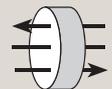


SÉLECTION RAPIDE

Échangeur	Modèle	Page	Installation			Rendement jusqu'à *	Débit	Isolation double peau
			Intérieure	Extérieure	Faux-plafond			
	 DOMEKT S	590	✓	-	✓	-	150 à 950 m ³ /h	50 mm
	 VERSO S	590	✓	-	✓	-	250 à 2400 m ³ /h	50 mm
	 VERSO Pro S	600	✓	✓	-	-	1000 à 28000 m ³ /h	50 mm
	 COMPO	602	✓	✓	✓ P1 et P2	-	200 à 8000 m ³ /h	30 mm
	 DOMEKT CF	534	✓	✓	✓	90 %	50 à 1000 m ³ /h	45 mm
	 VERSO CF	534	✓	✓	✓	90 %	250 à 2200 m ³ /h	50 mm
	 VERSO Pro CF	556	✓	✓	-	90 %	1000 à 18600 m ³ /h	50 mm
	 MURAL PX	558	✓	✓	✓	90 %	150 à 1000 m ³ /h	15 ou 30 mm
	 GLOBAL LP	579	✓	-	✓	90 %	150 à 1800 m ³ /h	30 mm
	 GLOBAL PX	566	✓	✓	-	90 %	200 à 5100 m ³ /h	30 ou 50 mm
	 HR SCHOOL	587	✓	-	-	90 %	300 à 1000 m ³ /h	30 mm
		 DOMEKT R	462	✓	✓	✓	80 %	50 à 600 m ³ /h
 VERSO R		477	✓	✓	✓	80 %	250 à 5800 m ³ /h	50 mm
 VERSO Pro R		495	✓	✓	-	80 %	1000 à 35000 m ³ /h	50 mm
 COMPACT HEAT COMPACT AIR		529	✓	-	-	80 %	300 à 1200 m ³ /h	50 mm
		 DOMEKT RHP	446	✓	✓	-	80 %	90 à 750 m ³ /h
	 VERSO RHP	446	✓	✓	-	80 %	300 à 1500 m ³ /h	30 ou 50 mm
	 VERSO Pro RHP	457	✓	✓	-	80 %	1200 à 25000 m ³ /h	50 mm

SÉLECTION RAPIDE

Batterie		Fonctions			By-pass	Caisson (option)		Régulation intégrée	Communication
Interne	Externe	Débit constant	Pression constante	Signal 0-10 V		2 voies	3 voies		
		✓	✓	✓	-	-	-	✓	ModBus RTU / TCP Bacnet
		✓	✓	✓	-	-	-	✓	ModBus RTU / TCP Bacnet
-		✓	✓	✓	-	✓	-	✓	ModBus RTU / TCP Bacnet
	-	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	Option Modbus
		✓	✓	✓	✓	-	-	✓	ModBus RTU / TCP Bacnet
	-	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	ModBus RTU / TCP Bacnet
-		✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	ModBus RTU / TCP Bacnet
-		✓	✓	✓	✓	-	-	✓	Option Modbus
-		-	-	-	✓	-	-	✓	Option Modbus
		✓	✓	✓	✓	-	-	✓	Option Modbus
	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	Option Modbus
		✓	✓	✓	✓	-	-	✓	ModBus RTU / TCP Bacnet
	-	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	ModBus RTU / TCP Bacnet
-		✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	ModBus RTU / TCP Bacnet
-		✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	Modbus / Bac Net / Métasys / Exoline / LON (Option)
	-	✓	-	-	✓	-	✓	✓	Modbus / Bac Net / Métasys / Exoline / LON (Option)
		✓	✓	✓	✓	-	-	✓	ModBus RTU / TCP Bacnet
		✓	✓	✓	✓	-	-	✓	ModBus RTU / TCP Bacnet
		✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	ModBus RTU / TCP Bacnet

Batterie électrique

Batterie eau chaude

Batterie eau froide



DIRECTIVES ÉCODESIGN

Règlement de la commission (EU) N° 1253/2014 et 1254/2014

Directive dite «ErP» : Energy Related Products

«En application de la directive 2009/125/EC, les produits liés à l'énergie qui représentent un important volume de ventes et d'échanges [...] au sein de l'Union, et qui représentent un fort potentiel d'amélioration en ce qui concerne leur impact sur l'environnement, sans que cela entraîne des coûts excessifs, doivent être couverts par une mesure d'exécution ou par une mesure d'autorégulation portant sur les exigences d'éco-conception. La commission a montré que les unités de ventilation sont mises sur le marché de l'Union en quantités importantes. La consommation énergétique durant la phase d'utilisation est le facteur environnemental le plus significatif des unités de ventilation, présentant un fort potentiel d'économies énergétiques rentables ainsi que de réduction des émissions de gaz à effet de serre.»

Le champ d'application des mesures distingue 2 catégories principales :

- Les UVR concernent toutes les unités dont le débit maximum ne dépasse pas 250 m³/h, ainsi que les unités avec un débit maximum compris entre 250 et 1 000 m³/h mais déclarées par le fabricant comme étant destinées à une application résidentielle.
- Les UVNR concernent toutes les unités dont le débit maximum est supérieur à 250 m³/h, ainsi que les unités avec un débit maximum compris entre 250 et 1 000 m³/h mais non déclarées par le fabricant comme étant résidentielle. En accord avec cette mesure, il revient au fabricant de définir le champ d'application de ses produits entre 250 et 1000 m³/h.

EXIGENCES D'ÉCO-CONCEPTION POUR LES UVR

La réglementation N° 1254/2014 impose un étiquetage énergétique sur les produits destinés aux marchés résidentiels afin de fournir une aide au consommateur.

Étiquetage énergétique

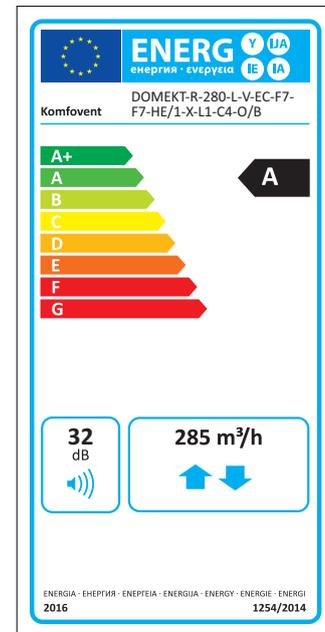
L'étiquette doit comporter les informations suivantes :

- le nom du fournisseur ou la marque du produit,
- l'identification du modèle,
- la classe d'efficacité énergétique,
- le niveau de puissance acoustique (LwA) en dB arrondi à la valeur la plus proche et le débit d'air maximal en m³/h

Exigence d'information

À partir du 1/01/2016, un certain nombre d'informations techniques doivent être fournies sur les UVR.

Nom du fournisseur ou marque commerciale	KOMFOVENT
Identification du modèle	Domekt-R-280-L-V-EC-F7-F7-HE/1-X-L1-C4-O/B
Conso d'énergie spécifique (SEC) pour chaque zone climatique et classe applicable kWh/(m².a)	A -83/-39,5/-14,6
Typologie (selon nomenclature)	UVDF (Unité Ventilation Double Flux)
Type de motorisation installée	Variateur de vitesse
Type de système de récupération de chaleur (SRC)	Régénération
Rendement thermique de la récupération de chaleur %	86
Débit maximal m³/h	285
Puissance électrique absorbée au débit max W	60
Niveau de puissance acoustique (LwA) dB	32
Débit de référence m³/s	0,056
Perte de charge de référence Pa	50
Valeur de puiss. spécifique abs. (SPI) W/(m³.h)	0,26
Facteur de régulation (CTRL) et typologie du contrôle	0,85 Régulation modulée locale
Taux de fuites internes et externes maximal déclaré (%) pour les unités de ventilation double flux ou la re-circulation	1 et 0,5 %
Position et description de l'alarme visuelle du filtre pour les UVR destinées à être utilisées avec des filtres, y compris le texte soulignant l'importance d'un remplacement régulier pour les performances et l'efficacité de l'unité	Affichage sur le panneau de contrôle
Consommation électrique annuelle (CEA) kWh/a	2,4
Économie annuelle de chauffage (EAC) en kWh d'énergie primaire/a, pour chaque type de climat (froid, moyen, chaud) kWh/a	88,9/45,5/20,6
Instructions en vue de l'installation de grilles dans la façade pour l'entrée / sortie d'air naturel pour les systèmes de ventilation simple flux	DOMEKT S unique-ment



EXIGENCES D'ÉCO-CONCEPTION POUR LES UVNR

Le champ d'application de la directive N° 1253/2014 impose à toutes les unités de ventilation des exigences techniques et t à atteindre qui seront fixées progressivement au cours des années 2016-2018

Année	Efficacité thermique minimum	Niveau puissance sonore	DOUBLE FLUX supérieur à 250 m ³ /h		SIMPLE FLUX
			Puissance spécifique maximale des ventilateurs liée aux composants internes (SFP int-limit) W/(m ³ /s) débit < 2 m ³ /s	Puissance spécifique maximale des ventilateurs liée aux composants internes (SFP int-limit) W/(m ³ /s) débit > 2 m ³ /s	
2016	67 %	45 dB	< 2200	< 1900	250
2018	73 %	40 dB	< 2100	< 1800	250

L'étiquetage eco-conception ne s'applique pas aux unités de ventilation non résidentielle (UVNR). Les exigences d'informations sur les documentations UVNR sont plus approfondies car destinées à des personnes techniquement indépendants.

ErP 2009/125/CE

QU'EST CE QUE L'ErP ?

Il s'agit de la réglementation européenne qui vise à améliorer l'efficacité énergétique des produits commercialisés afin de protéger l'environnement.

