

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

VENTILATION : CONCEPTION ET RÉGULATION

PRINTEMPS 2022

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



Sur base de la présentation conçue par CENERGIE

Pierre GUSTIN
éCORCE
INGÉNIERIE CONSULTANCE



- ▶ 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**

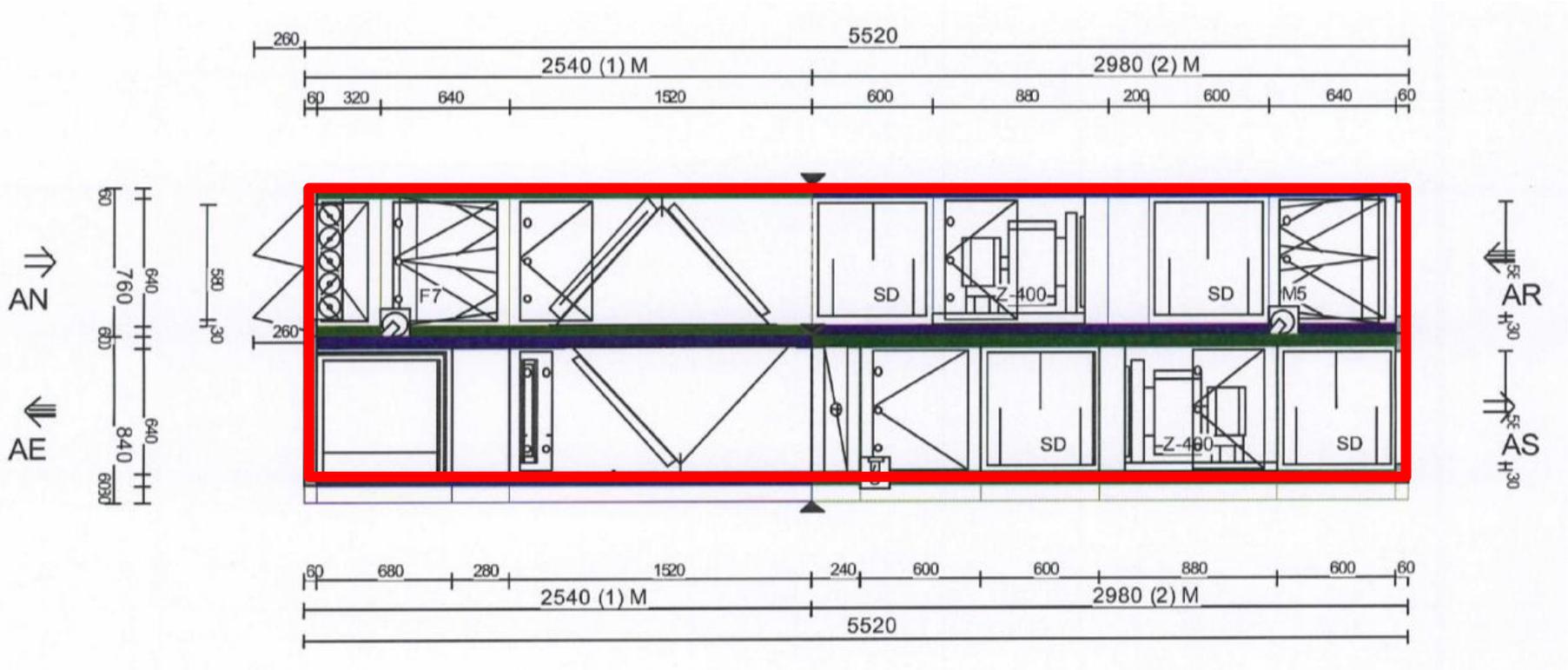
- ▶ Accessoires

COMPOSANTS

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE



ISOLATION THERMIQUE ET ÉTANCHÉITÉ



Source: GEA Happel



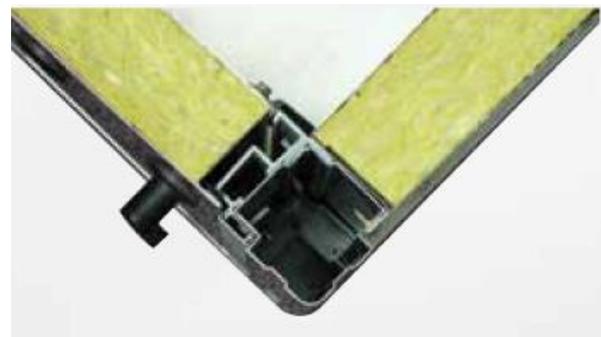
5 ISOLATION THERMIQUE ET ÉTANCHÉITÉ



Norme NBN EN 1886 : performances mécaniques, thermiques et acoustiques

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

⇒ **IMPACT ÉNERGÉTIQUE**



Classe	Transmittance thermique (W/m ² .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 ²	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 ²
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

