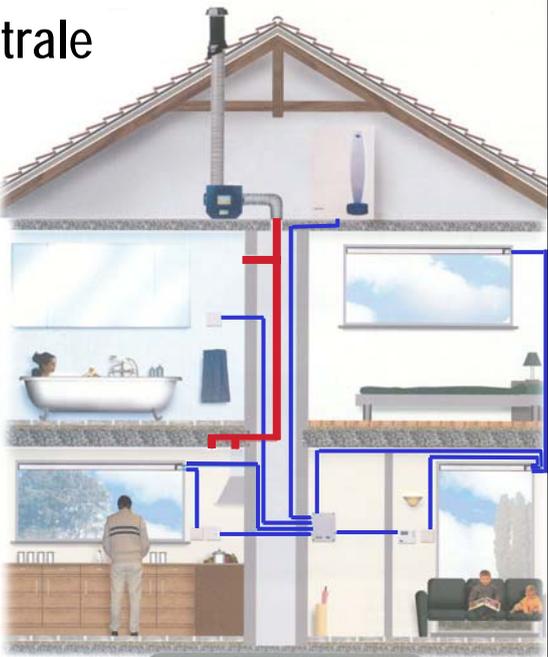


Intérieur

Extérieur

Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 97

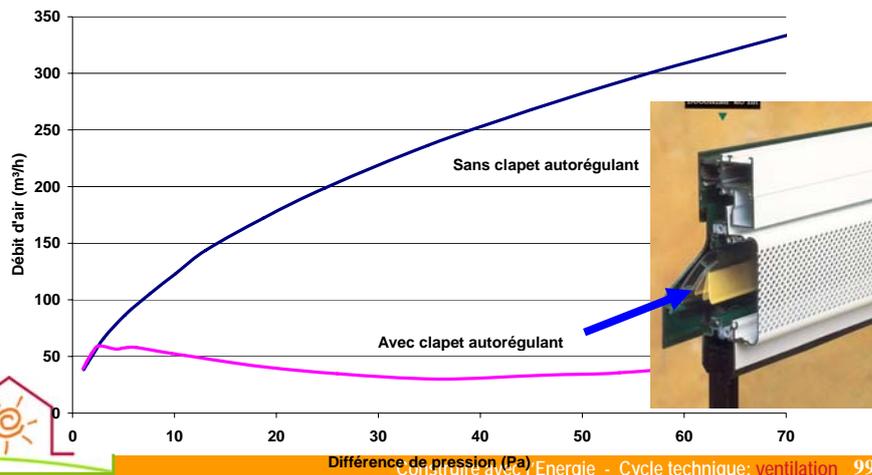
# Régulation centrale



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 98

## Grilles d'alimentation

- Autorégulables: Clapet mobile qui tend à limiter le débit si la différence de pression augmente



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 99

## Ventilation via la hotte de cuisine

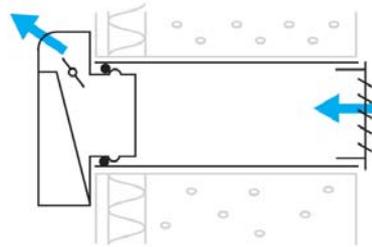
- Généralement pas conforme à la norme
- Pour être acceptable:
  - Débit suffisant
  - Fonctionnement permanent (réglage du débit autorisé)
  - Pas de bouton d'arrêt
  - Les autres locaux humides doivent également disposer d'une extraction



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 100

## Alimentation de la hotte de cuisine

- Par les fuites ou les grilles de ventilation
- Par une vanne de compensation
  - Ouverture automatique en fonction de la dépression



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 101

## Facteur de multiplication



- Dépend de:
  - Autoréglabilité des ouvertures d'alimentation
  - Réglage des bouches d'extraction
  - Etanchéité à l'air des conduits d'extraction

$$m_{\text{zonez}} = 1.0 + 0.5 \left( \frac{r_{\text{nat. supply, zonez}} + r_{\text{mech. extr, zonez}}}{r_{\text{nat. supply, zonez, def}} + r_{\text{mech. extr, zonez, def}}} \right)$$