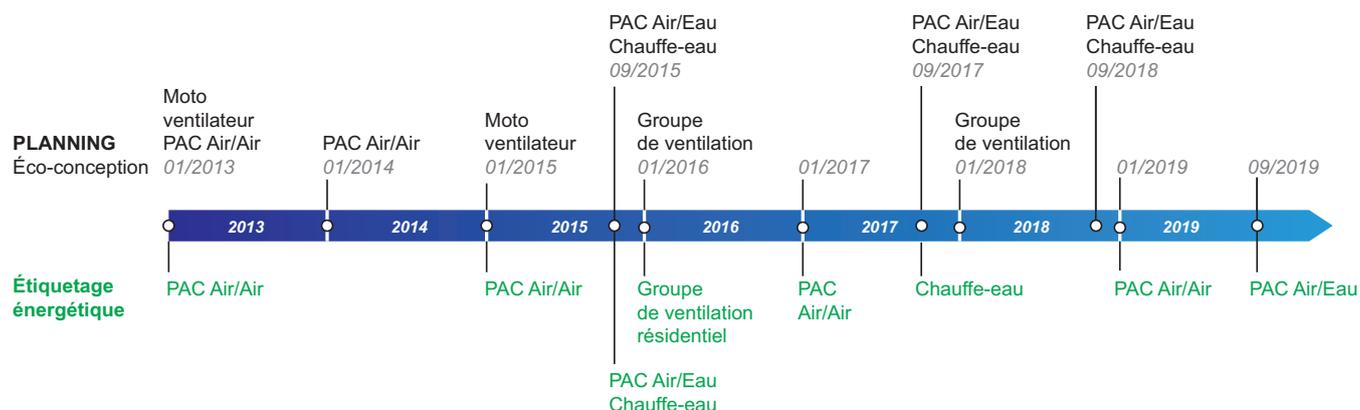
ErP signifie «Energy Related Products»

La directive 2009/125/CE du Parlement européen a établi un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'éco-conception. ATIB, acteur majeur dans la ventilation, vous propose d'ores et déjà des produits conformes ErP 2018

Nous vous rappelons que la directive ErP se décline en deux directives fixant les exigences à atteindre par catégorie d'équipements.

- La directive éco-conception 2009/125/CE qui établit un cadre pour la fixation des exigences en matière d'éco-conception.
- La directive étiquetage énergétique 2010/30/UE concernant l'indication, par voie d'étiquetage et d'informations uniformes relatives aux produits, de la consommation en énergie et en autres ressources des produits liés à l'énergie.

Le règlement étiquetage énergétique N°1254/2014 s'applique uniquement aux équipements de ventilation pouvant être destinés au marché résidentiel.



LES RÉGLEMENTS VENTILATION

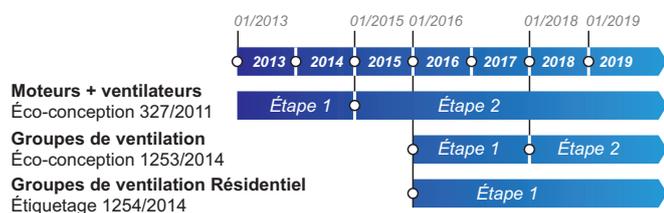
Le métier de la ventilation est concerné par **2 règlements** :

- **Les moto-ventilateurs** sont dans la famille du règlement Eco-conception 327/2011 des «ventilateurs pilotés par moteur»
- **Les groupes de ventilation** sont dans la famille des règlements Eco-conception 1253/2014 et étiquetage énergétique 1254/2014

Trois grandes catégories pour ce règlement :

- Les groupes de ventilation Résidentiel :
 - Puissance électrique absorbée > 30 W
 - Débit ≤ 250 m³/h
 - Débit compris entre 250 et 1000 m³/h et déclaré à usage mixte (résidentiel et non résidentiel)
- Les groupes de ventilation non résidentiel et usage mixte :
 - Puissance électrique absorbée > 30 W
 - Débit > 1000 m³/h
 - Débit compris entre 250 et 1000 m³/h et déclaré à usage mixte (résidentiel et non résidentiel)
- Les groupes de ventilation de puissance électrique absorbée ≤ 30 W.

PLANNING DES EXIGENCES :



CHAUFFAGE ÉNERGIE

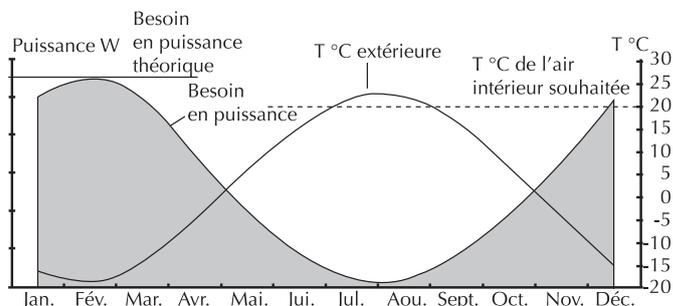
Sans brouillard ni smog, en Antarctique une vue de plus de 100 km est garantie en été, les bactéries et les virus n'ont aucune chance de survivre dans cette atmosphère froide.

À Paris c'est différent : là, l'homme aspire chaque jour 8000 litres d'air de la ville, qui contiennent 400 000 millions de particules de poussière. Dans une maison, 1 cm³ d'air peut contenir 50 à 100 000 particules.

L'hygiène de l'air est à l'ordre du jour !

- Le besoin de chauffer un bâtiment provient des déperditions de calories résultant des différences de température entre l'air intérieur et l'air extérieur.
- Les déperditions de chaleur sont de deux sortes :
 - Pertes par transmission : en fonction des composantes du bâtiment (toit, murs...)
 - Pertes par ventilation : en fonction de la ventilation, des défauts d'étanchéité et des ouvertures.
- La température de l'air extérieur varie en fonction des saisons et des lieux, alors que la température de l'air intérieur doit être maintenue à un niveau constant et agréable.

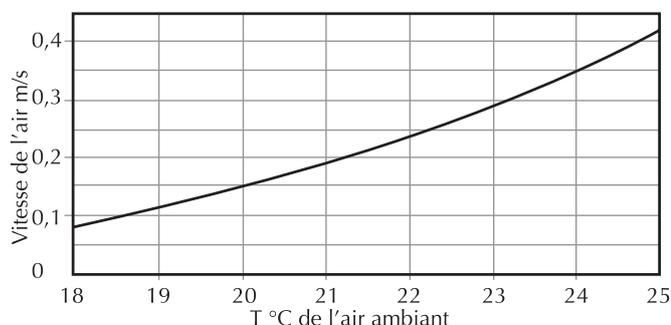
- Le besoin en puissance théorique pour un bâtiment est la puissance nécessaire pour maintenir la température ambiante souhaitée par rapport à la plus basse température extérieure.
- Le besoin en énergie est le besoin global de puissance cumulée sur l'année. C'est la surface en grisé située sous la courbe ci-dessous du besoin en puissance.



Débit de renouvellement d'AIR NEUF

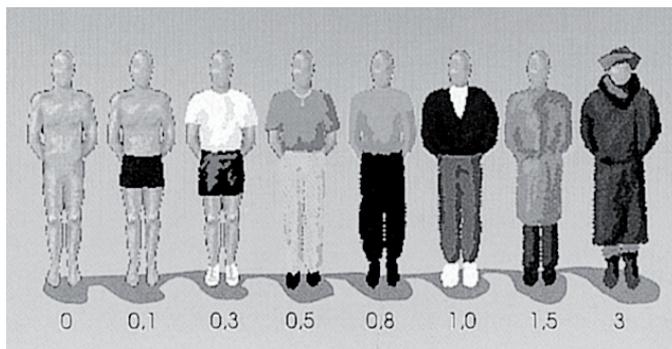
VITESSE D'AIR

- Outre la température et l'humidité de l'air, la vitesse de l'air constitue également un facteur important pouvant influencer le « confort ».
- Un déplacement d'air est vite ressenti comme un courant d'air. Si la T °C de l'air est « basse », la vitesse de l'air devra être moins importante que si la température de l'air est « plus élevée ».
- Le graphique ci-dessous représente la vitesse de l'air maximum admissible dans un local, en fonction de la température ambiante. La vitesse de l'air est donnée en m/s.



ISOLEMENT THERMIQUE DÛ AUX VÊTEMENTS

Le degré d'isolement des vêtements se mesure avec une unité de mesure dénommée CLO.



