

# FORMATION BÂTIMENT DURABLE

## VENTILATION : CONCEPTION ET RÉGULATION

PRINTEMPS 2021

Critères de choix pour un groupe de  
ventilation en non-résidentiel

Muriel BRANDT  
écorce  
LOGEMENTS CONSULTANT



Sur base de la présentation conçue par CENERGIE



- ▶ Connaître les composants d'une centrale de traitement d'air (CTA)
- ▶ Connaître le cadre normatif
- ▶ Mettre en avant les impacts énergétiques dans la sélection des composants d'une centrale de traitement d'air



## ENVELOPPE D'UNE CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR

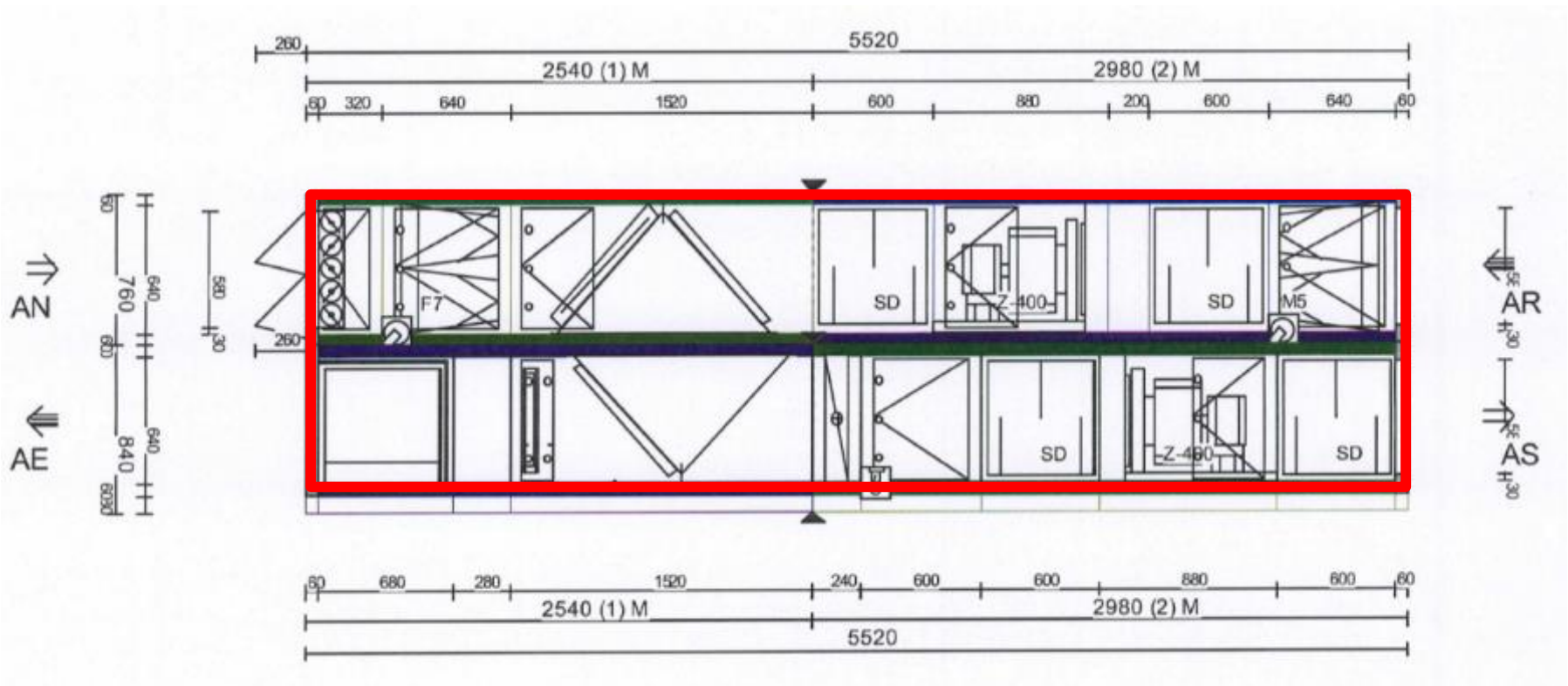
- ▶ **Isolation thermique et étanchéité**
- ▶ Accessoires

COMPOSANTS

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE



4 ISOLATION THERMIQUE ET ÉTANCHÉITÉ



Source: GEA Happel



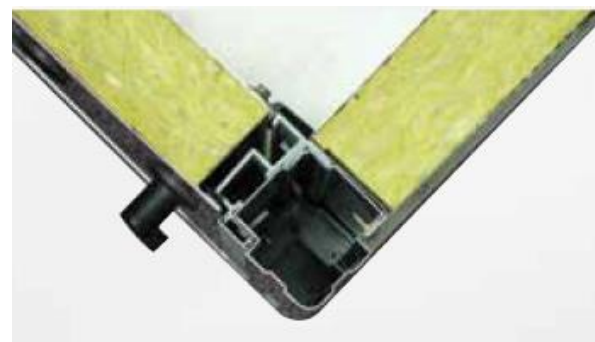
## 5 ISOLATION THERMIQUE ET ÉTANCHÉITÉ



## Norme NBN EN 1886 : performances mécaniques, thermiques et acoustiques

- ▶ Fuite d'air de l'enveloppe
- ▶ Performances thermiques

⇒ **IMPACT ÉNERGÉTIQUE**



| Classe | Transmittance thermique (W/m <sup>2</sup> .K) |
|--------|---|
| T1     | $U \leq 0,5$                                  |
| T2     | $0,5 < U \leq 1$                              |
| T3     | $1 < U \leq 1,4$                              |
| T4     | $1,4 < U \leq 2$                              |
| T5     | Pas d'exigence                                |