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 102

## Facteur de multiplication PEB

Classe OAR	$r_{nat.supply,zone z}$
P0	0.20
P1	0.18
P2	0.14
P3	0.08
P4	0.02

*Non autoréglable*

*Très bonne autoréglabilité*

$$m_{zonez} = 1.0 + 0.5 \left( \frac{r_{nat.supply,zonez} + r_{mech.extr,zonez}}{r_{nat.supply,zonez,def} + r_{mech.extr,zonez,def}} \right)$$

0.20



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 103

## Facteur de multiplication PEB

$$m_{zonez} = 1.0 + 0.5 \left( \frac{r_{nat.supply,zonez} + r_{mech.extr,zonez}}{r_{nat.supply,zonez,def} + r_{mech.extr,zonez,def}} \right)$$

0.38

$$r_{mech.extr,zonez} = r_{adj,mech.extr,zonez} + \frac{\sum_m \dot{V}_{leak,extr,duct,zonez,m}}{\dot{V}_{req,mech.extr,zonez}}$$

Réglage des bouches
Débit d'extraction requis
Etanchéité des conduits



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 104

## Facteur de multiplication



### Réglage des bouches ( $r_{adj,mech.extr,zonez}$ )

- Débits entres 100 et 120% du débit requis: 0
- Débits  $\geq 100\%$  mais au moins un dépassement de 120%: entre 0 et 0.20 par calcul
- Défaut / Pas de mesure: 0.20

$$r_{mech.extr,zonez} = r_{adj,mech.extr,zonez} + \frac{\sum_m \dot{V}_{leak,extr,duct,zonez,m}}{\dot{V}_{req,mech.extr,zonez}}$$



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 105

## Facteur de multiplication



### Etanchéité des conduits ( $\dot{V}_{leak,extr,duct,zonez,m}$ )

- Débit de fuite mesuré selon NBN EN 14134
- Défaut / Pas de mesure:  $0.18 \dot{V}_{req,mech.extr,zonez}$

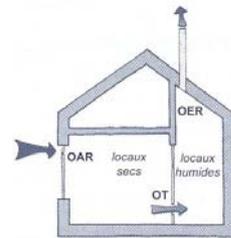
$$r_{mech.extr,zonez} = r_{adj,mech.extr,zonez} + \frac{\sum_m \dot{V}_{leak,extr,duct,zonez,m}}{\dot{V}_{req,mech.extr,zonez}}$$



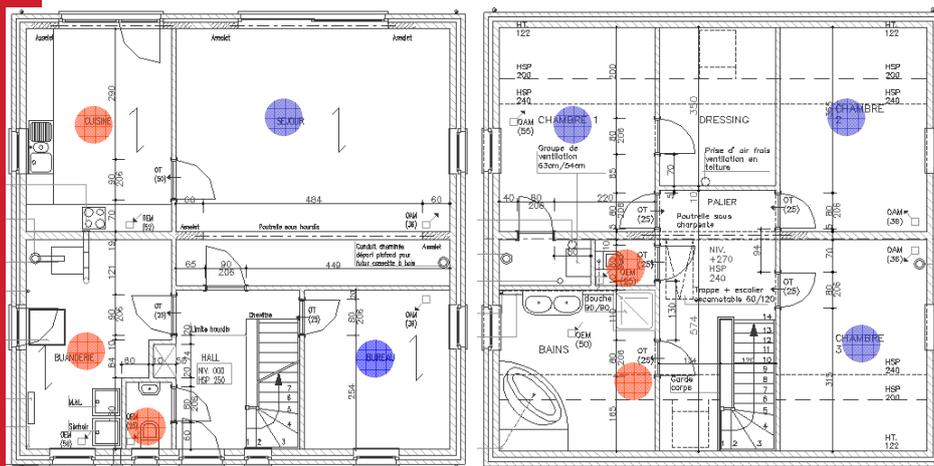
Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 106

## Ventilation naturelle

- Système de type A
- Ouvertures d'alimentation en air frais dans les chambres et le séjour
- ~~Extraction~~ Evacuation naturelle de l'air pollué à partir de la cuisine, des WC, de la buanderie et de la salle de bains