Nombre de renouvellement d'air par heure					
Antichambre, couloirs	3 à 5	Champignonnières	2 à 4	Magasins, entrepôts	3 à 6
Ateliers, usines	8 à 10	Chaudières (locaux de)	15 à 30	Moteurs (salles de)	15 à 30
Bains (salles de)	10 à 15	Coiffure (salons de)	10 à 15	Peinture (ateliers de) (non cellulosique)	10 à 20
Banques	4 à 8	Compresseurs	10 à 20	Photo (salles obscures)	10 à 15
Batteries (chargement de)	6 à 8	Conférences (salles de)	5 à 8	Photo (rayon X...)	10 à 15
Bibliothèques	3 à 5	Cuisines privées	15 à 20	Piscines	10 à 15
Billards (salles de*)	6 à 8	Cuisines commerciales	20 à 30	Réception (halles de)	4 à 8
Blanchisseries de détail	10 à 15	Églises	1 à 3	Restaurants	8 à 12
Blanchisseries industrielles	10 à 30	Enregistrement (studios d')	10 à 12	Salles de classe	5 à 7
Boulangeries	20 à 30	Fonderies	15 à 30	Salles de club*	10 à 12
Boutiques, salles d'exposition	8 à 15	Galvanisations (ateliers de)	10 à 12	Salles de contrôle d'enregistrement	15 à 25
Brasseries	10 à 15	Garages	6 à 8	Salle de séjour	3 à 6
Bureaux	6 à 10	Hôpitaux : salles stériles	15 à 25	Soudage (ateliers de)	15 à 30
Cafés, bars	10 à 12	Hôpitaux : salles de garde	6 à 8	Teintureries	20 à 30
Cantines	8 à 12	Laboratoires	6 à 15	Théâtres, cinémas*	10 à 15
Caves	3 à 10	Laiteries, crémeries	8 à 10	Toilettes	6 à 15
Chambres à coucher	2 à 4	Lavabos	6 à 10	Verreries	25 à 60

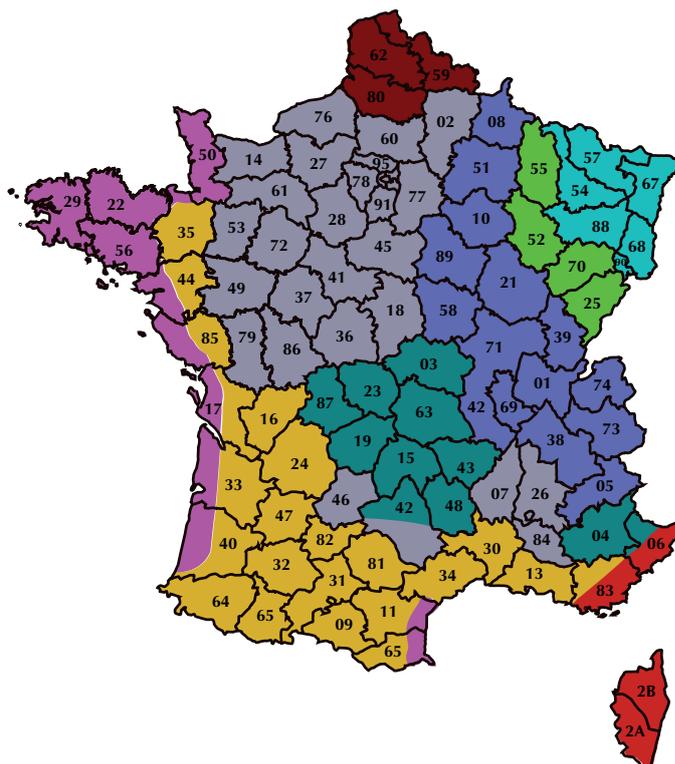
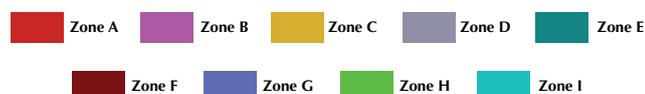
Chiffres expérimentaux à choisir avec prudence

* A majorer de 50% en cas de fumée intense.

Tableau et carte pour déterminer la **TEMPÉRATURE DE BASE**

Les déperditions calorifiques se calculent par rapport aux T °C extrêmes dites températures de bases constatées minimum 5 jours dans l'année sur une période de 30 ans. Ces T °C négatives sont en général atteintes la nuit donc pendant la période d'abaissement de la régulation ce qui réduit le delta T. Il serait donc possible de prendre les T °C du tableau ci-dessous et de leurs retrancher la différence entre la température de jour souhaitée dans la pièce et celle de la période d'abaissement mais dans la pratique ceci ne se fait pas. Les résultats trouvés pour chaque pièce sont les émissions thermiques que doit produire le chauffage pour couvrir les déperditions quand la T °C extérieure atteint la T °C de base.

Pour définir la T °C de base, utiliser la carte ci-dessous pour trouver la zone correspondante et se reporter sur le tableau pour trouver la T °C de base en fonction de la tranche d'altitude.



Tranche d'altitude	Zone (voir carte)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0 à 200 m	-2	-4	-5	-7	-8	-9	-10	-12	-15
201 à 400 m	-4	-5	-6	-8	-9	-10	-11	-13	-15
401 à 600 m	-6	-6	-7	-9	-11	-11	-13	-15	-19
601 à 800 m	-8	-7	-8	-11	-13	-12	-14	-17	-21
801 à 1000 m	-10	-8	-9	-13	-15	-13	-17	-19	-23
1001 à 1200 m	-12	-9	-10	-14	-17	-	-19	-21	-24
1201 à 1400 m	-14	-10	-11	-15	-19	-	-21	-23	-25
1401 à 1600 m	-16	-	-12	-	-21	-	-23	-24	-
1601 à 1800 m	-18	-	-13	-	-23	-	-24	-	-
1801 à 2000 m	-20	-	-14	-	-25	-	-25	-	-
2001 à 2200 m	-	-	-15	-	-27	-	-29	-	-

NORME NFE 35-400

Ventilation des locaux techniques avec groupe frigorifique

Les locaux techniques avec groupes doivent posséder des systèmes de ventilation naturelle ou mécanique efficaces pour empêcher une élévation trop importante de la T °C ambiante et éviter toute concentration de vapeur en cas de pertes de fluide frigorigène.

La norme **NF E 35-400** donne les indications suivantes :

- En ventilation mécanique : $V = 50 \sqrt[3]{G^2}$ en m³/h
- En ventilation naturelle : $F = 0,14 \sqrt{G}$ en m²

Où **G** est la masse (kg) de fluide frigorigène qui se trouve dans les différentes parties de l'installation montées dans la salle des machines, **V**, le débit d'air (m³/h) et **F** la surface (m²) de la section libre.

La charge **G** doit se calculer pour chaque installation.

La ventilation doit également tenir compte des pertes de chaleur des moteurs d'entraînement. Extraction au niveau du sol, les fluides frigorigènes halogénés étant plus lourds que l'air. La ventilation de la salle des machines doit être également capable d'évacuer la chaleur produite par des moteurs d'entraînement normaux sans que la T °C ambiante ne dépasse 40 °C. Dans les cas critiques, il est préférable de prévoir des moteurs à refroidissement à eau ou des moteurs standards à refroidissement incorporé.

Les locaux techniques devraient se situer autant que possible au rez-de-chaussée, l'une de ses parois devant être une paroi extérieure. Cette disposition facilite l'amenée du matériel surtout lorsqu'il s'agit de groupes frigorifiques importants montés d'usine.

Surveillance de la **QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR** dans les lieux accueillant des enfants

NOUVEAU DISPOSITIF RÉGLEMENTAIRE 2015 - 2023

LE CONSTAT

La **mauvaise qualité de l'air intérieur** peut provoquer des troubles de la santé : pathologies du système respiratoire (rhinite ou bronchite), maux de tête, fatigue, irritation des yeux, nausées, etc. L'ensemble des maladies allergiques (asthme, conjonctivite, allergie alimentaire, etc.) concerne 25 à 30 % de la population dans les pays industrialisés. En France, l'asthme frappe 3,5 millions de personnes et les insuffisances respiratoires graves en touchent 50 000.

Une **bonne qualité de l'air à l'intérieur d'un bâtiment** a, au contraire, un effet positif démontré sur la diminution du taux d'absentéisme, le bien-être des occupants et l'apprentissage des enfants.

LES ENGAGEMENTS

La **loi portant l'engagement national pour l'environnement** a acté deux engagements forts :

- Rendre progressivement obligatoire la surveillance régulière de la qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant du public
- Mettre en place un étiquetage des matériaux de construction et de décoration.

En **vue de préparer l'entrée en vigueur de cette mesure**, le Gouvernement a mobilisé les acteurs du domaine (Ineris, Atmo, CSTB) pour tester, dans le cadre d'une campagne pilote financée par le ministère du Développement durable, un dispositif de surveillance de la qualité de l'air dans 310 écoles et crèches sur la période 2009-2011. Cette opération a confirmé qu'il pouvait y avoir des problèmes dans certains établissements scolaires et qu'on ne pouvait pas les détecter sans une surveillance réelle de la qualité de l'air et de l'état des systèmes d'aération.

Il **a donc été décidé de pérenniser** ce dispositif à travers une obligation réglementaire dans certains établissements recevant du public. Les collectivités locales auront un rôle clé à jouer pour mettre en oeuvre cette nouvelle mesure.

LES STRUCTURES CONCERNÉES

La **loi portant engagement national pour l'environnement a rendu obligatoire la surveillance de la qualité de l'air intérieur** dans certains établissements recevant du public sensible. Cette obligation s'applique notamment aux :

- **Établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans** (crèches, haltes-garderie, jardins d'enfants...)
- **Centres de loisirs**
- **Établissements d'enseignement** ou de formation professionnelle du premier et du second degrés (écoles maternelles, élémentaires, collèges, lycées généraux et professionnels, établissements régionaux d'enseignement adapté)
- **Établissements sanitaires et sociaux** prenant en charge les mineurs éloignés de leur famille en raison des difficultés d'ordre social ou éducatif, les mineurs handicapés, les mineurs délinquants (mentionnés aux 1°, 2°, 4° du I de l'article L 312-1 du code de l'action sociale et des familles).

La **surveillance** est à la charge du propriétaire de l'établissement, sauf lorsqu'une convention spécifique a été passée avec un exploitant*.

* Il peut exister certains cas particuliers issus des lois de décentralisation où le département ne serait pas le propriétaire d'un collège et la région d'un lycée. Se reporter notamment aux articles L 216-5 et L 216-6 du code de l'éducation.