Epaisseur isolant  
> 40 mm

Epaisseur isolant  
< 40 mm





## Norme NBN EN 1886 : performances mécaniques, thermiques et acoustiques

- Etanchéité pression négative (400 Pa)

| Classe | Débit de fuite maxi l/s.m <sup>2</sup> | Classe de filtre |
|--------|--|------------------|
| L3     | 1.32                                   | G1 à F7          |
| L2     | 0.44                                   | F7 et F8         |
| L1     | 0.15                                   | > F9             |

Prescription  
hébergement / tertiaire

- Etanchéité pression positive (700 Pa)

| Classe | Débit de fuite maxi l/s.m <sup>2</sup> |
|--------|--|
| L3     | 1.9                                    |
| L2     | 0.63                                   |
| L1     | 0.22                                   |

Prescription process /  
santé



## ENVELOPPE D'UNE CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR

- ▶ Isolation thermique et étanchéité
- ▶ **Accessoires**

COMPOSANTS

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE



### Protection pour montage extérieur

- ▶ Toit résistant aux intempéries avec surplomb et larmier
- ▶ Protection contre la pluie de la prise d'air
- ▶ Bac inox pour le caisson de prise d'air



Source: Carrier





## Options

- ▶ Hublots pour faciliter les inspections (filtres, ventilateurs)
- ▶ Eclairage LED
- ▶ Plancher et parois internes en inox (salles blanches, santé...)
- ▶ Portes escamotables
- ▶ Manchette souple pour le raccordement au réseau de ventilation



Source : TROX



## ENVELOPPE D'UNE CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR

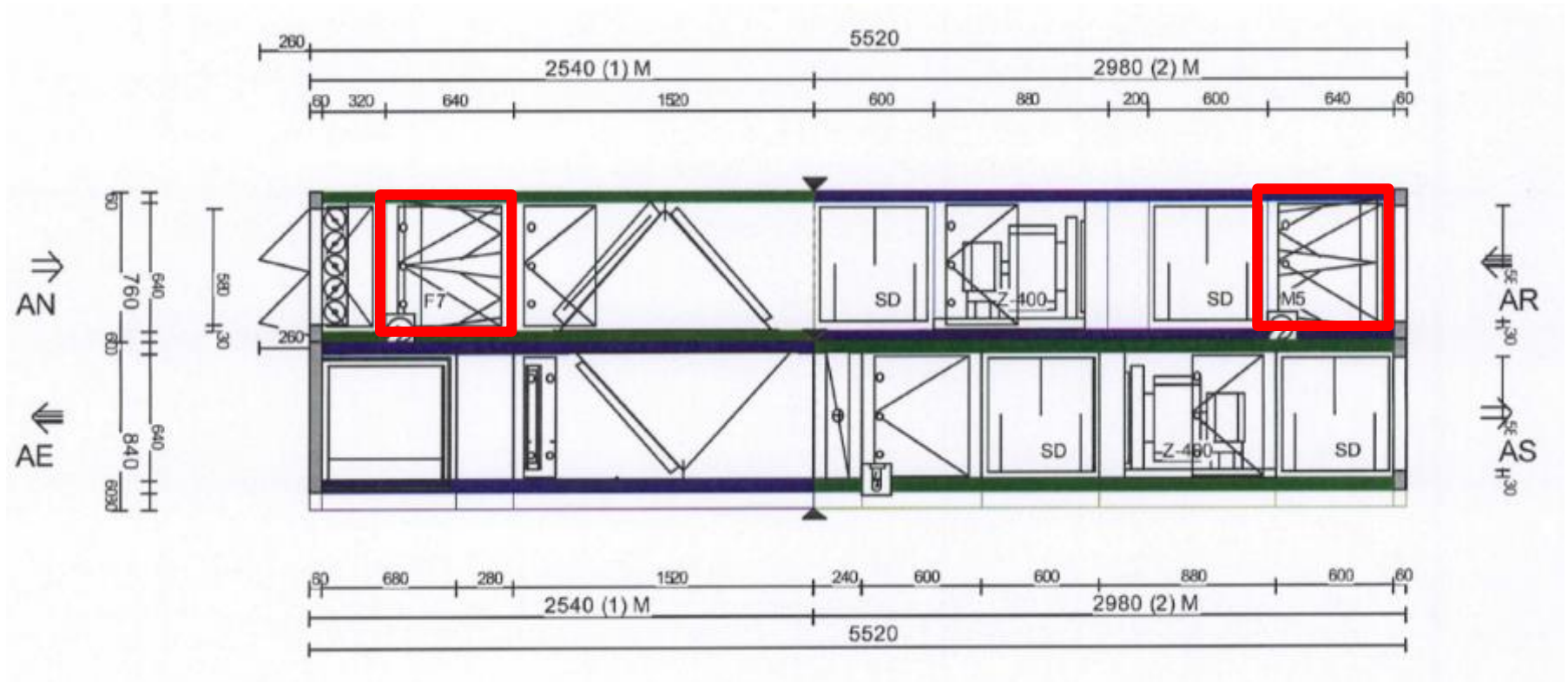
### COMPOSANTS

- ▶ **Filtres**
- ▶ Ventilateurs
- ▶ Batteries
- ▶ Humidificateurs
- ▶ Récupérateurs
- ▶ Registres et acoustique

### EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE



Purifier l'air introduit dans le bâtiment et protéger les composants



Source: GEA Hoppel



## Purifier l'air introduit dans le bâtiment et protéger les composants

- ▶ Protection des batteries et échangeurs : F7 recommandé
- ▶ Accès et démontage des filtres aisés
- ▶ Affichage à proximité du filtre : efficacité, débit nominal, pertes de charge initiale et finale et date du dernier remplacement
- ▶ La perte de charge d'un filtre G4 peut évoluer de 70 Pa (filtre neuf) à 200-250 Pa (filtre encrassé) : consommation électrique ventilateur
- ▶ La mise en place d'une préfiltration G4 doit se justifier par un environnement chargé en « grosses particules »



## Perte de charge finale maximale selon EN 13053

| Classe de filtre | Perte de charge finale |
|------------------|------------------------|
| G1-G4            | 150 Pa                 |
| M5-F7            | 200 Pa                 |
| F8-F9            | 300 Pa                 |



