



Centrales de traitement d'air





giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Contenu

- ▶ Généralités
- ▶ Le traitement de l'air
- ▶ Les centrales de traitement d'air
- ▶ Exigences et maintenance d'une installation de traitement d'air



giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



**BUREAU
VERITAS**

GÉNÉRALITÉS



giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Traitement de l'air

- ▶ Le **traitement de l'air** qu'on appelle aussi purification de l'air regroupe l'ensemble des procédés et technologies permettant d'obtenir de l'air purifié et assaini des émanations chimiques toxiques de l'air, de la pollution atmosphérique, des particules volatiles intérieures nocives et des odeurs.
- ▶ Le traitement de l'air concerne aussi bien la pollution atmosphérique que la pollution domestique.



giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Pollution domestique

- ▶ Environ 15 000 litres d'air transitent par jour dans nos voies respiratoires, en conséquence, la pollution de l'air et son traitement sont des enjeux sanitaires pour les collectivités et les individus.
- ▶ 70 % à 90 % du temps individuel est passé dans des espaces clos, habitations, bureaux, école, transports, des lieux saturés par une pollution invisible et omniprésente.
- ▶ Plus de 100 000 substances chimiques font partie de notre quotidien.



Qualité de l'air au travail

- ▶ On introduit donc, pour diverses substances réglementées des **VLE (Valeurs Limites d'Exposition)** :
 - **VLEP 8h Valeurs limites d'Exposition Professionnelle**, pour des durées de l'ordre d'une journée de travail (base 8 h)
 - **VLCT Valeurs Limites de Courte Durée** pour des durées d'exposition courtes (inférieures à 15 minutes).
- ▶ Les réglementations sont complexes et variables selon les pays. Elles concernent des substances aussi variées que des **bio contaminants** (bactéries, virus, champignons, légionelles, etc), et des polluants chimiques organiques ou inorganiques ; par exemple des **solvants**, des **hydrocarbures**, des **aérosols**, des **brouillards** (peintures), des **Métaux lourds**, des fibres (bois, **amiante**, etc), de la **silice**, des gaz divers (**CO**, **CO₂**, **NO**, **NO₂**, du formaldéhyde) etc.

Les villes les plus polluées au monde

- ▶ Classement 2014 OMS:
 - Dehli est la ville la plus polluée de la planète.



Maroc

- ▶ Casablanca détient le triste record national qui atteint parfois les 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ alors que la norme européenne accepte 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au maximum. Elle dépasse ainsi de 2,5 fois les standards internationaux. Et pour cause, son parc automobile et ses activités industrielles ne cessent de croître.





giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



LE TRAITEMENT DE L'AIR



giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



REMARQUE PRELIMINAIRE

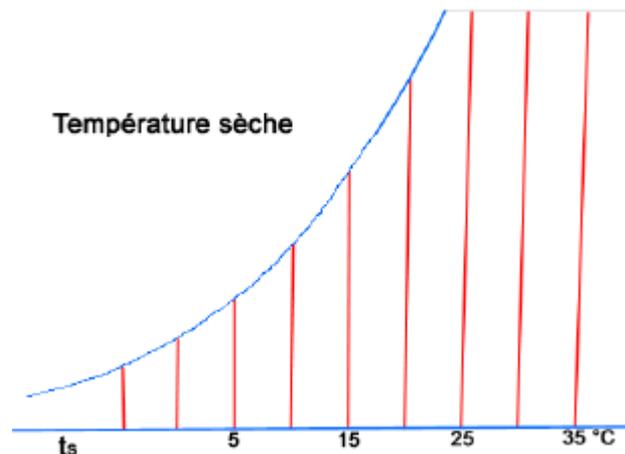
- ▶ Le débit massique d'air sec est la seule grandeur qui reste constante quel que soit le traitement étudié:
 - chauffage, refroidissement et/ou déshumidification, humidification.

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DE L'AIR HUMIDE

- ▶ Une installation de climatisation a pour rôle de maintenir à des conditions fixées à l'avance l'état de l'air dans le local que l'on veut conditionner.
- ▶ Pour ce faire, on utilise des procédés pour chauffer, refroidir, humidifier et déshumidifier l'air.
- ▶ Pour faciliter la représentation des transformations de l'air et le calcul des différents éléments de l'installation de climatisation on utilise le "**diagramme psychométrique**" de l'air humide.
- ▶ Un tel diagramme précise, pour tous les états que peut occuper l'air humide, ses caractéristiques physiques :

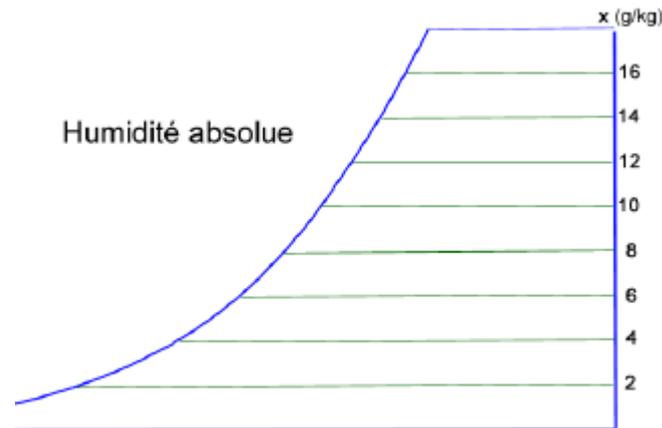
1. Température de bulbe sec

- ▶ L'axe horizontal représente une grandeur fondamentale du diagramme psychrométrique que l'on appelle plus couramment : **température sèche : t_s en ° C.**
- ▶ Les lignes verticales, appelées isothermes sont des lignes où la température sèche est constante.