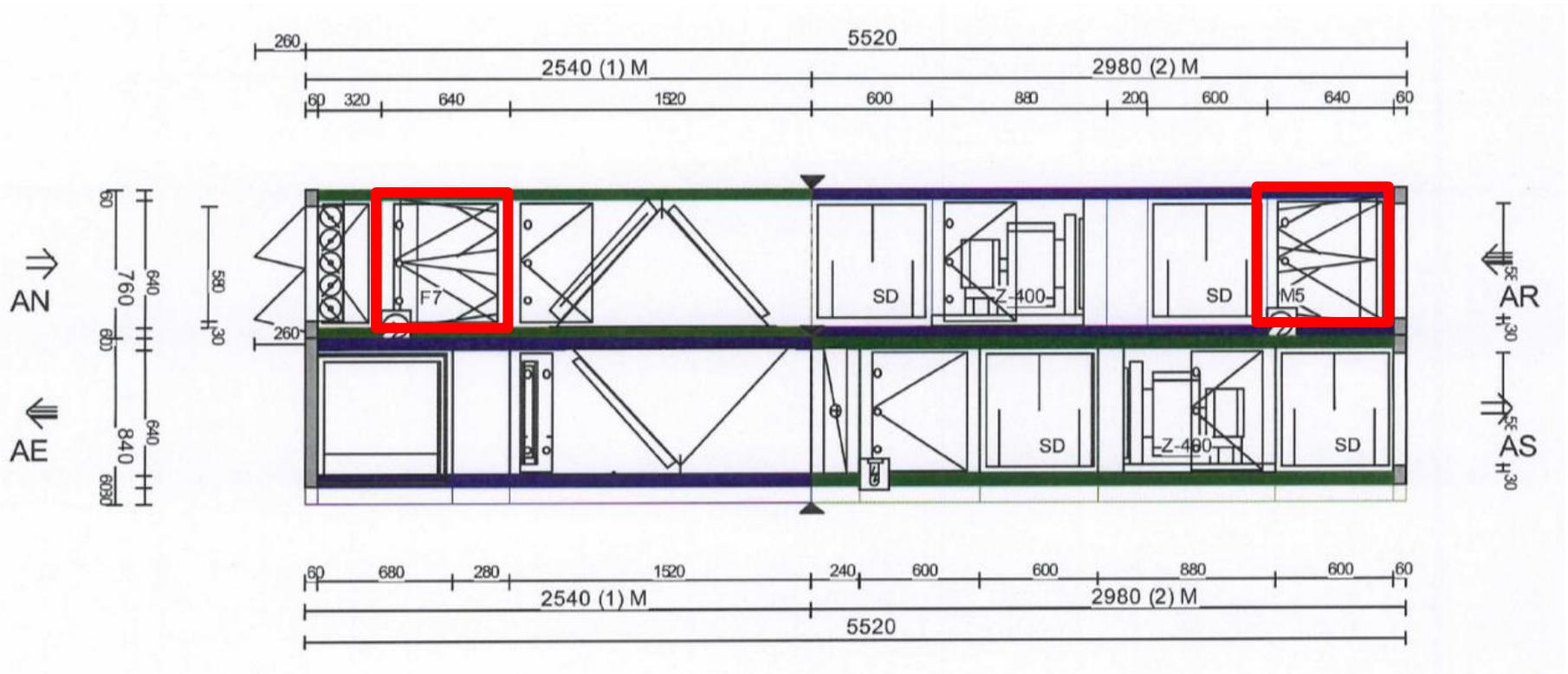
COMPOSANTS

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

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE



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



Source: GEA Happel



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 G2	Utilisations simples (protection contre les insectes)
	G3 G4	Préfiltre et filtre pour les installations de protection civile Évacuation de l'air des cabines de peinture, des cuisines Protection anti-pollution pour les climatiseurs (par exemple de fenêtre) 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 F6 F7	Préfiltre et filtre pour les centrales de traitement de l'air Filtre final dans les installations de climatisation pour magasins, bureaux et locaux de fabrication Préfiltre pour classes F9 à H12
Fumées d'huile et de suie agglomérées, fumée de tabac, fumée d'oxyde métallique	F7 F8 F9	Filtre final dans les installations de climatisation pour bureaux, locaux de fabrication, hôpitaux, centrales électriques, locaux ordinateurs Préfiltre pour filtres absolus et filtres à charbon actif
	H10 H11 et H12 H13 et H14 U15 et U16	Filtre final pour locaux à haute exigence, laboratoires, alimentation, pharmacies, mécanique de précision, industrie optique et électronique
Germes, bactéries, virus, fumée de tabac, fumée d'oxyde métallique	H11 et H12	Filtre final pour salles blanches
	H13 et H14 U15 et U16	Filtre final pour salles blanches Filtre final pour salle d'opération Filtre final pour évacuation d'air des installations nucléaires