### Préfiltration : G1 à G4

- ▶ Vitesse de filtration de 2,5 m/s (filtres plan) à 0,35 m/s (filtres à poches)
- ▶ Durée de vie de 2 à 12 mois
- ▶ Protection du filtre fin
- ▶ Coût lié à la maintenance élevé
- ▶ Pertes de charge évoluant rapidement



Gravimétrique



Opacimétrique



A charbons



Haute  
efficacité

Source: CIAT



### Filtration : M5 à F9

- ▶ Filtres fins à poches ou à dièdres (fibres de verres ou synthétiques)
- ▶ La vitesse de filtration doit être  $< 0,1$  m/s pour limiter la perte de charges
- ▶ Connaître la perte de charges initiale pour l'entretien
- ▶ Présence d'un manomètre pour évaluer le taux d'encrassement du filtre
- ▶ Bonne filtration sur les petites particules



Source : Bruxelles Environnement



Source: GEA Happel



### Recommandations SICC (Société suisse des ingénieurs en chauffage et climatisation)

| Éléments à filtrer   | Classe suivant EN 779                         | Applications   |
|--|---|--|
| Insectes, fibres textiles, cheveux, sable, cendres, pollen, ciment                           | G1<br>G2                                      | Utilisations simples (protection contre les insectes)  |
|  | G3<br>G4                                      | Préfiltre et filtre pour les installations de protection civile<br>Évacuation de l'air des cabines de peinture, des cuisines<br>Protection anti-pollution pour les climatiseurs (par exemple de fenêtre)<br>Préfiltre pour les classes de filtration F6 à F8 |
| Pollen, ciment, particules salissantes (poussière), germes, poussières chargées de bactéries | F5  | Filtre sur l'air neuf des locaux à faible exigence (ateliers, garages, entrepôts)  |
|  | F5<br>F6<br>F7                                | Préfiltre et filtre pour les centrales de traitement de l'air<br>Filtre final dans les installations de climatisation pour magasins, bureaux et locaux de fabrication<br>Préfiltre pour classes F9 à H12   |
| Fumées d'huile et de suie agglomérées, fumée de tabac, fumée d'oxyde métallique              | F7<br>F8<br>F9                                | Filtre final dans les installations de climatisation pour bureaux, locaux de fabrication, hôpitaux, centrales électriques, locaux ordinateurs<br>Préfiltre pour filtres absolus et filtres à charbon actif   |
| Germes, bactéries, virus, fumée de tabac, fumée d'oxyde métallique                           | H10<br>H11 et H12<br>H13 et H14<br>U15 et U16 | Filtre final pour locaux à haute exigence, laboratoires, alimentation, pharmacies, mécanique de précision, industrie optique et électronique   |
|  | H11 et H12                                    | Filtre final pour salles blanches  |
| Vapeur d'huile et suie en formation, particules radioactives                                 | H13 et H14<br>U15 et U16                      | Filtre final pour salles blanches<br>Filtre final pour salle d'opération<br>Filtre final pour évacuation d'air des installations nucléaires  |



## ENVELOPPE D'UNE CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR

**COMPOSANTS**

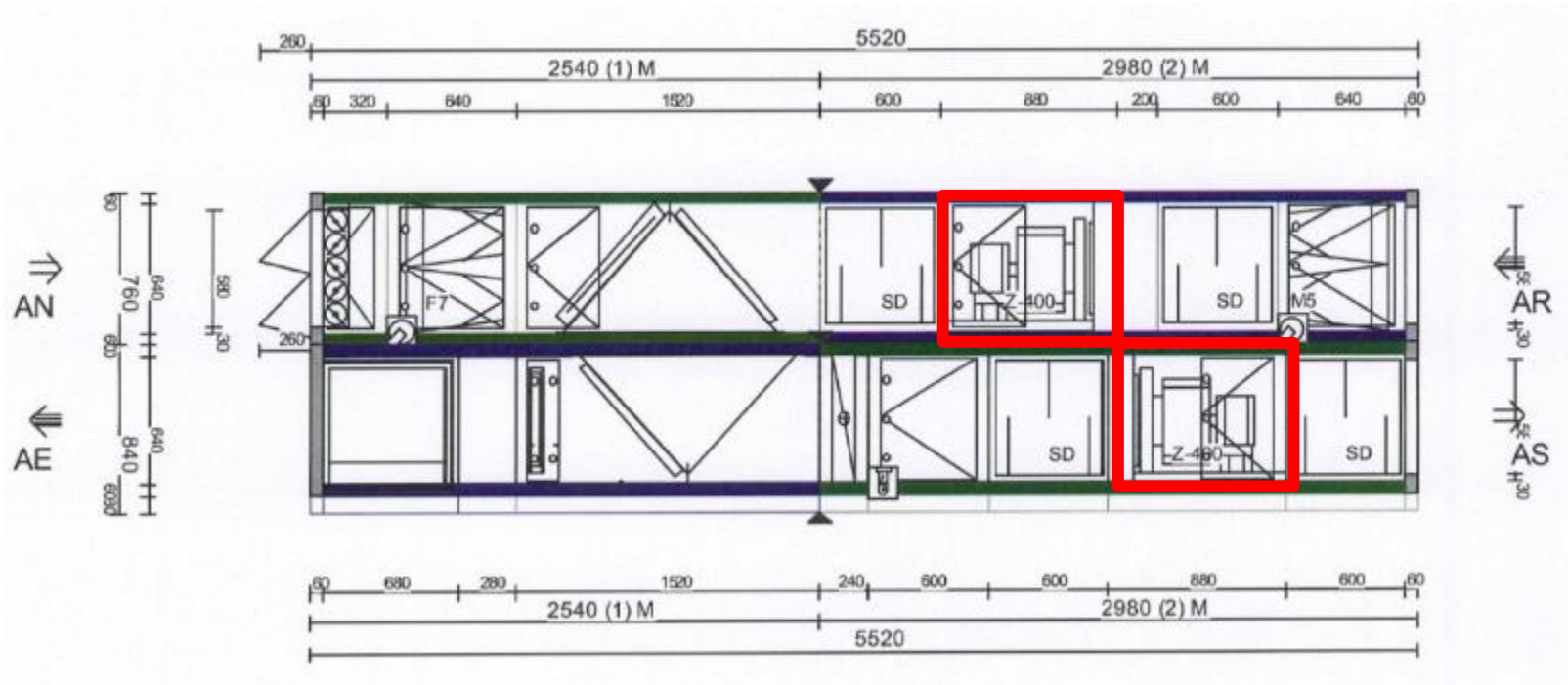
- ▶ Filtres
- ▶ **Ventilateurs**
- ▶ Batteries
- ▶ Humidificateurs
- ▶ Récupérateurs
- ▶ Registres et acoustique

## EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE





Véhiculer l'air à travers la CTA et dans le réseau aéraulique

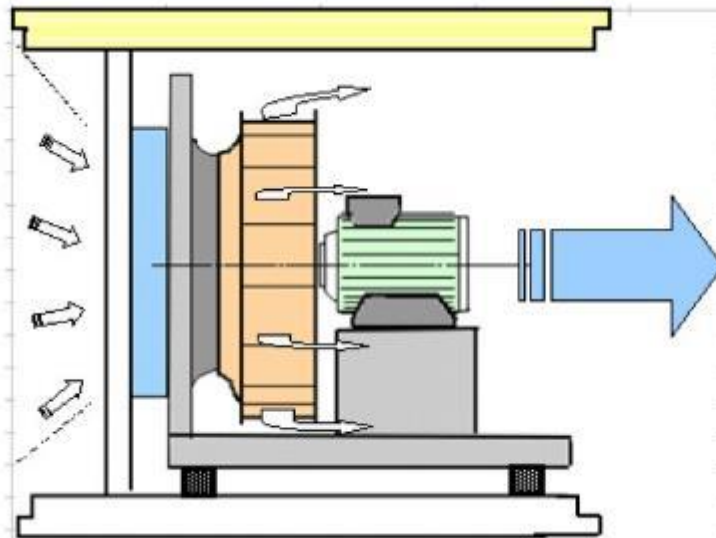


Source: GEA Happel



### Le ventilateur centrifuge à réaction (roue libre)

- ▶ L'air entre axialement et sort perpendiculairement via la volute
- ▶ Peu de pales (6 à 12)
- ▶ Rendement élevé (> à 70%)
- ▶ Entraînement direct : la turbine est montée sur l'arbre du moteur
- ▶ Fonctionnement avec variateur de fréquence



Source: CIAT

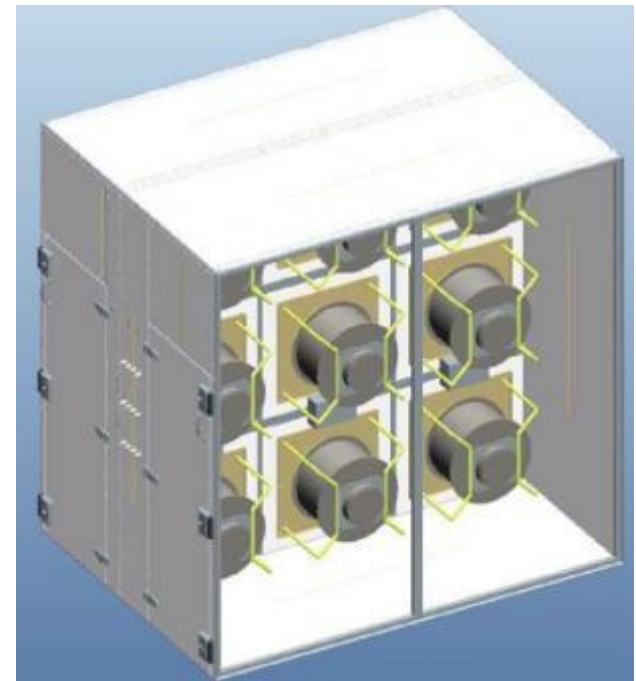


### Le ventilateur « roue libre » à moteur EC (commutation électronique)

- ▶ Fonctionnement semblable au centrifuge à réaction mais sans volute
- ▶ Souvent utilisé pour faire un écoulement axial
- ▶ Souvent livré avec son moteur
- ▶ Fonctionnement sans variateur de fréquence (signal 0-10v)
- ▶ Possibilité d'étager les moteurs



