



Ventilation performante dans le cas du neuf et de la rénovation

Mercredi 30 novembre 2011

Gabrielle MASY



Wallonie



Service public
de Wallonie

PLAN DE L'EXPOSE

- Pourquoi ventiler ?
- Comment ventiler ?
- Etudes de cas
- Ventilation double flux décentralisée



Wallonie



Service public
de Wallonie

Pourquoi ventiler ?

- Pollutions dues aux matériaux et activités
- Pollutions dues aux occupants
- Risques pour la santé

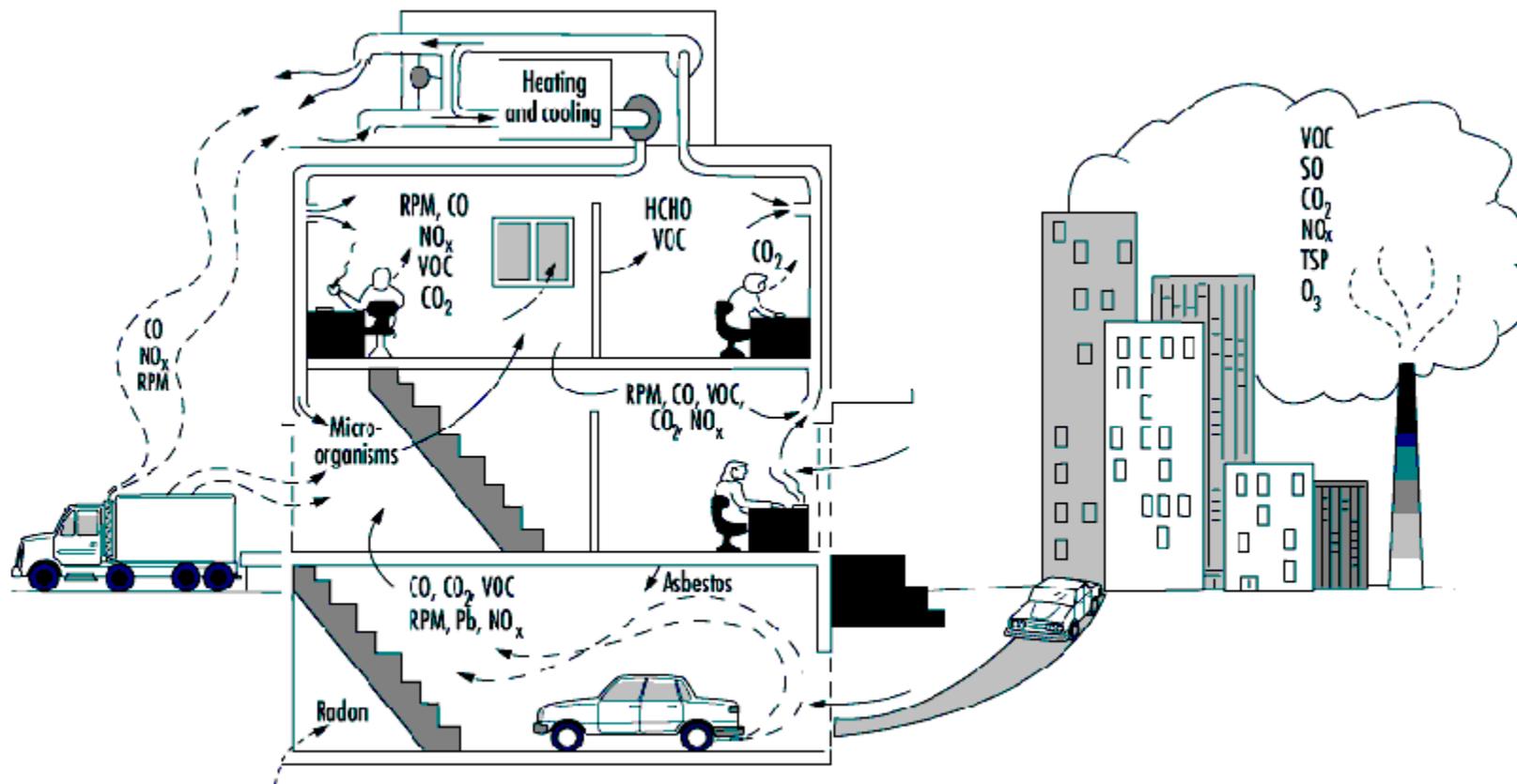


Wallonie



Service public
de Wallonie

Pollutions



CO = carbon monoxide; CO₂ = carbon dioxide; HCHO = formaldehyde; NO_x = nitrogen oxides; Pb = lead; RPM = respirable particulate matter; VOC = volatile organic compounds.

Combustion

- Beaucoup de polluants
 - NO_x , SO_x , CO_x
 - H_2O
 - Cendres & Suie
 - Autres ...
- Extérieurs
- Intérieurs : plus problématiques s'ils ne sont pas évacués à la source (hotte)
- Particules fines $\text{PM}_{2.5}$ (taille $< 2.5 \mu\text{m}$)





Wallonie



Service public
de Wallonie

Particules fines en suspension

- Travaux publics, utilisation d'air comprimé
- Souffleuse portative pour nettoyage
- Particules de suies provenant de moteurs diesel, polluant l'air intérieur, visibles sur un plafond autour d'une bouche de climatisation





Wallonie



Service public
de Wallonie

Pollution biologique

- Acariens, animaux domestiques
- Moisissures, champignons
- Allergies
- Asthme

→ **Humidité non contrôlée**





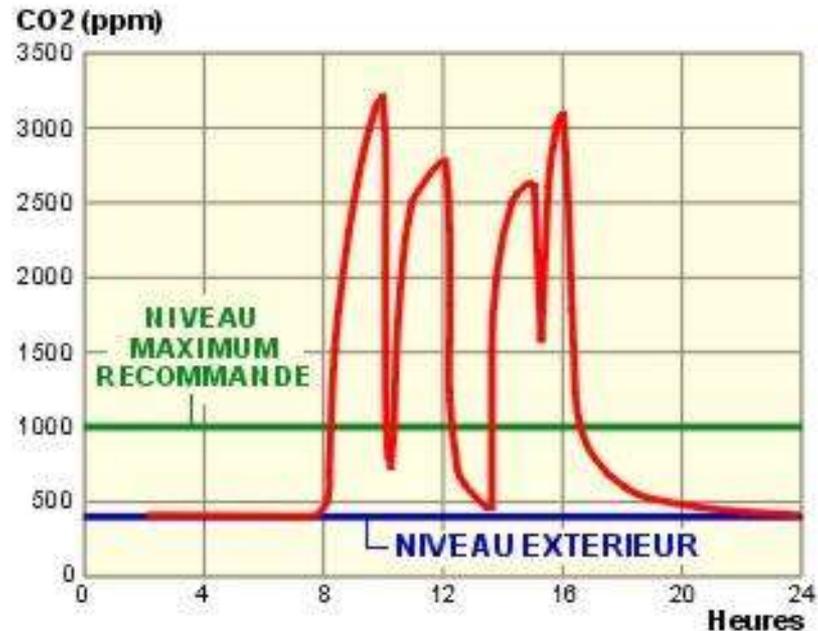
Wallonie



Service public
de Wallonie

Emission des occupants

- Activité normale:
 - 80 g H_2O /h.personne
 - 57 g CO_2 /h.personne



*Taux de CO2 mesuré dans une classe
avec ventilation assurée seulement par ouverture des fenêtres entre les cours,
(niveau maximum recommandé = 1 000 ppm)*



Wallonie



Service public
de Wallonie

Produits toxiques

- Activités
 - Nettoyage
 - Peintures
 - Pesticides
 - Hobbies
 - Bureau
- Résidus persistants





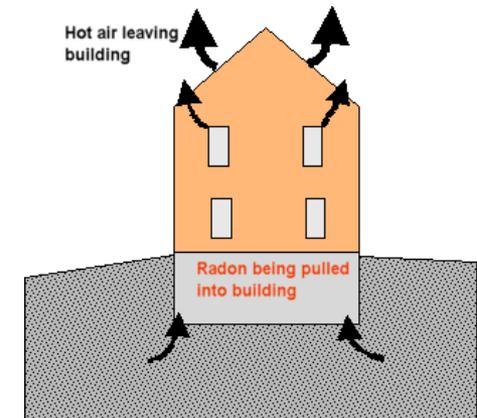
Wallonie



Service public
de Wallonie

Emissions des matériaux

- Composés organiques volatils (COV/VOC) ou semi-volatils (COSV/SVOC)
 - Formaldéhyde
- Radon
 - Gaz provenant du sol
- Particules
- Autres





Wallonie



Service public
de Wallonie

Analyse des risques

- Etude intégrant 77 publications sur les concentrations de polluants mesurées à l'intérieur, principalement dans des habitations aux USA:
 - 67 correspondent à des concentrations à long terme
 - 10 correspondent à des concentrations à court terme
- Etude incluant 267 polluants: selon norme de qualité de l'air NAAQS , COV, COSV, et métaux
- Pour 97 substances il existe des normes de santé ou des données comparatives



Wallonie



Service public
de Wallonie

Evaluation de la mortalité

$$\mathbf{AVEP = AVPM + AVEPI}$$

- AVEP/ DALY : Années de vie équivalentes perdues (Disability Adjusted Life Year)
- AVPM: années de vie perdues par mort prématurée
- AVEPI: années de vie équivalentes perdues par incapacité