ENVELOPPE D'UNE CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR

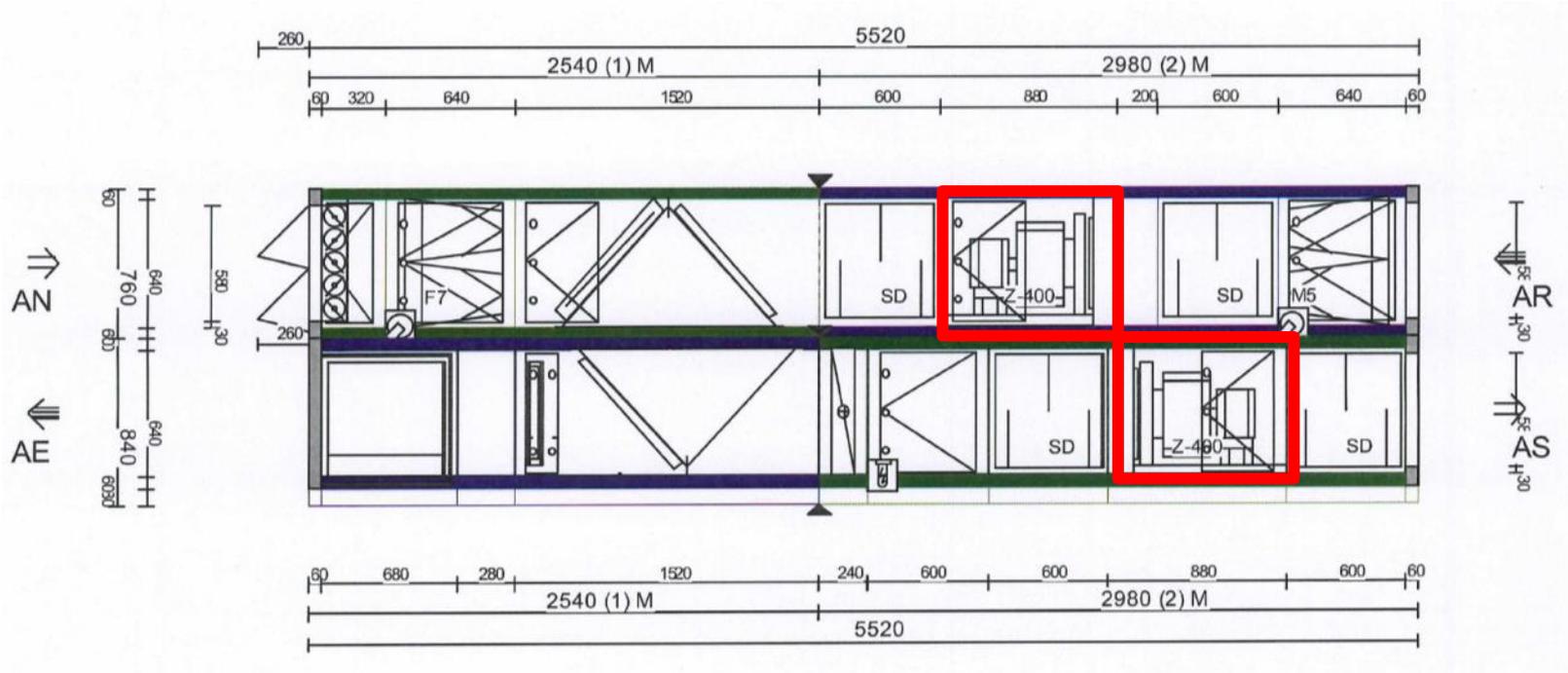
COMPOSANTS

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

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE



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

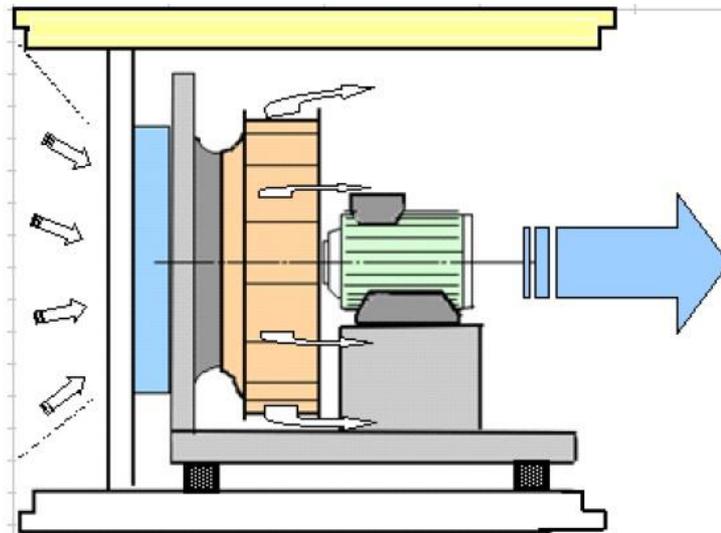


Source: GEA Happel



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

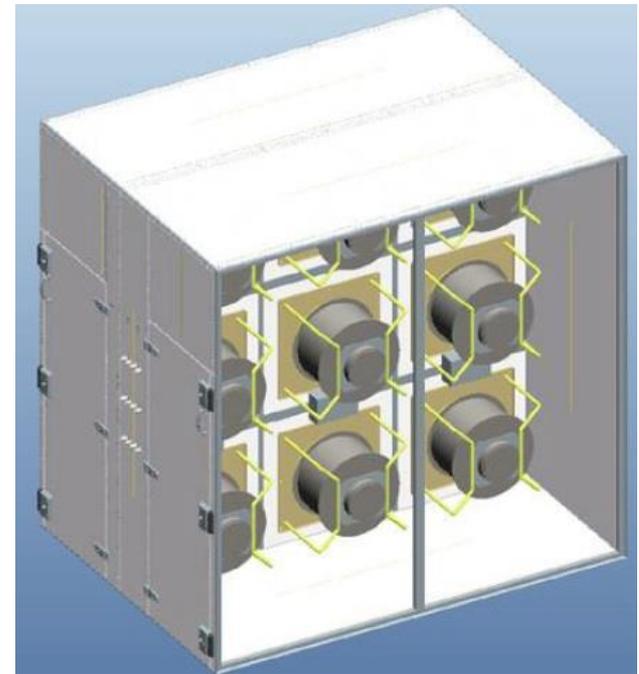


Le ventilateur « roue libre » à moteur EC (commutation électronique)

