

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

ENERGIE : PRINCIPES FONDAMENTAUX

PRINTEMPS 2025

Comment ventiler?

Présentation des différents systèmes, de leurs avantages et
leurs inconvénients

Muriel BRANDT



- ▶ Présenter les principes de base de la ventilation hygiénique, les 4 systèmes de ventilation possibles, leurs déclinaisons, avantages et inconvénients
- ▶ Donner un aperçu des enjeux énergétiques



VENTILATION HYGIÉNIQUE

- ▶ **Pollution intérieure**

- ▶ Objectifs

- ▶ Comment ?

- ▶ Mauvaises options

LES SYSTÈMES

LES COMPOSANTS

ENERGIE



L'environnement intérieur est le lieu de diverses pollutions dues

- ▶ à l'occupation humaine
- ▶ au bâtiment et à ses équipements
- ▶ à l'environnement

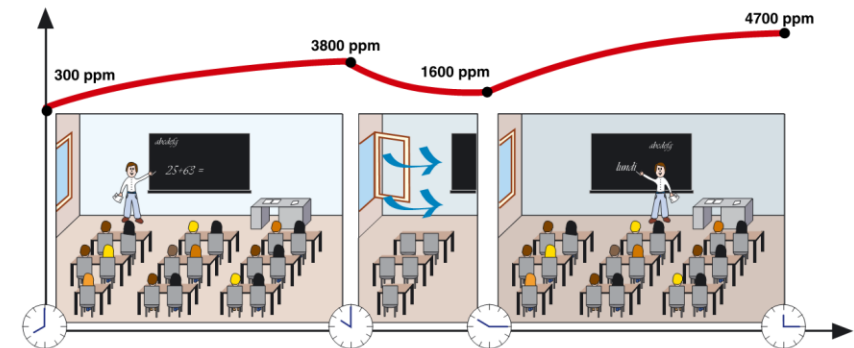


Polluants relatifs à l'occupation humaine

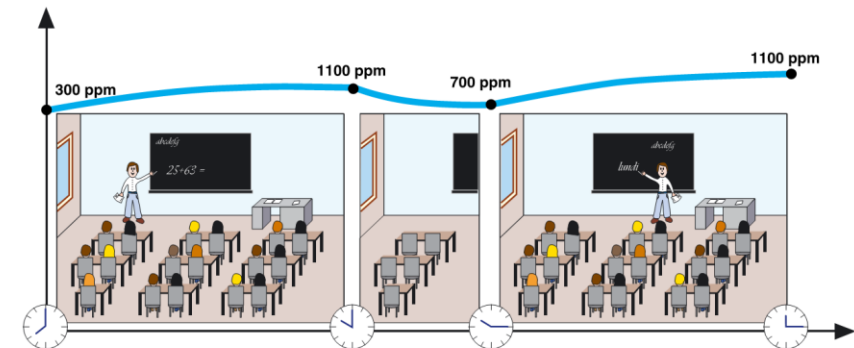
- ▶ Odeurs (corporelles, cuisines, WC, ordures, animaux...)
- ▶ (Fumée de cigarette)
- ▶ Humidité (60 – 500 g/h.personne)
- ▶ CO₂
- ▶ ...

Exemple d'évolution de concentration en CO₂ :

Classe de 25 élèves, 2h cours -> 1/4h interours -> 2h cours



Cas " sans ventilation " : infiltrations 0.2Vol/h (interours 4Vol/h)



Cas " avec ventilation " : 18m³/h/pers->2.6Vol/h (en permanence)

nlb 13779 (2007)
standards for .be

Tableau A.10 — Niveaux de CO₂ dans les pièces

Catégorie	Niveau de CO ₂ au dessus du niveau de l'air neuf en ppm _x	
	Plage type	Valeur par défaut
INT 1	≤ 400	350
INT 2	400 – 600	500
INT 3	600 – 1 000	800
INT 4	> 1 000	1 200



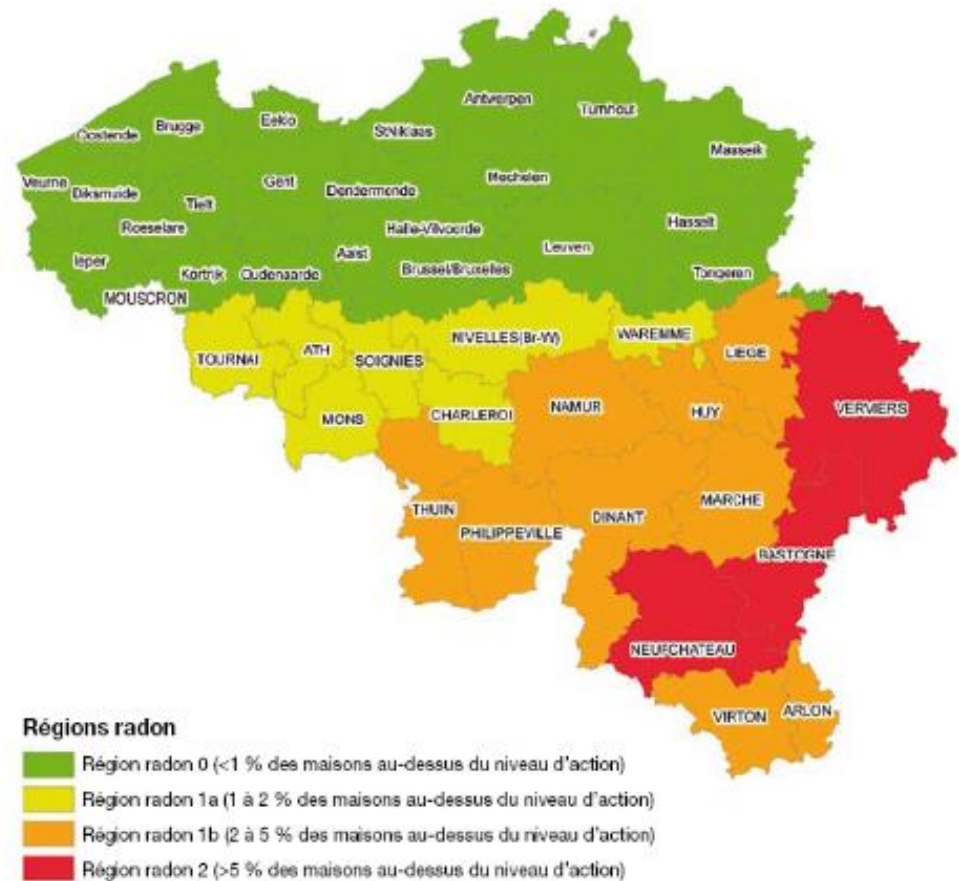
Polluants en provenance du bâtiment et de ses équipements