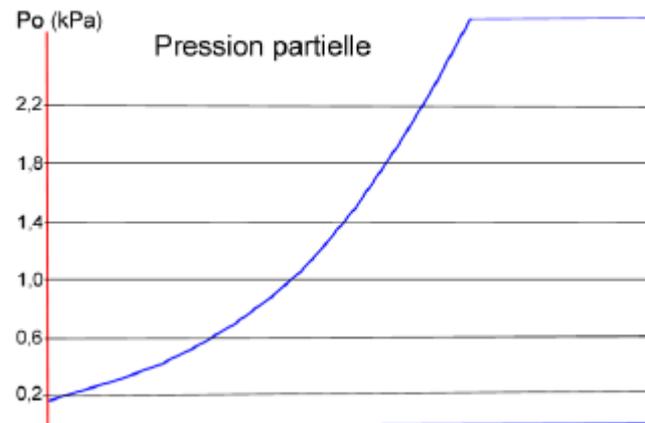
2. Humidité absolue

- ▶ L'axe vertical de droite représente cette autre grandeur fondamentale qui indique la teneur en vapeur d'eau de l'air considéré.
- ▶ L'humidité absolue x (ou w) s'exprime en **gramme d'eau** par **kilogramme d'air (g/kg)**.
- ▶ Les lignes horizontales, appelées *isohydres*, sont des lignes à teneur en vapeur d'eau constante.



3. Pression partielle

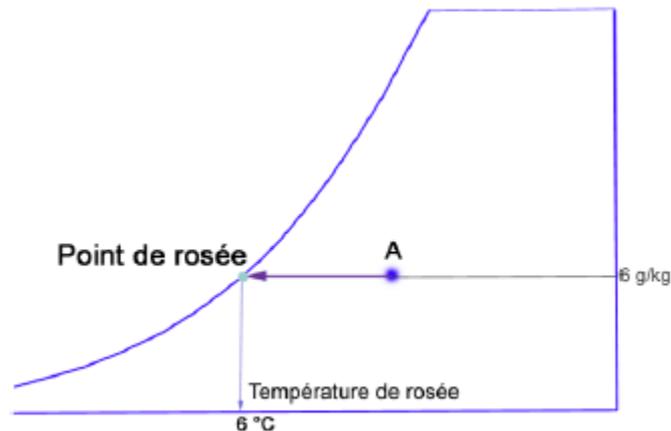
- ▶ L'axe vertical de gauche représente la pression partielle **Po de la vapeur d'eau contenue dans l'air considéré. Elle s'exprime en kPa (kilo Pascal) ou en mbar (millibar).**
- ▶ La concentration en vapeur d'eau peut augmenter (en suivant une *isotherme*) jusqu'à ce que l'air atteigne l'état de saturation ; cet état est représenté par la courbe incurvée la plus à gauche qui permet de déterminer la pression de saturation **Psat lue sur l'axe des pressions.**





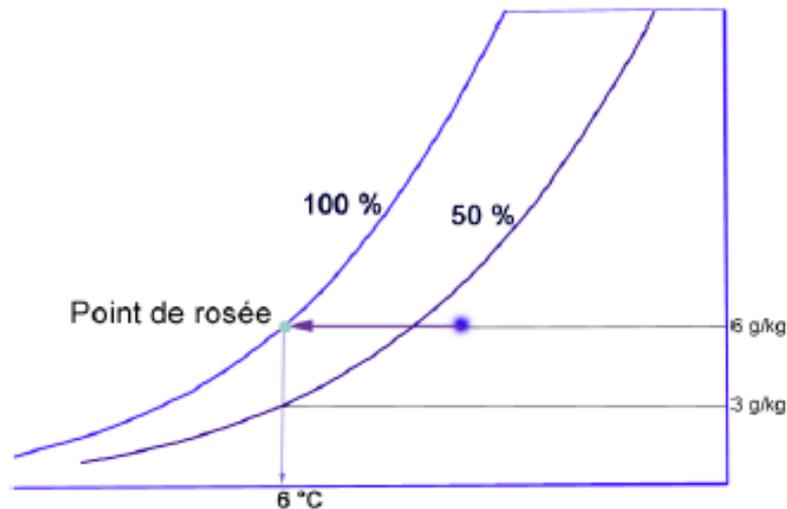
4. Température de rosée

- ▶ Si on se déplace à partir d'un point **A** du diagramme, sur une *isohydre*, de droite à gauche on atteint la courbe de saturation en un point appelé **point de rosée**, dont la température lue sur l'axe horizontal est la **température de rosée de A** : t_r .



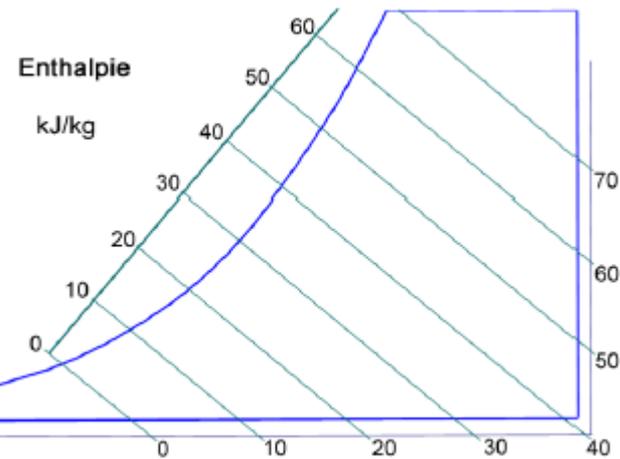
5. Humidité relative

- ▶ L'air situé sur la ligne de saturation, citée plus haut, est saturé de vapeur d'eau. On dit que son humidité relative H_r est de 100 %. C'est une ligne à humidité relative constante.
- ▶ Si l'on divise la teneur en vapeur d'eau par deux, l'air se trouve sur une ligne saturée de moitié, c'est-à-dire à $H_r = 50\%$ (on peut écrire aussi : $\phi = 50\%$).
- ▶ On peut tracer ainsi un réseau de courbes à différentes valeurs d'humidité relative constante.



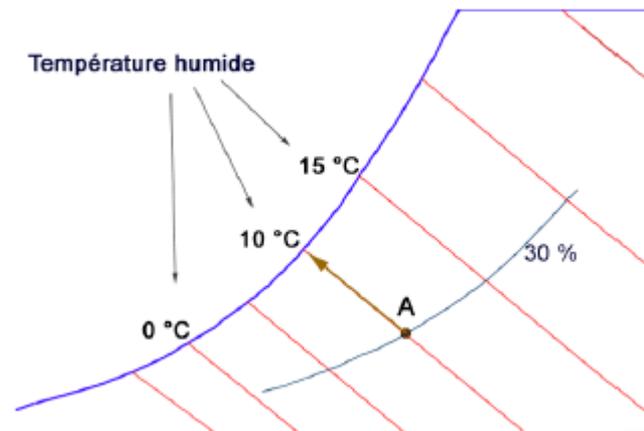
6. Enthalpie

- ▶ L'enthalpie **h** est la **quantité de chaleur totale de l'air humide** considéré. Elle s'exprime en **kJ/kg** (ou en **kcal/kg** , autrefois).
- ▶ On considère que, l'air dont sa température **$t_s = 0^\circ \text{C}$** et sa teneur en vapeur d'eau **$x = 0 \text{ g/kg}$** , a une **enthalpie $h = 0 \text{ kJ/kg}$** .
- ▶ Le réseau de droites obliques perpendiculaires à l'échelle des enthalpies constitue des lignes à enthalpie constante, appelées *isenthalpes*.