- ▶ 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

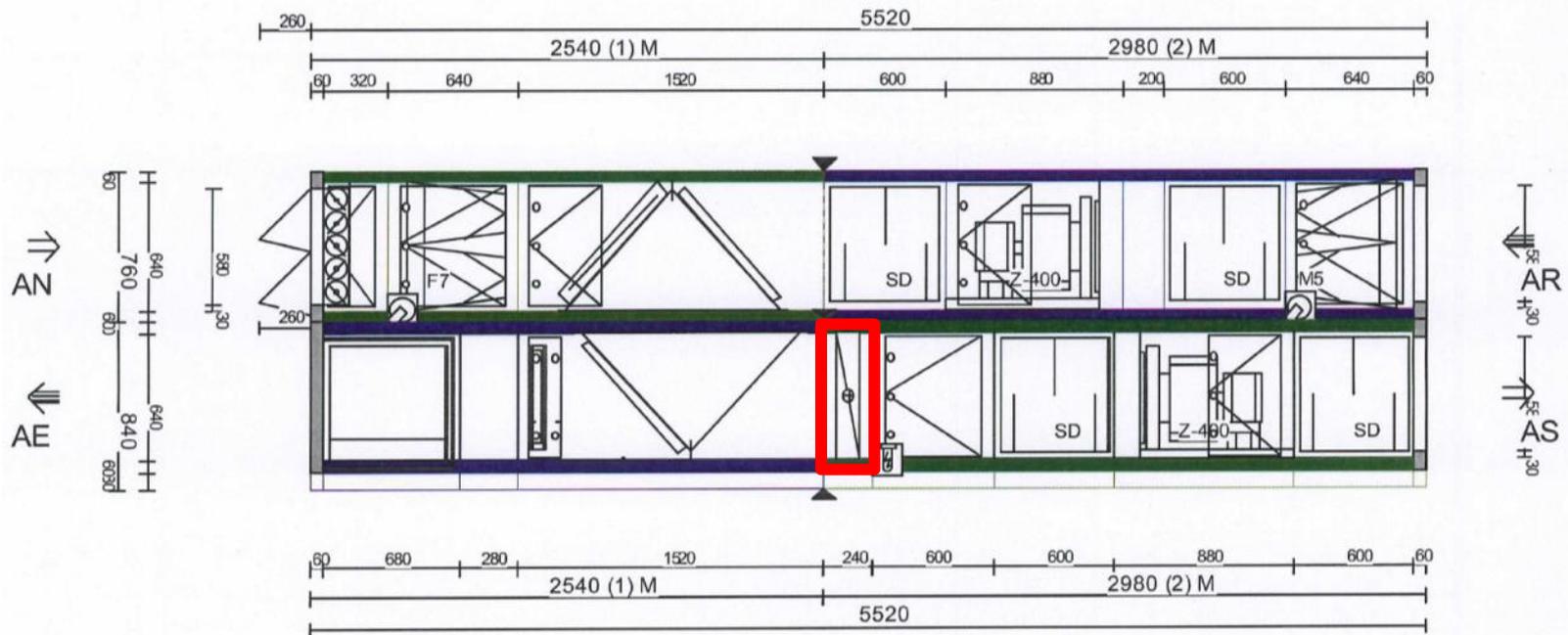
COMPOSANTS

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

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE



Chauffer, refroidir et déshumidifier l'air

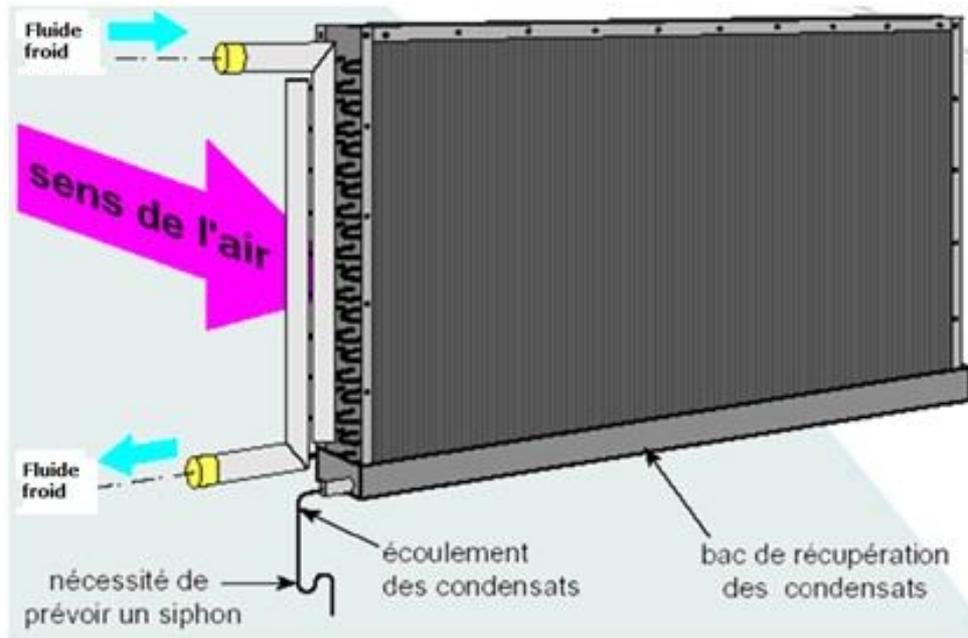


Source: GEA Happel



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

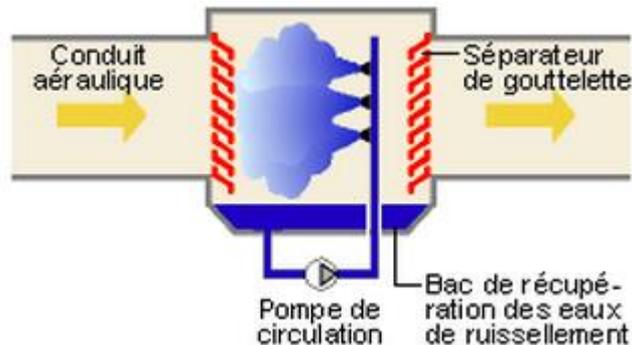
- ▶ Filtres
- ▶ Ventilateurs
- ▶ Batteries
- ▶ **Humidificateurs**
- ▶ Récupérateurs
- ▶ Registres et acoustique

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

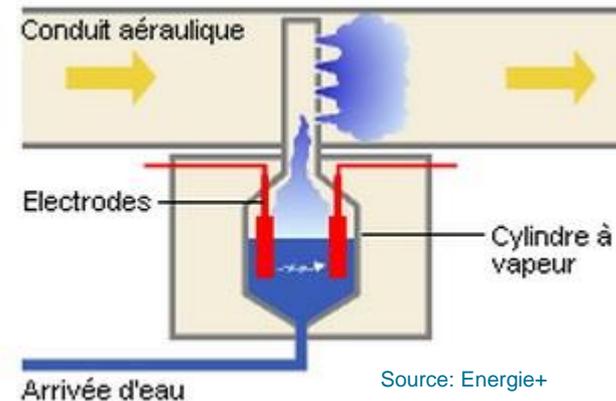
- ▶ Deux composants : générateur de vapeur et distribution
- ▶ Pas de problèmes d'hygiène
- ▶ Permet d'augmenter l'humidité relative de l'air sans diminution de la température
- ▶ Pertes de charge réduites