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 107



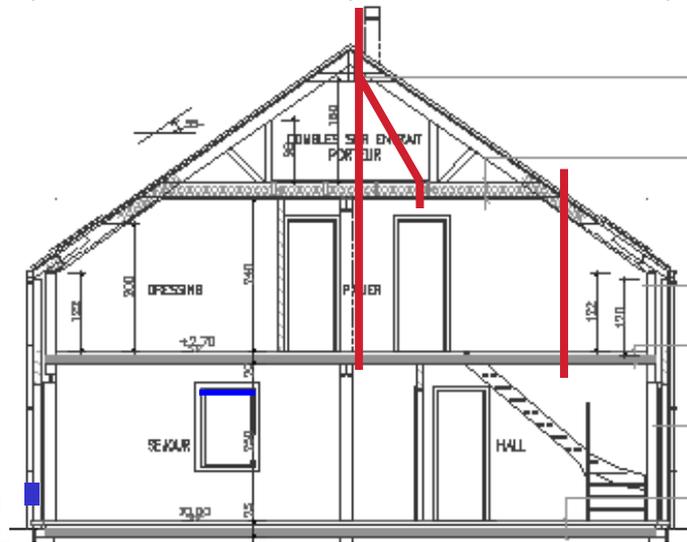
Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 108

Construire avec l'Énergie - Cycle technique: ventilation 109

# Ouvertures d'évacuation

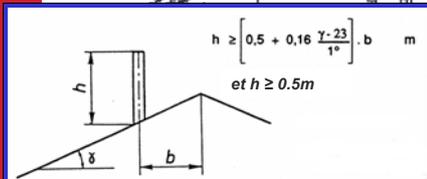
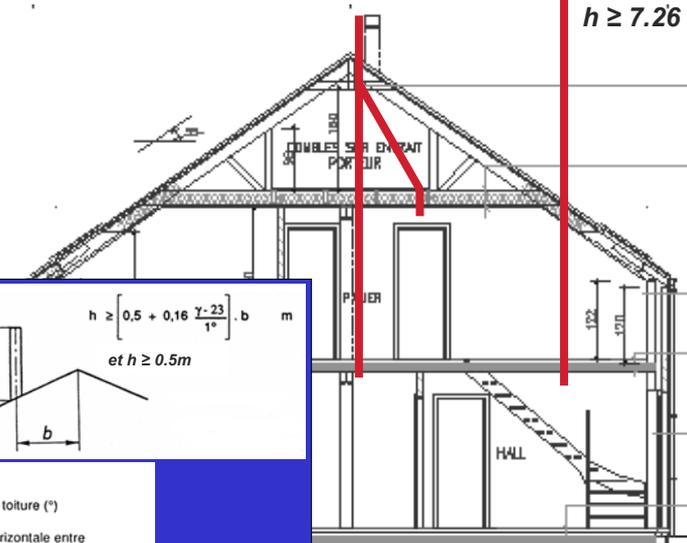


### Débouché - Exigence



### Débouché - Recommandation

$\gamma = 35^\circ$   
 $b = 3 \text{ m}$   
 $h \geq 7.26 \text{ m}$



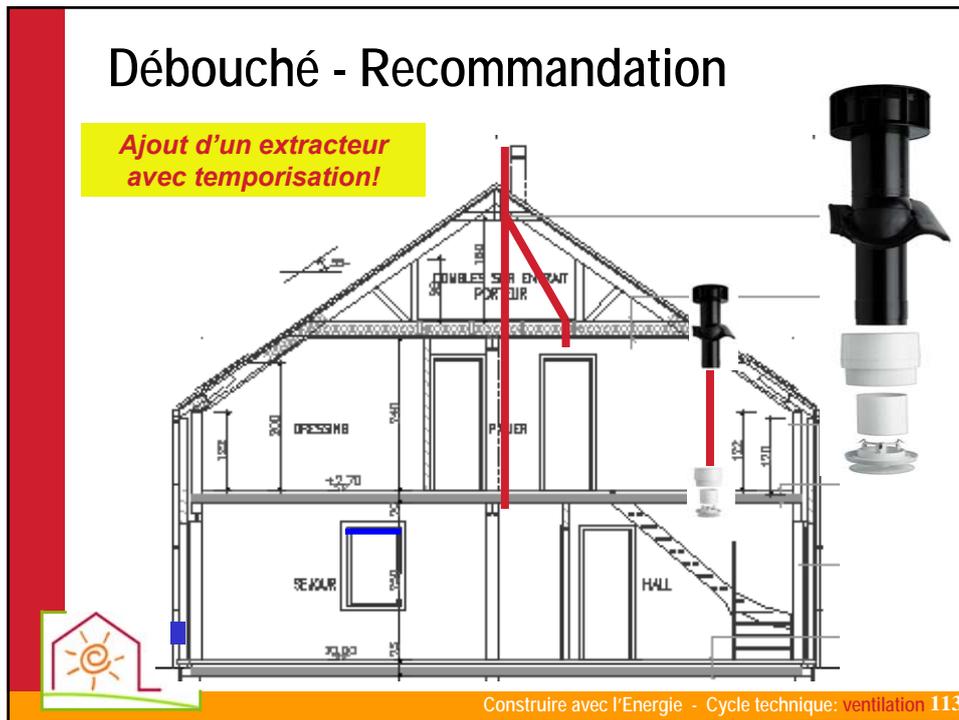
$$h \geq \left[ 0,5 + 0,16 \frac{\gamma - 23}{1^\circ} \right] \cdot b \text{ m}$$

