

# FORMATION BÂTIMENT DURABLE

## ENERGIE : PRINCIPES FONDAMENTAUX

PRINTEMPS 2023

### **Comment ventiler?**

Présentation des différents systèmes, de leurs avantages et de leurs inconvénients

Julie RENAUX

**écorce**  
INGÉNIERIE & CONSULTANCE





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



## INTRODUCTION

- ▶ **Enjeux**
- ▶ Les mauvaises options
- ▶ Principes de base

## LES SYSTÈMES

### LES COMPOSANTS

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

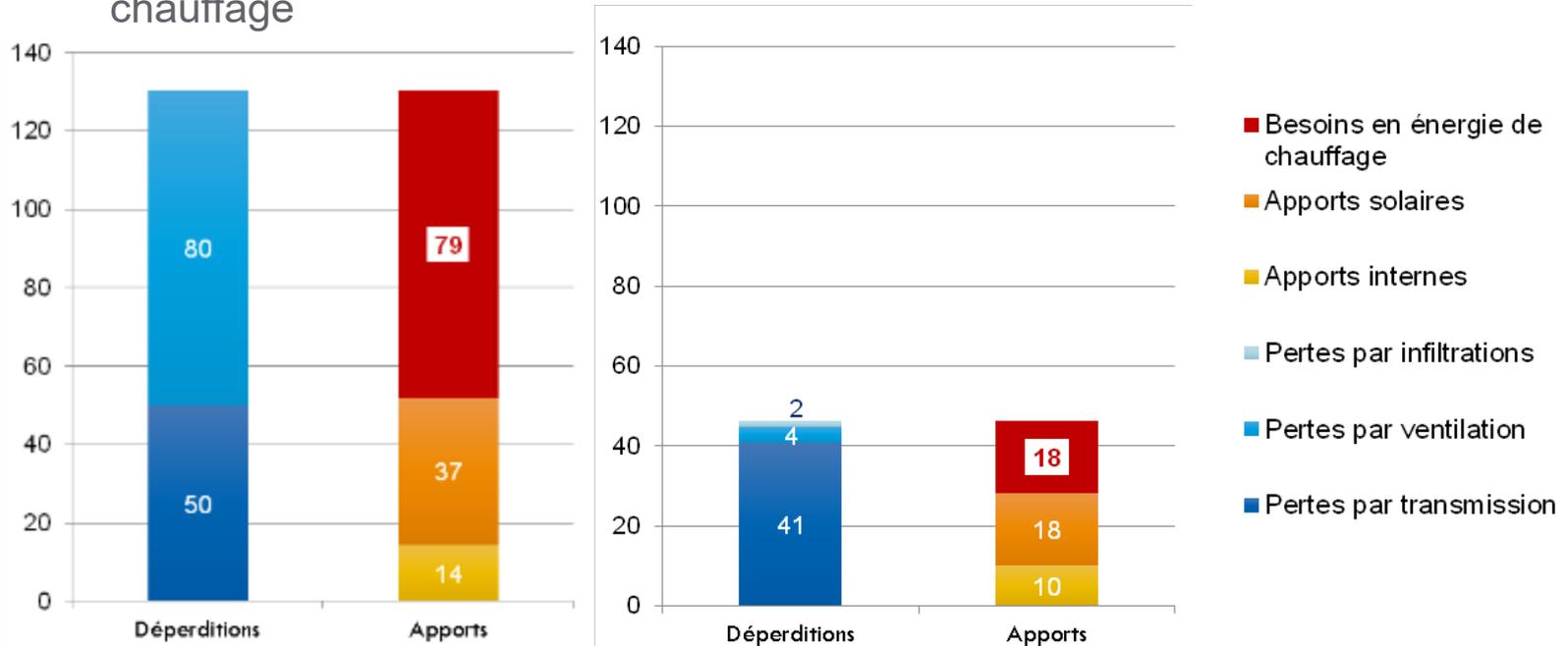
## RÉSEAU

- ▶ Centralisation/décentralisation
- ▶ Régulation



## Limiter les pertes de chaleur (ventilation contrôlée)

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



### Bilan du bâtiment FIL ROUGE

#### Enveloppe isolée + simple flux

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

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

Type de ventilation :

**système C non régulé ( $f_{\text{réduc}} = 1$ )**

$$\text{Étanchéité (v50)} = 12 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$$

### Bilan du bâtiment FIL ROUGE

#### Enveloppe isolée + étanche V2 + double flux

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

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

Type de ventilation : **système D avec récup. chaleur**

$$\text{Étanchéité v50} = 0,75 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$$

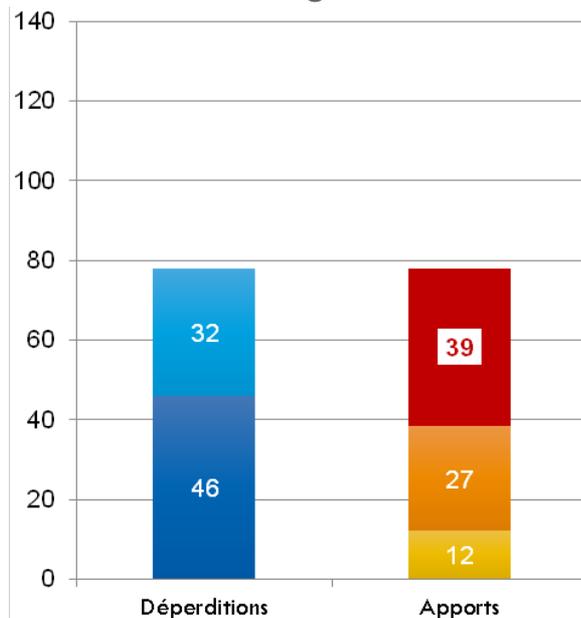
$$n50 = 0,6 \text{ vol/h}$$

Source / Bron : écorce



## Limiter les pertes de chaleur (ventilation contrôlée)

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



### Bilan du bâtiment FIL ROUGE

#### Enveloppe isolée + simple flux

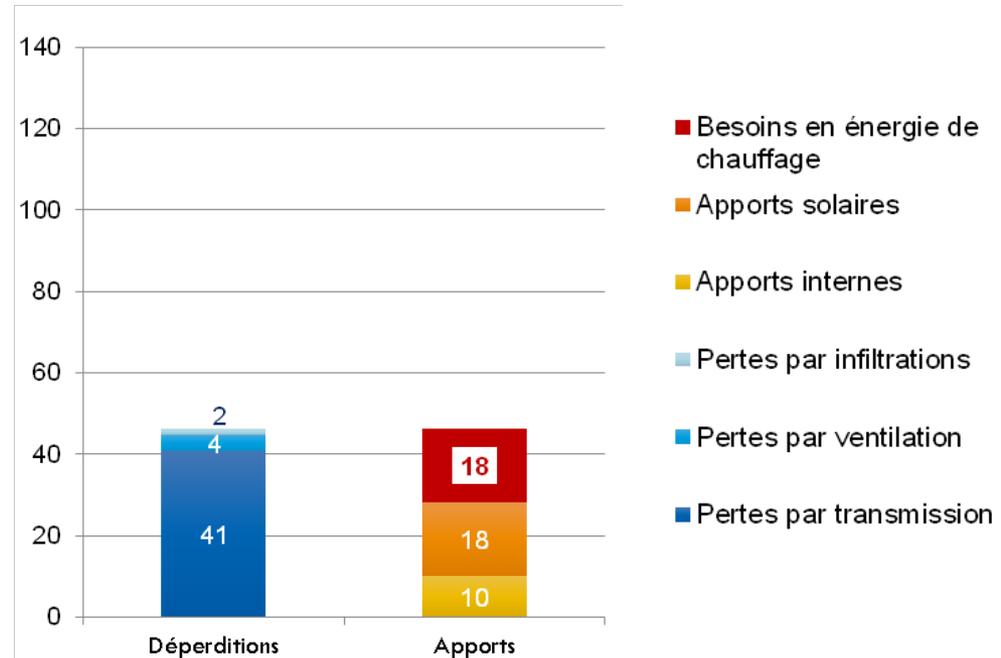
$$U_{\text{moyen, parois opaques}} = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$$