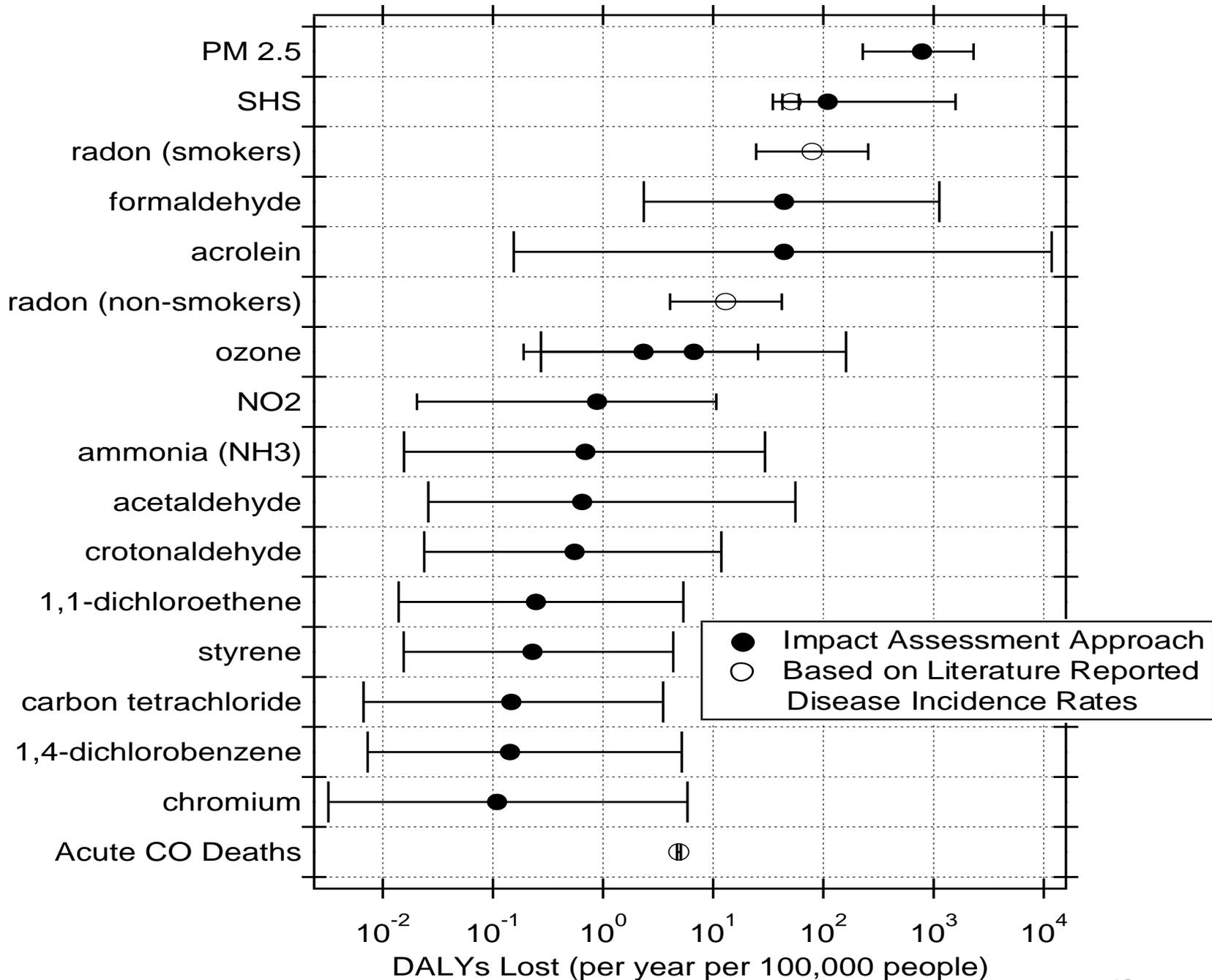
- Mortalité due à la pollution de l'air: ~1.2-10 DALYs
- Références: Murray et Lopez 1996



Wallonie



Service public de Wallonie



● Impact Assessment Approach
○ Based on Literature Reported Disease Incidence Rates



Wallonie



Service public
de Wallonie

PLAN DE L'EXPOSE

- Pourquoi ventiler ?
- Comment ventiler ?
- Etudes de cas
- Ventilation double flux décentralisée



Wallonie



Service public
de Wallonie

Comment ventiler ?

- Infiltration d'air
- Ventilation volontaire
 - Système naturel
 - Système simple flux
 - Système double flux
 - Régulation et entretien
- Débit d'air neuf minimum requis
 - Bâtiments résidentiels
 - Bâtiments non résidentiels
- Ventilation intensive en été



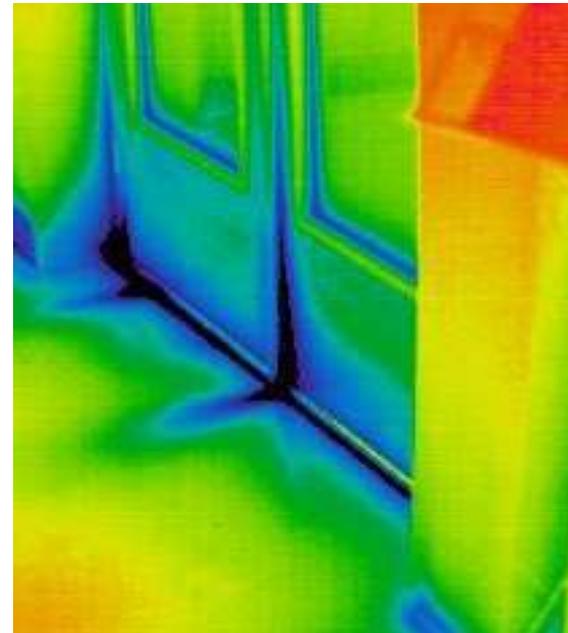
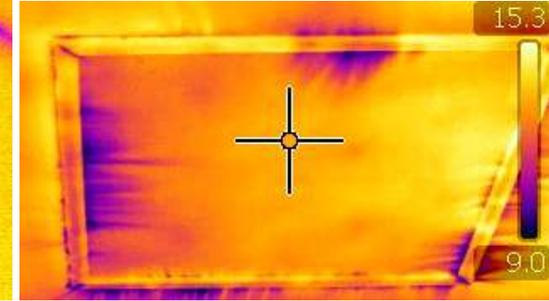
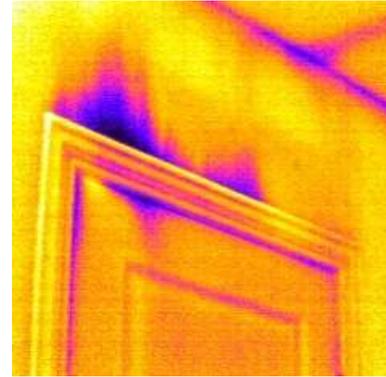
Wallonie



Service public
de Wallonie

Infiltration d'air

- Châssis
- Trappes
- Prises électriques ...