et  $h \geq 0,5 \text{ m}$

Avec :

$\gamma$  : la pente de la toiture ( $^\circ$ )

$b$  : la distance horizontale entre le débouché et le faite de la toiture (m)



## !!! A éviter

- Débouché au ras du toit
  - Zone de surpression (l'air entre dans le bâtiment au lieu de sortir)
- Débouché trop étroit
  - Le débit d'air est très faible
- Conduits flexibles
  - Perte de charge importante

Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 114

## Facteur de multiplication



### ■ Dépend de:

- Autoréglabilité des ouvertures d'alimentation
- Autoréglabilité des ouvertures d'évacuation
- Etanchéité à l'air des conduits d'évacuation

$$m_{zonez} = 1.0 + 0.5 \left( \frac{r_{nat, supply, zonez} + r_{nat, exh, zonez} + r_{leak, stack, zonez}}{r_{nat, supply, zonez, def} + r_{nat, exh, zonez, def} + r_{leak, stack, zonez, def}} \right)$$



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 115

## Facteur de multiplication



Classe OAR	$r_{nat, supply, zone z}$
P0	0.20
P1	0.18
P2	0.14
P3	0.08
P4	0.02

*Non autoréglable*

*Très bonne autoréglabilité*

$$m_{zonez} = 1.0 + 0.5 \left( \frac{r_{nat, supply, zonez} + r_{nat, exh, zonez} + r_{leak, stack, zonez}}{r_{nat, supply, zonez, def} + r_{nat, exh, zonez, def} + r_{leak, stack, zonez, def}} \right)$$



0.20

Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 116

## Facteur de multiplication



- Autoréglabilité des ouvertures d'évacuation

Valeur par défaut = 0.20

Règles pas encore définies pour de meilleures valeurs

$$m_{zonez} = 1.0 + 0.5 \left( \frac{r_{nat, supply, zonez} + r_{nat, exh, zonez} + r_{leak, stack, zonez}}{r_{nat, supply, zonez, def} + r_{nat, exh, zonez, def} + r_{leak, stack, zonez, def}} \right)$$

0.20



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 117

## Facteur de multiplication



### Etanchéité des conduits ( $\dot{V}_{leak, stack, zonez, k}$ )

- Débit de fuite mesuré selon NBN EN 14134
- Défaut / Pas de mesure:  $0.025 \dot{V}_{req, exh, zonez}$

$$r_{leak, stack, zonez} = \frac{\sum_k \dot{V}_{leak, stack, zonez, k}}{\dot{V}_{req, exh, zonez}}$$

$$m_{zonez} = 1.0 + 0.5 \left( \frac{r_{nat, supply, zonez} + r_{nat, exh, zonez} + r_{leak, stack, zonez}}{r_{nat, supply, zonez, def} + r_{nat, exh, zonez, def} + r_{leak, stack, zonez, def}} \right)$$

0.025

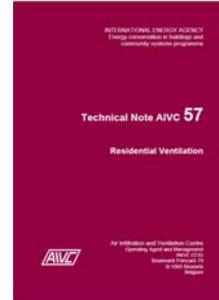


Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 118

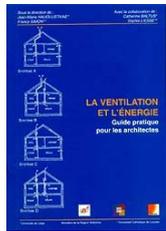
# Plus d'information sur la ventilation



[www.cstc.be](http://www.cstc.be)