- ▶ Tapis, vinyles
- ▶ Peintures, colles, solvants (formaldéhyde...)
- ▶ Imprimantes, télécopieurs...
- ▶ CO (appareils à combustion non étanche)
- ▶ Condensation et humidité excessive ➡ moisissures, champignons...



Polluants en provenance de l'environnement

- ▶ Radon
- ▶ Pollens
- ▶ Particules fines
- ▶ Gaz polluants
- ▶ ...



Pour plus d'informations: www.fanc.fgov.be



VENTILATION HYGIÉNIQUE

- ▶ Pollution intérieure
- ▶ **Objectifs**
- ▶ Comment ?
- ▶ Mauvaises options

LES SYSTÈMES

LES COMPOSANTS

ENERGIE



OBJECTIFS

- ▶ Garantir la qualité de l'air pour les **occupants** > impacts potentiels sur
 - la santé
 - le confort
 - la productivité
- ▶ Garantir la qualité de l'air pour le **bâtiment** > impacts potentiels sur
 - la pérennité du bâtiment



VENTILATION HYGIÉNIQUE

- Pollution intérieure
- Objectifs
- **Comment ?**
- Mauvaises options

LES SYSTÈMES

LES COMPOSANTS

ENERGIE



Pour la plupart des affectations

- ▶ En remplaçant l'air vicié par de l'air neuf
 - ⇒ **Dilution et évacuation des polluants**
 - ⇒ **Régulation de l'humidité**

En présence de polluants dangereux (laboratoires, industrie...)

- ▶ Pas de dilution MAIS une évacuation au plus proche de la source



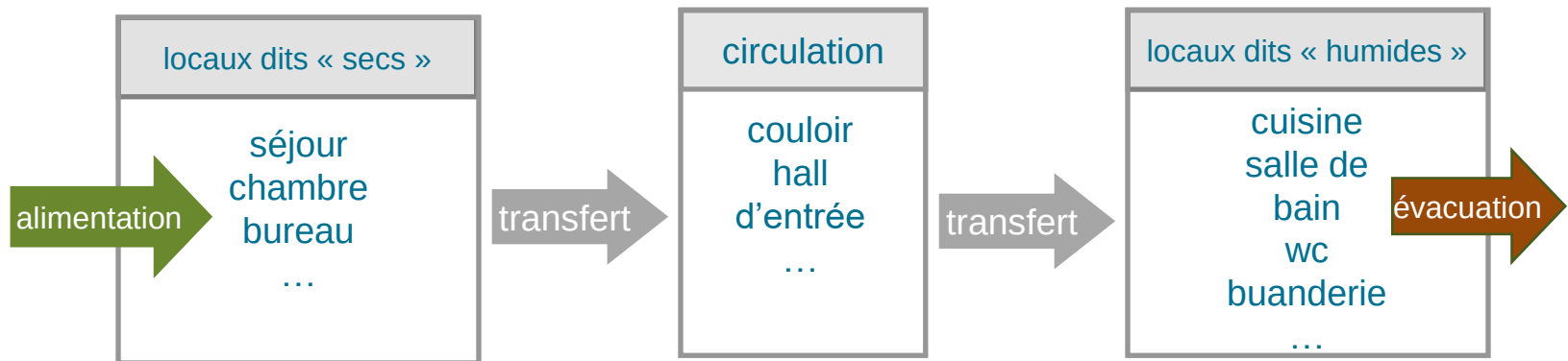
Système idéal

Alimentation et évacuation de l'air dans chaque local

- ▶ Très rare (techniquement compliqué et onéreux)

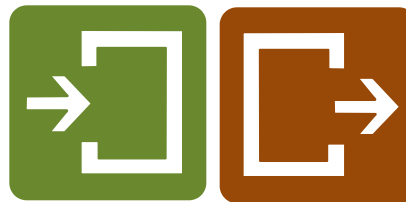
Système simplifié (schéma résidentiel)

- ▶ Alimentation dans les locaux « secs »
- ▶ Transfert via les zones de circulation
- ▶ Evacuation dans les locaux « humides »



Pas d'accumulation d'air dans le bâtiment

- ▶ Pas d'alimentation sans évacuation
- ▶ Pas d'évacuation sans alimentation
 - Au niveau du bâtiment
 - Pour chaque local



VENTILATION HYGIÉNIQUE

- Pollution intérieure
- Objectifs
- Comment ?
- **Mauvaises options**

LES SYSTÈMES

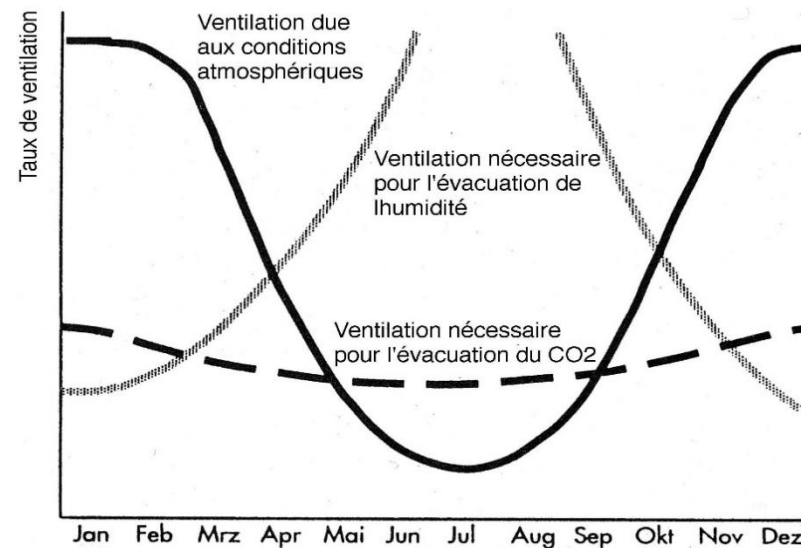
LES COMPOSANTS

ENERGIE



Compter sur la mauvaise étanchéité à l'air de l'enveloppe

- ▶ Non conforme (réglementation PEB)
- ▶ Trop aléatoire car dépend des conditions climatiques (vitesse du vent et températures)
- ▶ Débits dans la plupart des cas insuffisants
- ▶ Impact sur les consommations et le confort