LES SUBSTANCES MESURÉES

Trois substances jugées prioritaires par la communauté scientifique seront mesurées :

- **Le formaldéhyde**, substance irritante pour le nez et les voies respiratoires, émise notamment par certains matériaux de construction, le mobilier, certaines colles, les produits d'entretien...
- **Le benzène**, substance cancérigène issue de la combustion (gaz d'échappement notamment)
- **Le dioxyde de carbone (CO₂)**, représentatif du niveau de confinement, signe d'une accumulation de polluants dans les locaux. Des liens ont été mis en évidence entre une mauvaise ventilation, entraînant des taux de CO₂ élevés, et la diminution des capacités scolaires des enfants évalués grâce à des exercices de logique, de lecture et de calcul.

LES VALEURS DE RÉFÉRENCE

Substances	Valeur-guide pour l'air intérieur		Valeur-limite
Formaldéhyde	30 µg/m ³ pour une exposition de longue durée à compter du 1 ^{er} janvier 2015	10 µg/m ³ pour une exposition de longue durée à compter du 1 ^{er} janvier 2023	100 µg/m ³
Benzène	5 µg/m ³ pour une exposition de longue durée à compter du 1 ^{er} janvier 2013	2 µg/m ³ pour une exposition de longue durée à compter du 1 ^{er} janvier 2016	10 µg/m ³
Dioxyde de carbone	-		Indice de confinement de niveau 5*

LEXIQUE

- **Valeur-guide pour l'air intérieur :**

Elle caractérise un niveau de concentration de polluants dans l'air à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné. Ce niveau est fixé, pour un espace clos donné, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine.

- **Valeur-limite :**

Elle désigne la valeur au-delà de laquelle des investigations complémentaires doivent être menées et le préfet du lieu d'implantation de l'établissement informé.

- **µg/m³ :**

Microgramme par m³ ou quantité du composé par m³ d'air prélevé.

- **Indice de confinement :**

Les résultats de mesure du CO₂ en continu permettent de déterminer un indice de confinement. Pour le calculer, seules les valeurs de concentration de CO₂ mesurées pendant la présence des enfants dans la salle sont prises en compte.

L'indice va de 0 (aucun confinement) à 5 (confinement extrême).

Un confinement élevé ou très élevé (4 ou 5) traduit une densité d'occupation importante associée à un renouvellement d'air insuffisant. Si une source de polluants est présente dans la pièce, cela peut conduire à des niveaux de pollution très élevés. Il est donc important de veiller à ce que l'utilisation de la pièce soit conforme au taux d'occupation prévu puis d'améliorer les conditions d'aération en procédant à des ouvertures plus fréquentes des fenêtres durant la période d'occupation. Lorsque la pièce est équipée d'un dispositif spécifique de ventilation, il convient de faire intervenir un spécialiste de la ventilation pour procéder à une inspection de l'installation.

* Un indice de confinement de 5 correspond à des pics de concentration en CO₂ élevés supérieurs à 4 000 ppm (partie par million) et à des valeurs moyennes pendant l'occupation supérieures à 2 000 ppm.

Échangeur ROTATIF

PRINCIPE

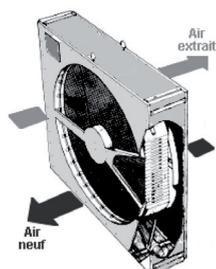
Le principe est de récupérer la chaleur contenue dans l'air extrait en faisant transiter cet air au travers d'un matériau accumulateur. Il est ensuite soumis au flux d'air neuf et lui cède sa chaleur. Il peut être imprégné ou non d'un produit hygroscopique de manière à permettre les échanges tant de chaleur sensible que d'humidité.

Les roues

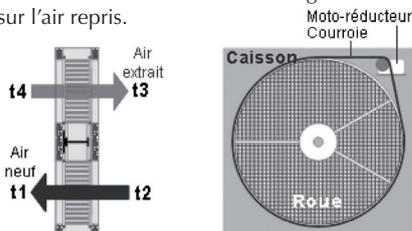
Un matériau accumulateur cylindrique en rotation lente (de 5 à 20 tours/min) est traversé dans une direction par l'air rejeté et dans l'autre par l'air neuf. Composé d'un média de transfert en aluminium, formant de très nombreux petits canaux.



Le matériau accumulateur est alternativement traversé par l'air chaud rejeté où il se charge d'énergie et l'air neuf froid où il se décharge. En vue d'éviter le mélange d'air neuf et d'air rejeté, il est prévu un secteur de nettoyage dans lequel l'air rejeté est chassé par l'air neuf.



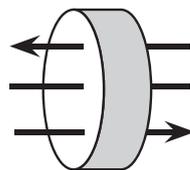
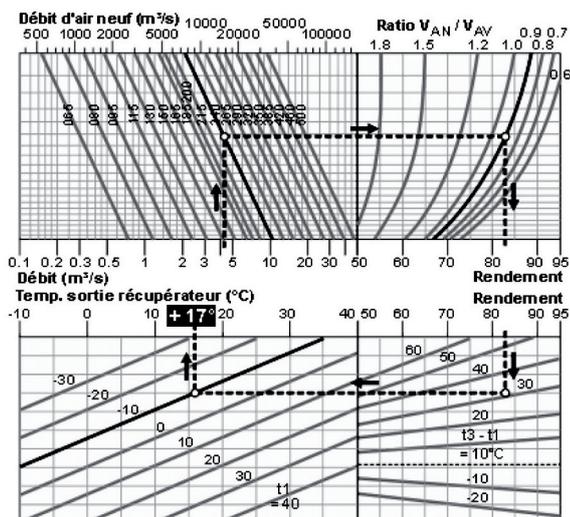
Une faible consommation d'énergie électrique est nécessaire pour entraîner la rotation de la roue. Pertes de charge assez faibles. Les écoulements aérauliques d'air neuf et d'air repris doivent être disposés de telle façon que la circulation de l'air s'effectue à contre-courant. Cela effectue un auto-nettoyage car toute poussière qui se serait déposée sur la face avant de chacune des moitiés du rotor (donc en amont de l'échangeur tant sur l'air neuf que sur l'air repris) serait délogé dans l'autre moitié du rotor puisque l'air y circule dans l'autre sens. C'est pourquoi en général on prévoit un filtre en amont de l'échangeur rotatif et ce tant sur l'air neuf que sur l'air repris.



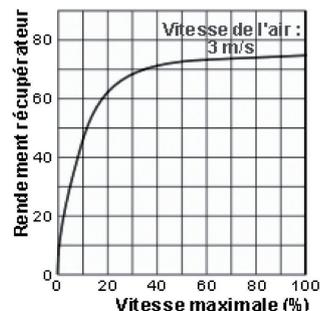
FACTEUR INFLUENÇANT LE RENDEMENT

Ex. de roue : Soit un débit de 15000 m³/h (4,2 m³/s) pour un modèle de roue type 240 et un rapport Vol. Air neuf/Vol. air vicié de 1, le graphique du constructeur fournit un rendement de 80 %. soit le diagramme suivant fourni par le constructeur :

Courbe de rendement : Le 2^e graphe permet également de calculer la T °C de sortie air neuf (t2). Pour une T °C d'air rejeté t3 = 22 °C et d'air neuf t1 = -10 °C (t3 - t1 = 32 °C), on trouve t2 = 17 °C



Dans le graphe ci-dessous on peut percevoir l'influence de la vitesse de rotation de la roue sur le rendement de l'échange.



Rendement d'échange généralement très élevé; il est essentiellement fonction de :

- la nature du matériau accumulateur,
- la vitesse de l'air et de la vitesse de rotation de la roue ou de basculement, ces 2 dernières variables déterminant le tps de passage de l'air dans l'échangeur
- l'efficacité thermique se situe généralement entre 60 - 95 %.

AVANTAGES

- Dépendant du média de transfert choisi, l'énergie sensible et l'humidité peuvent être transférées
- Rendement très élevé (de 75 à 95%),
- Perte de charge relativement faible en comparaison de l'efficacité,
- Faible encombrement pour la roue,
- Fonctionnement été possible dans le cas de matériau hygroscopique,
- Pas d'évacuation de condensats,
- Encrassement et givrage limité du fait de l'inversion régulière du sens des flux d'air (la filtration reste cependant obligatoire)

INCONVÉNIENTS

- Consommation d'énergie pour l'entraînement de la roue,
- Nécessité de l'entretien du système d'entraînement,
- Dans les roues la section de purge qui limite la contamination réduit l'efficacité de récupération,

RÉGULATION

En demi-saison

- Un système de régulation est nécessaire en mi-saison et en été pour éviter la surchauffe de l'air à la sortie du récupérateur : il faut réduire l'échange pour éviter que la T °C de l'air neuf devienne telle qu'elle contribue à surchauffer l'ambiance intérieure.
- Lorsqu'en demi-saison il y a apparition de charges qui nécessitent de souffler dans les locaux de l'air plus froid que la T °C ambiante de consigne il est nécessaire de pouvoir réguler la puissance de l'échangeur de chaleur grâce à une variation de vitesse de rotation de la roue.