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

Type de ventilation :

**système C régulé ( $f_{\text{réduc}} = 0,43$ )**

Étanchéité ( $v_{50}$ ) =  $12 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$



### Bilan du bâtiment FIL ROUGE

#### Enveloppe isolée + étanche V2 + double flux

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

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

Type de ventilation : **système D avec récup. chaleur**

Étanchéité  $v_{50} = 0,75 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$

$n_{50} = 0,6 \text{ vol/h}$

Source / Bron : écorce



## INTRODUCTION

- ▶ Enjeux
- ▶ **Les mauvaises options**
- ▶ Principes de base

## LES SYSTÈMES

### LES COMPOSANTS

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

## RÉSEAU

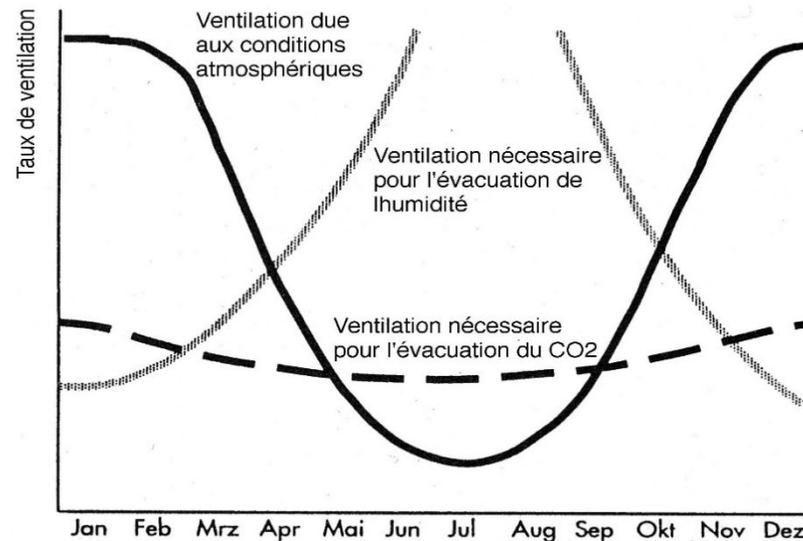
- ▶ Centralisation/décentralisation
- ▶ Régulation



## 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**

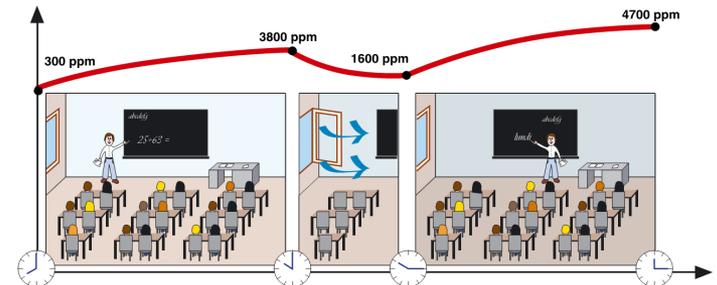
NBN  
13779 (2007)

Tableau A.10 — Niveaux de CO<sub>2</sub> dans les pièces

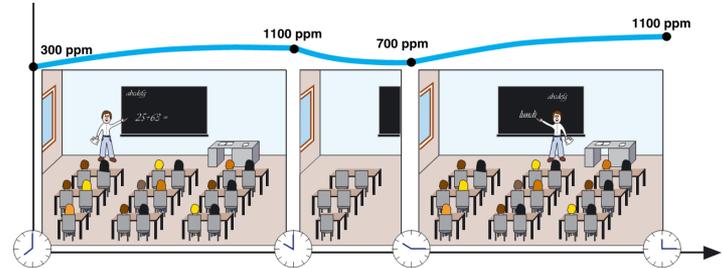
Catégorie	Niveau de CO <sub>2</sub> au dessus du niveau de l'air neuf en ppm <sub>v</sub>	
	Plage type	Valeur par défaut
INT 1	≤ 400	350
INT 2	400 – 600	500
INT 3	600 – 1 000	800
INT 4	> 1 000	1 200



Exemple d'évolution de concentration en CO<sub>2</sub> :  
 Classe de 25 élèves, 2h cours -> 1/4h intercour -> 2h cours



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



Cas " avec ventilation " : 18m<sup>3</sup>/h/pers->2.6Vol/h (en permanence)

Source/ Bron : CETIAT

## INTRODUCTION

- ▶ Enjeux
- ▶ Les mauvaises options
- ▶ **Principes de base**

## LES SYSTÈMES

### LES COMPOSANTS

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

## RÉSEAU

- ▶ Centralisation/décentralisation
- ▶ Régulation



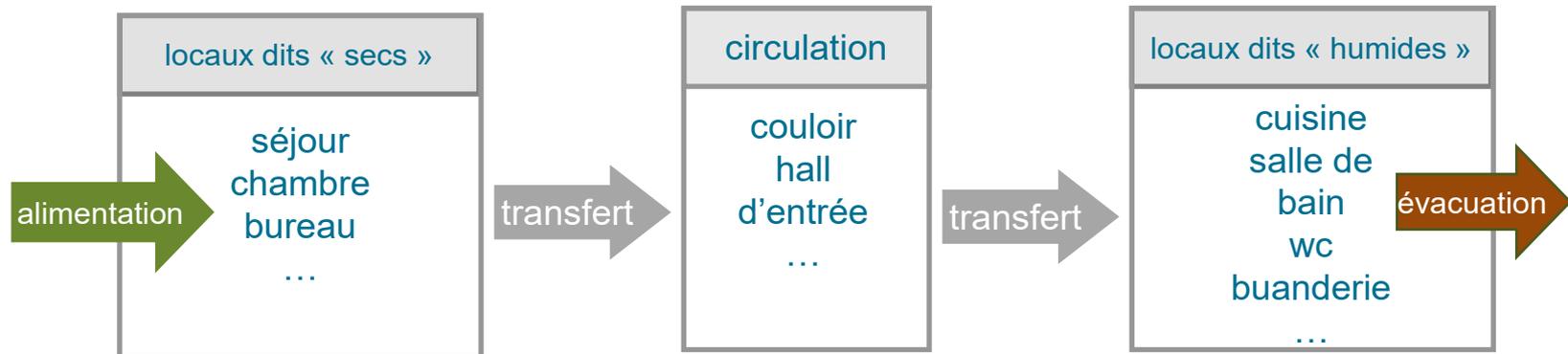
## Systeme idéal

Alimentation et évacuation de l'air dans chaque local

- ▶ Très rare (techniquement compliqué et onéreux)

## Systeme simplifié (schéma résidentiel)

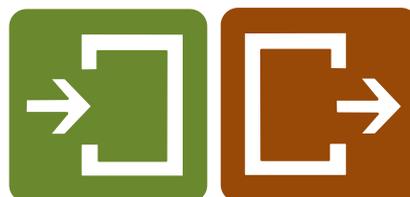
- ▶ Alimentation dans les locaux « secs »
- ▶ Transfert via les zones de circulation
- ▶ Evacuation dans les locaux « humides »