Wallonie



Service public
de Wallonie

Infiltrométrie

- Porte soufflante/Blower door test





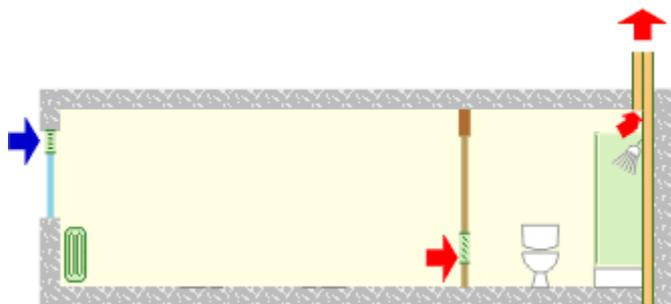
Wallonie



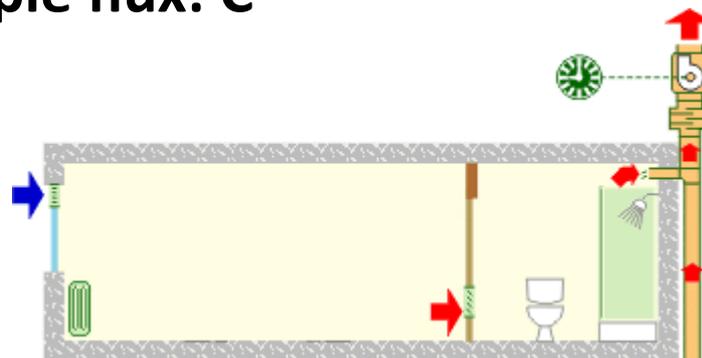
Service public
de Wallonie

Systemes de ventilation

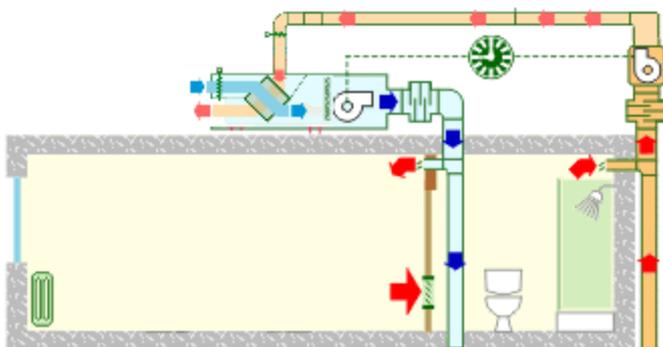
Naturel: A



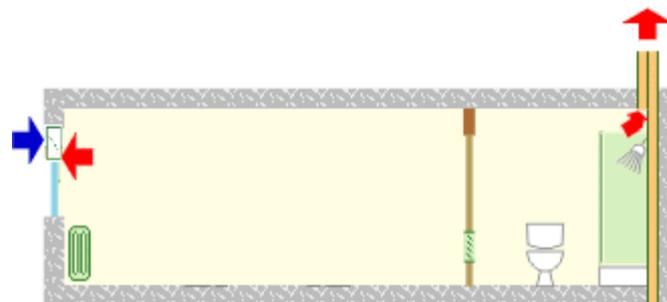
Simple flux: C



Double flux: D



Double flux décentralisé



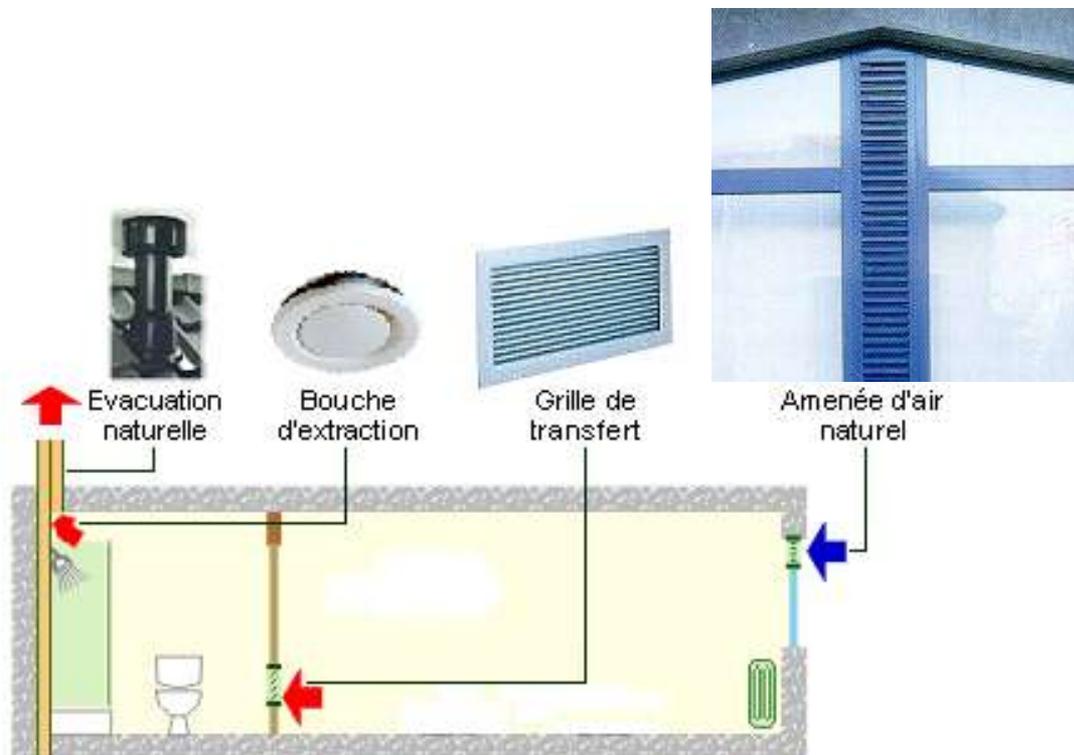


Wallonie



Service public
de Wallonie

Ventilation naturelle



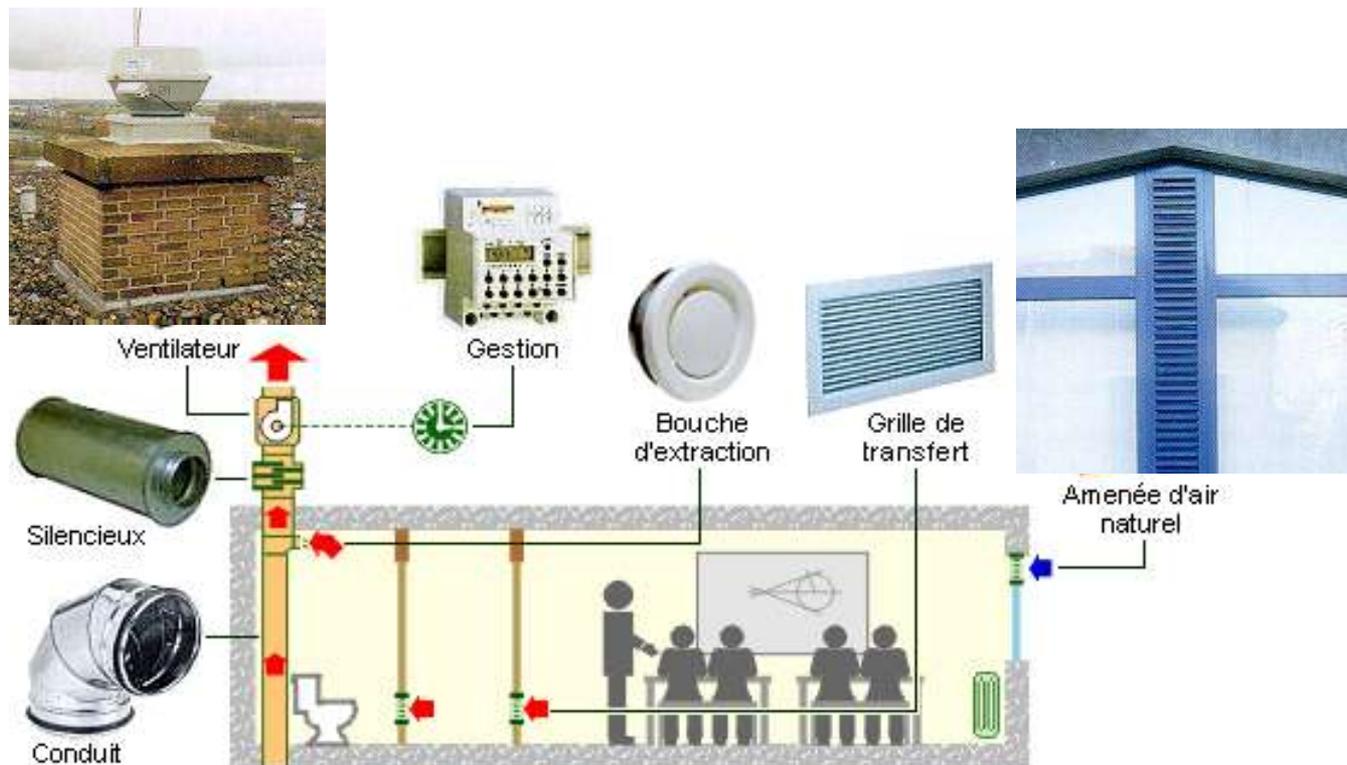


Wallonie



Service public
de Wallonie

Ventilation simple flux



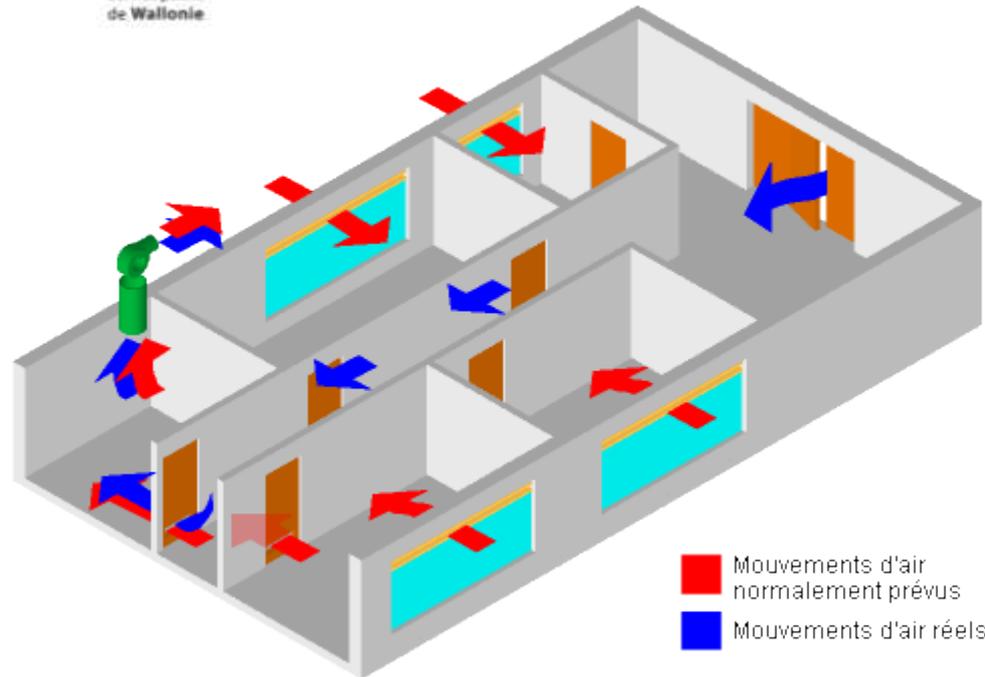


Wallonie



Service public
de Wallonie

Ventilation simple flux



-  Mouvements d'air normalement prévus
-  Mouvements d'air réels

Systeme simple flux non efficace:

- sans dispositifs de transfert de l'air
- si grandes entrées d'air dans le corridor



Dispositifs de transfert de l'air:

- Grille de transfert
- Détalonnage des portes (2 cm)



Wallonie



Service public
de Wallonie

Ventilation double flux

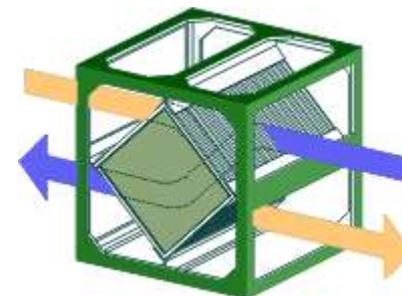
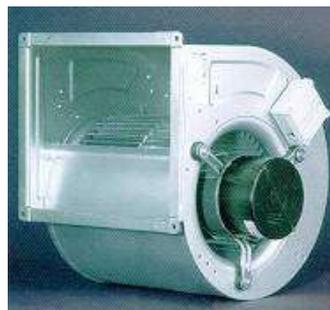
Ventilateur de soufflage