Ventiler en ouvrant les fenêtres

- ▶ Non conforme (réglementation PEB), sauf en ventilation intensive
- ▶ Action de l'homme
- ▶ Débits trop élevés et non continus
- ▶ Impact sur les consommations et le confort
- ▶ Risque d'effraction accru
- ▶ Pénétration éventuelle d'insectes et de pluie

⇒ **Bâtiment performant**
 ≠ **bâtiment sans fenêtre ouvrante**

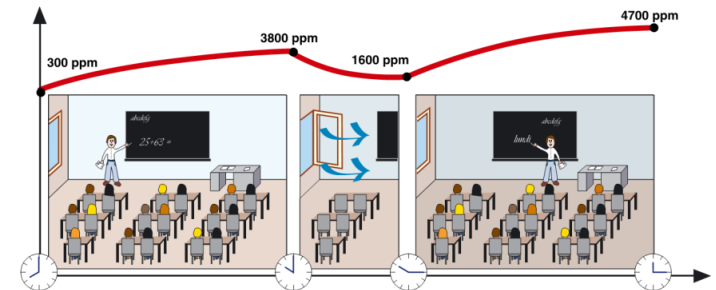
■ NBN
 13779 (2007)

Tableau A.10 — Niveaux de CO₂ dans les pièces

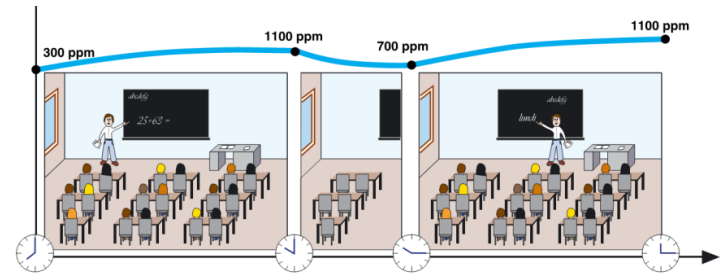
Catégorie	Niveau de CO ₂ au dessus du niveau de l'air neuf en ppm _x	
	Plage type	Valeur par défaut
INT 1	≤ 400	350
INT 2	400 – 600	500
INT 3	600 – 1 000	800
INT 4	> 1 000	1 200

Exemple d'évolution de concentration en CO₂ :

Classe de 25 élèves, 2h cours -> 1/4h intercourses -> 2h cours



Cas " sans ventilation " : infiltrations 0.2Vol/h (intercours 4Vol/h)



Cas " avec ventilation " : 18m³/h/pers->2.6Vol/h (en permanence)

Source : CETIAT



VENTILATION HYGIÉNIQUE

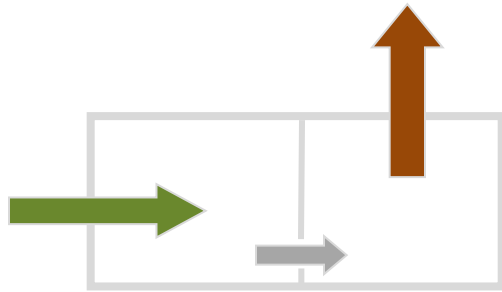
LES SYSTÈMES

LES COMPOSANTS

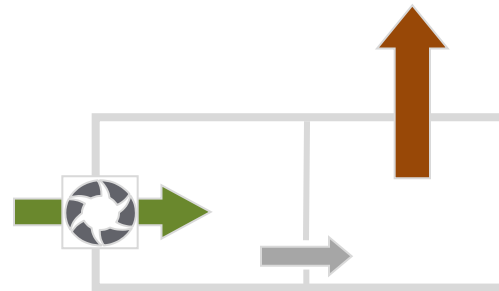
ENERGIE



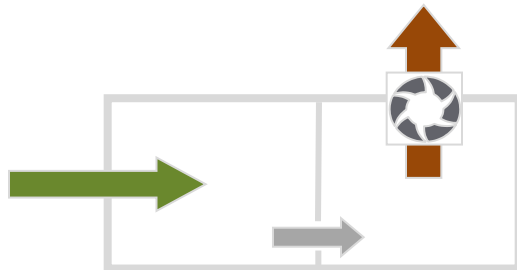
A. alimentation naturelle
+ évacuation naturelle



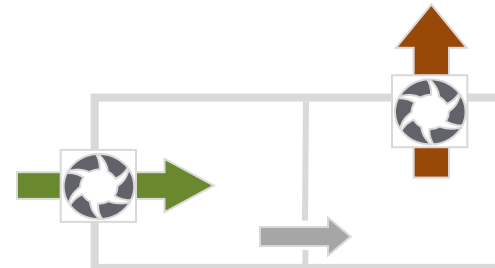
B. alimentation mécanique
+ évacuation naturelle