## Equilibrage des débits

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



## INTRODUCTION

- ▶ Enjeux
- ▶ Les mauvaises options
- ▶ Principes de base

## **LES SYSTÈMES**

### LES COMPOSANTS

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

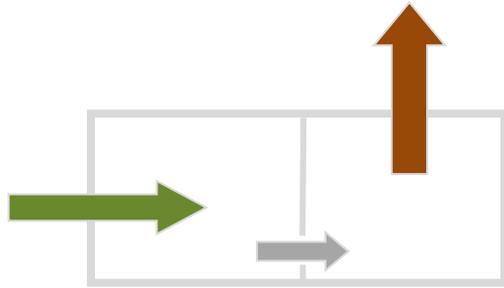
### RÉSEAU

- ▶ Centralisation/décentralisation
- ▶ Régulation

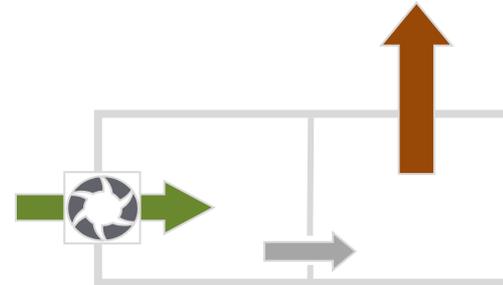


## LES SYSTÈMES - PRINCIPES

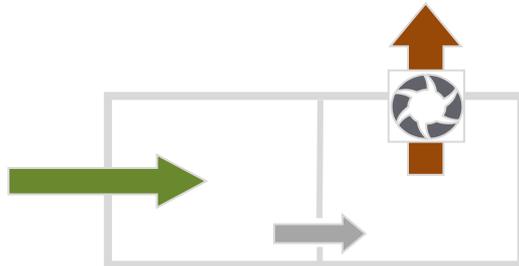
**A.** alimentation naturelle  
+ évacuation naturelle



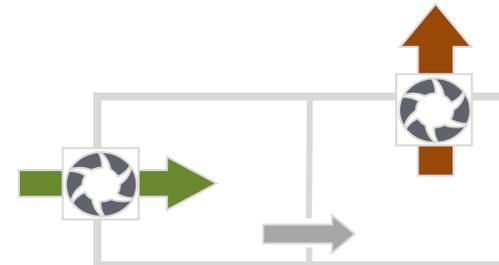
**B.** alimentation mécanique  
+ évacuation naturelle



**C.** alimentation naturelle  
+ évacuation mécanique

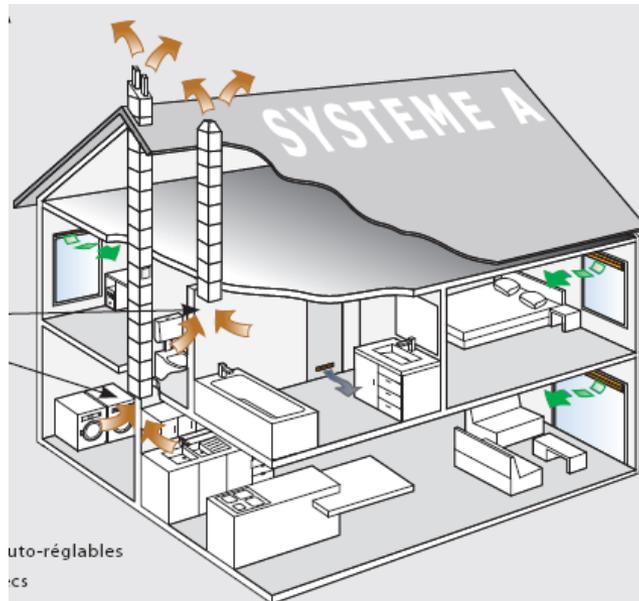


**D.** alimentation mécanique  
+ évacuation mécanique



## Système A : alimentation naturelle & évacuation naturelle

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



Source: Renson



## LES SYSTÈMES – AVANTAGES &amp; INCONVÉNIENTS

## ► Avantages et inconvénients

+	-
<ul style="list-style-type: none"><li>• Coût peu élevé</li><li>• Aucune consommation électrique</li><li>• Peu d'entretien</li><li>• Réglage grille par grille</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pas de contrôle des débits</li><li>• Complexité de mise en œuvre des conduits verticaux et hauteur des débouchés</li><li>• Réglage manuel et grille/grille (Filtration de l'air entrant)</li><li>• (Bruits extérieurs)</li><li>• Air entrant « froid » = perte d'énergie et inconfort</li><li>• Distribution uniforme de l'air entrant moins assurée (pièce centrale)</li></ul>



**Système B : alimentation mécanique & évacuation naturelle**

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



## LES SYSTÈMES – AVANTAGES &amp; INCONVÉNIENTS

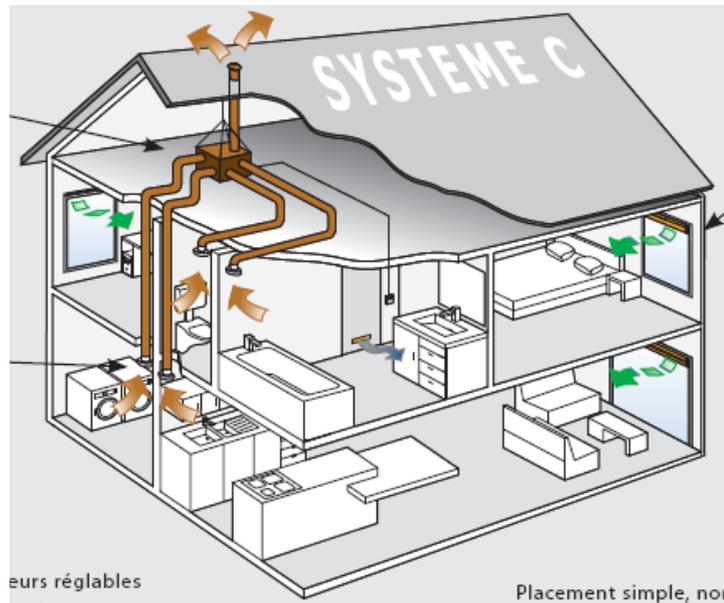
## ► Avantages et inconvénients

+	-
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bonne distribution de l'air neuf et contrôle des débits d'air neuf</li><li>• Diminution du risque de refoulement et d'infiltration</li><li>• Possibilité de filtration de l'air neuf (de manière globale)</li><li>• Possibilité de préchauffage de l'air neuf</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Consommations électriques</li><li>• Nécessité d'entretien</li><li>• Favorise le transfert d'air humide dans les parois (bâtiment en surpression)</li><li>• Pas de contrôle des débits extraits et efficacité d'extraction faible</li><li>• Complexité de mise en œuvre des conduits verticaux et hauteur des débouchés</li><li>• Air entrant « froid » = perte d'énergie et inconfort</li></ul>