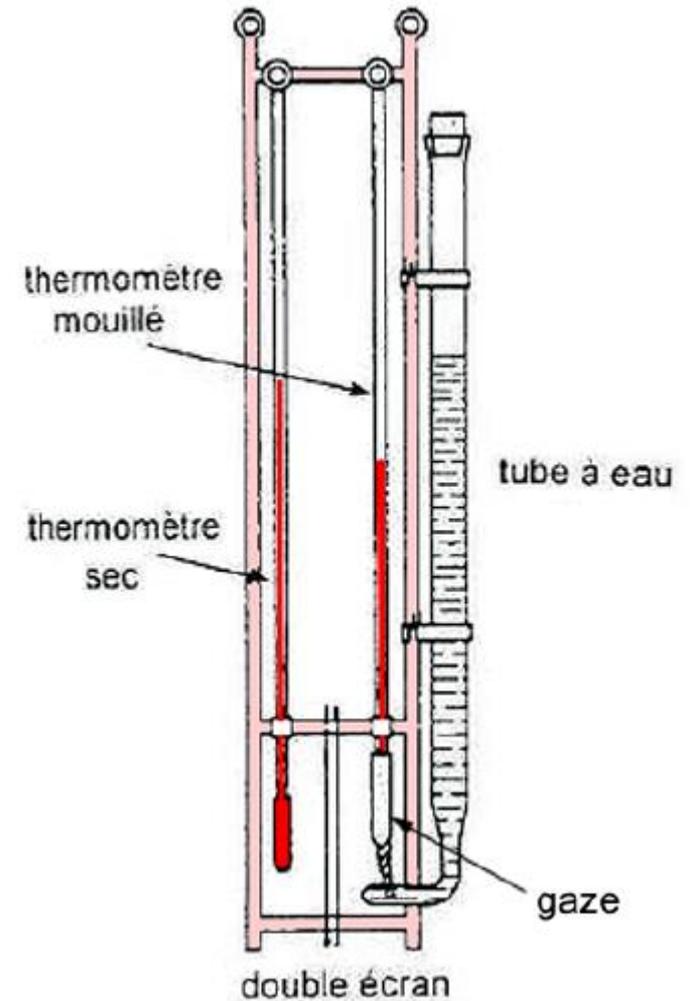
7. Température de bulbe humide

- ▶ Si d'un point **A** du diagramme on se déplace sur une *isenthalpe*, on atteint la courbe de saturation en un point dont la température lue sur l'axe horizontal est appelée communément température humide **th** du point initial considéré.
- ▶ On mesure les températures sèche et humide au moyen d'un appareil comportant deux thermomètres, appelé *psychromètre*.



Psychromètre

- Pour mesurer la température sèche et la température humide de l'air .



8. Masse volumique

- ▶ Les lignes légèrement inclinées vers la gauche sont des à masse volumique ρ constante. Elles s'expriment en kg/m^3 .
- ▶ Pour déterminer exactement l'état dans lequel se trouve un air humide considéré pris à une pression barométrique donnée, il suffit d'en connaître deux grandeurs physiques.
- ▶ Les autres peuvent être déterminées à l'aide du diagramme psychométrique.

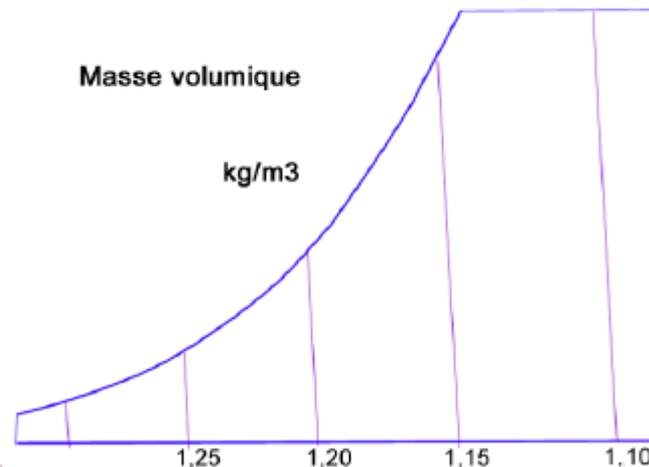


DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE

Pression atmosphérique 101325 Pa

Pressions de
de vapeur d'eau
[daPa]