C. alimentation naturelle
+ évacuation mécanique

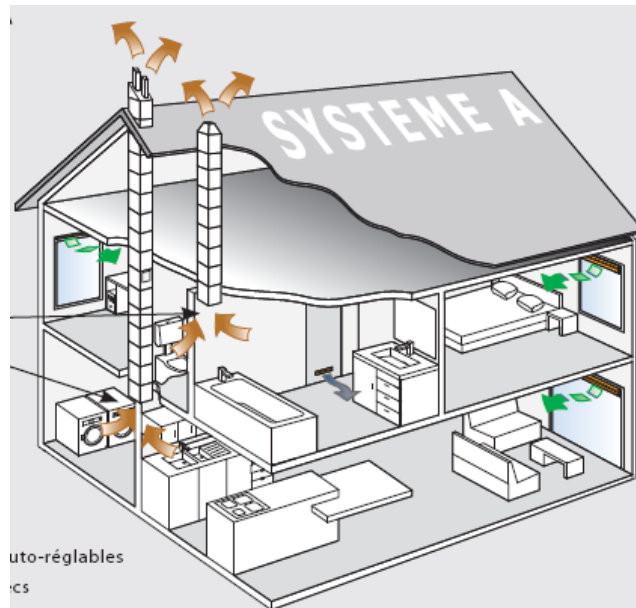


D. alimentation mécanique
+ évacuation mécanique



Système A : alimentation naturelle & évacuation naturelle

- ▶ Alimentation : grilles réglables
- ▶ Transfert : fentes ou grilles
- ▶ Extraction : grilles réglables au départ de conduits verticaux



Source: Renson



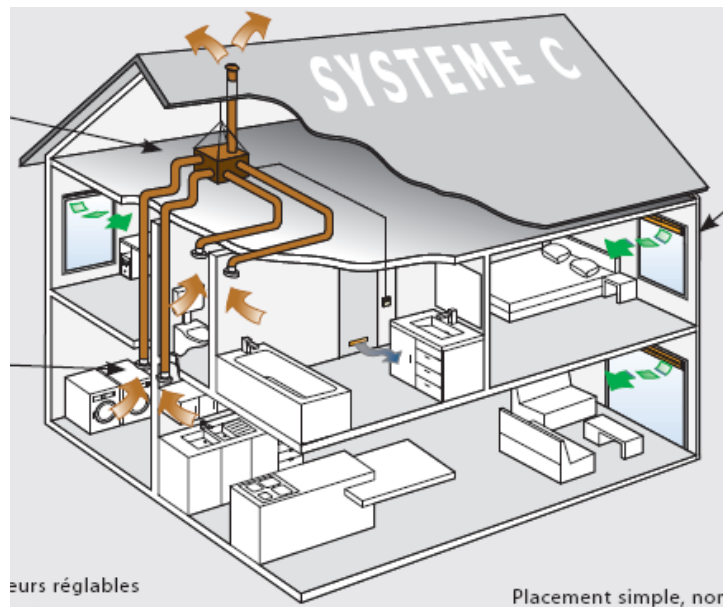
Système B : alimentation mécanique & évacuation naturelle

- ▶ Alimentation : ventilateur(s)
- ▶ Transfert : fentes ou grilles
- ▶ Extraction : grilles réglables au départ de conduits verticaux



Système C : alimentation naturelle & évacuation mécanique

- ▶ Alimentation : grilles réglables
- ▶ Transfert : fentes ou grilles
- ▶ Extraction : ventilateur(s)



Source: Renson

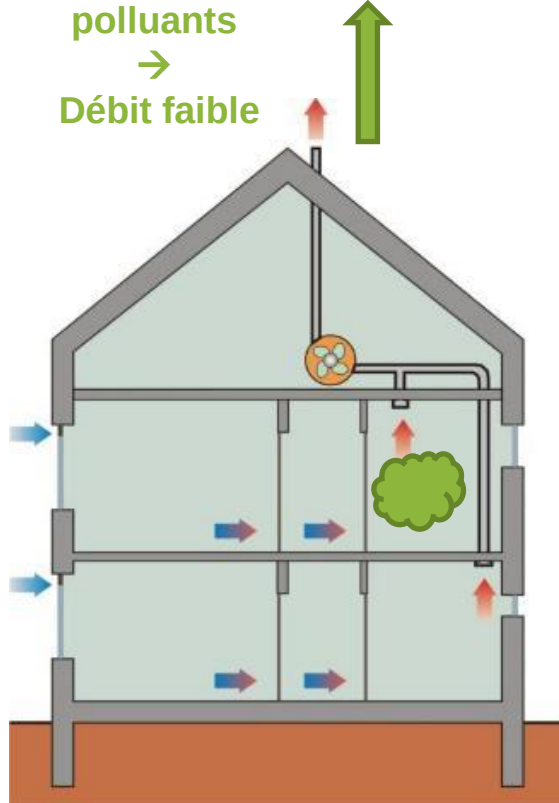


Système C régulé (« C+ »)

- Régulation en fonction de sondes (HR, CO₂, COV, présence)
- Réduction des pertes et des consommations

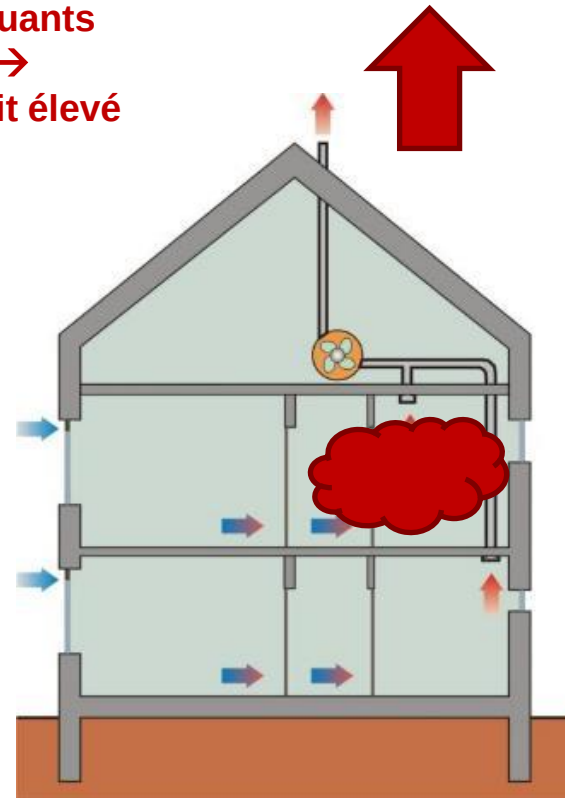
Faible concentration en
polluants
→

Débit faible



Forte concentration en
polluants
→

Débit élevé



Système C régulé (« C+ »)