## Système C : alimentation naturelle & évacuation mécanique

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



Source: Renson



► Avantages et inconvénients

+	-
<ul style="list-style-type: none"><li>• Contrôle des débits d'air extraits (et des débits pulsés dans une moindre mesure)</li><li>• Bâtiment en dépression</li><li>• Mise en œuvre flexible de l'extraction</li><li>• Possibilité de régulation de l'extraction selon la qualité et/ou la présence (C+)</li><li>• Moins coûteux qu'un système D à l'exploitation</li><li>• Possibilité de récupérer l'énergie de l'air vicié (via une PAC)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Consommations électriques</li><li>• Nécessité d'entretien</li><li>• Réglage manuel et grille/grille (Filtration de l'air entrant)</li><li>• (Bruits extérieurs)</li><li>• Air entrant « froid » = perte d'énergie et inconfort</li><li>• Immeubles à appartements : risque de déséquilibre de pressions entre logements</li><li>• Distribution uniforme de l'air entrant moins assurée (pièce centrale)</li></ul>

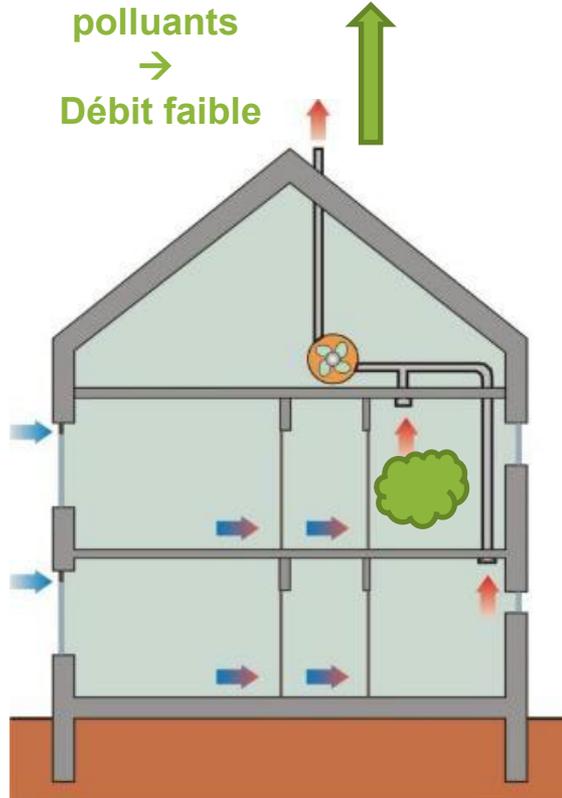


### Système C régulé (« C+ »)

- ▶ Régulation en fonction de sondes (HR, CO<sub>2</sub>, COV, présence)
- ▶ Réduction des pertes et des consommations

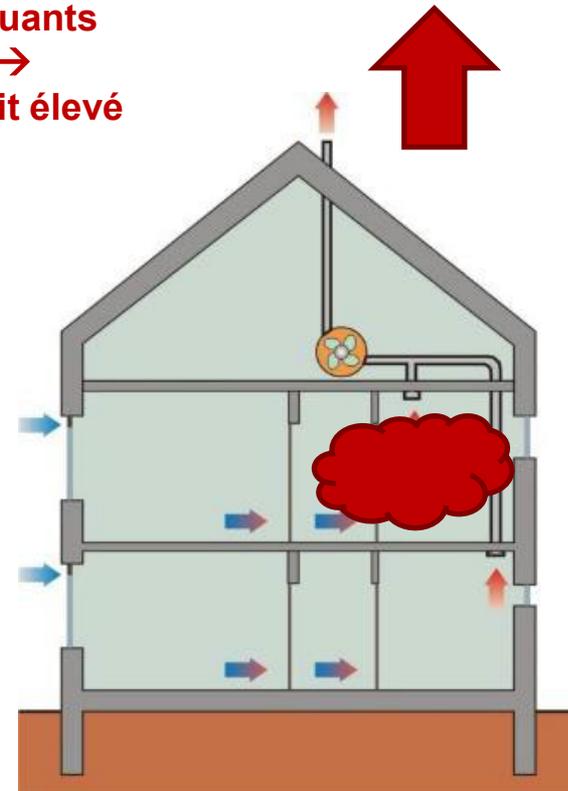
Faible concentration en polluants  
→

Débit faible



Forte concentration en polluants  
→

Débit élevé



## Systeme C regulé (« 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 / Bron: Renson



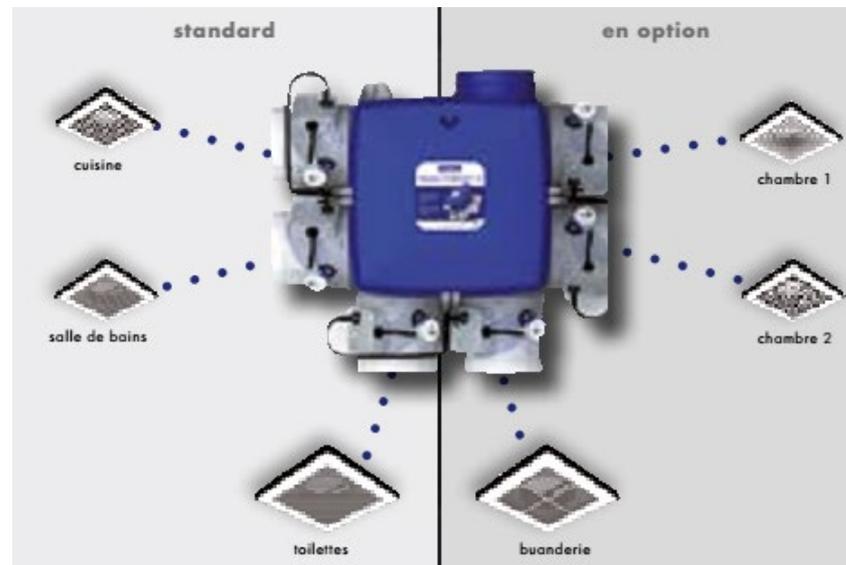
## Système C régulé (« C+ »)

### ► 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



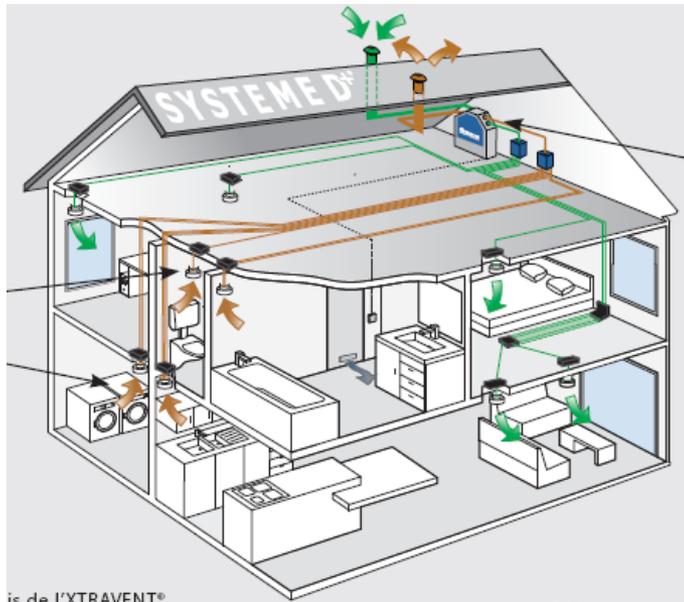
**Groupe d'extraction type C+**

Source / Bron: Renson



## Système D : ventilation mécanique double flux

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



Source: Renson



## LES SYSTÈMES – AVANTAGES &amp; INCONVÉNIENTS

## ► Avantages et inconvénients

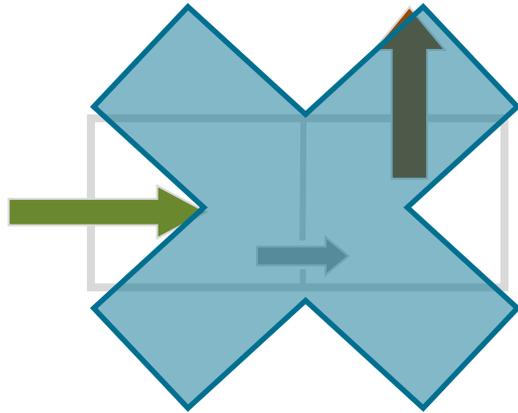
+	-
<ul style="list-style-type: none"><li>• Contrôle des débits (indépendance vis-à-vis des conditions climatiques et régulation possible)</li><li>• Air entrant « préchauffé » = récupération d'énergie (bilan « conso énergétique &lt;&gt; réduction des besoins » positif) et confort</li><li>• Pas de transmission des bruits extérieurs</li><li>• Filtration de l'air neuf, de manière globale</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Consommations électriques</li><li>• Nécessité d'entretien</li><li>• Coût (Note: Un système C a un certain coût également)</li><li>• Encombrement des gaines et du groupe (parfois complexe en rénovation)</li></ul>