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

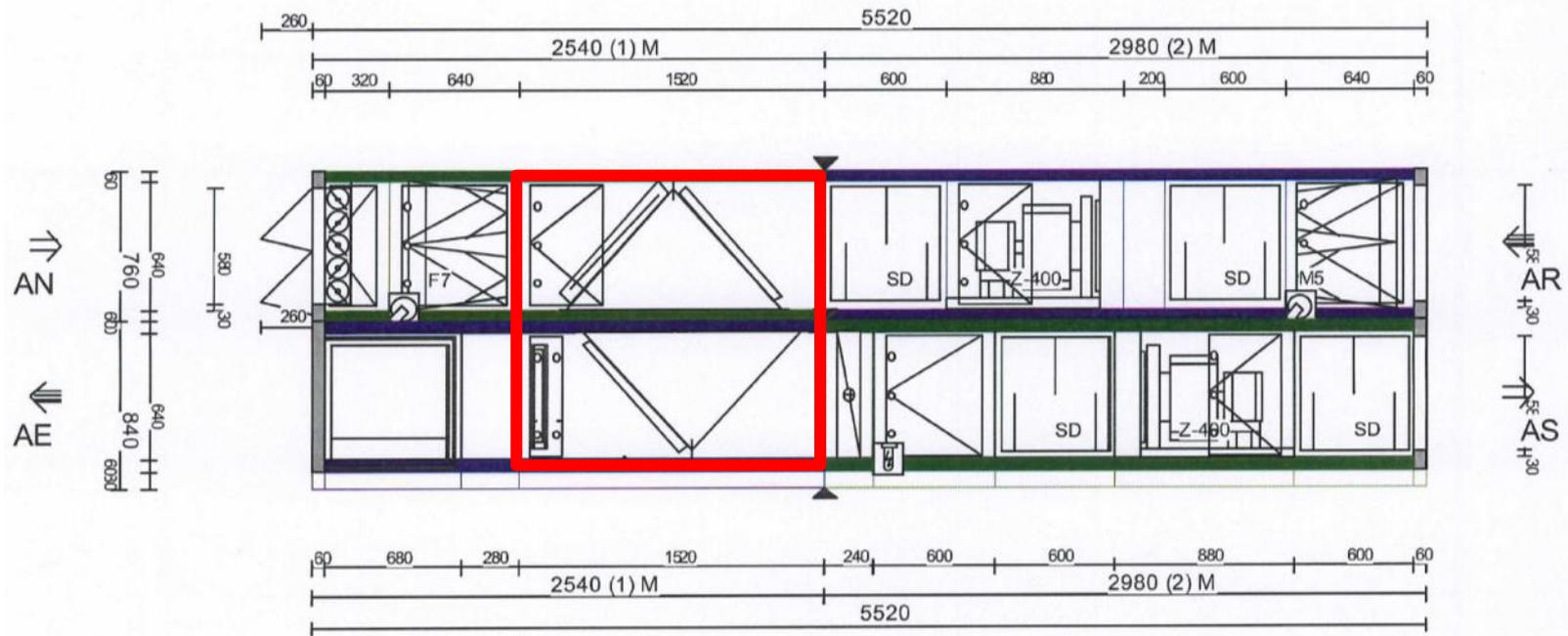
COMPOSANTS

- ▶ 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
Classe V2	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)





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



Choix du filtre

- ▶ Dimension standardisée 592 x 592
- ▶ Possibilité d'utiliser des filtres pleines section (jusqu'à 10.000/12.000 m³/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 + vanne Pa	Puissance électrique W	Energie électrique kWh/an	Pdc Pa	Puissance électrique W	Energie électrique 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

$M_1 = 200 \text{ g}$ (AC Fine*)	Consommation énergétique moyenne en kWh/an pour filtres ePM ₁ (ePM ₁ et ePM _{1,nn} ≥ 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 η_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) $SFP_{int\ max.}$ [W/(m ³ /s)]		250	230
Régulation de la vitesse de rotation du ventilateur		demandé	demandé
Contrôle pression dif. sur filtre		-	demandé

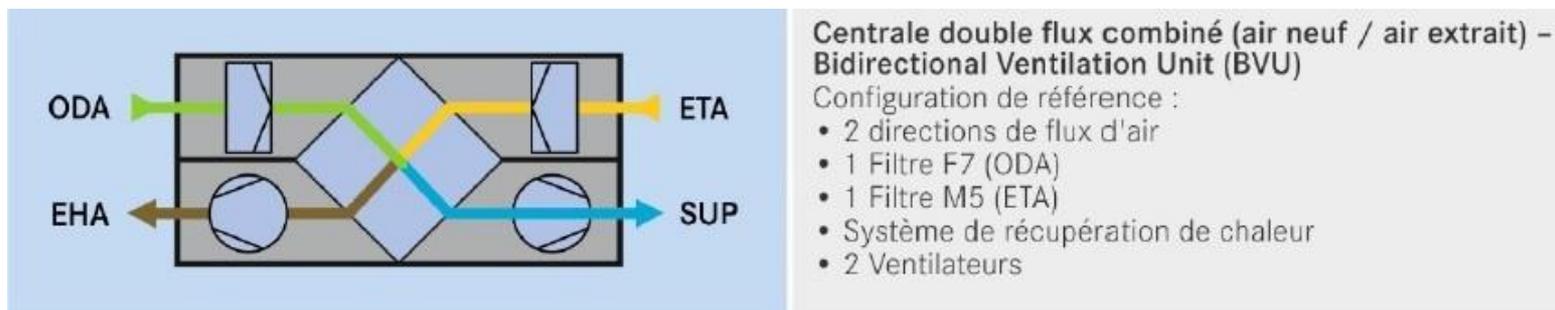
Source: Robathern



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) η_t [%]	Boucle à eau glycolée	63	68	
	Autres systèmes d'échange	67	73	
SFP interne (configuration de référence) $SFP_{int\ max}$ [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 ³ /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 ³ /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

- ▶ 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/



Pierre GUSTIN

Ingénieur projet
écorce sa

 + 32 4 226 91 60

 info@ecorce.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