► Principe

- Régulation du débit d'extraction selon l'occupation
Salle de bain, buanderie : détection d'humidité
Toilettes: détection d'humidité
Cuisine : détection d'humidité + mouvement
- Les sondes ne régulent pas l'amenée d'air



Groupe d'extraction type C+

Source: Renson



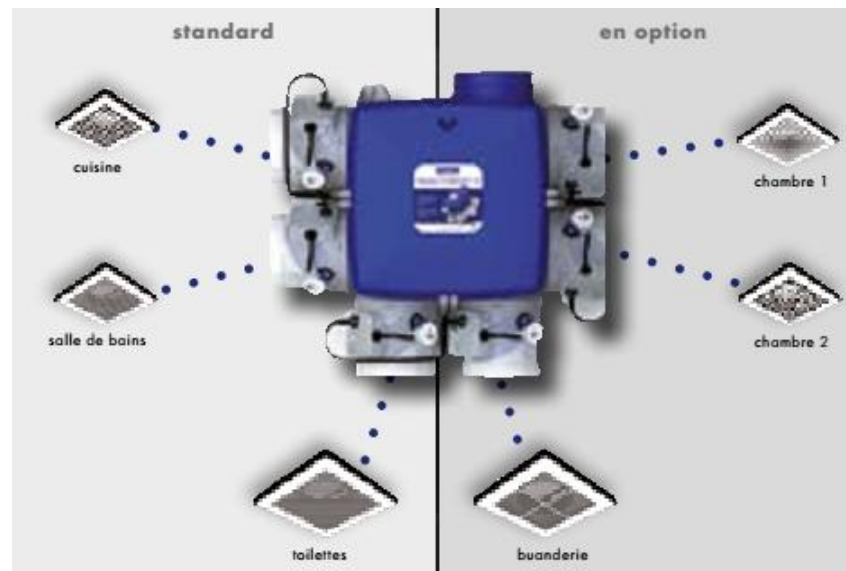
Système C régulé (« C+ »)

► Limitation

- Le débit d'air est régulé sur base de l'occupation des pièces humides
> La nuit, le débit d'air est minimal de sorte que la qualité de l'air n'est pas nécessairement garantie dans les chambres

► Amélioration possible

- Extraction supplémentaire dans les chambres



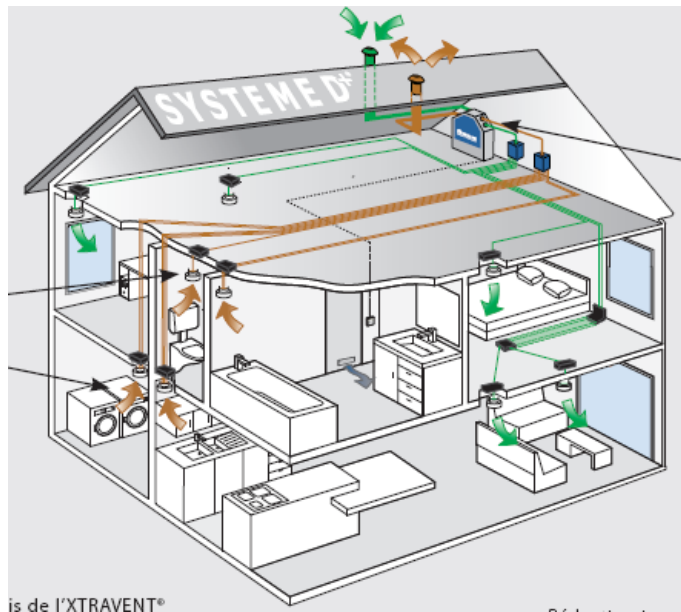
Groupe d'extraction type C+

Source: Renson



Système D : ventilation mécanique double flux

- ▶ Alimentation : ventilateur(s)
- ▶ Transfert : fentes ou grilles
- ▶ Extraction: ventilateur(s)



Source: Renson



VENTILATION HYGIÉNIQUE

LES SYSTÈMES

LES COMPOSANTS

- ▶ **Dispositifs amenée/transfert/évacuation**
- ▶ Récupération de chaleur

ENERGIE



Ouverture d'amenée d'air...

- ...mécanique (OAM)



Ventilateur mural
Source: Helios



Ventilateur sur vitrage

- ...réglable (OAR)



Aérateur
Source : Renson



Aérateur à coulisse
Source : Renson



Ouverture de transfert

- ▶ Détalonnage de porte
- ▶ Grilles



Grille murale
Source : Buildwise



Grilles de porte acoustiques
Source : Renson



Ouverture d'évacuation d'air...

► ...mécanique (OEM)



Extracteur ponctuel
Source : Soler & Palau



Ventilateur de gaine
Source : Soler & Palau

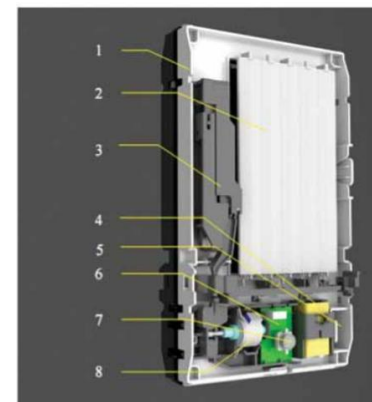


Aérateur de vitre
Source : Soler & Palau

► ...réglable (OER)



Grille avec régulation manuelle
Source : Renson



Grille avec régulation automatique
Source : Schiedel



Groupe double flux

- Logement unifamilial



- $\dot{V} \rightarrow 500 \text{ m}^3/\text{h}$
- $\eta_{\text{échangeur}} = 85 \%$

- Tertiaire, logement centralisé, etc.