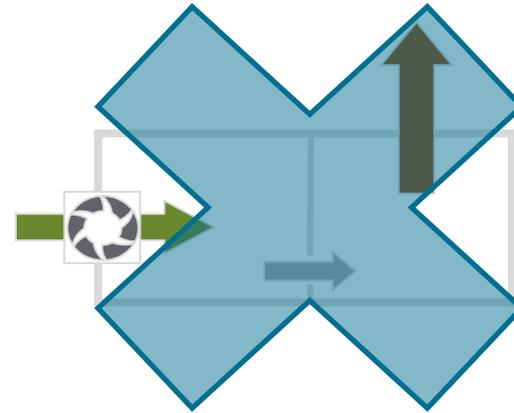
## QUEL SYSTÈME CHOISIR ?

### Sur le plan énergétique

- A.** alimentation naturelle  
+ évacuation naturelle



- B.** alimentation mécanique  
+ évacuation naturelle



- C.** alimentation naturelle  
+ évacuation mécanique

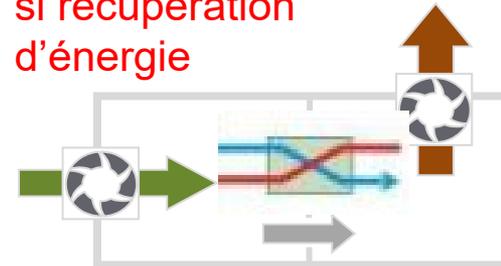


~ OK pour BASSE ENERGIE / RENO

- D.** alimentation mécanique  
+ évacuation mécanique



si récupération  
d'énergie



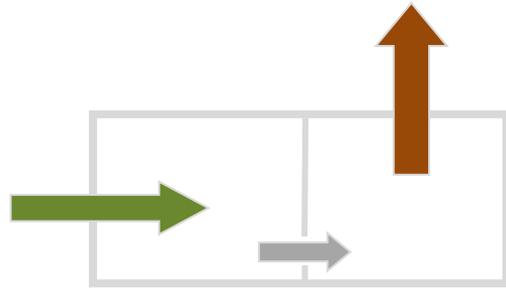
OK pour PASSIF et BASSE ENERGIE



## QUEL SYSTÈME CHOISIR ?

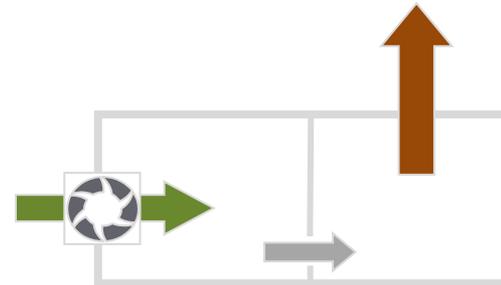
## Sur le plan du confort respiratoire (qualité d'air)

- A. alimentation naturelle  
+ évacuation naturelle

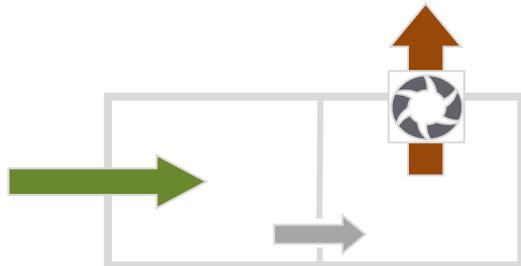


⚠ Complexité de mise en œuvre

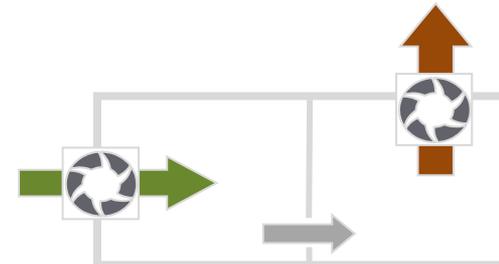
- B. alimentation mécanique  
+ évacuation naturelle



- C. alimentation naturelle  
+ évacuation mécanique



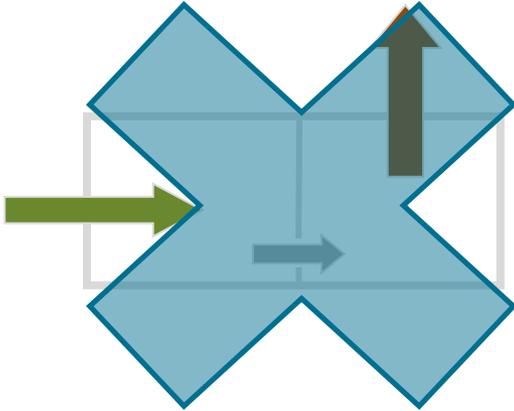
- D. alimentation mécanique  
+ évacuation mécanique



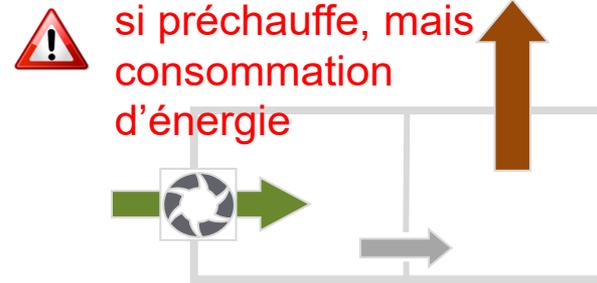
## QUEL SYSTÈME CHOISIR ?

### Sur le plan du confort thermique (hiver)

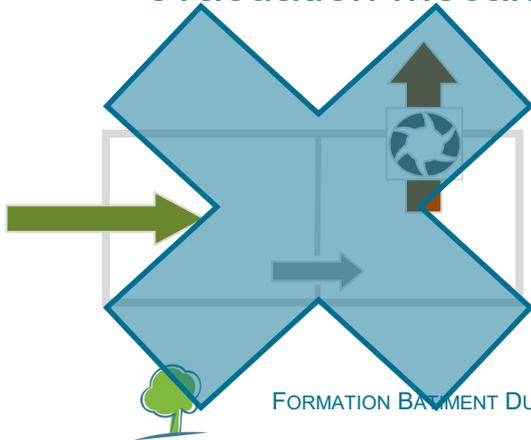
- A.** alimentation naturelle  
+ évacuation naturelle