En hiver

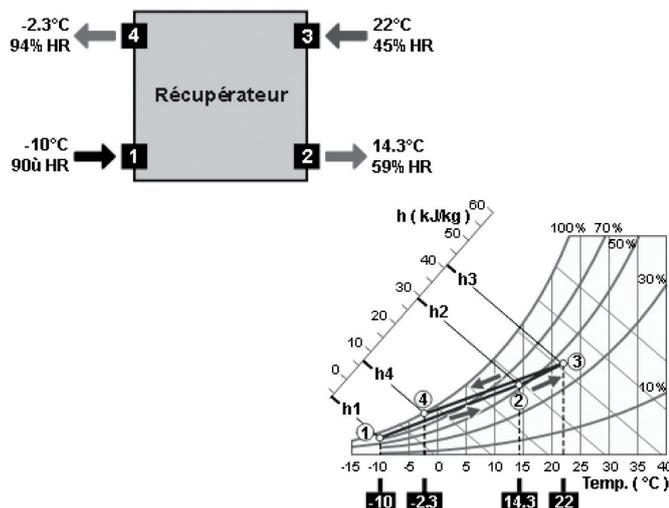
- Dans les **récupérateurs à plaques**, si l'échange est tel que la T °C de l'air extrait chute sous 0 °C, il faut réduire le transfert de chaleur pour éviter le givre de l'échangeur.
- Dans le **récupérateur rotatif**, on peut partir de la règle empirique suivant laquelle il n'y a pas de risque de gel que lorsque la moyenne des T °C de l'air neuf et de l'air repris tombe en dessous de 0 °C et que, simultanément, il y a excès d'humidité dans l'accumulateur, c.a.d. que l'humidité qui s'est condensée côté air repris n'a pas pu être entièrement absorbée par l'air neuf.
- Dans le cas contraire, le risque d'accumulation de givre du côté de l'air extrait est minime puisque à chaque cycle, ce côté est réchauffé. Ceci permet de profiter de la pleine puissance de récupération même pour des T °C hivernales extrêmes et de tenir compte de cette puissance dans le dimensionnement des batteries de chauffage et des chaudières.
- Dans certains cas (fonctionnement nocturne, faible T °C ambiante, rapport débit air neuf/air repris défavorable), il faut s'en remettre à l'expérience du fabricant. S'il y a un risque de gel de l'échangeur, la solution consiste aussi à faire varier la vitesse de rotation de la roue.

- Lorsqu'on diminue la puissance de récupération de la roue en hiver, la batterie de chauffage se trouvant après le récupérateur doit être dimensionnée en conséquence.

Ex. : Une installation de traitement d'air d'un immeuble de bureaux fonctionne 10 h/jour, 5 jours/semaine. Les groupes de pulsion et d'extraction GP/GE sont de même débits : 21000 m³/h.

Du catalogue du constructeur, on déduit :

- le choix d'une roue sélectionnée au point de vue prix, dans sa configuration la plus chère, c'est-à-dire avec caisson de visite en amont et en aval ainsi qu'avec sa régulation de vitesse,
- le fonctionnement dans les conditions extrêmes
- l'évolution dans le diagramme de l'air humide :



Constat : l'air extrait donne chaleur et humidité à l'air neuf qui voit sa T °C augmenter ainsi que son taux d'humidité absolue.

- l'efficacité thermique instantanée :

$$\epsilon_t = t_2 - t_1 / t_3 - t_1 = (14,3 - (-10)) / (22 - (-10)) = 0,76 = 76 \%$$

L'équipement sélectionné a entraîné les T °C de sortie des fluides.

Déduction : Le récupérateur a donné un accroissement de T °C de l'air neuf de 76 % de l'écart maximal entre les fluides, soit 0.76 x 32 °C = 24,3 °C

Remarque : cette fois, le rendement thermique (rapport des enthalpies) donnerait une valeur identique :

$$\eta = h_2 - h_1 / h_3 - h_1 = (29,5 - (-6,5)) / (41 - (-6,5)) = 0,76 = 76 \%$$

Ceci montre que 76 % de l'énergie latente a été transférée simultanément aux 76 % de transfert d'énergie sensible).

La puiss. maxi. récupérée doit être estimée par le bilan enthalpique :

$$P_{\text{max. réc.}} = 0,34 \text{ [W/(m}^3\text{/h) }^\circ\text{C]} \times 21 \text{ 000 [m}^3\text{/h]} \times (29,5 - (-6,5)) = 251 \text{ [kW]}$$

$$0,34 \text{ [W/(m}^3\text{/h) }^\circ\text{C]} = \text{chaleur spécifique de l'air}$$

Si l'humidification de l'air est réalisé via une pulvérisation d'eau froide,

une réduction de la puissance de la chaudière à installer de 251 kW est à prévoir. Si par contre l'humidification est réalisée par pulvérisation de vapeur, la chaudière sera diminuée de la puissance sensible (170 kW) et le système de production de vapeur sera réduit de la puissance latente (81 kW).

L'efficacité thermique, calculée dans les conditions extrêmes (-10 °C), reste sensiblement identique aux autres températures de la saison de chauffe. Aussi, la température moyenne extérieure en journée étant de 8 °C, la puissance moyenne récupérée sera de :

$$P_{\text{moy. réc.}} = 251 \text{ [kW]} \times (22^\circ - (8^\circ)) / (22^\circ - (-10^\circ)) = 110 \text{ [kW]}$$

Cela entraîne une économie thermique de :

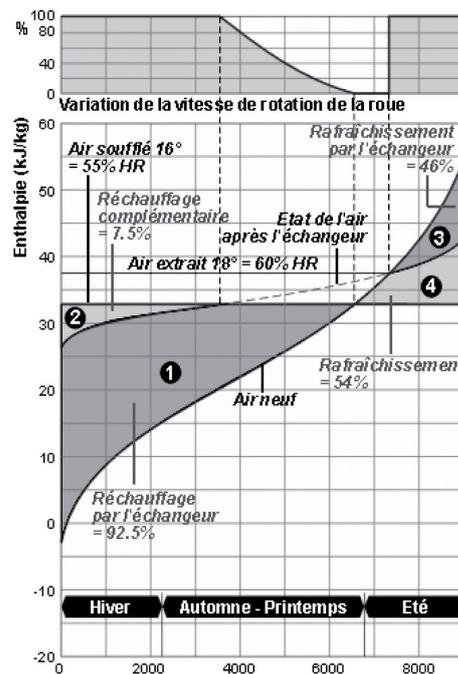
$$\text{Érec} = 110 \text{ [kW]} \times 10 \text{ [h/j]} \times 5 \text{ [j/sem]} \times 35 \text{ [sem]} / 0,8 = 240 \text{ 370 [kWh]}$$

Le facteur 0.8 correspond au rendement saisonnier de la production de chaleur pour une installation nouvelle et dont les conduites sont isolées. On prendrait 0.7 pour une installation plus ancienne.

35 semaines correspond à la durée de la saison de chauffe.

VISUALISATION DE LA RÉCUPÉRATION DE LA CHALEUR LATENTE

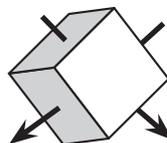
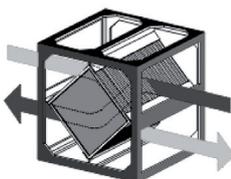
- Le diagramme ci-dessous fournit cette fois la courbe des fréquences cumulées des enthalpies tout au long d'une année. Même principe que pour la courbe cumulée des T °C mais cette fois-ci on pense en terme d'enthalpie pour tenir compte de l'énergie totale (latente + sensible).
- On peut y lire le travail réalisé par un récupérateur de type «roue», dont l'efficacité a été choisie à 75 % (valeur maximale). L'air neuf est pulsé en permanence à 16 °C - 55 % HR, tandis que l'air vicié est extrait à 18 °C - 60 % HR.
- Le «travail» du récupérateur y est visualisé, en hiver comme en été, et on peut y repérer aussi la régulation de la vitesse de rotation de la roue : pour ne pas entraîner de surchauffe en mi-saison, la roue est ralentie. En été, dès que l'enthalpie de l'air extrait devient < à celle de l'air extérieur, la roue est remise à la vitesse maximale.



Échangeur À PLAQUES

PRINCIPE

- Échangeur de chaleur constitué de plaques de type «nid d'abeilles», de faible épaisseur en alu. qui séparent les veines d'air. Matériau utilisé pour la fabrication des plaques est l'alu
- Plaques assemblées entre elles par collage ou soudage et placées dans un châssis rigide. L'épaisseur d'une plaque oscille généralement entre 0,1 et 0,8 mm, distance entre les plaques est faible (entre 5 et 10 mm) et les courants sont généralement croisés. Afin de maximiser l'échange convectif, les plaques peuvent être gaufrées et créer de la sorte une turbulence.
- En faisant varier la dimension des plaques et leur nb, on peut obtenir différents résultats.
- On peut aussi **augmenter la longueur de l'échangeur** ce qui à la place d'un échange classique à courants croisés autorise un échange à contre-courant.
- Pour prévenir une surchauffe, la récupération de chaleur doit pouvoir être interrompue en été ou en mi-saison : un by-pass devra être prévu

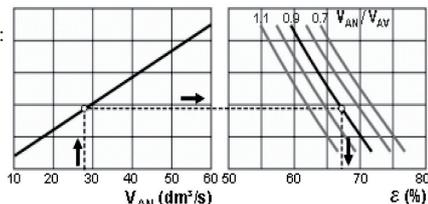


- Lorsque les surfaces de l'échangeur sont suffisamment froides (T °C < à la T °C de rosée de l'air extrait), la vapeur d'eau contenue dans l'air extrait se refroidit et se condense : conséquence : augmentation du transfert de chaleur. Pour éliminer la condensation : plaques souvent placées verticalement. Les groupes doivent être supErPosés.
- Pour des T °C extérieures très basses, les condensats peuvent même geler
- Pour éviter ces pbs de gel et de surchauffe une régulation est à prévoir.
- De même, vu les risques d'encrassement, des filtres sont à prévoir, tant sur la veine d'air neuf que sur la veine d'air repris.