- $\dot{V} = 1200\text{-}27000 \text{ m}^3/\text{h}$
- $\eta_{\text{échangeur}} = 75 \%$



Distribution

► Gainage



Gaines en acier galvanisé



Gaine en polypropylène



Gaines souple aluminium



Gaine textile (uniquement pulsion)



Distribution

► Accessoires



Silencieux circulaire
Source : Trox



Silencieux à baffles
Source : Trox



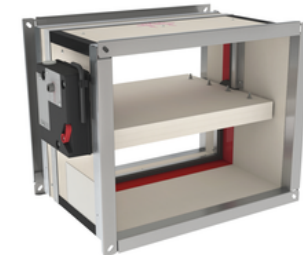
Silencieux flexible
Source: Lindab



Clapets de réglage
Source : énergie+



Clapets coupe-feu
Source : RFT



VENTILATION HYGIÉNIQUE

LES SYSTÈMES

LES COMPOSANTS

- Dispositifs amenée/transfert/évacuation
- **Récupérer la chaleur sur l'air extrait**

ENERGIE



34 RÉCUPÉRER LA CHALEUR SUR L'AIR EXTRAIT

Pertes dues à la ventilation hygiénique

- 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

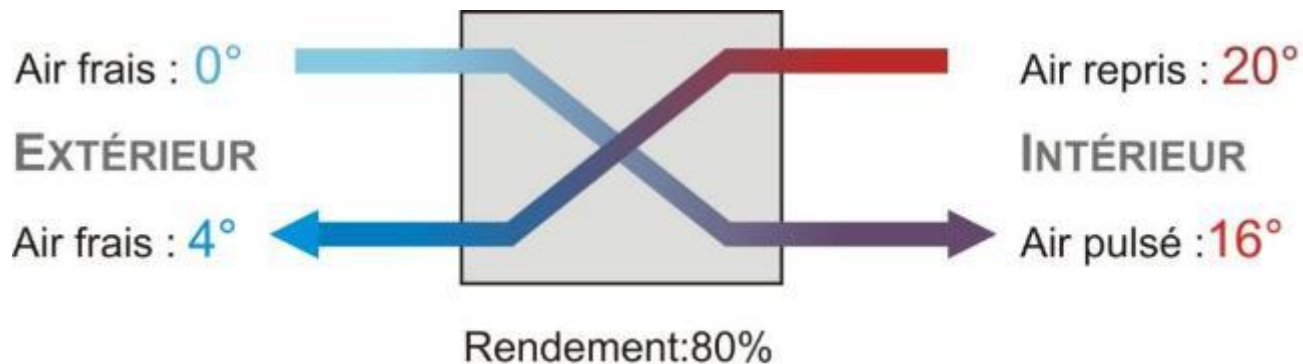


35 RÉCUPÉRER LA CHALEUR SUR L'AIR EXTRAIT

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**

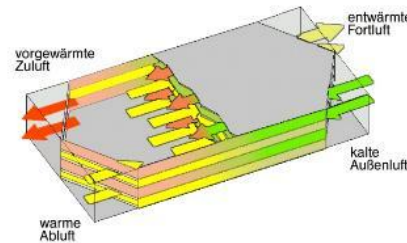
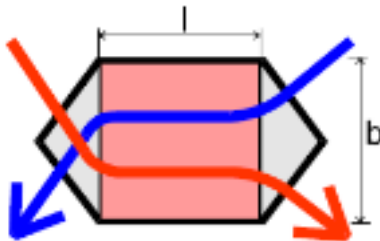
⇒ **Pertes divisées par 5 !**



RÉCUPÉRER LA CHALEUR SUR L'AIR EXTRAIT

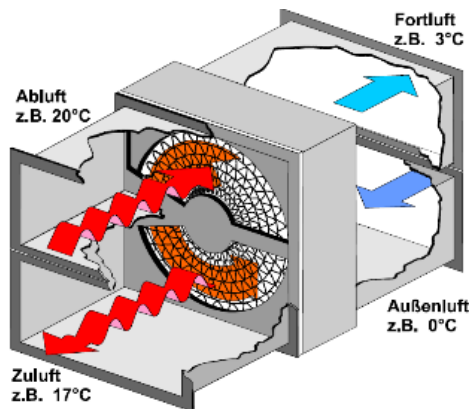
Echangeurs de chaleur (les plus fréquemment rencontrés)