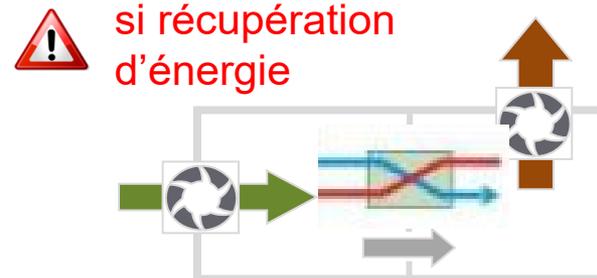
- B.** alimentation mécanique  
+ évacuation naturelle



- C.** alimentation naturelle  
+ évacuation mécanique



- D.** alimentation mécanique  
+ évacuation mécanique



### Autres critères

- ▶ Évacuation de l'humidité > les systèmes C et D sont plus efficaces
- ▶ Configuration des lieux <> Encombrement de l'installation
- ▶ Coût d'installation <> Coût d'exploitation
- ▶ Affectation
- ▶ Besoin ou non de traiter l'air neuf
- ▶ Besoin ou non de filtrer l'air neuf
- ▶ Réglementation PEB (ventilation <> isolation)
- ▶ Ventilation <> Etanchéité à l'air



## INTRODUCTION

- ▶ Enjeux
- ▶ Les mauvaises options
- ▶ Principes de base

## LES SYSTÈMES

### LES COMPOSANTS

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

## RÉSEAU

- ▶ Centralisation/décentralisation
- ▶ Régulation



## Ouverture d'amenée d'air...

- ▶ ...mécanique (OAM)



**Ventilateur mural**  
Source/ Bron : Helios



**Ventilateur sur vitrage**  
Source/ Bron :

- ▶ ...réglable (OAR)



**Aérateur**  
Source/ Bron : Renson



**Aérateur à coulisse**  
Source/ Bron : Renson



## Ouverture de transfert

- ▶ Détalonnage de porte
- ▶ Grilles



**Grille murale**

Source/ Bron : CSTC



**Grilles de porte acoustiques**

Source/ Bron : Renson



## Ouverture d'évacuation d'air...

- ...mécanique (OEM)



**Extracteur ponctuel**  
Source/ Bron : Soler & Palau



**Ventilateur de gaine**  
Source/ Bron : Soler & Palau

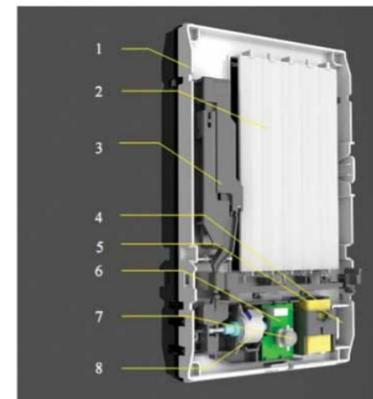


**Aérateur de vitre**  
Source/ Bron : Soler & Palau

- ...réglable (OER)



**Grille avec régulation manuelle**  
Source/ Bron : Renson



**Grille avec régulation automatique**  
Source/ Bron : Schiedel

- 1 dos
- 2 volets (shutters)
- 3 détecteur de l'humidité
- 4 batterie
- 5 tranchee pour l'électricité
- 6 PCB
- 7 détecteur de présence
- 8 moteur



## Groupe double flux

- ▶ Logement unifamilial



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

- ▶ Tertiaire, logement centralisé, etc.



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



## Distribution

### ► Gainage



Gaines en acier galvanisé



Gaine en polypropylène



Gaines souple aluminium



Gaine textile (uniquement pulsion)



## Distribution

### ► Accessoires



Silencieux circulaire  
Source/Bron: Trox



Silencieux à baffles  
Source/Bron: Trox



Silencieux flexible  
Source: Lindab



Clapets de réglage  
Source/Bron: énergie+



Clapets coupe-feu  
Source/Bron: RFT



## INTRODUCTION

- ▶ Enjeux
- ▶ Les mauvaises options
- ▶ Principes de base

## LES SYSTÈMES

### LES COMPOSANTS

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

## RÉSEAU

- ▶ Centralisation/décentralisation
- ▶ Régulation



## Pertes dues à la ventilation hygiénique

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

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



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

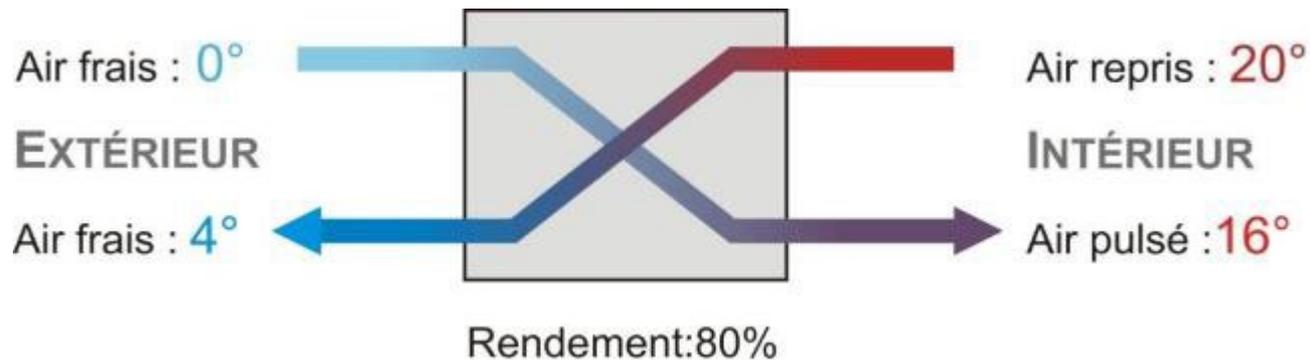
$$\eta_t = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}} \quad \Rightarrow \quad \text{Pour la température}$$

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



## Pertes dues à la ventilation hygiénique

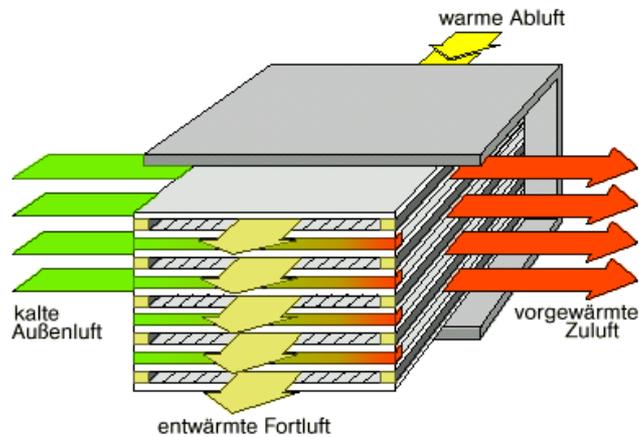
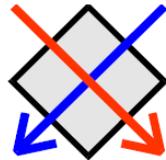
- ▶ Exemple : logement avec 300 m<sup>3</sup>/h quand il fait 0°C à l'extérieur
    - Sans récupération : pertes de **2040 W**
    - Avec récupération : pertes de **408 W**
- ⇒ **Pertes divisées par 5 !**



## 39 RÉCUPÉRER LA CHALEUR SUR L'AIR EXTRAIT

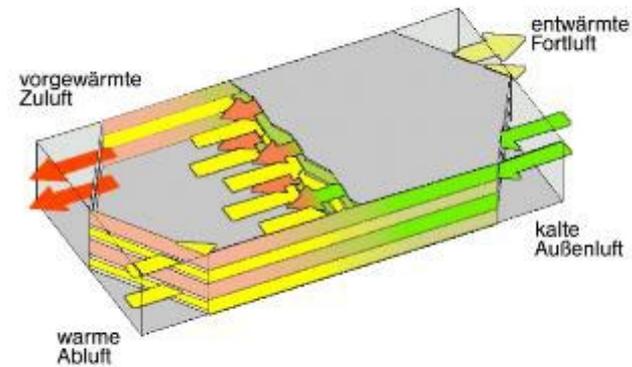
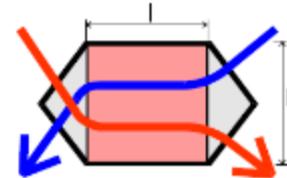
## Echangeurs de chaleur récupérateurs