[www.aivc.org](http://www.aivc.org)

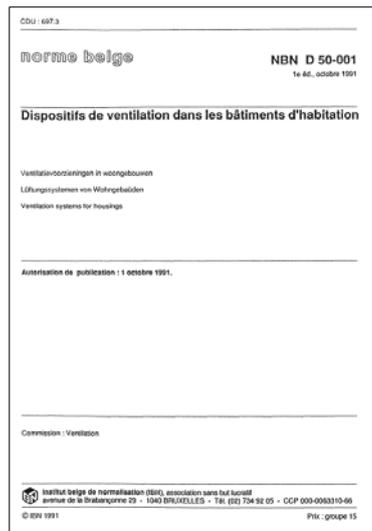


[energie.wallonie.be](http://energie.wallonie.be)



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 119

# Plus d'information sur la ventilation



[www.nbn.be](http://www.nbn.be)



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 120

# Plus d'information sur le calcul PEB

## BELGISCH STAATSBLAD | MONITEUR BELGE

Publicatie overeenkomstig artikelen 472 tot 478 van de programmatwet van 24 december 2002, gewijzigd door de artikelen 4 tot en met 8 van de wet houdende diverse bepalingen van 20 juli 2005.

Dit Belgisch Staatsblad kan geconsulteerd worden op :

[www.staatsblad.be](http://www.staatsblad.be)

Bestuur van het Belgisch Staatsblad, Leuvenseweg 40-42, 1000 Brussel - Adviseur : A. Van Damme

Gratis tel. nummer : 0800-98 809

178e JAARGANG

WOENSDAG 30 JULI 2008



N. 233

Publication conforme aux articles 472 à 478 de la loi-programme du 24 décembre 2002, modifiée par les articles 4 à 8 de la loi portant des dispositions diverses du 20 juillet 2005.

Le *Moniteur belge* peut être consulté à l'adresse :

[www.moniteur.be](http://www.moniteur.be)

Direction du Moniteur belge, rue de Louvain 40-42, 1000 Bruxelles - Conseiller : A. Van Damme

Numéro tél. gratuit : 0800-98 809

178e ANNEE

MERCREDI 30 JUILLET 2008



[www.normes.be](http://www.normes.be)

Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 121

# Formulaire ventilation



## ■ Formulaire Région wallonne

**4. VENTILATION (Bâtiment résidentiel)**

Conformément à l'article 47 de la loi-programme du 24 décembre 2002, les bâtiments résidentiels doivent satisfaire, lors de leur construction, aux exigences de ventilation telles que définies dans le Tableau V.

1. SYSTEME DE VENTILATION		A	B	C	D
1.1. Système central (coche)		●	○	○	○
1.2. Système A ou B : (Emplacement et réglage des OER) (coche)	Faïences	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Murs isolés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3. Système A ou B : (Réglage des OER) (coche)	Manuel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Automatique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4. Tous les systèmes : (Emplacement des OER) (coche)	Dans murs isolés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Dans portes isolées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Dans sous-portes		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. LOCAUX ou ESPACES	Débit de ventilation		Local	Surface de plancher (m²)	Débit (l/s)	Débit min. requis (m³/h)
	Nominal (l/s)	Limite (l/s)				
2. Alimentation en air			Séjour	34.40	54	123.84
						0.00
						0.00
						0.00
2.2. Chambres, bureaux et dépendances	3.6 m³/m²	75	Bureau	11.50	41	40.65
			Chambre 1	18.00	60	59.00
			Chambre 2	16.40	52	51.84
			Chambre 3	16.50	54	53.14
TOTAUX ALIMENTATION				227	(m³/h)	
2.1. Cuisine, salle de bain, dépendances et équivalent	3.6 m³/m²	50	Cuisine	16.40	52	51.84
			Chambre	12.75	43	42.00
			Salle de bain	12.40	40	39.00
TOTAUX EVACUATION				202	(m³/h)	



Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 122

## Système A

PEB

<b>1</b>	<b>SYSTEME DE VENTILATION</b>				<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
	1.1. <b>Système choisi</b> (cocher)				<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1.2. <b>Système A et C :</b> Emplacement et réglage des OAR (cocher)	Fenêtres	Murs extérieurs	Portes extérieures	Toitures	<b>Réglage OAR</b>		
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manuel	Automatique	<input checked="" type="checkbox"/>
	1.3. <b>Système A et B :</b> Réglage des OER (cocher)	Réglage OER						
		Manuel	Automatique					
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
	1.4. <b>Tous les systèmes :</b> Emplacement des OT (cocher)	Dans murs intérieurs		Dans portes intérieures		fentes sous portes		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				

Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 123

## Système C

PEB

<b>1</b>	<b>SYSTEME DE VENTILATION</b>				<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
	1.1. <b>Système choisi</b> (cocher)				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1.2. <b>Système A et C :</b> Emplacement et réglage des OAR (cocher)	Fenêtres	Murs extérieurs	Portes extérieures	Toitures	<b>Réglage OAR</b>		
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manuel	Automatique	<input checked="" type="checkbox"/>
	1.3. <b>Système A et B :</b> Réglage des OER (cocher)	Réglage OER						
		Manuel	Automatique					
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
	1.4. <b>Tous les systèmes :</b> Emplacement des OT (cocher)	Dans murs intérieurs		Dans portes intérieures		fentes sous portes		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				

Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 124

## Système D

PEB

<b>1</b>	<b>SYSTEME DE VENTILATION</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
	<b>1.1. Système choisi (cocher)</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
	<b>1.2. Système A et C :</b> Emplacement et réglage des OAR (cocher)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<b>1.3. Système A et B :</b> Réglage des OER (cocher)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<b>1.4. Tous les systèmes :</b> Emplacement des OT (cocher)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> fentes sous portes	

Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 125

## Locaux secs

PEB

LOCAUX ou ESPACES	Débits de ventilation			Local	Surface de plancher intérieur (m <sup>2</sup> )	Débit réel q <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Débit min. requis (m <sup>3</sup> /h)
	Nominaux	Min. (m <sup>3</sup> /h)	Limite (m <sup>3</sup> /h)				
<b>2 Alimentation en air</b>				Séjour	34.40	124	123.84
2.1. Séjour et équivalents	3.6 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	75	150				0.00
2.2. Chambres, bureaux et équivalents	3.6 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	25	72	Bureau	11.30	41	40.68
				Chambre 1	15.30	56	55.08
				Chambre 2	14.40	52	51.84
				Chambre 3	14.70	54	53.64
							0.00
							0.00
							0.00
							0.00
							0.00
<b>TOTAUX ALIMENTATION</b>				q <sub>vo</sub> = (Σq <sub>v</sub> ) <sub>o</sub> =	<b>327</b>	(m <sup>3</sup> /h)	

Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 126

## Locaux humides PEB

LOCAUX ou ESPACES	Débits de ventilation			Local	Surface de plancher intérieur (m <sup>2</sup> )	Débit réel q <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Débit min. requis (m <sup>3</sup> /h)
	Nominaux	Min. (m <sup>3</sup> /h)	Limite (m <sup>3</sup> /h)				
3.1 Cuisine, salle de bains, buanderie et équivalents	3.6 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	50	75	Cuisine	14.40	52	51.84
				Buanderie	12.70	50	50.00
				Salle de bains	12.40	50	50.00
							0.00
3.2 WC	25 m <sup>3</sup> /h	25		WC rez	1.50	25	25.00
				WC étage	1.20	25	25.00
							0.00
<b>TOTAUX EVACUATION</b> q <sub>ve</sub> = (Σq <sub>v</sub> ) <sub>e</sub> =					<b>202</b>	(m <sup>3</sup> /h)	

Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 127

## Comparaison 4 systèmes PEB

Régularité du débit de ventilation

Niveau K	Niveau Ew	Indicateur de surchauffe	Emission de CO <sub>2</sub> [tonnes/an]	Coût annuel [€/an]	Consommation kWh/m <sup>2</sup> an	
38	60	risque léger à modéré	5.74	1 167	109	<b>A</b>
<i>1 ventilateur en plus</i>						
38	63	risque léger à modéré	6.02	1 235	114	<b>C</b>
<i>Encore 1 ventilateur en plus</i>						
38	65	risque léger à modéré	6.24	1 287	117	<b>D</b>
<i>Echangeur de chaleur</i>						
38	48	risque léger à modéré	4.67	994	88	<b>D</b>

**Exemple Leblanc**

Construire avec l'Energie - Cycle technique: ventilation 128