Options

Altitude m

Températures

Minimale

Maximale

Humidité absolue

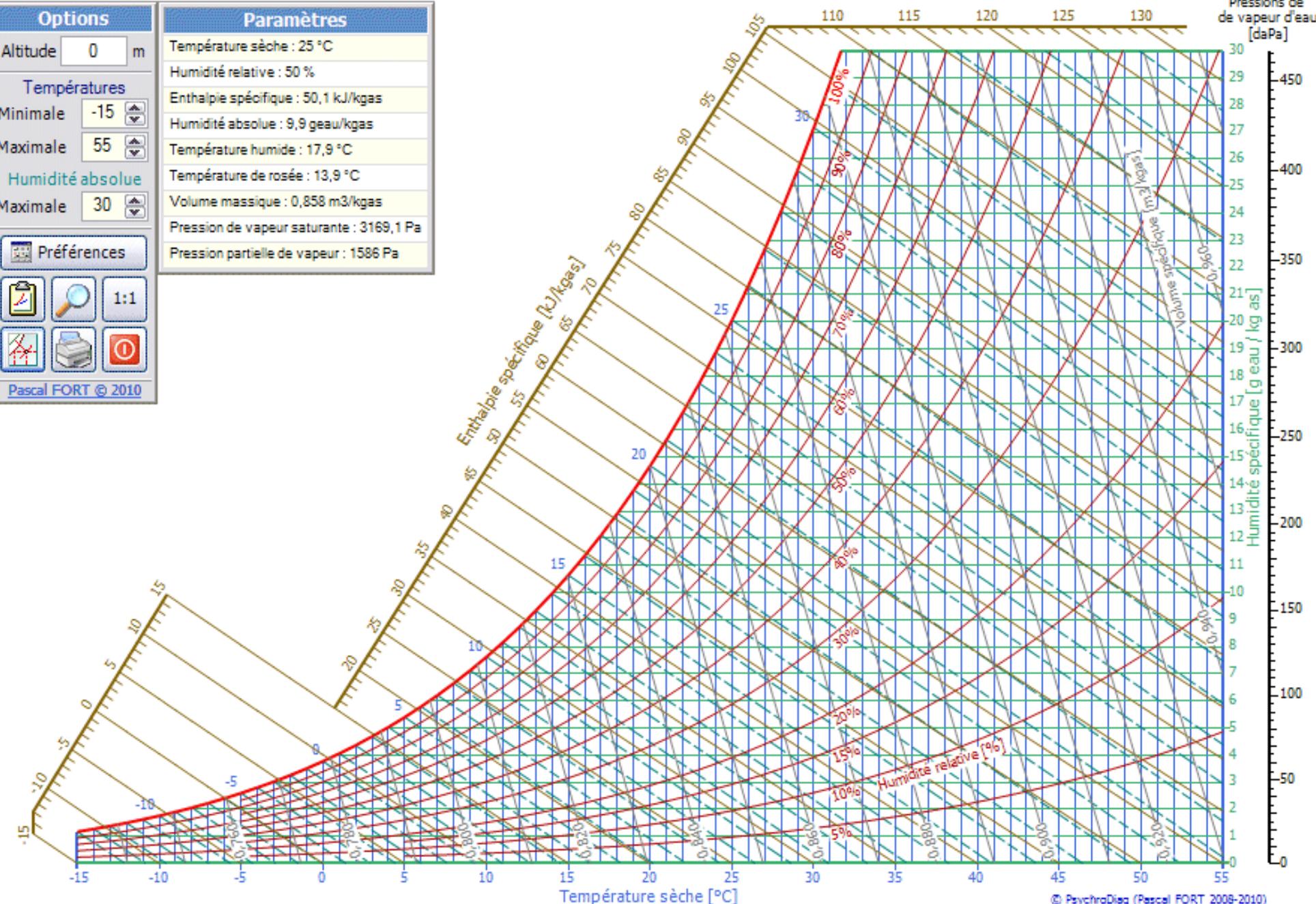
Maximale

Préférences

1:1

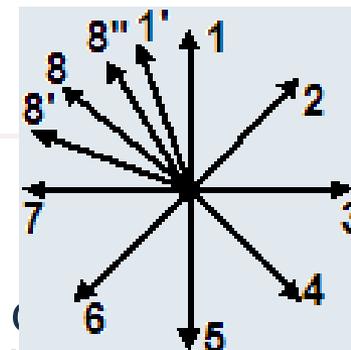
Pascal FORT © 2010

Paramètres	
Température sèche :	25 °C
Humidité relative :	50 %
Enthalpie spécifique :	50,1 kJ/kgas
Humidité absolue :	9,9 geau/kgas
Température humide :	17,9 °C
Température de rosée :	13,9 °C
Volume massique :	0,858 m3/kgas
Pression de vapeur saturante :	3169,1 Pa
Pression partielle de vapeur :	1586 Pa



CHOIX DES ÉVOLUTIONS

- ▶ Ce choix doit tenir compte impérativement des contraintes techniques et des critères économiques.
- ▶ **Contraintes techniques :**
 - La transformation d'un point d'entrée jusqu'au point de sortie doit tenir compte des possibilités techniques de faisabilité :
 - Sources d'énergie disponible (eau chaude, eau glacée, vapeur, électricité ...)
 - Caractéristiques techniques des batteries de traitement d'air
 - Nombre de batteries à utiliser
 - Débit massique et débit volumique de soufflage



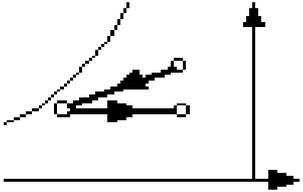
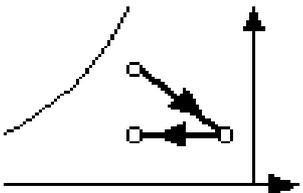
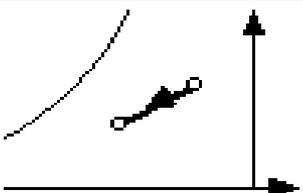
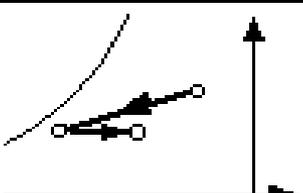
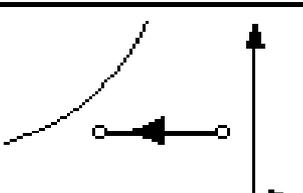
► Critères économiques :

► Pour aller d'un point de départ (ici au milieu) dans une quelconque, le "chemin" le plus court est bien sur l'évolution directe, mais cela n'est pas réalisable pour toutes les évolutions représentées ci-contre :

- Il faudra minimiser au maximum le nombre de traitement (coût de réalisation et d'exploitation plus faible)
- Chaque choix de solution technologique implique des coûts de mise en service (réglage) et d'exploitation différents.
- La solution la moins à chère à l'installation n'est pas forcément la plus économique du point de vue exploitation