Ventilateur de reprise

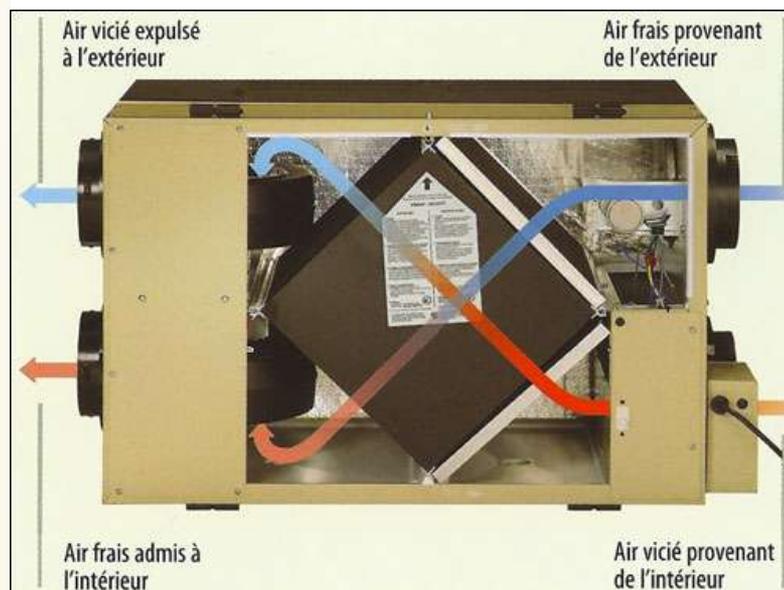
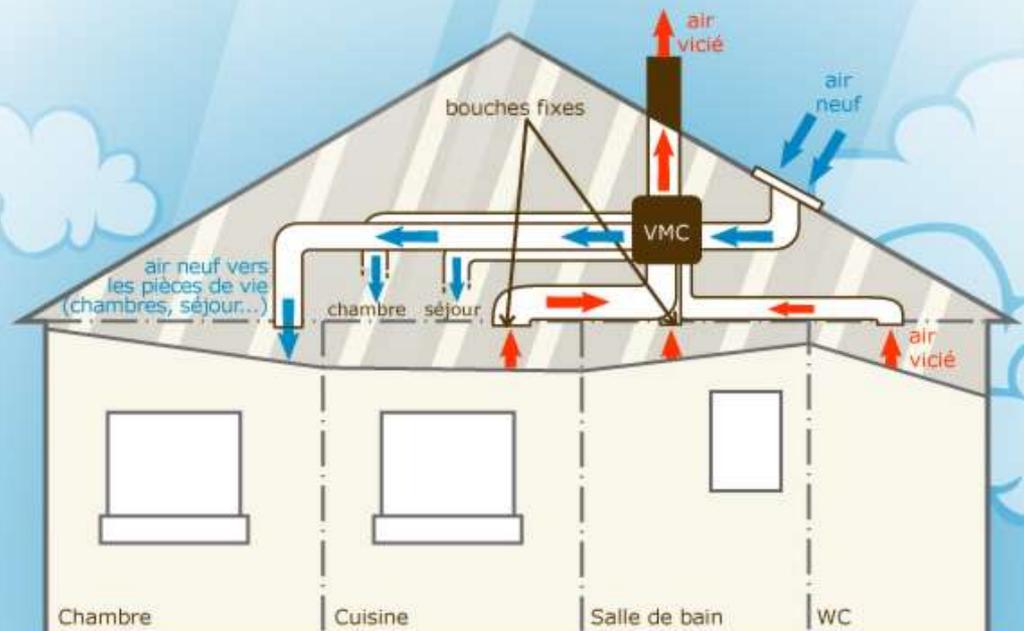
Echangeur à plaques

Filtres

Réseau de gainage



Principe d'une VMC double flux





Wallonie

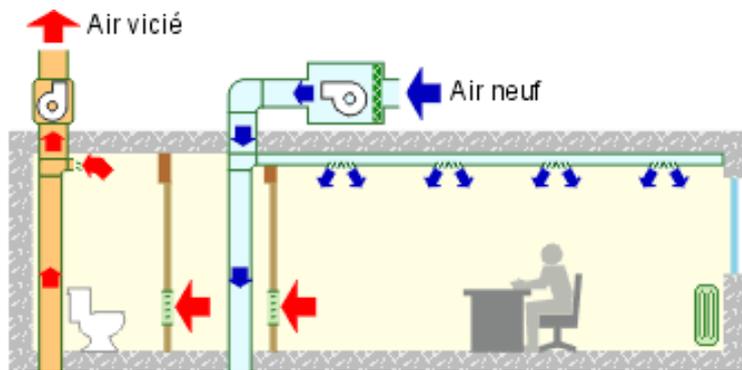


Service public
de Wallonie

Ventilation double flux

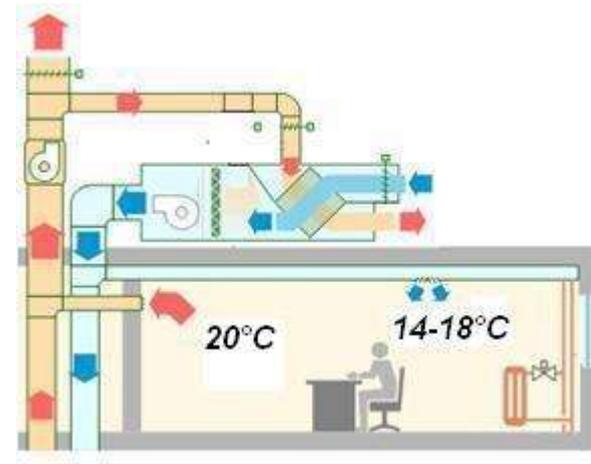
Sans échangeur de chaleur

- Soufflage $t_s = t_{ext}$
- ⇒ Pertes compensées par le radiateur



Avec échangeur de chaleur:

- Soufflage $t_{ext} < t_s < 20^\circ\text{C}$
- ⇒ Pertes compensées par le radiateur ↓





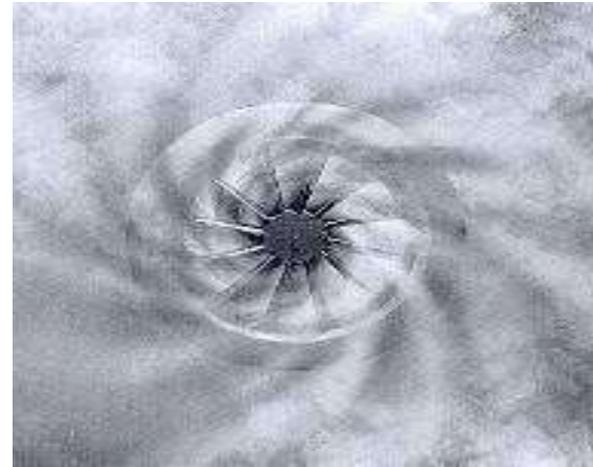
Wallonie



Service public
de Wallonie

Ventilation double flux

Bouches de ventilation hélicoïdales :
Induction élevée





Wallonie



Service public
de Wallonie

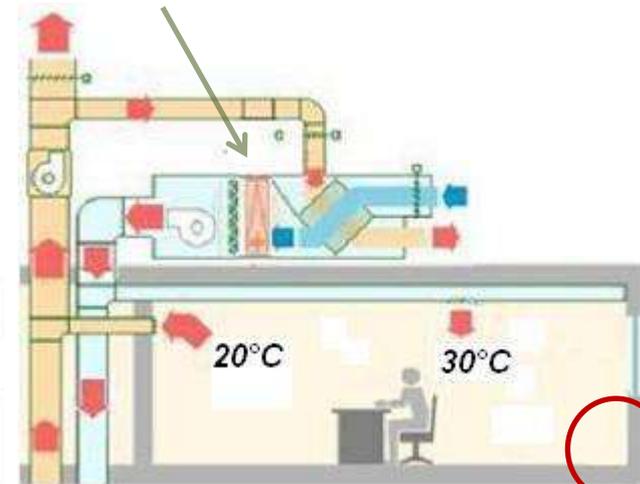
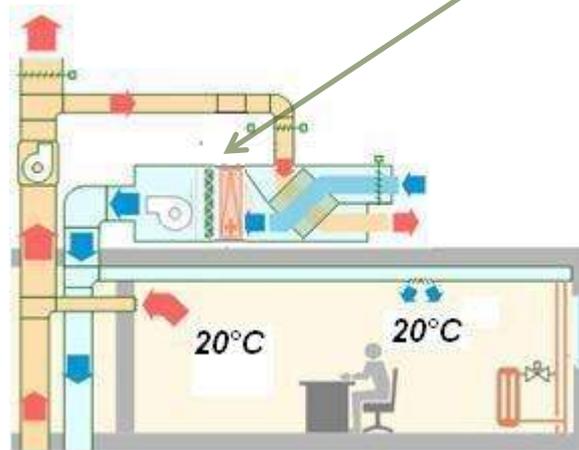
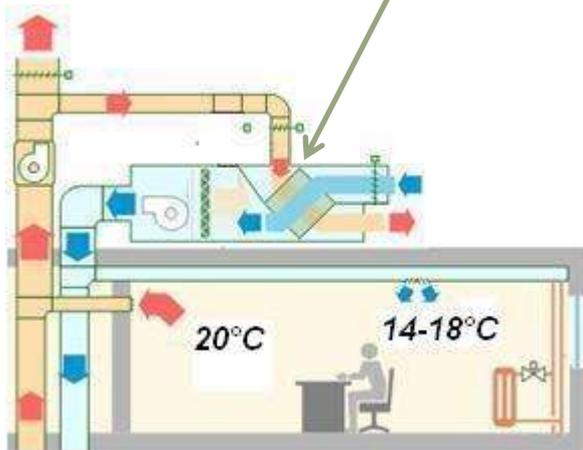
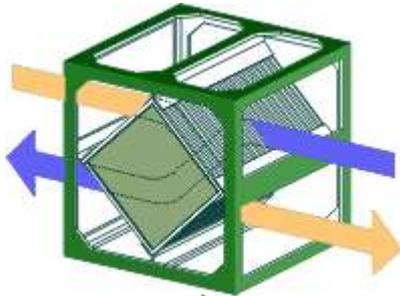
Ventilation double flux

Avec échangeur:

- Soufflage $< 20^{\circ}\text{C}$ \Rightarrow pertes compensées par le radiateur

Avec échangeur + batterie de chauffe

- Soufflage $= 20^{\circ}\text{C}$ \Rightarrow neutre
- Soufflage $> 20^{\circ}\text{C}$ \Rightarrow chauffage à air pulsé





Wallonie

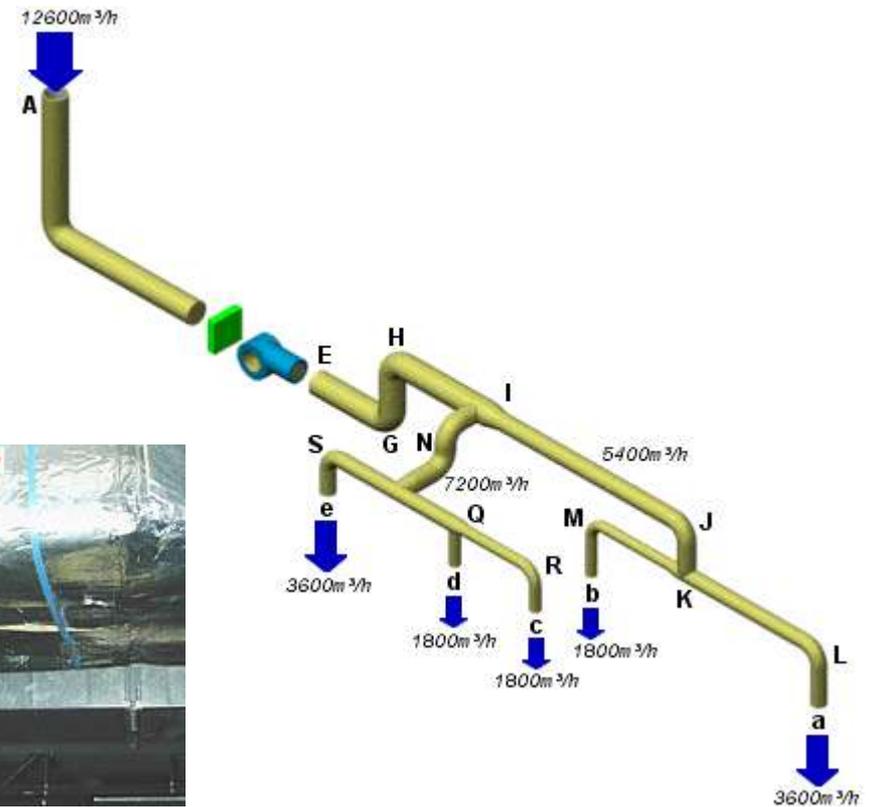


Service public
de Wallonie

Ventilation double flux

Réseau de gainage:

- Conduits circulaires de préférence
- Diamètres largement dimensionnés
- Tracé le plus direct possible
- Isolation dans locaux non chauffés





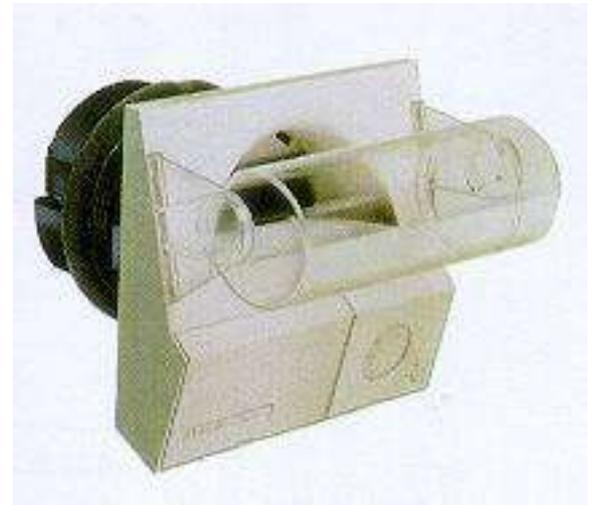
Wallonie



Service public
de Wallonie

Régulation du débit d'air

- Mise en marche/arrêt :
 - interrupteur manuel
 - combiné avec un interrupteur d'éclairage
 - Horloge
 - contact de fenêtre
 - détecteur de présence
- Débit variable:
 - compteurs de présence
 - détecteurs de CO₂
 - détecteurs de gaz polluants (COV)
 - détecteur d'humidité



*Bouche de pulsion
avec détecteur de présence.*



Wallonie



Service public
de Wallonie

Entretien des équipements

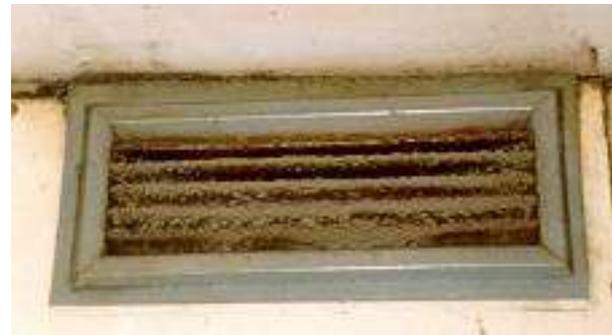
- Filtres
- Bouches pulsion/extraction
- Ventilateurs à courroie



Vérification de la tension des courroies de transmission d'un ventilateur



Filtres colmatés.



Bouche d'extraction dans les locaux sanitaires d'un immeuble de bureaux



Wallonie



Service public
de Wallonie

Débit d'air neuf

- Débit minimum recommandé par RGPT:

$30 \text{ m}^3 / \text{h} \cdot \text{personne}$

- Taux de renouvellement d'air d'un local $n = \text{débit}/\text{volume}$:
 - $n=1 \text{ vol/h}$: tout l'air renouvelé en 1 heure (local de 30 m^3 recevant $30 \text{ m}^3/\text{h}$)
 - $n=2 \text{ vol/h}$: tout l'air du local est renouvelé en 1/2 heure
 - $n=0.5 \text{ vol/h}$: tout l'air du local est renouvelé en 2 heures
- Taux d'infiltration d'un bâtiment à 50 Pa:
 - $n_{50} = 4$ à 10 vol/h pour une habitation
 - $n_{50} = 2$ à 5 vol/h pour un immeuble à appartements
 - $n_{50} = 5 \text{ vol/h} \Rightarrow n = 0.25 \text{ vol/h}$ en conditions réelles (1/20 de la valeur à 50 Pa)



Wallonie



Service public
de Wallonie

Bâtiments résidentiels

Débit d'air neuf (NBN D 50-001:1991):

$3,6 \text{ m}^3 / \text{h.m}^2$ de plancher

- *Alimentation dans les locaux secs*
- *Evacuation dans les locaux humides*

Valeurs minimum par local:

- *Séjour, chambre, cuisine ouverte:* $75 \text{ m}^3/\text{h}$
- *Cuisine fermée, salle de bain, buanderie:* $50 \text{ m}^3/\text{h}$
- *WC:* $25 \text{ m}^3/\text{h}$



Wallonie



Service public
de Wallonie

Bâtiments non résidentiels

| Type de local | Surface au sol par personne (m ² /pers) | Débit d'air neuf (m ³ /h.m ² de plancher) |
|-------------------|--|---|
| Bureau paysager | 12 | 2,5 |
| Bureau individuel | 10 | 3 |
| Salle de réunion | 3 | 10 |
| Auditoire | 1,3 | 23 |
| Grand magasin | 4 | 7,5 |
| Salle de classe | 3,5 | 8,6 |
| Jardin d'enfants | - | 10 |
| Salle d'hôpital | 10 | 3 |
| Chambre d'hôtel | 10 | 3 |
| Restaurant | 2,5 | 12 |



Wallonie



Service public
de Wallonie

Débit d'air neuf

| Local | Nb de locaux X Surface au sol (m ²) | Débit d'air neuf (m ³ /h) |
|-----------------------------------|--|---|
| 10 Salles de classe | 10x105 | 9030 |
| 2 Bureaux | 2x20 | 180 |
| 3 Bureaux | 3x10 | 90 |
| Salle des professeurs | 30 | 300 |
| Restaurant | 250 | 3000 |
| Bibliothèque (15 occupants) | | 15x30 = 450 |
| Infirmierie (3 occupants) | | 3x30 = 90 |
| WC élèves (2x10 appareils) | | 2x(30+10x15) = 360 |
| WC administration (2x2 appareils) | | 2x(30+2x15) = 120 |

Sanitaires en extraction d'air



Wallonie



Service public
de Wallonie

Halls de sport

| Type de local | Débit d'air neuf (m ³ /h.personne) |
|---------------------|--|
| Hall sportif | 25 m ³ /h par sportif |
| | 18 m ³ /h par spectateur |
| Douches collectives | 18 m ³ /h par personne |
| Toilettes | 18 m ³ /h par personne |
| Vestiaires | 18 m ³ /h par personne |



Wallonie



Service public
de Wallonie

Halls de grande hauteur

Ventilation et chauffage:

bouches à grande vitesse (> 10 m/s) et portée élevée



⇒ Déstratification



Wallonie

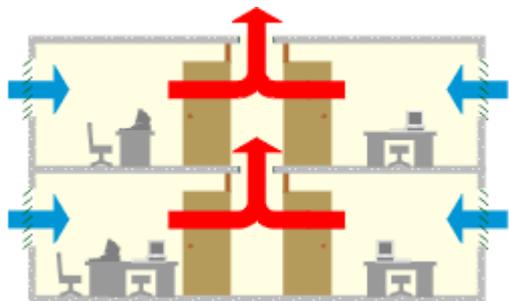
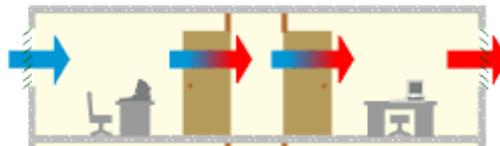
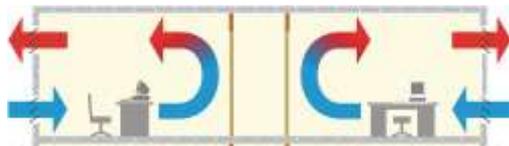


Service public
de Wallonie

Ventilation intensive

Ventilation intensive d'été:

- Latérale
- Transversale
- Par effet de cheminée
- Par ventilation mécanique





Wallonie



Service public
de Wallonie

PLAN DE L'EXPOSE

- Pourquoi ventiler ?
- Comment ventiler ?
- Etudes de cas
- Ventilation double flux décentralisée



Wallonie



Service public
de Wallonie

Etude de cas

- Bureaux PROBE du CSTC (rénovation)
- Auditoire 150 pl. en Alsace (régulation)
- Ventilation intensive naturelle en été:
 - Bureaux IVEG à Hoboken (bâtiment neuf)
 - Ecole TANGA en Suède (rénovation)



Wallonie



Service public
de Wallonie

Bureaux PROBE du CSTC



Immeuble de bureaux à Limelette (1975):