Source: CIAT



SourceTROX



## ENVELOPPE D'UNE CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR

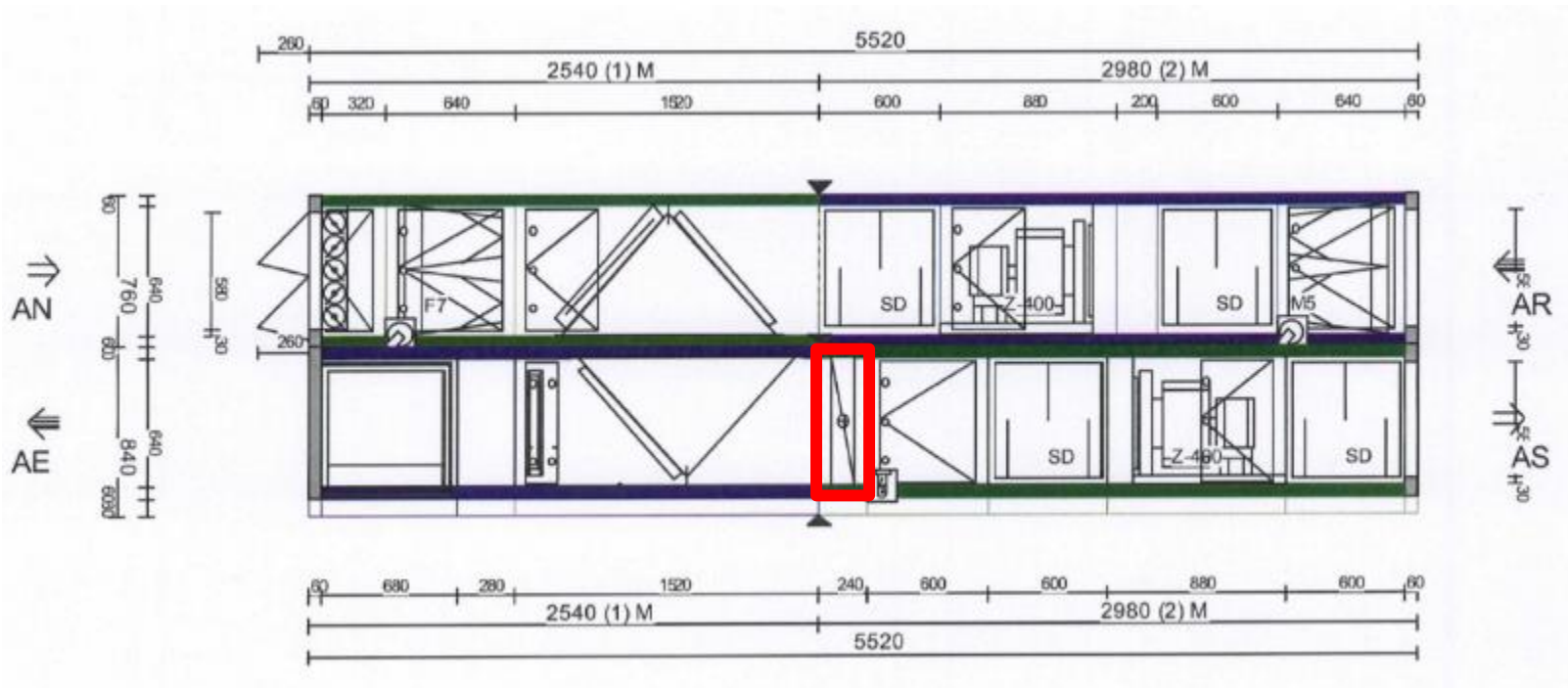
### COMPOSANTS

- ▶ Filtres
- ▶ Ventilateurs
- ▶ **Batteries**
- ▶ Humidificateurs
- ▶ Récupérateurs
- ▶ Registres et acoustique

### EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE



Chauffer, refroidir et déshumidifier l'air

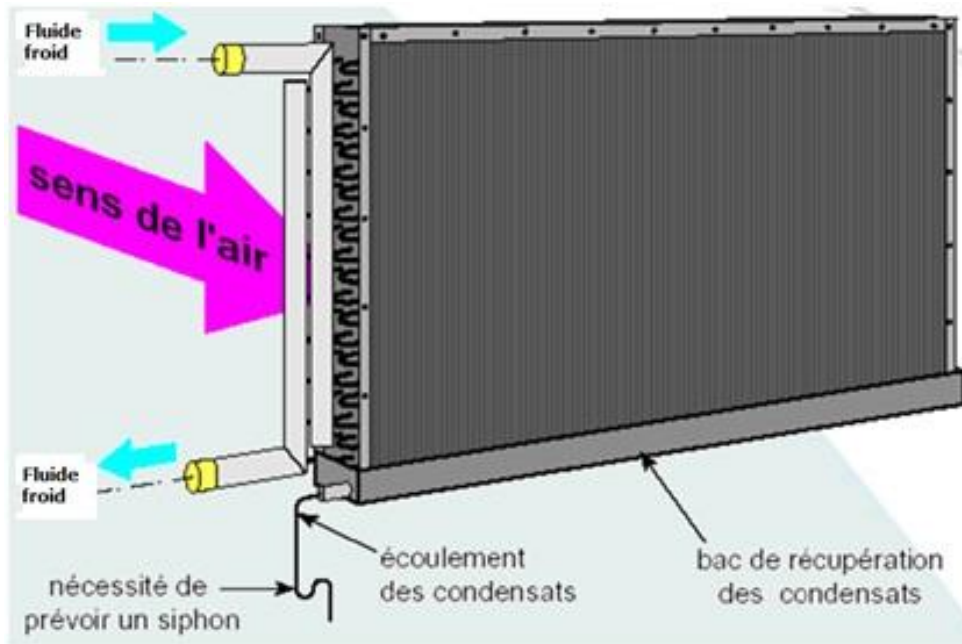


Source: GEA Happel



## Les caractéristiques

- ▶ Matériaux : tubes cuivre, inox, ailettes aluminium
- ▶ Revêtement anticorrosion : Heresite, Blygold...
- ▶ Bac de condensat pour les batteries froides : inox, double pentes, évacuation avec syphon
- ▶ Régulation par variation du débit ou de la température
- ▶ Montage sur glissière pour faciliter l'entretien



Source: blog GuidEnR - Les systèmes de climatisation couramment utilisés



Source: Energie +



## ENVELOPPE D'UNE CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR

### COMPOSANTS

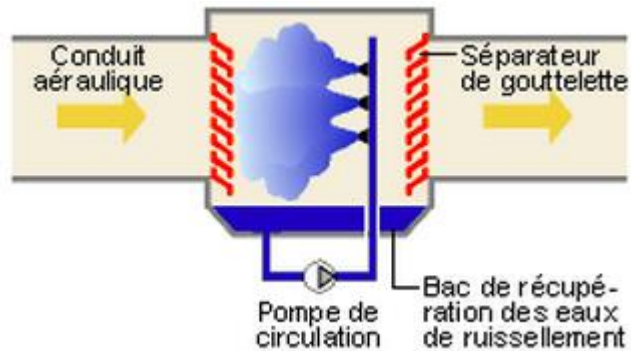
- ▶ Filtres
- ▶ Ventilateurs
- ▶ Batteries
- ▶ **Humidificateurs**
- ▶ Récupérateurs
- ▶ Registres et acoustique

### EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE



## L'humidificateur à évaporation (adiabatique)

- ▶ Humidification par ruissellement ou par pulvérisation
- ▶ Diminution de la température de l'air (pertinent pour effectuer du rafraîchissement)
- ▶ Attention à la qualité de l'eau
- ▶ Séparateur de gouttelettes
- ▶ Activation de l'humidification par un signal marche/arrêt sur la pompe



Source: Energie+



Source : TROX





### L'humidificateur à vapeur

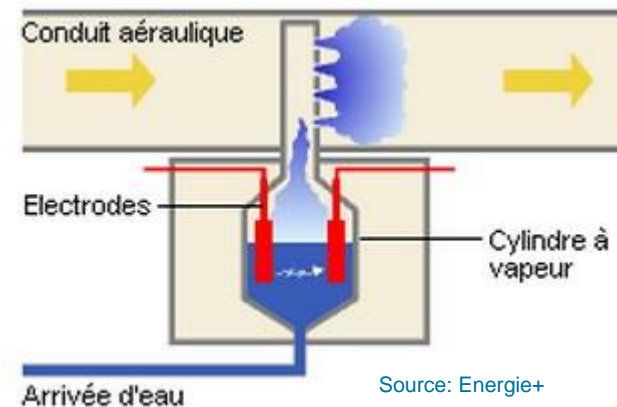
- ▶ Deux composants : générateur de vapeur et distribution
- ▶ Pas de problèmes d'hygiène
- ▶ Permet d'augmenter l'humidité relative de l'air sans diminution de la température
- ▶ Pertes de charge réduites



Source : TROX

### Principe de fonctionnement

- ▶ Tension envoyée aux électrodes (signal demande humidification)
- ▶ Ouverture arrivée d'eau
- ▶ Génération de vapeur
- ▶ Fermeture de l'arrivée d'eau



## ENVELOPPE D'UNE CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR

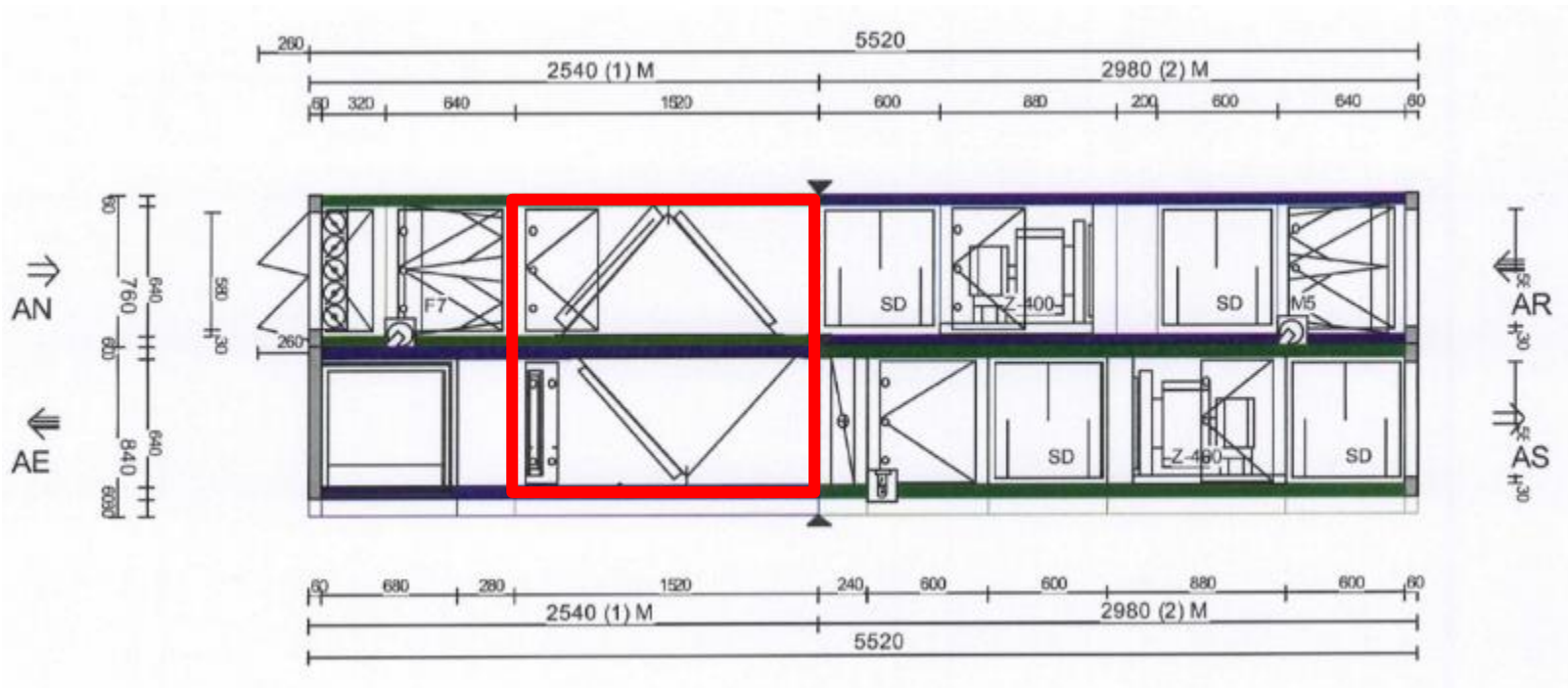
### COMPOSANTS

- ▶ Filtres
- ▶ Ventilateurs
- ▶ Batteries
- ▶ Humidificateurs
- ▶ **Récupérateurs**
- ▶ Registres et acoustique

### EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE



RÉCUPÉRATEURS DE CHALEUR



Source: GEA Happel



## ENVELOPPE D'UNE CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR

### COMPOSANTS

- ▶ Filtres
- ▶ Ventilateurs
- ▶ Batteries
- ▶ Humidificateurs
- ▶ Récupérateurs
- ▶ **Registres**

### EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE



## Les registres

- ▶ Equilibrage et régulation du réseau
- ▶ Joints d'étanchéité en bout de lames
- ▶ Matériaux : acier galvanisé, aluminium, inox
- ▶ Entraînement par embiellage ou roues dentées
- ▶ Hygiène : carter de protection autour du cadre et peinture de protection
- ▶ Pertes de charges !