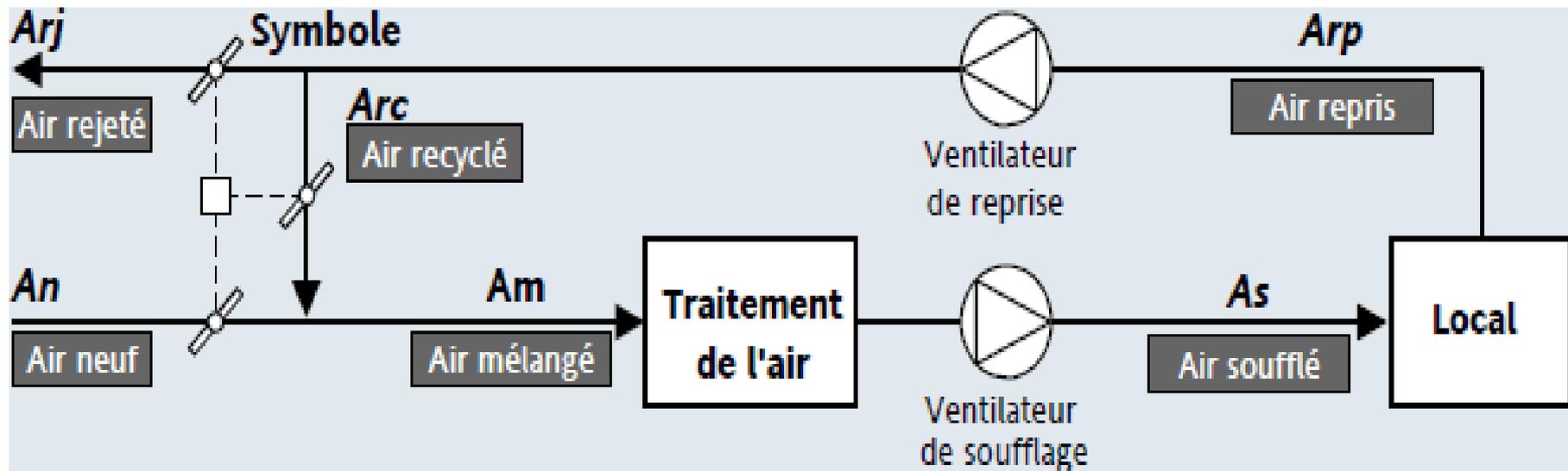
DIFFÉRENTES ÉVOLUTIONS :

N°	SOLUTIONS	ÉVOLUTIONS	CONTRÔLE	ÉCONOMIE
1	Humidification par vapeur sèche		Régulation simple	Un seul appareil
1'	Chauffage et humidification à eau		Régulation plus difficile	Un seul appareil
2	Humidification à eau (eau chaude) + chauffage		Régulation difficile	Source de chaleur, humidific., chauffage
	Humidification par vapeur surchauffée et chauffage		Régulation plus simple	Deux appareils
3	Chauffage simple		Régulation simple	Un seul appareil
4	Déshumidification par adsorption		Régulation difficile	Coût d'achat et d'exploitation élevé
	Refroidissement avec condensation et chauffage		Régulation plus simple	Deux appareils

5	Refroidissement avec condensation et chauffage (Séchage)		Régulation simple	Deux appareils
	Déshumidification par adsorption et refroidissement simple (Séchage)		Régulation difficile	Deux appareils
6	Déshumidification par laveur (eau refroidie)		Régulation difficile	Source froide + humidificateur
	Refroidissement avec condensation et chauffage		Régulation plus simple	Deux appareils
7	Refroidissement simple par batterie froide		Régulation simple	Un appareil

<p>Refroidissement par laveur (eau refroidie)</p>		<p>Régulation difficile</p>	<p>Source froide + humidificateur</p>
<p>Humidification et refroidissement à température humide constante</p>		<p>Régulation peu précise</p>	<p>Un seul appareil</p>
<p>Humidification et refroidissement</p>		<p>Régulation peu précise</p>	<p>Source froide + humidificateur</p>
<p>Refroidissement simple et humidification par vapeur</p>		<p>Régulation plus simple</p>	<p>Deux appareils, risque de condensation</p>
<p>Humidification par laveur (eau réchauffée)</p>		<p>Régulation difficile</p>	<p>Source chaude + humidificateur appareil</p>
<p>Humidification à eau et chauffage par batterie</p>		<p>Régulation plus simple</p>	<p>Deux appareils</p>

Modélisation du fonctionnement d'un caisson de mélange utilisé en traitement d'air :