FACTEUR INFLUENÇANT LE RENDEMENT

Exemple : Soit un débit d'air neuf de 100 m³/h (± 28 dm³/s)
Avec un débit d'air rejeté de 110 m³/h (mise en dépression du local), le rapport Van/Vav vaut 100 / 110 = 0.9. Sur le catalogue d'un constructeur, on déduit une efficacité de l'échangeur à plaques de ± 67 %

Courbes de rendement :



Le rendement de récupération est fonction de :

- La configuration de l'écoulement de l'air,
- L'écartement des plaques,
- La surface des plaques,
- L'état de surface des plaques (rugosité...)

l'efficacité thermique se situe généralement entre 50 - 60 %

AVANTAGES

- Simple et fiable
- Grande durée de vie et pratiquement pas de panne
- Absence de pièces en mouvement, sécurité de fonctionnement
- Peu de maintenance nécessaire
- Faible risque de contamination de l'air frais grâce à une bonne conception
- Nombreuses combinaisons possibles
- Solution la plus adaptée (rentabilité) aux petits débits d'air < 5000 m³/h

INCONVÉNIENTS

- Disposition Air neuf/Air rejeté proche
- Sans by-pass, pas de régulation de T °C donc risque de surchauffe en été
- Danger de givre par T °C ext. basse et par dépassement du point de rosée, il faut être attentif à la régulation si on souhaite tenir compte du récupérateur pour dimensionner les chaudières et les batteries de chauffe
- L'échangeur présente une perte de charge relativement importante, surtout à de grands débits

RÉGULATION

Tous les types de récupérateurs nécessitent un système de régulation :

- En hiver pour éviter le gel du côté de l'air extrait : si l'échange est tel que la T °C de l'air extrait chute sous 0 °C, il faut réduire le transfert de chaleur pour éviter le givre de l'échangeur ou pratiquer un dégivrage périodique
- En mi-saison et en été pour éviter la surchauffe de l'air à la sortie du récupérateur : il faut réduire l'échange pour éviter que la T °C de l'air neuf contribue à surchauffer l'ambiance intérieure
- Dans le cas d'un **échangeur à plaques**, seule une régulation par by-pass d'une partie de l'air neuf est possible. Au moyen de registres à volets conjugués, on diminue le débit d'air neuf qui transite dans l'échangeur tandis qu'on augmente simultanément le débit d'air neuf court-circuité. Ainsi possibilité de réduire en continu jusqu'à 0 % la puissance du récupérateur de chaleur.

En hiver

Si la T °C superficielle des plaques < à la T °C de rosée de l'air rejeté, une partie de la vapeur d'eau contenue dans cet air va se condenser et geler.

Si l'on peut admettre le gel d'une petite partie de l'échangeur pdt un court laps de tps, il n'en est plus de même sur une longue durée car les particules de glace vont colmater les canaux et entraver la circulation de l'air, d'où augmentation de la perte de charge et une plus grande consommation d'élec. du ventilateur si l'on souhaite maintenir le même débit d'air.

On peut définir une T °C ext. en dessous de laquelle, compte tenu de la T °C d'entrée de l'air repris dans l'échangeur et des débits mis en œuvre, il y a risque de gel à l'int. de l'échangeur = **T °C extérieure limite**

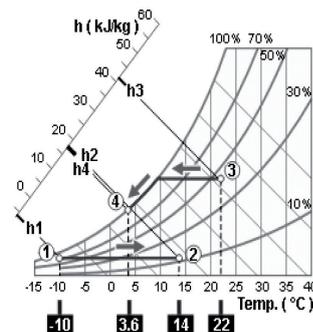
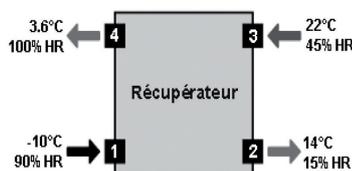
Lorsque la T °C ext. est telle qu'un risque de gel à l'int. de l'échangeur est à craindre (ex : fonctionnement de nuit lorsque la T °C ext. est plus basse, démarrage le matin lorsque la T °C a chuté la nuit ou tout simplement lorsque les conditions climatiques sont extrêmes) Nécessité de prendre un certain nb de mesures pouvant consister :

- À by-passer une partie de la veine d'air neuf ce qui permet de faire chuter le rapport des débits : air neuf/air repris. Mais la puiss. de la batterie de réchauffage qui suit doit être alors plus importante
- À ajouter une batterie élec. sur l'air neuf avant que celui-ci ne passe sur l'échangeur à plaques. Solution utilisée dans les endroits où les conditions climatiques sont rudes (montagne...). Option disponible sur les centrales HR Global.
- À réduire le débit d'air neuf (d'introduction) pendant un laps de temps, ce qui permet à l'air extrait de dégivrer l'échangeur (système de dégivrage automatique mis en œuvre sur nos centrale HR Global, HRm à l'aide du boîtier de contrôle CB4 TAC3 REC.
- Pour détecter le gel d'un échangeur à plaques, on procède à la mesure de la T °C de rejet après récupération (sonde S3 sur régulation CB4 TAC3 REC).
- Pour une T °C entre 5 °C et 1 °C, il y a réduction du débit d'air neuf
- Pour une T °C < 1°C le ventilateur d'air neuf est arrêté.

Ex. : Une installation de traitement d'air d'un immeuble de bureaux, fonctionnant en tout air neuf (10 h/jour, 5 jours/semaine). Les groupes de pulsion et d'extraction sont de même débits : 21000 m³/h

Du catalogue du constructeur, on déduit :

- le choix d'un récupérateur à plaques en Aluminium, avec bypass
- le fonctionnement dans les conditions extrêmes



- l'évolution dans le diagramme de l'air humide
- Constat :** une part de l'énergie thermique transmise à l'air neuf provient de la condensation de la vapeur d'eau de l'air extrait. Celui-ci ne reçoit aucune humidité et évolue donc à humidité absolue constante
- l'efficacité thermique instantanée :

$$\epsilon_t = t_2 - t_1 / t_3 - t_1 = (14 - (-10)) / (22 - (-10)) = 0,75 = 75 \%$$

L'équipement sélectionné a entraîné les T °C de sortie des fluides.

Déduction : le récupérateur a donné un accroissement de T °C de l'air neuf de 75 % de l'écart maximal entre les fluides, soit 0.75 x 32° = 24°

Remarque : le rendement thermique (rapport des enthalpies) donnerait :
 $\eta = h_2 - h_1 / h_3 - h_1 = (17,5 - (-6,5)) / (41 - (-6,5)) = 0,51 = 51 \%$
Seulement 51 % du transfert maximal (en chaleur sensible et latente) est réalisé par le récupérateur.

La puissance maximale récupérée représente :

$$P_{\text{max. réc.}} = 0,34 [\text{W}/(\text{m}^3/\text{h}) \cdot \text{°C}] \times 21000 [\text{m}^3/\text{h}] \times (14 - (-10)) = 167 \text{ kW}$$

$$0,34 [\text{W}/(\text{m}^3/\text{h}) \cdot \text{°C}] = \text{chaleur spécifique de l'air}$$

Cette puiss. pourra être déduite de la puiss. de la chaudière à installer si la régulation du dégivrage le permet. L'efficacité thermique, calculé dans les conditions extrêmes (-10 °C), reste sensiblement identique aux autres T °C de la saison de chauffe. Aussi, la T °C moyenne ext. en journée étant de 8 °C, la puissance moyenne récupérée sera de : **Pmoy. réc. = 167 [kW] × (22° - (8°)) / (22° - (-10°)) = 73 [kW]**

Cela entraîne une économie thermique de :

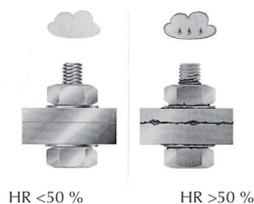
$$\text{Érec} = 73 [\text{kW}] \times 10 [\text{h/j}] \times 5 [\text{j/sem}] \times 35 [\text{sem}] / 0,8 = 160 \text{ 245 kWh}$$

Le facteur 0.8 correspond au rendement saisonnier de la production de chaleur pour une installation nouvelle, dont les conduites sont isolées. On prendrait 0.7 pour une installation plus ancienne. 35 semaines correspond à la durée de la saison de chauffe

Nécessité de l' **ASSÈCHEMENT D'AIR**

CORROSION

Le fer et l'acier ne se corrodent pas si l'air ambiant a une humidité relative inférieure à 50 %.



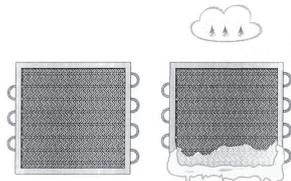
CONDENSATION

Une surface ne condensera pas si l'air ambiant a un point de rosée inférieur à la température de cette surface.



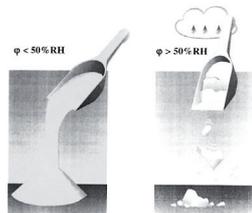
FORMATION DE GLACE

Une surface n'aura pas de formation de glace, si l'air ambiant a un point de rosée inférieur à la température de cette surface.



MANIPULATION DE MATIÈRE HYGROSCOPIQUE

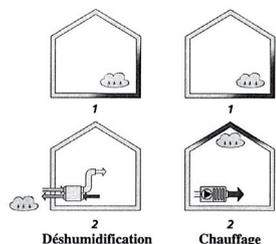
La qualité de certains produits pharmaceutiques, agro-alimentaires, et autres produits hygroscopiques, dépend directement des conditions d'humidité de l'air lors de la production. Certains d'entre eux se contentent d'une humidité relative inférieure à 50%, mais beaucoup d'entre eux nécessitent une hygrométrie inférieure à 15%.



SÉCHAGE DE BÂTIMENTS

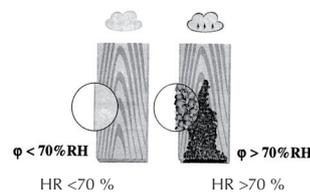
Lorsqu'il faut sécher des bâtiments, séchage de plâtres ou de béton dans les nouvelles constructions ou après dégât des eaux la technique de l'absorption est la plus efficace. Chauffer déplace l'humidité dans une autre partie du bâtiment et engendre un coût énergétique très important.