Source: Energie +



ENVELOPPE D'UNE CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR  
COMPOSANTS

## **EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE**

- ▶ **Impact énergétique de la norme EN 13053**
- ▶ Exemples d'optimisation
- ▶ Classification énergétique






## Classes de niveau de la vitesse moyenne dans l'enveloppe

| Classe V         | Vitesse de l'air (m/s) |
|------------------|------------------------|
| Classe V1        | Maximum 1,6            |
| <b>Classe V2</b> | 1,6 à 1,8              |
| Classe V3        | 1,8 à 2,0              |
| Classe V4        | 2,0 à 2,2              |
| Classe V5        | 2,2 à 2,5              |
| Classe V6        | 2,5 à 2,8              |
| Classe V7        | 2,8 à 3,2              |

- ▶ Permet de limiter la vitesse de passage au niveau des batteries, des filtres et du récupérateur
- ▶ Influence le rendement du récupérateur
- ▶ La réduction des pertes de charge permet une diminution de la consommation électrique au niveau du ventilateur
- ▶ Le surcoût lié au choix d'une taille de centrale supérieure rapidement amorti (2 à 4 ans)



## 32 IMPACT ÉNERGÉTIQUE DE LA NORME EN 13053

**Classes de récupération de chaleur**

| Classe H  | Efficacité énergétique (%) |
|-----------|----------------------------|
| Classe H1 | > 71                       |
| Classe H2 | 64 à 71                    |
| Classe H3 | 55 à 64                    |
| Classe H4 | 45 à 55                    |
| Classe H5 | 36 à 55                    |

⇒ Critère d'efficacité à atteindre en fonction des contraintes du projet





## ENVELOPPE D'UNE CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR COMPOSANTS

### **EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE**

- ▶ Impact énergétique de la norme EN 13053
- ▶ **Exemples d'optimisation**
- ▶ Classification énergétique



## EXEMPLE D'OPTIMISATION

## Choix du filtre

- ▶ Dimension standardisée 592 x 592
- ▶ Possibilité d'utiliser des filtres pleines section (jusqu'à 10.000/12.000 m<sup>3</sup>/h)

| Type                      | F7 dièdre | F7 dièdre HEE | F7 HEE | F7 HEE pleine section |
|---------------------------|-----------|---------------|--------|-----------------------|
| PdC (Pa)                  | 123       | 82            | 118    | 59                    |
| Puissance (W)             | 531       | 353           | 509    | 254                   |
| Energie (kWh)             | 4651      | 3092          | 4459   | 2225                  |
| Coût élec (€/an)          | 326       | 216           | 312    | 156                   |
| Plus-value (€)            | -         | 654           | 120    | 224                   |
| Temps de retour mini (an) | -         | 5,9           | 8,6    | 1,3                   |

Source: CIAT



## Choix de la batterie

- ▶ Batterie hydraulique froide : besoins en réfrigération **32,8 kW**
  - 1 – Puissance réelle 33,8 kW
  - 2 – Puissance réelle 36,9 kW
  - 3 – Puissance réelle 43 kW

⇒ **Surcoût lié à la marge de puissance**

|   | Hydraulique               |                              |                                 | Aéraulique |                              |                                 | Total € |
|---|---------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------|------------------------------|---------------------------------|---------|
|   | Pdc batt +<br>vanne<br>Pa | Puissance<br>électrique<br>W | Energie<br>électrique<br>kWh/an | Pdc<br>Pa  | Puissance<br>électrique<br>W | Energie<br>électrique<br>kWh/an |         |
| 1 | 11396                     | 29,7                         | 130                             | 53         | 229                          | 2006                            | 146     |
| 2 | 8614                      | 22,4                         | 98                              | 72         | 311                          | 2724                            | 195     |
| 3 | 59176                     | 154                          | 674                             | 72         | 311                          | 2724                            | 238     |

Source: CIAT



## ENVELOPPE D'UNE CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR COMPOSANTS

### **EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE**

- ▶ Impact énergétique de la norme EN 13053
- ▶ Exemples d'optimisation
- ▶ **Classification énergétique**



## CLASSIFICATION ÉNERGÉTIQUE

### La classification Eurovent

- ▶ Existe pour les centrales et les filtres

| M <sub>1</sub> = 200 g<br>(AC Fine*) | Consommation énergétique moyenne en kWh/an pour filtres ePM <sub>1</sub> (ePM <sub>1</sub> et ePM <sub>1,1-10</sub> ≥ 50%) |      |      |      |      |       |
|--------------------------------------|--|------|------|------|------|-------|
|                                      | A+   | A    | B    | C    | D    | E     |
| 50 & 55%                             | 800  | 900  | 1050 | 1400 | 2000 | >2000 |
| 60 & 65%                             | 850  | 950  | 1100 | 1450 | 2050 | >2050 |
| 70 & 75%                             | 950  | 1100 | 1250 | 1550 | 2150 | >2150 |
| 80 & 85%                             | 1050   | 1250 | 1450 | 1800 | 2400 | >2400 |
| > 90%                                | 1200   | 1400 | 1550 | 1900 | 2500 | >2500 |

Source: conseils.xpair.com



# CLASSIFICATION ÉNERGÉTIQUE

## La directive Ecodesign, ErP (décret européen 1253/2014/EG)

- ▶ Simple flux

**Centrale simple flux (air neuf ou air extrait) – Unidirectional Ventilation Unit (UVU)**

Configuration de référence :