Renouvellement d'air

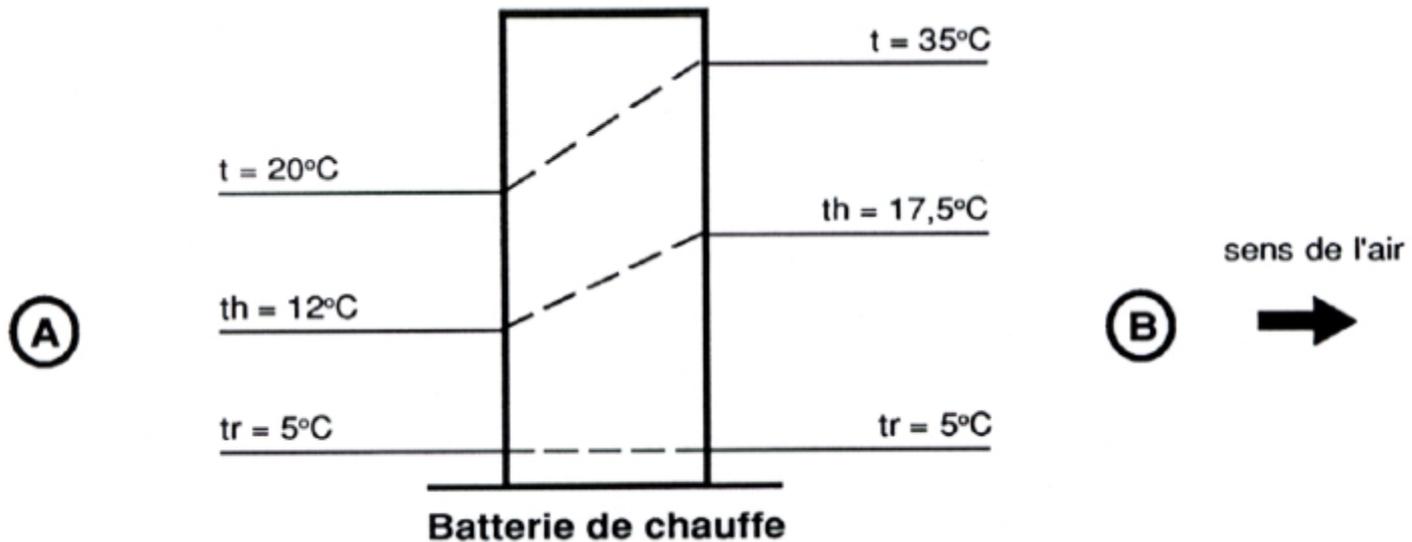
Type de locaux

locaux avec interdiction de fumer
 locaux sans interdiction de fumer⁽²⁾

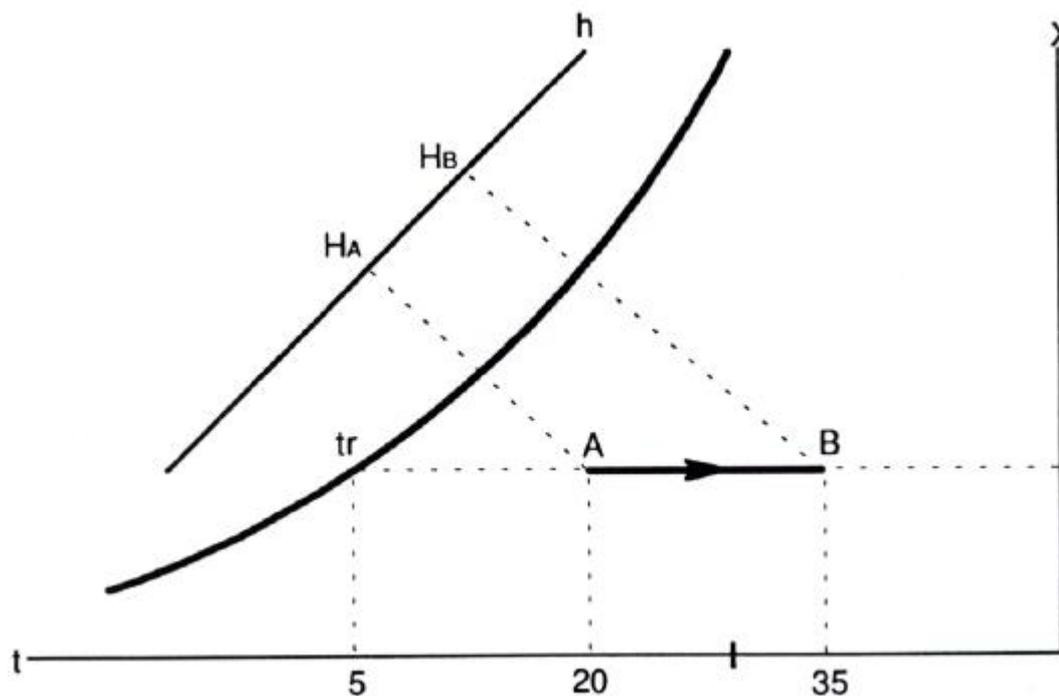
Type de locaux	locaux avec interdiction de fumer	locaux sans interdiction de fumer ⁽²⁾
Locaux d'enseignement : Classes, salles d'études, laboratoires (sauf ceux à pollution spécifique)		
Maternelles, primaires et secondaires du premier cycle	15	-
Secondaires du deuxième cycle et universitaires	18	25
Ateliers (d'enseignement)	18	25
Locaux d'hébergement :		
Chambre collectives (plus de trois personnes ⁽¹⁾ , dortoirs, cellules, salles de repos...)	18	25
Bureaux et locaux assimilés⁽³⁾		
Locaux d'accueil, bibliothèques, bureaux de poste, banques ...	18	25
Locaux de réunion⁽³⁾		
Salle de réunion, de spectacle, de culte, clubs, foyers ...	18	30
Locaux de vente⁽³⁾		
Boutiques, supermarchés ...	22	30
Locaux de restauration⁽³⁾		
Cafés, bars, restaurants, cantines, salles à manger ...	22	30
Locaux à usage sportif		
<i>Par sportif :</i>		
- dans une piscine	22	-
- dans les autres locaux	25	30
<i>Par spectateur :</i>		
	18	30

Chauffage de l'air

- ▶ On remarque que lorsque la température sèche t augmente :
 - la température de rosée tr reste constante
 - l'humidité absolue x reste constante



- Le chauffage est représenté sur le diagramme psychrométrique par une horizontale entre les points **A** et **B**.



Calcul de la puissance calorifique

La puissance calorifique de la batterie de chauffe, c'est-à-dire la quantité de chaleur fournie par unité de temps, peut être calculée à partir de la formule générale :

$$\phi = \rho \cdot C \cdot q_v \cdot \Delta\theta$$

avec ρ = masse volumique de l'air considéré

c = chaleur spécifique de l'air

q_v = débit de l'air

$\Delta\theta = t_B - t_A$ = différence de température sèche entre l'entrée et la sortie de la batterie



Les débits d'air indiqués dans les caractéristiques des équipements de climatisation sont basés sur un air dont l'état est dit «standard». Cet état correspond à la pression barométrique normale (1 013 mbar au niveau de la mer), à une température sèche de 21°C et à un degré hygrométrique de 50 %.

La masse volumique de cet air standard est : 1,18 kg/m³.

La chaleur spécifique est :

$$C = 0,24 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ \text{C}$$

$$C = 0,28 \text{ Wh/kg} \cdot ^\circ \text{C}$$

La formule générale donnée plus haut prend les formes suivantes selon le système d'unités :

Φ en kcal/h

$$\Phi = 0,29 \cdot qv \cdot \Delta\theta$$

Φ en W

$$\Phi = 0,34 \cdot qv \cdot \Delta\theta$$

Calcul par le diagramme de l'air

Il est évident, que la température de soufflage dans un local chauffé à l'air chaud, doit être supérieure à celle que l'on désire y maintenir. Cet air soufflé, en se refroidissant jusqu'à la température du local, libère une quantité de chaleur, qui doit être suffisante pour compenser les déperditions. Si l'air que l'on fait passer sur la batterie est uniquement de l'air de reprise, la quantité de chaleur libérée dans le local sera égale à la puissance calorifique de la batterie de chauffe. Par contre, si l'on admet une certaine quantité d'air extérieur, la puissance de la batterie de chauffe est supérieure à celle qui est libérée dans le local.