Avec la technique de l'absorption, l'humidité est évacuée à l'extérieur avec efficacité.



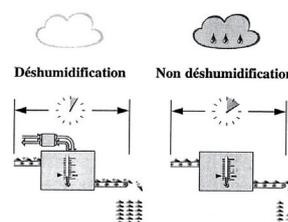
MOISSISSURES

Les moisissures et les champignons apparaissent à partir de 70 % d'humidité relative.



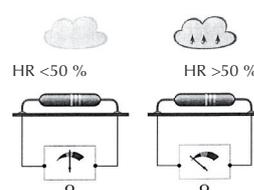
SÉCHAGE

Lors du séchage basse température, une basse humidité relative est nécessaire pour un procédé rapide.



ÉLECTRONIQUE

Les caractéristiques des composants électroniques sont modifiées par les humidités relatives importantes.



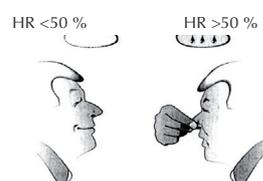
BACTÉRIES

Les bactéries ont besoin d'humidité pour survivre et se multiplier. Souvent, l'humidité requise pour le développement des bactéries est celle des produits hygroscopiques. Si l'air ambiant a une humidité relative inférieure à 50% dans certains cas et plus basse pour d'autres, les bactéries ne pourront ni vivre ni se multiplier.



ODEURS

Les mauvaises odeurs sont considérablement réduites si l'humidité relative est inférieure à 50%.



Calcul de la quantité d'eau à **ÉVACUER**

APPORTS PAR L'AIR NEUF

L'air neuf doit être minimisé lorsque l'on traite une pièce en hygrométrie contrôlée.

- Une pièce étanche peut avoir un apport aussi faible que 0,1 volume/h
- Une pièce d'étanchéité moyenne peut avoir 0,3 volume/h

$$m_v = 1,2 \cdot V \cdot (x_1 - x_2) / 1000$$

m_v = apport par l'air neuf [kg/h]

V = débit d'air neuf [m³/h]

x_1 = poids d'eau contenu dans l'air neuf [g/kg]

x_2 = poids d'eau à maintenir dans la pièce [g/kg]

APPORTS PAR LES OCCUPANTS

Les personnes dégagent de l'humidité par la respiration et la transpiration

Une personne au repos dégage 0,05 kg/h alors qu'une personne active apportera environ 0,3 kg/h.

APPORTS PAR ÉVAPORATION À LA SURFACE D'UN PLAN D'EAU

Plus la température de l'eau est élevée, plus l'évaporation sera importante. L'air sec ainsi que les turbulences de l'air activent l'évaporation.

$$m_w = Y \cdot A \cdot (x_1 - x_2) / 1000$$

m_w = évaporation [kg/h]

Y = coefficient d'évaporation, normal 25 [kg/(m²h)]

A = surface du plan d'eau à l'air libre [m²]

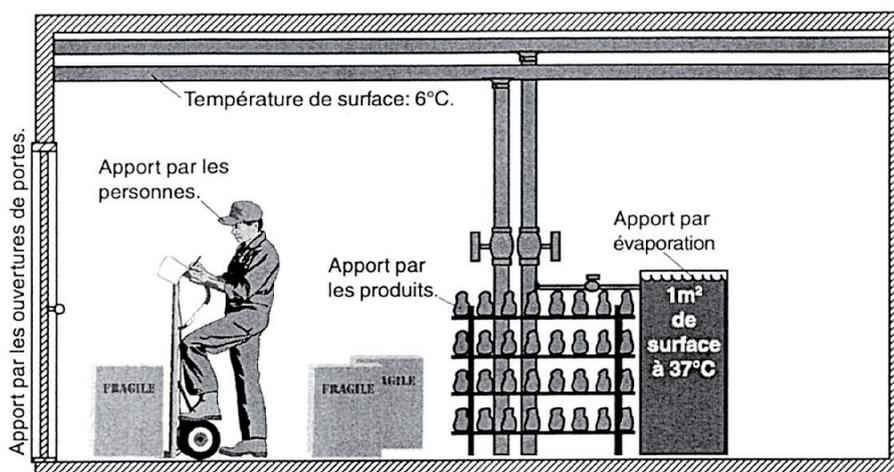
x_1 = quantité saturée de vapeur d'eau contenue dans l'air à la T °C de l'eau

x_2 = quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air du local [g/kg]

VAPEUR D'EAU DÉGAGÉE PAR LES PRODUITS

Il est difficile d'évaluer exactement la quantité de vapeur d'eau dégagée par un produit. Une estimation doit être faite cas par cas.

EXEMPLE



1 - Conditions requises

Problème de condensation dû à la conduite d'eau froide à 6 °C.

L'air ambiant doit avoir un point de rosée inférieur à 6 °C ce qui correspond à une quantité de vapeur d'eau de 5,8 g/kg maximum.

2 - Apport par l'air neuf

$$V = 0,2/h \cdot 6m \cdot 4m \cdot 3,3 m = 16 \text{ m}^3/h$$

x_1 = 12 g/kg (conditions ambiantes)

x_2 = 5,8 g/kg

$$m_v = 1,2 \cdot 16 \cdot (12 - 5,8) / 1000 = 0,12 \text{ kg/h}$$

3 - Apport par les personnes

Une personne active : 0,3 kg/h

4 - Apport par évaporation

Y = 25 kg/(m²h)

A = 1 m²

x_1 = 38,8 g/kg (37 °C 100% RH, see table)

x_2 = 5,8 g/kg

$$m_w = 25 \cdot 1 \cdot (38,8 - 5,8) / 1000 = 0,83 \text{ kg/h}$$

5 - Apport par les produits en cours de séchage

Le poids total des produits est de 95 kg.

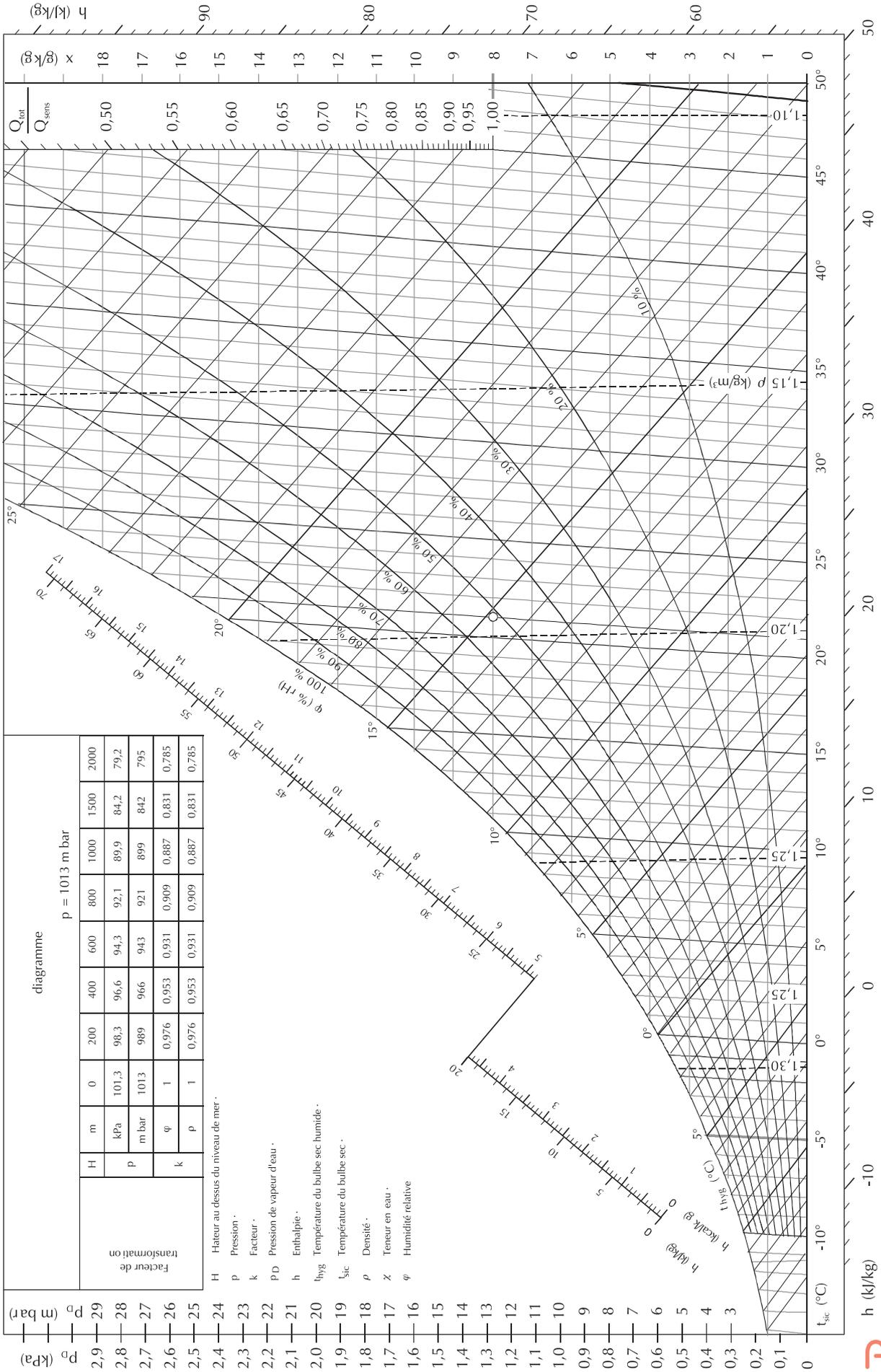
La quantité d'eau est environ 10-% du poids. Nous estimons que 25-% du poids d'eau est évaporé à l'heure :

$$m_p = 95 \cdot 0,1 \cdot 0,25 = 2,4 \text{ kg/h}$$

6 - Apport total à combattre

$$m_{\text{tot}} = 0,12 + 0,3 + 0,83 + 2,4 = 3,7 \text{ kg/h}$$

Diagramme PSYCHROMÉTRIQUE



RIDEAUX D'AIR

Les rideaux d'air sont utilisés pour **constituer une barrière sur les portes ouvertes et les entrées**, par exemple entrées de magasins, kiosques, portes d'entrepôt.