- 1 seule direction de flux d'air
- 1 Filtre F7
- 1 Ventilateur

| ErP – Niveau  |                  | ErP 2016                   | ErP 2018                   |
|---|------------------|----------------------------|----------------------------|
| Rendement stat. du ventilateur et du moteur $\eta_s$ [%]                                    | $P_M \leq 30$ kW | $6,2 \times \ln(P_M) + 35$ | $6,2 \times \ln(P_M) + 42$ |
|   | $P_M > 30$ kW    | 56,1                       | 63,1                       |
| SFP interne (configuration de référence)<br>SFP <sub>int max.</sub> [W/(m <sup>3</sup> /s)] |                  | 250                        | 230                        |
| Régulation de la vitesse de rotation du ventilateur   |                  | demandé                    | demandé                    |
| Contrôle pression dif. sur filtre   |                  | -                          | demandé                    |

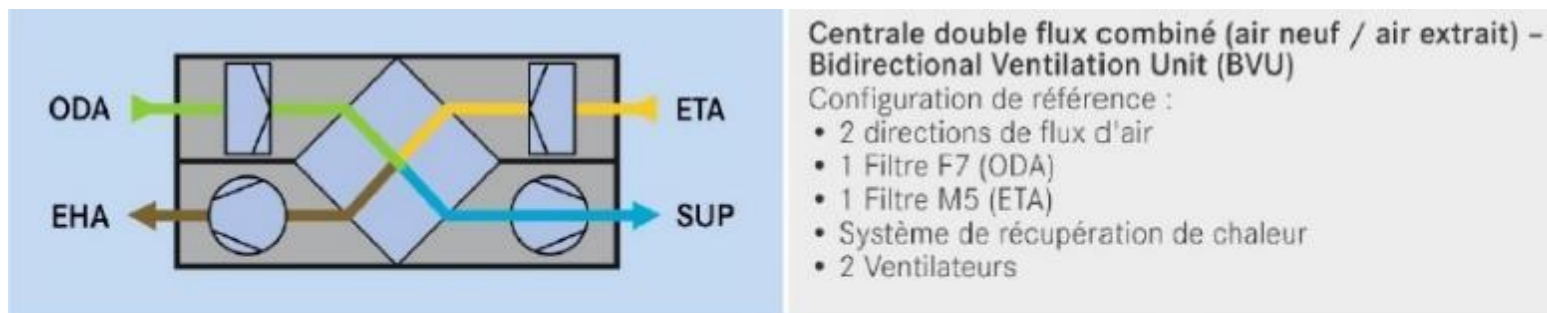
Source: Robathern



# CLASSIFICATION ÉNERGÉTIQUE

## La directive Ecodesign, ErP (décret européen 1253/2014/EG)

- ▶ Double flux



| ErP – Niveau   |                           | ErP 2016          | ErP 2018                           |                                    |
|--|---------------------------|-------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Système de récupération de chaleur avec dispositif de dérivation thermique |                           | demandé           | demandé                            |                                    |
| Rendement sec (EN 308)<br>$\eta_t$ [%]                                     | Boucle à eau glycolée     | 63                | 68                                 |                                    |
|  | Autres systèmes d'échange | 67                | 73                                 |                                    |
| SFP interne (configuration de référence)<br>$SFP_{int\ max}$ [W/(m³/s)]    | Boucle à eau glycolée     | $q < 2\ m^3/s$    | $1.700 + E - 300 \times q / 2 - F$ | $1.600 + E - 300 \times q / 2 - F$ |
|  |                           | $q \geq 2\ m^3/s$ | $1.400 + E - F$                    | $1.300 + E - F$                    |
|  | Autres systèmes d'échange | $q < 2\ m^3/s$    | $1.200 + E - 300 \times q / 2 - F$ | $1.100 + E - 300 \times q / 2 - F$ |
|  |                           | $q \geq 2\ m^3/s$ | $900 + E - F$                      | $800 + E - F$                      |

Source: Robotherm



## CLASSIFICATION ÉNERGÉTIQUE

## La directive Ecodesign, ErP (décret européen 1253/2014/EG)

- Double flux

| ErP – Niveau  |                            | ErP 2016                  | ErP 2018                  |
|---|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Bonus d'efficacité énergétique E (Système de récupération de chaleur) [W/(m <sup>3</sup> /s)] | Boucle à eau glycolée      | $(\eta_t - 63) \times 30$ | $(\eta_t - 68) \times 30$ |
|   | Autres systèmes d'échange  | $(\eta_t - 67) \times 30$ | $(\eta_t - 73) \times 30$ |
| Coefficient de correction de filtre F [W/(m <sup>3</sup> /s)]                                 | Configuration de référence | 0                         | 0                         |
|   | Filtre M5 manquant         | 160                       | 150                       |
|   | Filtre F7 manquant         | 200                       | 190                       |
|   | Filtre M5 + F7 manquant    | 360                       | 360                       |
| Régulation de la vitesse de rotation du ventilateur   |                            | demandé                   | demandé                   |
| Contrôle pression dif. sur filtre   |                            | -                         | demandé                   |

Source: Robatherm







- ▶ Quelles normes sont utilisées pour le dimensionnement et le choix d'une centrale
- ▶ Comment réduire la consommation électrique d'une centrale
- ▶ L'efficacité énergétique est déterminée par plusieurs paramètres :
  - Vitesse de l'air dans l'enveloppe
  - Type de filtres
  - Efficacité du récupérateur et ses pertes de charge
  - Rendement du ventilateur
  - Rendement du moteur





## Guide bâtiment durable

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

- ▶ Ventilation



## Sites internet

- ▶ Energie +

<http://www.energieplus-lesite.be/>

- ▶ CSTC – Publications – Infofiches - Ventilation des bâtiments

<https://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=infofiches&pag=42&art=1>

- ▶ EUROVENT

[www.eurovent-certification.com/](http://www.eurovent-certification.com/)



**Muriel BRANDT**

Administratrice-déléguée

écorce sa

 + 32 4 226 91 60

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



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