- Echangeur à plaques à contre-courant



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

- Échangeur régénérateur à rotation (non)hygroscopique

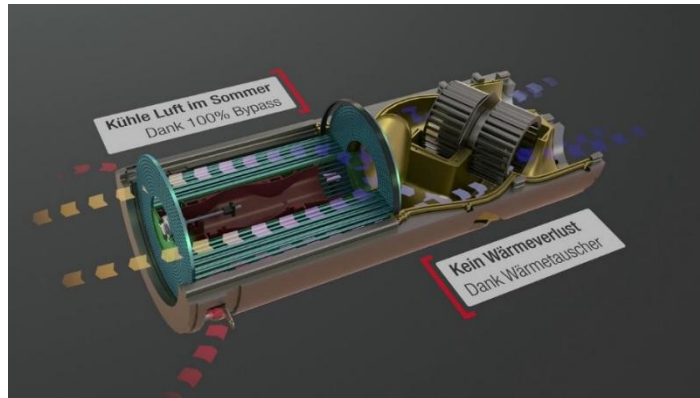


$$\eta = 70 - 80 \%$$



37 RÉCUPÉRER LA CHALEUR SUR L'AIR EXTRAIT

Double flux décentralisés avec récupération de chaleur



Source : Wolf

 $\eta \pm 70 \%$ 

Source : Airria



VENTILATION HYGIÉNIQUE

LES SYSTÈMES

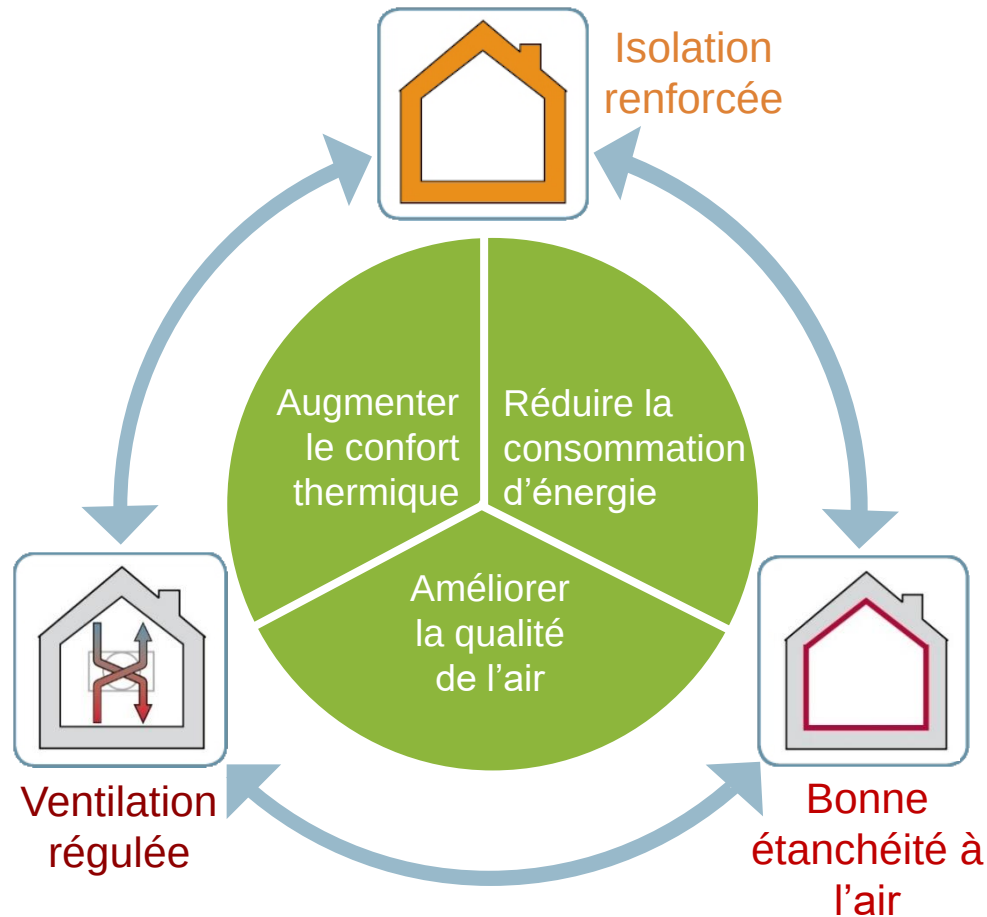
LES COMPOSANTS

ENERGIE



Dans un contexte d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments...

- Comment limiter les pertes inhérentes à la ventilation ?



Source : ULg - CIFEUL



Santé et confort <> énergie

- Un renouvellement d'air hygiénique est nécessaire pour garantir la qualité de l'air intérieur

Mais...

- La ventilation entraine des déperditions énergétiques car l'air neuf entrant arrive à une température différente de celle de l'air ambiant

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

⇒ **Deux axes d'optimisation des pertes par ventilation**

- **Augmenter la température de l'air entrant**
- **Réguler les débits en fonction des besoins**

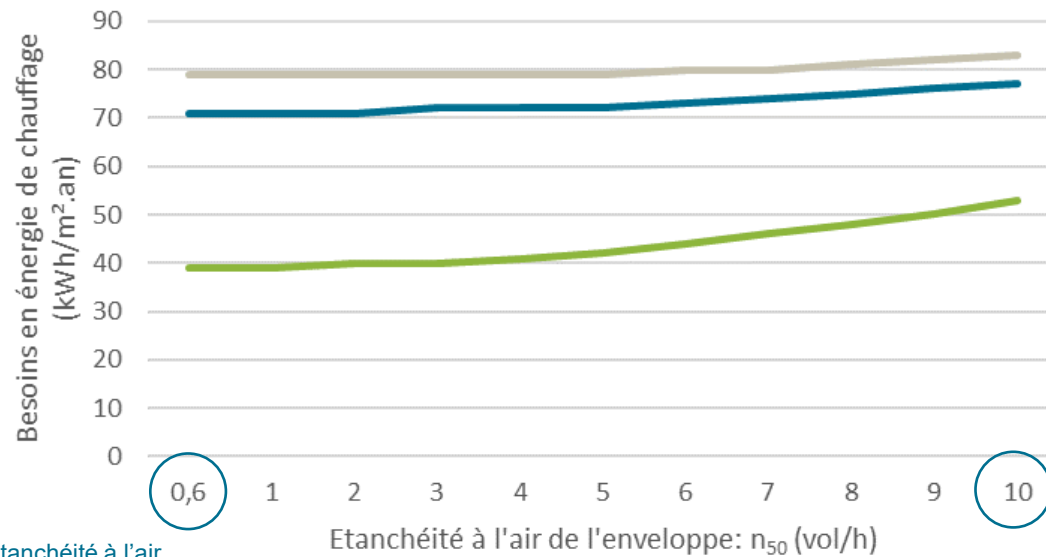


Pertes par ventilation

- Bilan énergétique: Impact du système de ventilation et de sa régulation sur le besoin de chauffage
 - **Cas 1: Ventilation simple flux**

⇒ **Importance de la régulation**

Parois opaques : $U_{\text{moyen}} = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
Fenêtre/portes : $U_{\text{moyen}} = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$



Balise d'étanchéité à l'air du standard passif

Correspond dans ce cas à $v_{50} = 12 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$

— C non régulé $f_{\text{réduc}} = 1$ — C régul. centrale $f_{\text{réduc}} = 0,90$ — C régul. locale $f_{\text{réduc}} = 0,43$