Échangeur à plaques à flux croisés



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

Échangeur à plaques à contre-courant

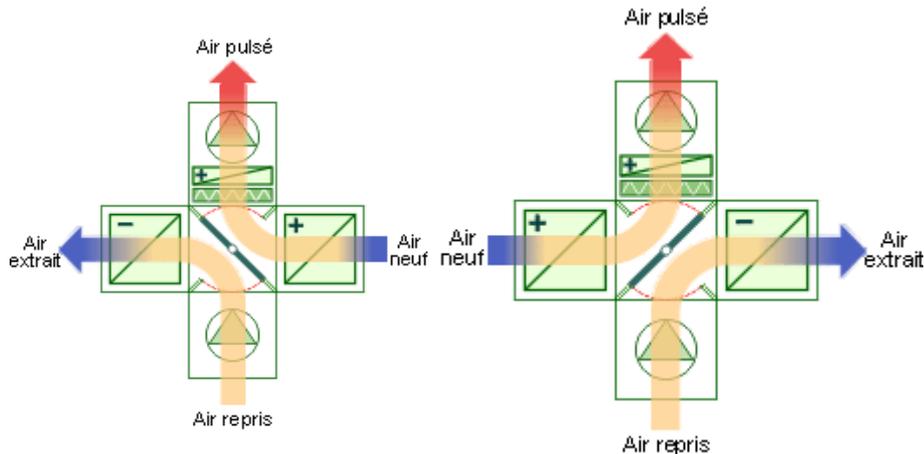


$$\eta = 80 - 90 \%$$



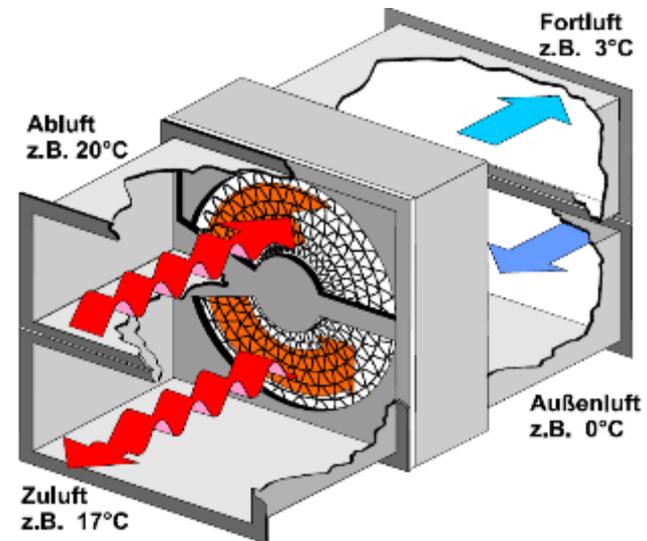
## Echangeurs de chaleur régénérateurs

Échangeur régénérateur statique  
(non)hygroscopique



$\eta = 75 - 92 \%$

Échangeur régénérateur à rotation  
(non)hygroscopique



$\eta = 70 - 80 \%$



## INTRODUCTION

- ▶ Enjeux
- ▶ Les mauvaises options
- ▶ Principes de base

## LES SYSTÈMES

## LES COMPOSANTS

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

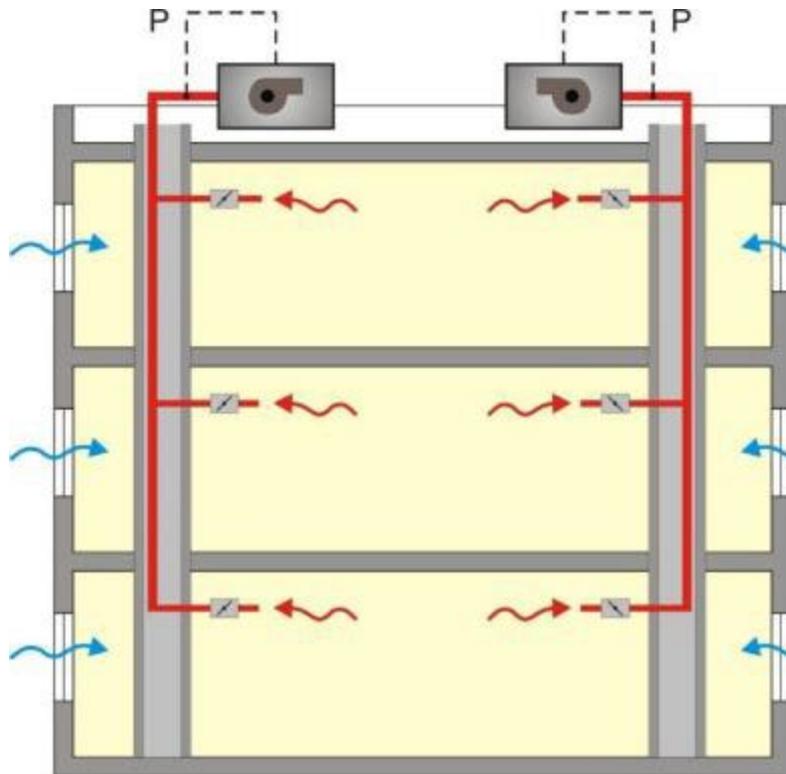
## RÉSEAU

- ▶ **Centralisation/décentralisation**
- ▶ Régulation

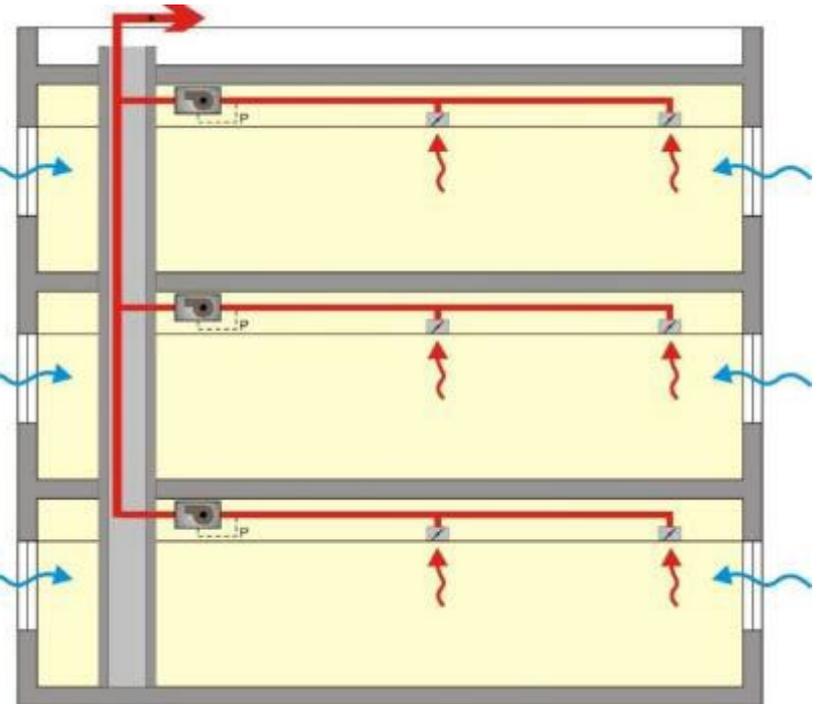


## Système C

Installation collective

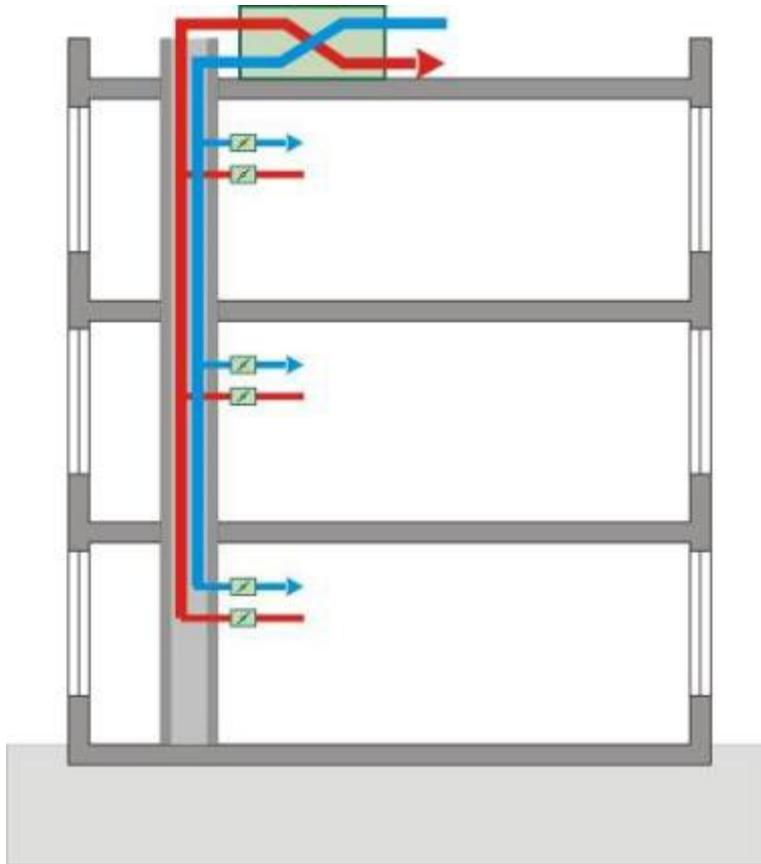


Installations individuelles

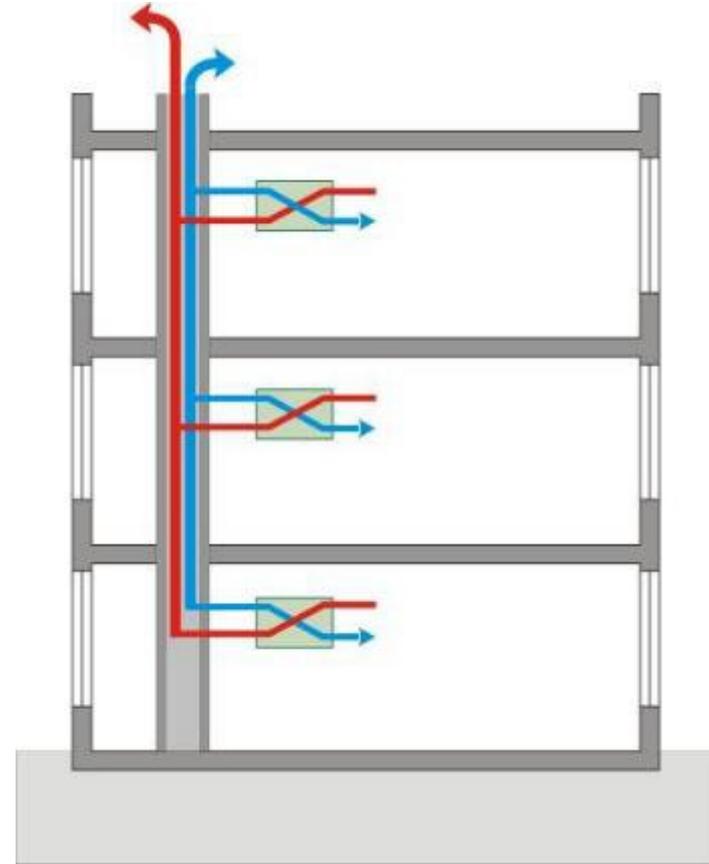


## Système D

Installation collective



Installations individuelles



## INTRODUCTION

- ▶ Enjeux
- ▶ Les mauvaises options
- ▶ Principes de base

## LES SYSTÈMES

## LES COMPOSANTS

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

## **RÉSEAU**

- ▶ Centralisation/décentralisation
- ▶ **Régulation**

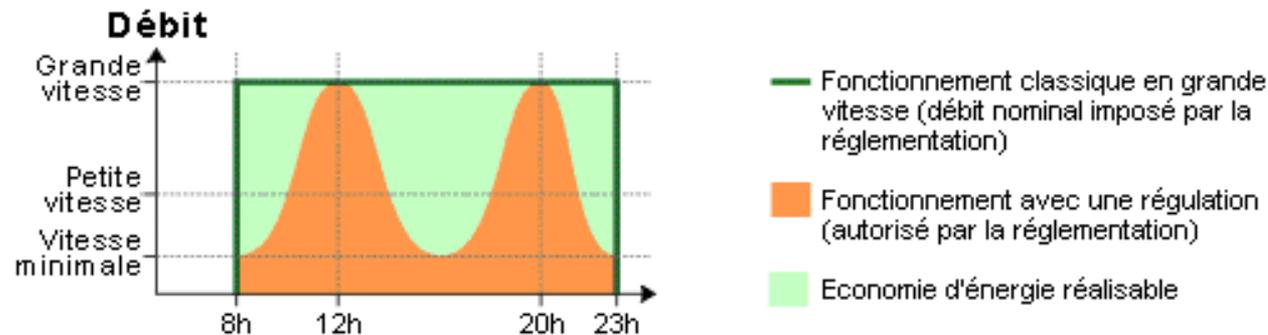


## Comment?

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