Ils forment une **porte «invisible»** qui empêche l'air intérieur de sortir et l'air extérieur de pénétrer. Les rideaux d'air réduisent ainsi les **frais de chauffage** et améliorent considérablement **le climat de travail**.

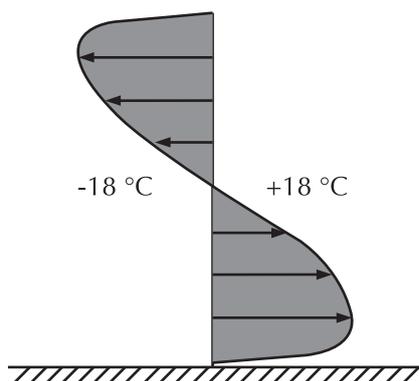
Le débit d'air dans une porte ouverte est fonction de trois facteurs :

- la différence de pression intérieure / extérieure
 - la différence de température intérieure / extérieure
 - la vitesse du vent dans l'ouverture de la porte
- La différence de pression entre le local et l'environnement peut être éliminée au moyen d'une ventilation équilibrée.

La partie du débit d'air qui provient de la différence de pression entre l'air intérieur et l'air extérieur disparaît de ce fait.

DÉBIT D'AIR DÛ AUX DIFFÉRENCES DE T °C

- L'air chaud a une densité plus faible et il est plus léger que l'air froid. C'est pourquoi il se forme une différence de pression dans l'ouverture de la porte.
- L'air froid s'engouffre dans la partie inférieure de l'ouverture et pousse l'air chaud par la partie supérieure.
- On dit que la porte respire.



Débit d'air en raison des différences de pression thermique.

- L'importance du débit d'air varie selon la différence de température entre l'air intérieur et l'air extérieur.
- On dit que l'échange d'air est fonction des différences de pression thermique.
- Connaissant les valeurs de température du local et celles de l'extérieur, il est possible de calculer les densités des masses d'air, ainsi que la différence de pression et le débit d'air à travers l'ouverture de la porte.
- Le débit d'air QT est calculé selon l'équation où :

$$Q_T = \mu_0 \cdot H^{1,5} \cdot \mu_0 \cdot \sqrt{g \cdot \frac{\Delta P}{P_m}}$$

- B = largeur de la porte (m)
- H = hauteur de la porte (m)
- μ_0 = coefficient du débit (0,8-1,0)
- g = coefficient de gravitation (9,81 m/s²)
- Δp = différence de densité des masses d'air
- Pm = densité moyenne des masses d'air



DÉBIT D'AIR DÛ À LA FORCE DU VENT

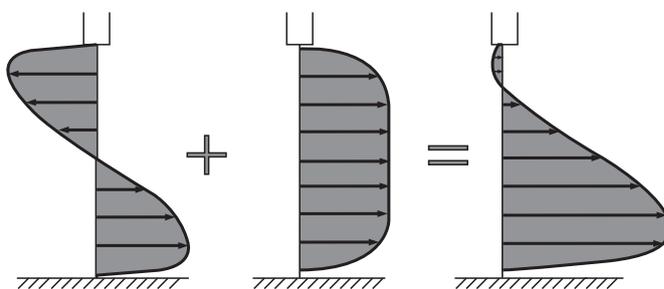
- Lorsque le vent souffle contre la porte, l'air s'engouffre dans l'ouverture. La masse d'air se répartit de façon égale sur toute l'ouverture de la porte.
- L'importance du débit d'air est donc proportionnelle à la vitesse du vent à angle droit contre l'ouverture. (Après un certain temps, le local subit une telle surpression que le débit d'air est limité à ce qui s'échappe par les défauts d'étanchéité du bâtiment).
- Débit d'air dû à la force du vent, Qv, peut se calculer selon l'équation :

$$Q_v = B \times H \times \frac{v^{10}}{2} \times 0,25 \times L$$

- B = largeur de la porte
- H = hauteur de la porte
- v¹⁰ = vitesse moyenne annuelle à 10 mètres de hauteur (voir données climatiques ou diagramme isovel)
- 0,25 = facteur fréquence de l'orientation du vent
- L = facteur de situation, 1 = valeur normale, > 1 pour situation exposée

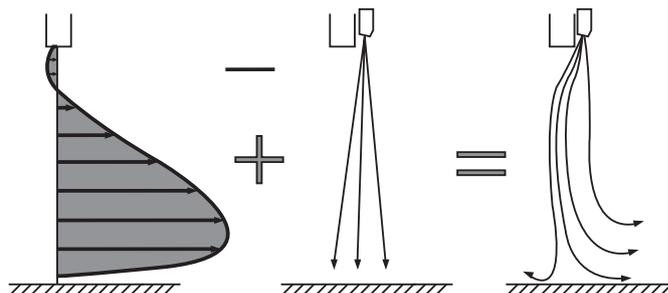
DÉBIT D'AIR TOTAL

- Le débit d'air total à travers la porte ouverte est la somme du débit dû aux différences de température et du débit dû à la force du vent.



Un rideau d'air bien dimensionné empêche le mouvement d'air

- Un rideau d'air crée un obstacle dans la porte ouverte et évite les flux d'air parasites.
- La vitesse de l'air dans le rideau doit être assez forte, pour atteindre le sol. Le rideau d'air doit être orienté afin qu'une petite partie du flux d'air sorte et que la plus grande partie soit refoulée vers le local.
- L'air extérieur est repoussé par le rideau et l'air intérieur reste à l'intérieur.

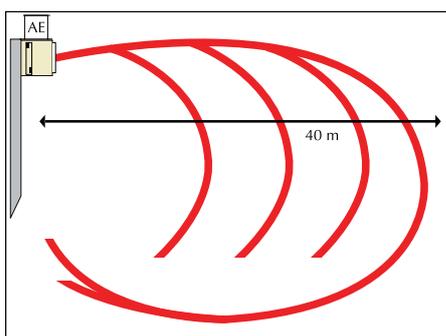


AÉROTHERMES

- Les aérothermes assurent un chauffage économique, pratique et rapide des entrepôts, ateliers, salles de réunions, installations agricoles, chantiers... Les aérothermes conviennent parfaitement pour le séchage et la ventilation. Ils sont faciles à installer et s'utilisent aussi bien pour le chauffage intégral d'appoint.
- L'air est pulsé à travers un certain nombre d'éléments de chauffage à l'aide d'un ventilateur, la construction est compacte et offre une puissance thermique très élevée.
- Il existe deux types d'aérothermes :
 - **Aérothermes axiaux** pour une installation économique, chauffage avec faible portée et nombre important d'appareil.
 - **Aérothermes centrifuges** pour une installation confort avec grande portée et faible niveau sonore.
- **Séchage** : Les aérothermes conviennent aussi bien pour le séchage du linge dans les buanderies que pour celui du béton ou d'autres pièces.

Volume de la pièce m ³	Puissance kW	Capacité de séchage kg/h
jusqu'à 25	6	5 - 6
25 - 40	9	8 - 10
40 - 60	12	12 - 14

La portée exceptionnelle de l'appareil, et le fait qu'il brasse plus de 25 fois son débit nominal, garantissent une excellente déstratification des couches thermiques du local.



CHOIX

- Afin d'arriver à bien choisir le nombre et le type des aérothermes pour un projet déterminé, il faut d'abord calculer les besoins en chaleur du local en faisant un calcul de déperditions. Ces déperditions doivent être majorées de 20 à 30 % pour compenser le temps de mise en température du volume à chauffer.
- Il faut en général choisir les aérothermes de telle sorte que le volume d'air brassé par ces aérothermes corresponde à 4 à 6 fois le volume du local par heure, 1,5 à 3 Vh seulement pour les aérothermes centrifuges. Le taux de brassage sera plus ou moins important suivant que le local sera plus ou moins bien isolé. Moins le local sera isolé, plus le taux de brassage sera important.
- Pour déterminer les types d'aérothermes souhaités et leur bonne disposition afin d'obtenir un chauffage de l'air efficace, il faut prendre comme point de départ de calcul les valeurs indiquées dans nos tableaux de capacité.
- Les résultats obtenus avec chaque appareil dépendent directement de la vitesse de soufflage de l'air et de sa température.
- À ce sujet nous vous conseillons de toujours choisir une température d'air soufflé comprise entre 35 et 40 °C. En dessous de 35 °C, une sensation d'inconfort risque d'apparaître.
- Les aérothermes centrifuges se caractérisent par leur faible niveau sonore et leur faible rapport débit/puissance, ce qui améliore fortement le confort sonore.



DISPOSITION

- Le résultat le plus favorable avec les aérothermes muraux est obtenu si ceux-ci sont disposés de telle sorte que le flux d'air du 1^{er} est aspiré par le 2^d, puis le flux d'air du 2^d aérotherme par le 3^e... afin d'établir un circuit fermé.
- Pour des grands locaux, il est souhaitable de subdiviser cette circulation d'air en plusieurs circuits.
- En général, la règle à appliquer consiste à protéger autant que possible les surfaces les plus froides par l'air chaud. Lors de la réalisation du projet, on doit aussi tenir compte du fait que le montage et la longueur des tuyauteries soient aussi favorables que possible.