- 2 étages, 1120 m²
- 36 bureaux
- 55 personnes

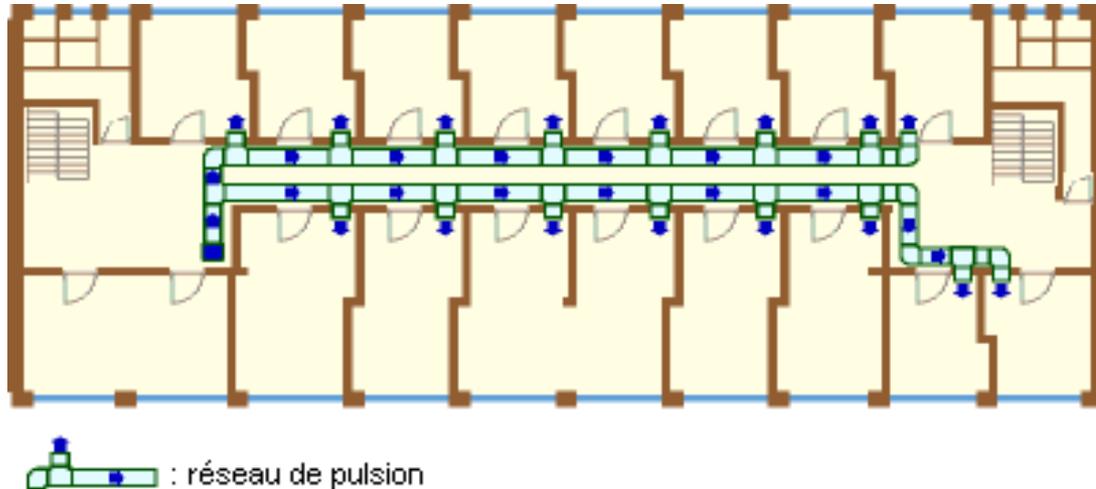


Wallonie



Service public
de Wallonie

Bureaux PROBE du CSTC



Ventilation double flux sans récupération:

- Pulsion $1250 \text{ m}^3/\text{h}$ ($25 \text{ m}^3/\text{h. occ.} \times 50 \text{ occupants}$)
- Extraction $300 \text{ m}^3/\text{h}$, par les sanitaires
- Orifices de transfert vers le couloir

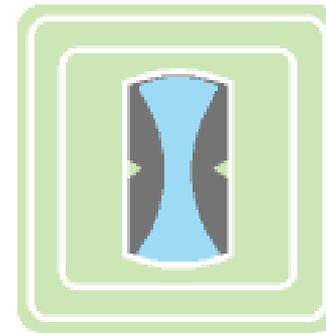
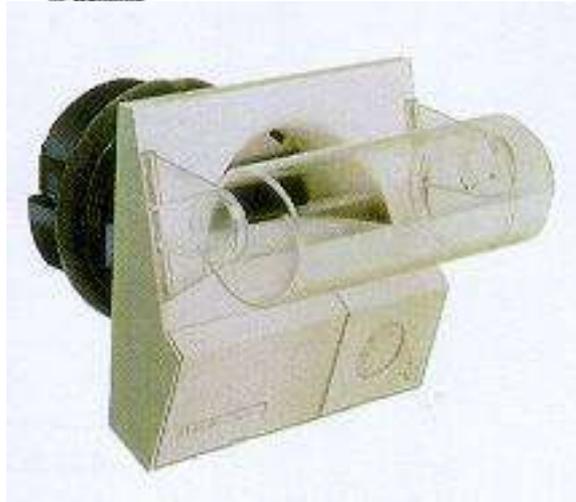


Wallonie

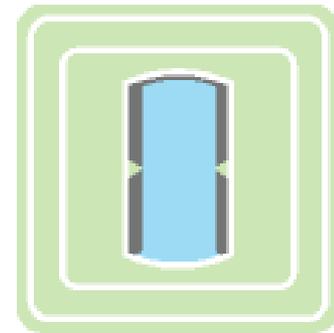


Service public
de Wallonie

Bureaux PROBE du CSTC



Membrane au repos



Membrane soumise
à une dépression

Nouvelles bouches de pulsion:

- Réglables manuellement 4 positions: 25 \Leftrightarrow 100 m³/h
- Détecteur de présence \Leftrightarrow fermeture de la bouche
- Régulateurs de débit à membrane



Wallonie



Service public
de Wallonie

Bureaux PROBE du CSTC



Conduits rectangulaires existants:

- Non étanches
 - Pertes : 17 % du débit soufflé
- ⇒ Gaines circulaires à double joint





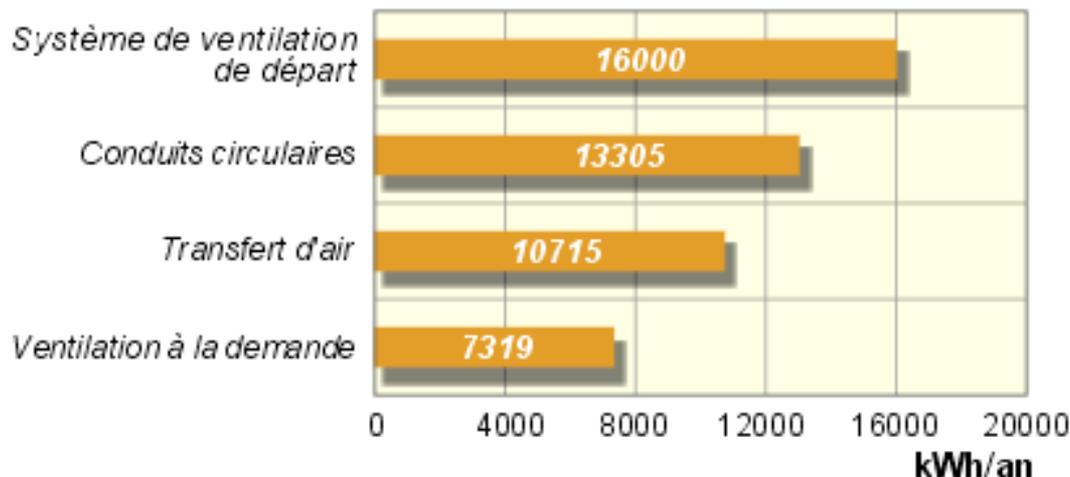
Wallonie



Service public
de Wallonie

Bureaux PROBE du CSTC

Consommation de chauffage de l'air neuf



Réductions de consommation pour le chauffage de l'air neuf:

- Situation de départ- réseau non étanche- débit constant 15.4 kWh/m².an
- Placement de conduits circulaires étanches 13.0 kWh/m².an (-17%)
- Réduction du transfert de chaleur vers les sanitaires 10.7 kWh/m².an (-20%)
- Régulation du débit d'air neuf 7.7 kWh/m².an (-35%)



Wallonie



Service public
de Wallonie

Bureaux PROBE du CSTC



Ventilation intensive la nuit en été (grilles) :

- Latérale fenêtres en position basculante $n = 2.2 \text{ vol/h}$
- Latérale fenêtres ouvertes en grand $n = 3.4 \text{ vol/h}$
- Transversale fenêtres ouvertes en grand $n = 13. \text{ vol/h}$
- Infiltration $n = 0.2 \text{ vol/h}$

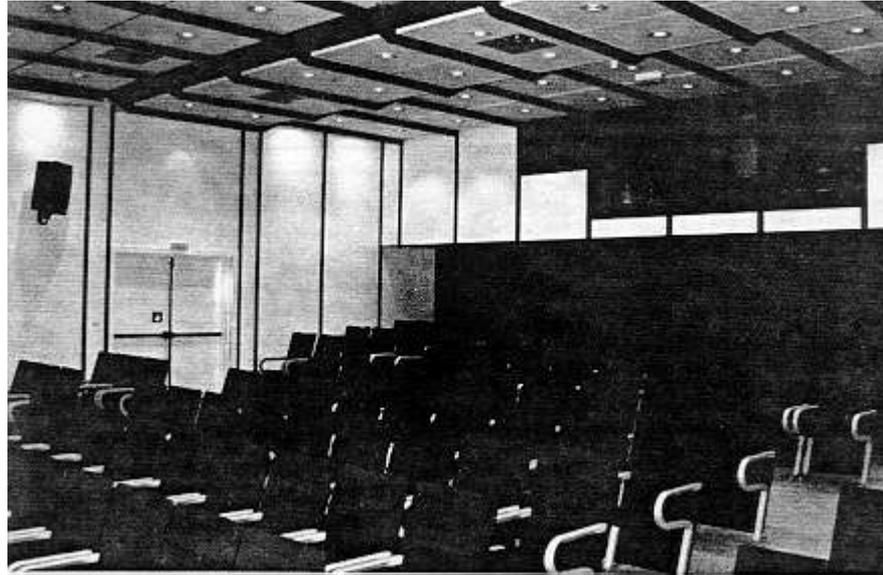


Wallonie



Service public
de Wallonie

Auditoire 150 places



Régulation du débit d'air neuf:

- Rafraîchissement (100 %) si température d'air repris $> t_{\text{ext}}$
- Ventilation hygiénique (max 30%) selon taux de CO2