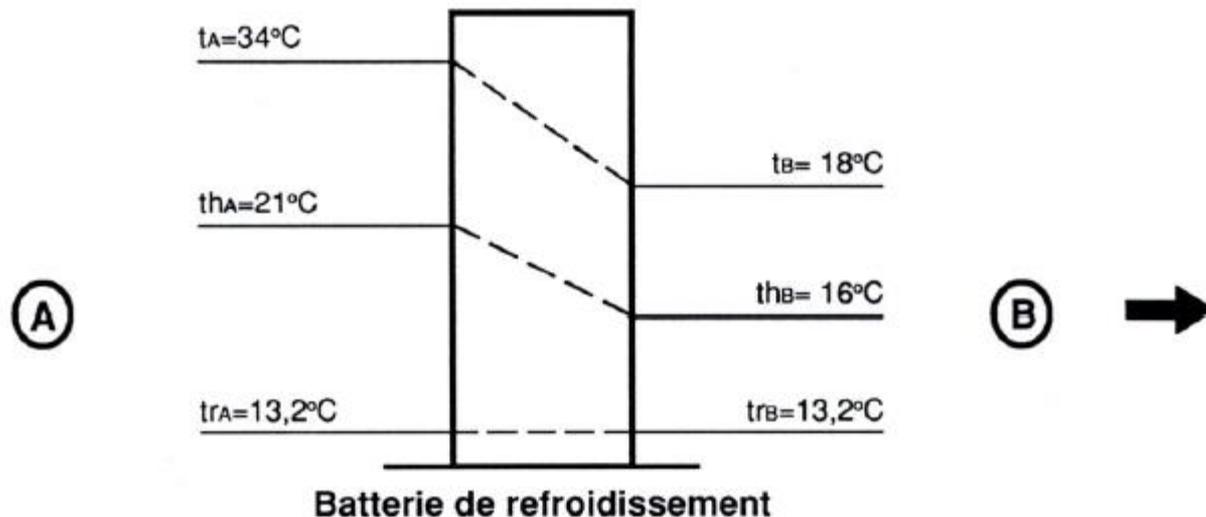
Des valeurs numériques sensiblement égales à celles résultant de l'application de la relation précédente peuvent être obtenues en utilisant le diagramme psychrométrique. En effet, si sur la figure 1, on appelle h_A et h_B les enthalpies correspondant aux points A et B, on aura :

$$\Phi = qm \cdot (h_B - h_A)$$

$$\Phi = qm \cdot \Delta h = \rho \cdot qv \cdot \Delta h$$

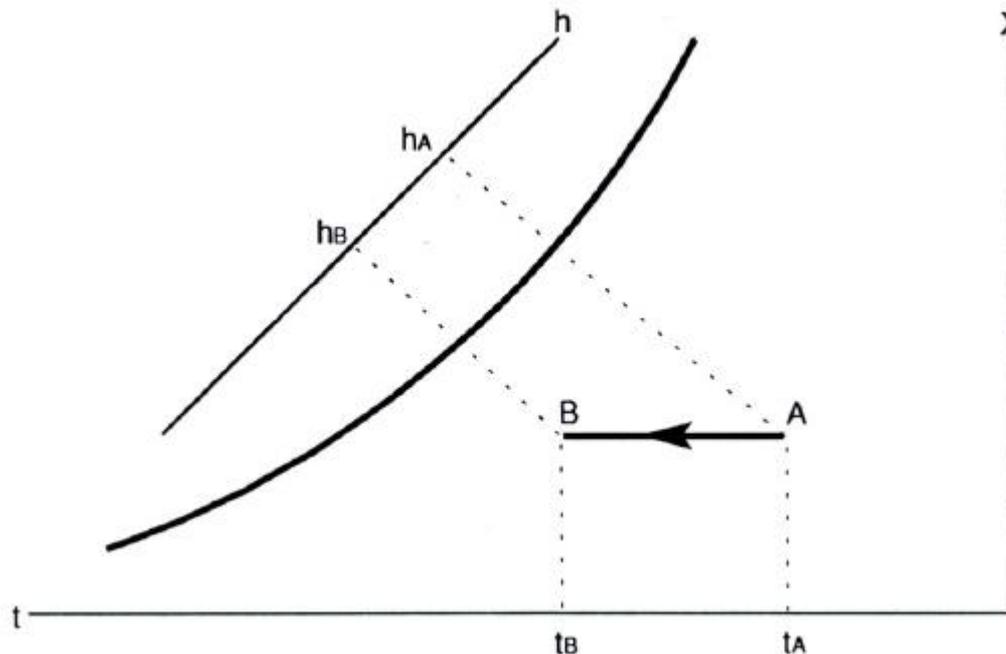
Refroidissement de l'air

- ▶ Il s'agit donc d'une transformation inverse du chauffage. On remarque que lorsque la température sèche diminue :
 - la température de rosée reste constante,
 - l'humidité absolue reste constante.





- Le refroidissement est représenté sur le diagramme psychrométrique par une horizontale entre les points **A** et **B**.





Refroidissement et déshumidification de l'air

Le refroidissement de l'air, à une température inférieure à son point de rosée, s'accompagne toujours d'une déshumidification.

- ▶ La diminution de température sèche s'accompagne de :
 - la diminution de la température de rosée,
 - la diminution de l'humidité absolue.
- ▶ Une telle transformation modifie à la fois la chaleur sensible et la chaleur latente de l'air considéré.

Batterie de réfrigération avec une efficacité de 100 %

- ▶ De l'air pris dans les conditions **A** : $t_s = +27^\circ \text{C}$ et $t_h = +20,3^\circ \text{C}$ doit être refroidi aux conditions **B** : $t_s = +10^\circ \text{C}$.
- ▶ Le diagramme psychométrique permet de déterminer les caractéristiques des points **A** et **B**.