Calcul sur base du logiciel PHPP
Source : écorce



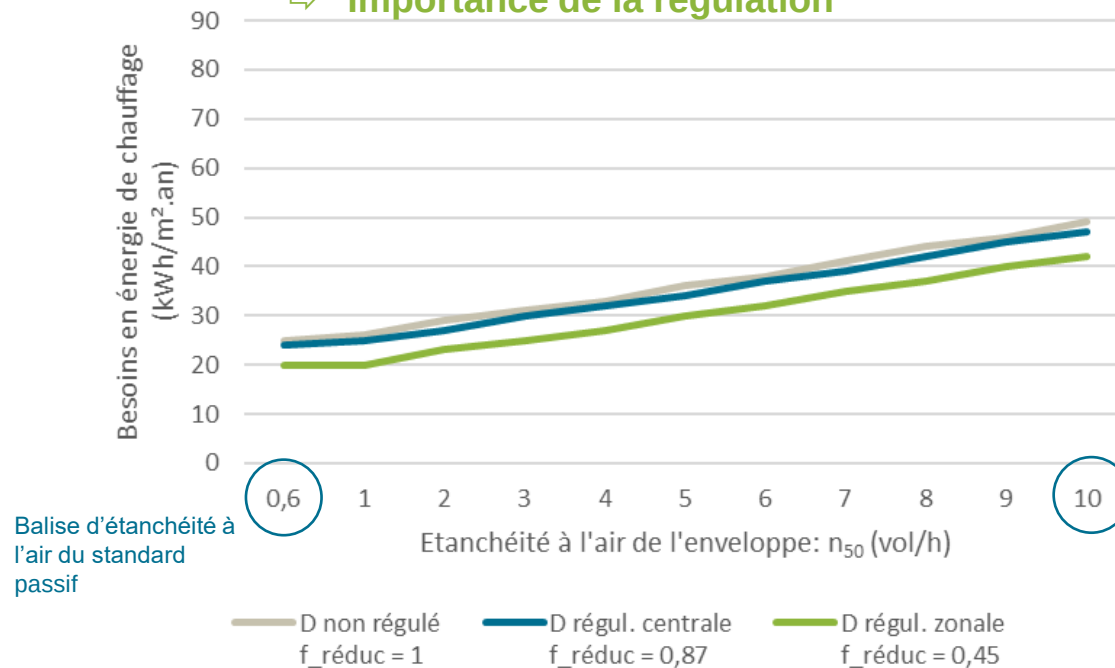
Pertes par ventilation

- Bilan énergétique: Impact du système de ventilation et de sa régulation sur le besoin de chauffage

- **Cas 2: Ventilation double flux**

⇒ **Importance d'avoir une étanchéité à l'air de l'enveloppe performante**

⇒ **Importance de la régulation**



Balise d'étanchéité à l'air du standard passif

Correspond dans ce cas à $v_{50} = 12$ m³/h.m²

Bilan du bâtiment FIL ROUGE

$U_{\text{moyen, parois opaques}} = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_{\text{moyen, fenêtres/portes}} = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$

Calcul « Bâtiment fil rouge »
sur base du PHPP
Source : écorce

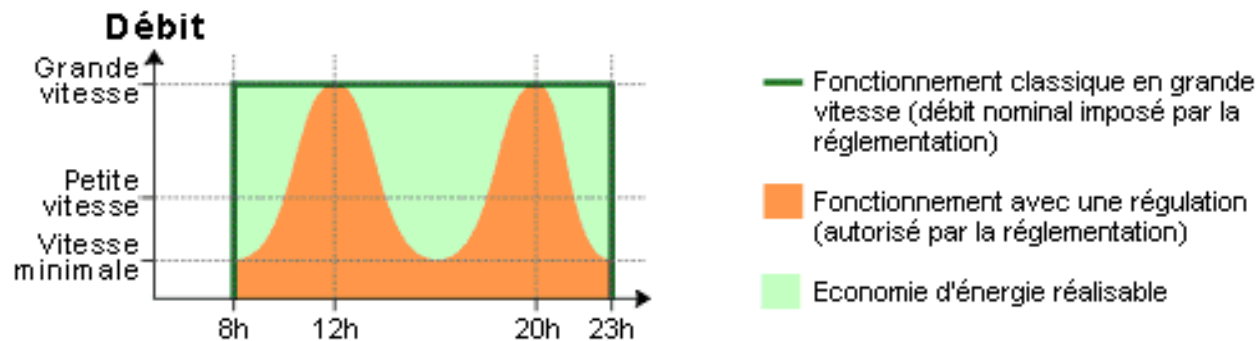


Régulation

- ▶ Comment?
 - Sur horloge
 - Suivant occupation
 - Via sondes et capteurs (qualité de l'air)

⇒ Réduction des consommation énergétiques

- Consommation électrique du groupe ↘
- Pertes énergétiques par ventilation ↘



Source : énergie +





- ▶ La ventilation joue un rôle important au niveau du confort, ainsi que de la santé des occupants et du bâtiment
- ▶ La norme NBN D50-001 décrit 4 systèmes
 - A: alimentation naturelle + évacuation naturelle
 - B: alimentation mécanique + évacuation naturelle
 - C: alimentation naturelle + évacuation mécanique
 - D: alimentation mécanique + évacuation mécanique
- ▶ La ventilation est nécessaire pour garantir la qualité d'air, mais elle constitue une perte énergétique qu'il est indispensable de maîtriser
- ▶ La ventilation mécanique double flux permet de minimiser les pertes énergétiques grâce à un échangeur de chaleur
- ▶ La régulation permet de garantir la qualité de l'air tout en maîtrisant les débits et en minimisant les pertes énergétiques





Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- ▶ Thème Energie

[Dossier | Concevoir un système de ventilation énergétiquement efficace](#)



Sites internet

- ▶ [Energie+ | Ventilation double flux](#)
- ▶ [Buildwise | Infofiches ventilation des bâtiments](#)



Publications

- ▶ Norme NBN D50-001 (1) : dimensionnement (résidentiel)
- ▶ Norme NBN EN 15251 : usage et critères de confort (tertiaire et résidentiel)



Formations et séminaires

- ▶ Inscrivez-vous aux formations organisées par Bruxelles Environnement
<https://environnement.brussels/formationsbatidurable>
Ventilation : conception et régulation
- ▶ Consultez tous les supports [gratuitement](#) !



Muriel BRANDT

Ingénieur projet
écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