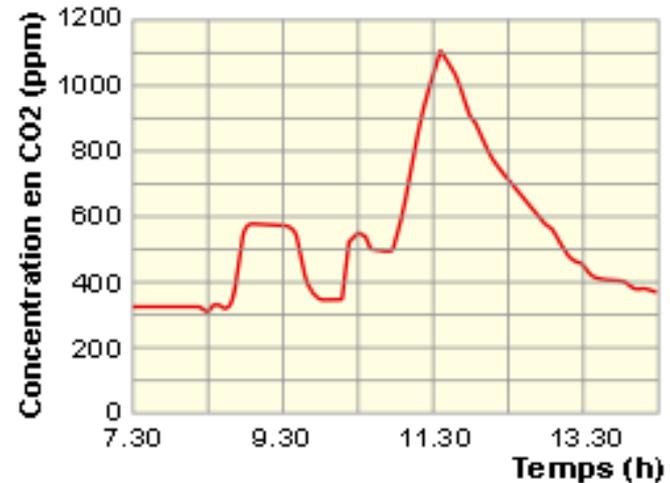
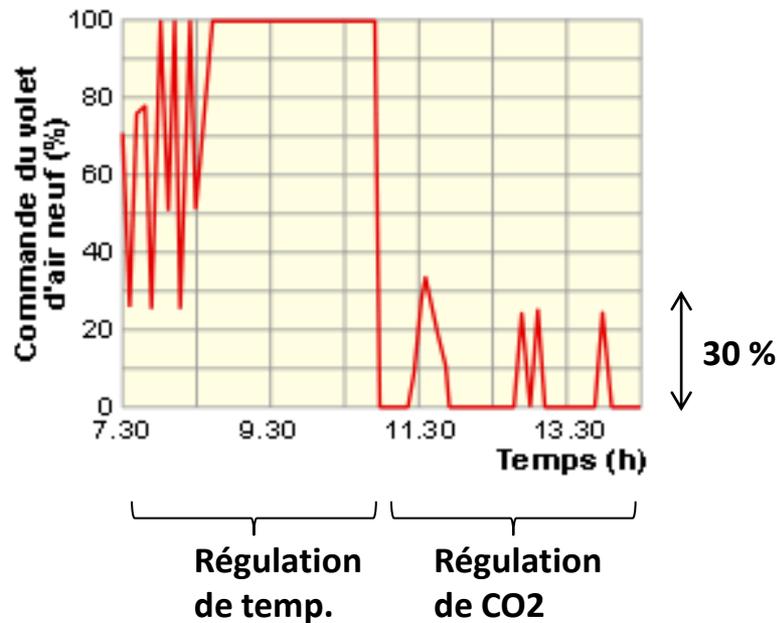
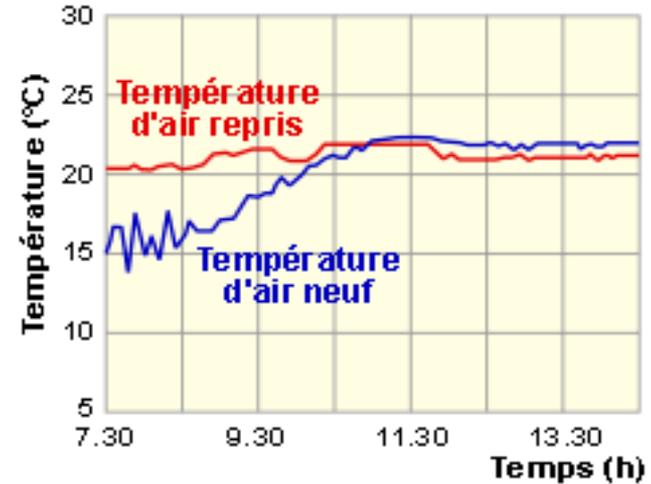
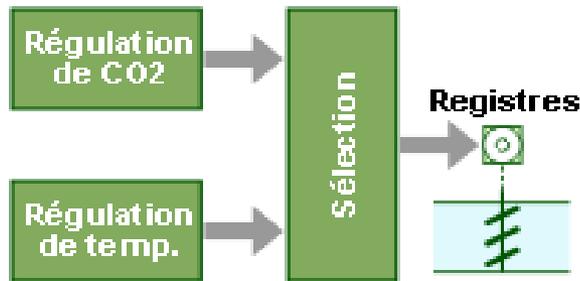


Wallonie



Service public de Wallonie

Auditoire 150 places



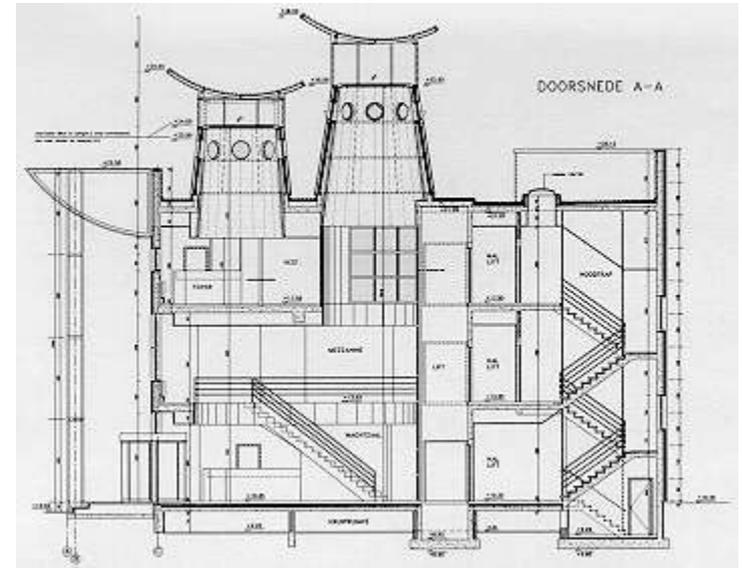


Wallonie



Service public
de Wallonie

Bureaux IVEG à Hoboken



Ventilation intensive par effet de cheminée:

- Cheminée 1 pour rez-de-chaussée et 1^{er} étage
- Cheminée 2 pour 2^{ème} étage
- Sécurité incendie



Wallonie



Service public
de Wallonie

Bureaux IVEG à Hoboken





Wallonie



Service public
de Wallonie

Bureaux IVEG à Hoboken





Wallonie



Service public
de Wallonie

Ecole TANGA en Suède



Ventilation intensive par effet de cheminée solaire.

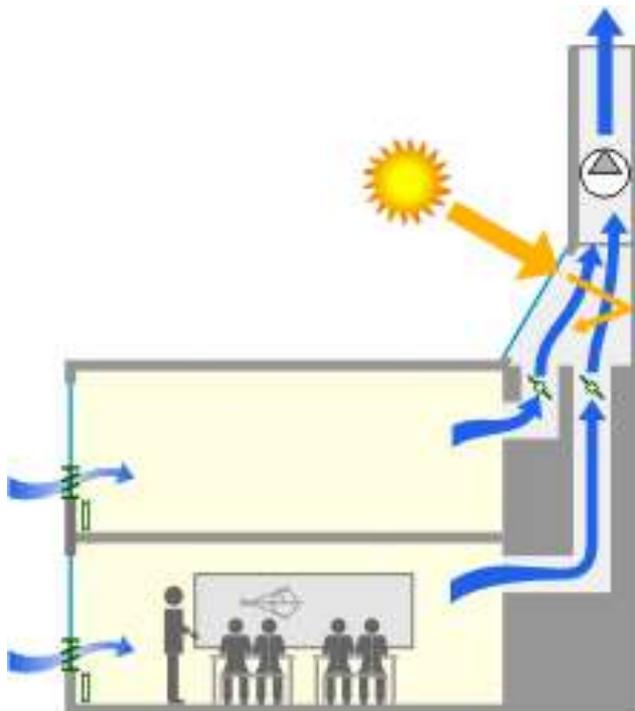


Wallonie



Service public
de Wallonie

Ecole TANGA en Suède



Ventilation intensive par effet de cheminée solaire.



Wallonie



Service public
de Wallonie

PLAN DE L'EXPOSE

- Pourquoi ventiler ?
- Comment ventiler ?
- Etudes de cas
- Ventilation double flux décentralisée

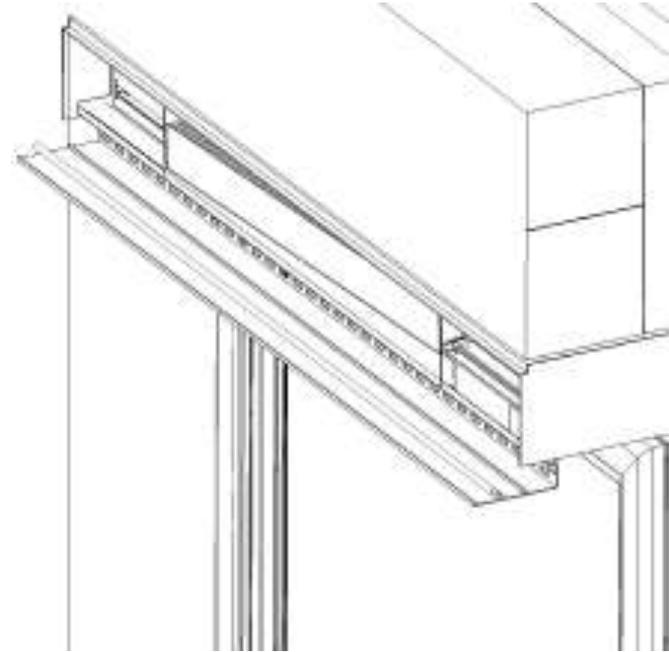
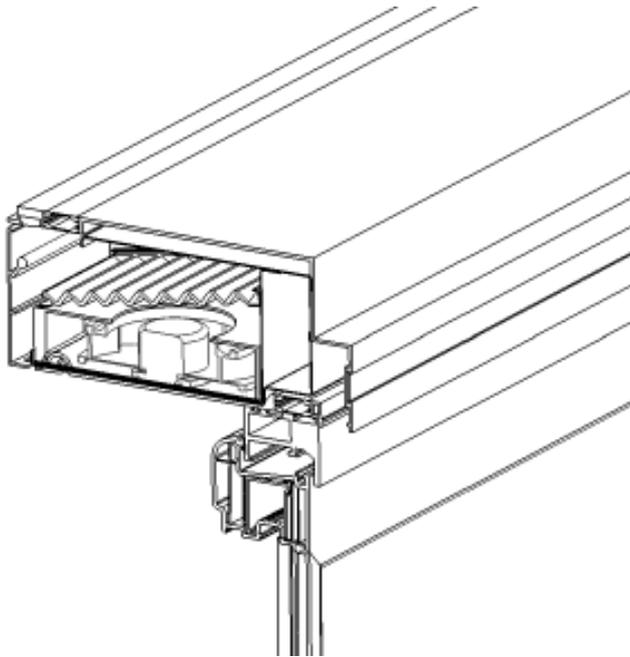


Wallonie



Service public
de Wallonie

Ventilation double flux décentralisée



Ventilation double flux décentralisée:

- Intégrable en partie supérieure de fenêtre
- Ventilateur de soufflage et ventilateur d'extraction
- Echangeur de chaleur
- Ne requiert ni conduit, ni orifice de transfert dans les portes
- Débit régulé à la demande dans chaque local