## Pourquoi?

- ▶ Réduction des consommation énergétiques
  - Consommation électrique du groupe ∨
  - Pertes énergétiques par ventilation ∨



Source/ Bron : énergie +





- ▶ La ventilation joue un rôle important au niveau du confort, ainsi que de la santé des occupants et du bâtiment. Il faut en tenir compte le plus tôt possible dans le projet.
- ▶ Ventilation = perte énergétique mais indispensable
- ▶ 4 systèmes:
  - A: alimentation naturelle + évacuation naturelle
  - B: alimentation mécanique + évacuation naturelle
  - C: alimentation naturelle + évacuation mécanique
  - D: alimentation mécanique + évacuation mécanique
- ▶ La ventilation mécanique double flux permet maintenir la qualité de l'air tout en maîtrisant les débits et en minimisant les pertes énergétiques via un échangeur de chaleur.





## Guide bâtiment durable

[www.guidebatimentdurable.brussels](http://www.guidebatimentdurable.brussels)

- ▶ Thème Energie

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



## Sites internet

- ▶ [Energie+ | Ventilation double flux](#)
- ▶ [CSTC | 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

- ▶ Ventilation: conception et régulation



**Julie RENAUX**

Ingénieur projet  
écorce sa

 + 32 4 226 91 60

 [info@ecorce.be](mailto:info@ecorce.be)

**éCORCE**  
INGÉNIERIE & CONSULTANCE



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