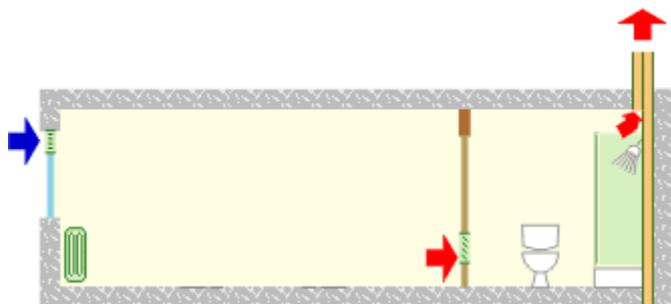
Wallonie



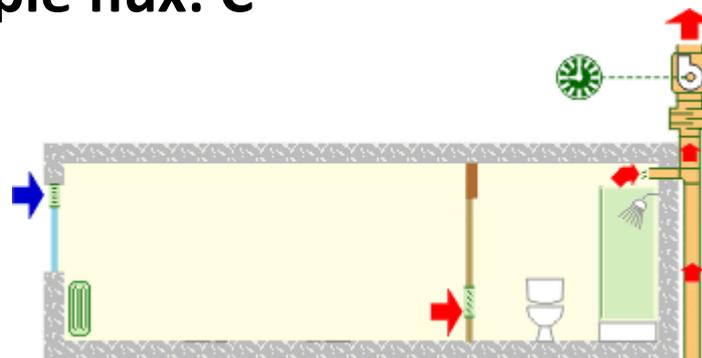
Service public
de Wallonie

Systemes de ventilation

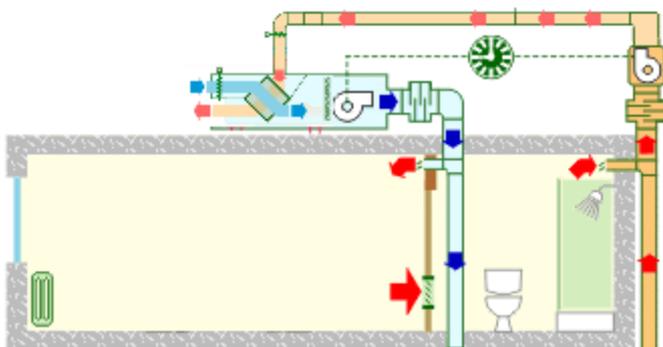
Naturel: A



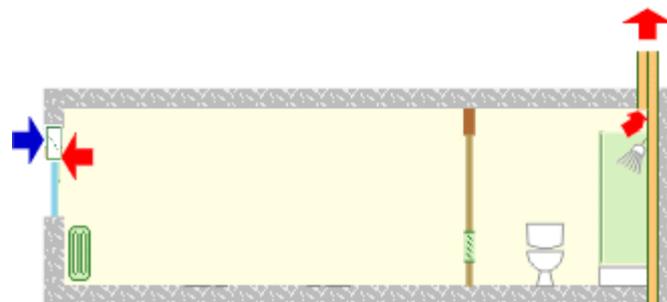
Simple flux: C



Double flux: D



Double flux décentralisé



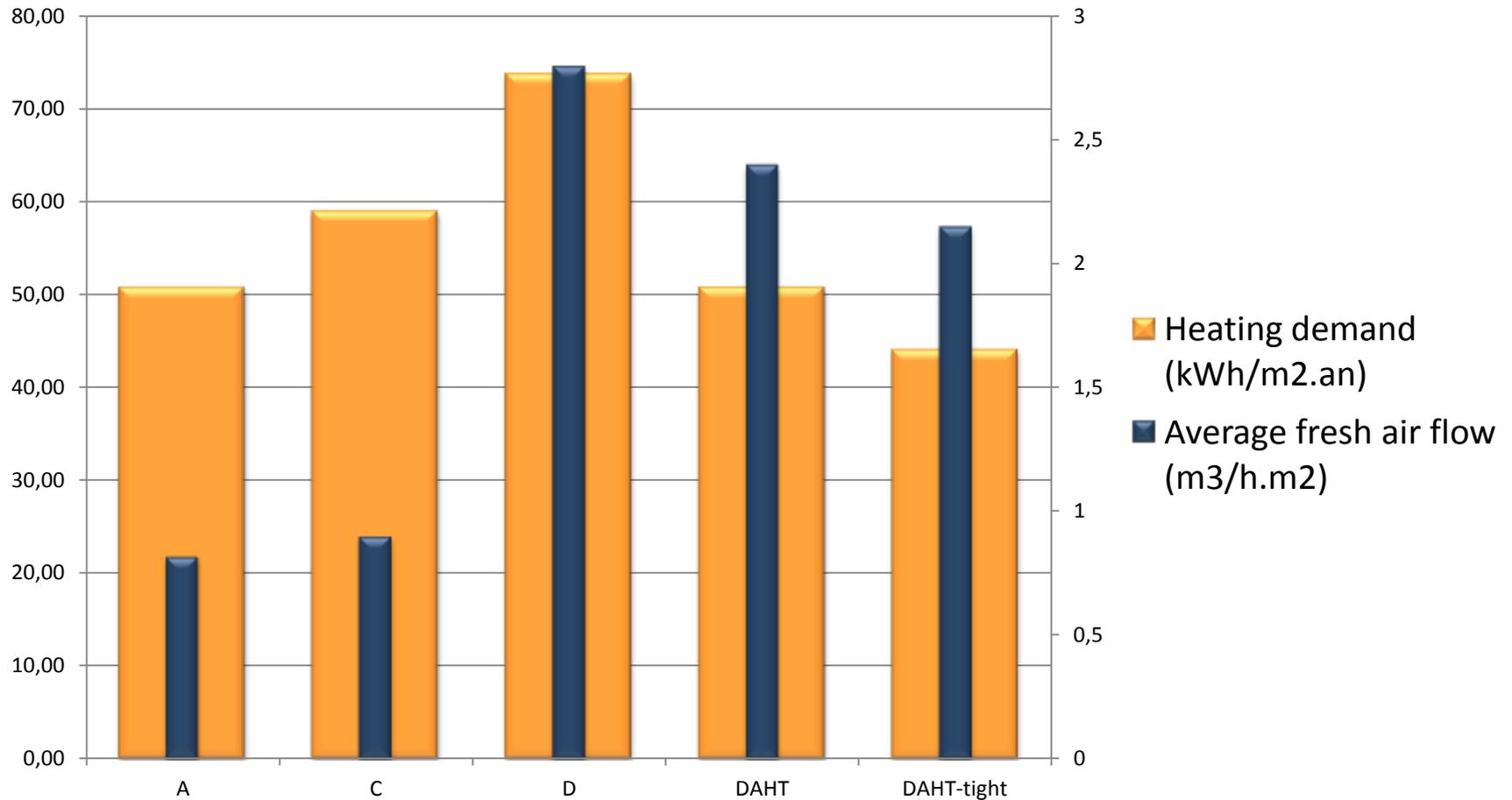


Wallonie



Service public
de Wallonie

Ventilation double flux décentralisée



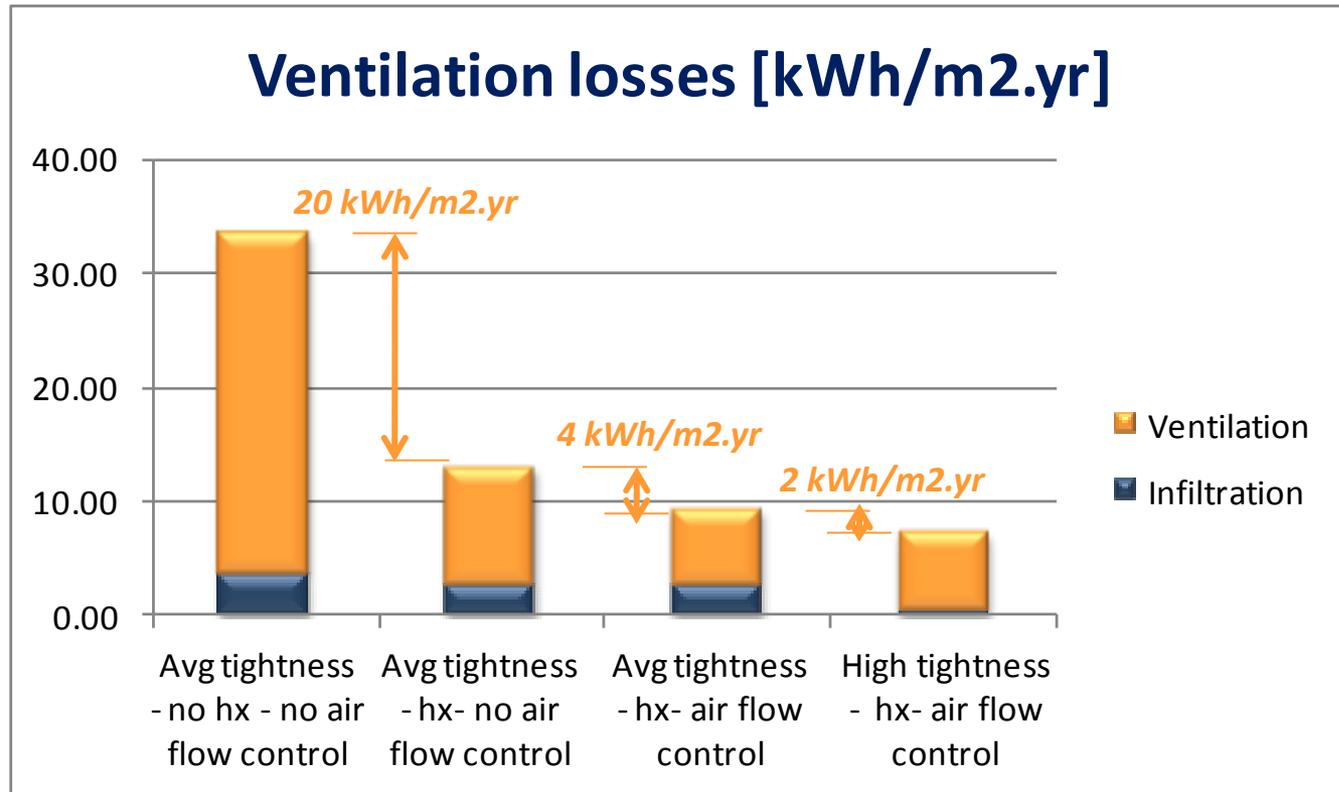


Wallonie



Service public
de Wallonie

Ventilation double flux décentralisée



Réductions de demande pour le chauffage de l'air neuf d'une habitation:

- Situation de départ- sans échangeur - débit constant 33.4 kWh/m².an
- Avec échangeur de chaleur 13.1 kWh/m².an (-60%)
- Avec régulation du débit (sonde CO₂ ou H₂O) 9.4 kWh/m².an (-11%)
- Avec bâtiment étanche ($n_{50} = 8.2 \Rightarrow 0.7$ vol/h) 7.4 kWh/m².an (- 6%)



Wallonie



Service public
de Wallonie

PLAN DE L'EXPOSE

- ☑ Pourquoi ventiler ?
- ☑ Comment ventiler ?
- ☑ Etudes de cas
- ☑ Ventilation double flux décentralisée