Caractéristiques de A

température sèche	t_s	=	$+27^\circ \text{C}$
température humide	t_h	=	$+20,3^\circ \text{C}$
enthalpie	h	=	$+14 \text{ kcal/kg}$
humidité absolue	w	=	$12,2 \text{ g/kg}$
température de rosée	t_r	=	$+17^\circ \text{C}$

Caractéristique de B

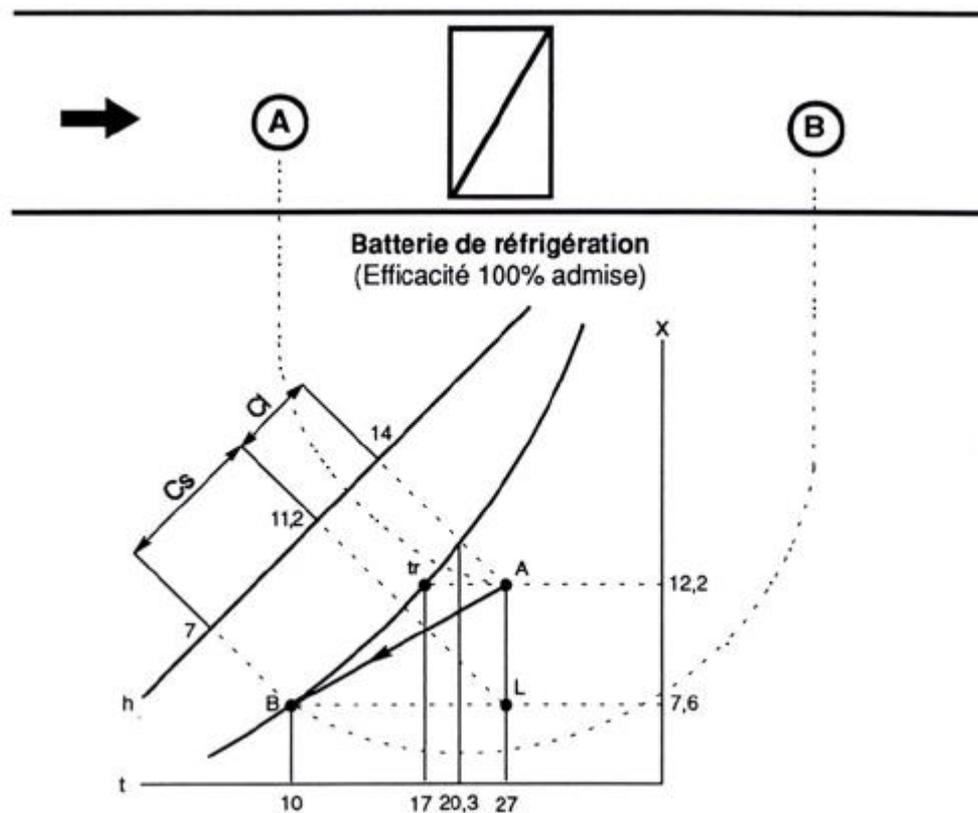
température sèche $t_s = +10^\circ \text{C}$

Comme l'efficacité de la batterie est de 100% le point de sortie se trouve sur la courbe de saturation.

enthalpie $h = 7 \text{ kcal/kg}$

humidité absolue $w = 7,6 \text{ g/kg}$

- Sur le diagramme psychrométrique l'évolution de l'air humide est représenté par le segment de droite **AB**. C'est la **droite d'évolution de l'air**



Batterie de réfrigération avec une efficacité < 100 %

Dans ce cas, l'air sortant à + 10° C n'est pas sur la courbe de saturation, mais sur une autre courbe d'égale humidité relative de valeur inférieure.

C'est la connaissance des caractéristiques de la batterie qui permet de déterminer le point de sortie.

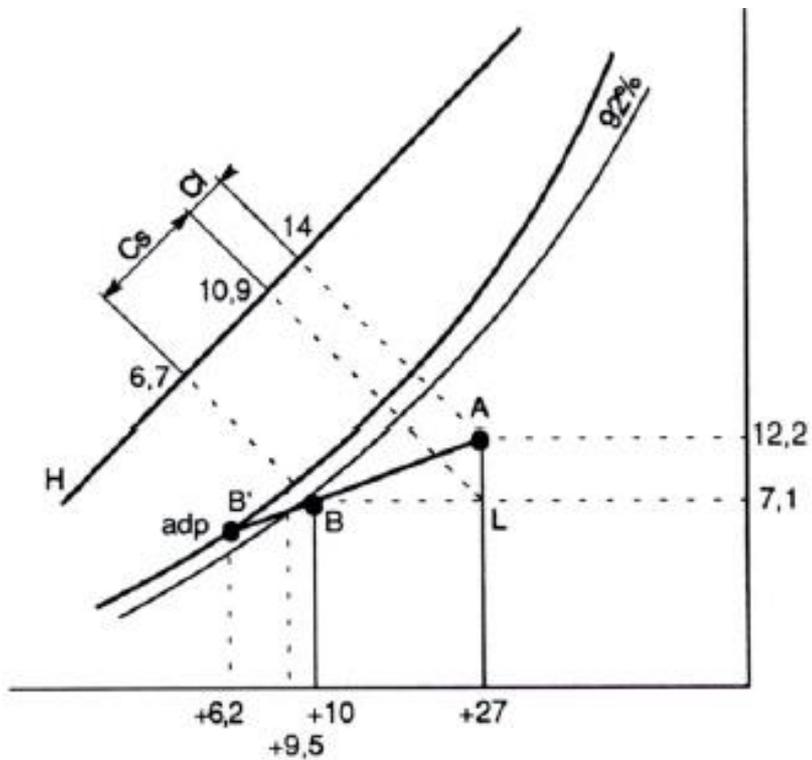
La prolongation de la droite d'évolution vers la courbe de saturation détermine à l'intersection une température dite température équivalente de surface de la batterie (t_{ES} ou a.d.p.).

Cette température est choisie pratiquement de la manière suivante :

+ pour une batterie à détente directe dont la température d'évaporation est t_o :

$$t_{ES} = t_o + (4 \text{ à } 6)^\circ \text{ C}$$

Le point **B'** représente la température équivalente de surface de la batterie, soit 6,2 °C.



	Point A	Point B
Température sèche	27° C	10° C
Température humide	20,3° C	9,5° C
Température de rosée	17° C	8,8° C
Humidité absolue	12,2 g/kg	7,1 g/kg
Enthalpie	14 kcal/kg	0,7 kcal/kg

Caractéristiques de la batterie

$$\text{Chaleur sensible : } C_s = 10,9 - 6,7 = 4,2 \text{ kcal/kg}$$

$$\text{Chaleur latente : } C_l = 14 - 10,9 = 3,1 \text{ kcal/kg}$$

$$\text{Chaleur totale : } C_t = C_s + C_l = 7,3 \text{ kcal/kg}$$

$$\text{Efficacité : } E = \frac{BA}{B'A} \times 100 = \frac{19 \times 100}{27} = 70 \%$$

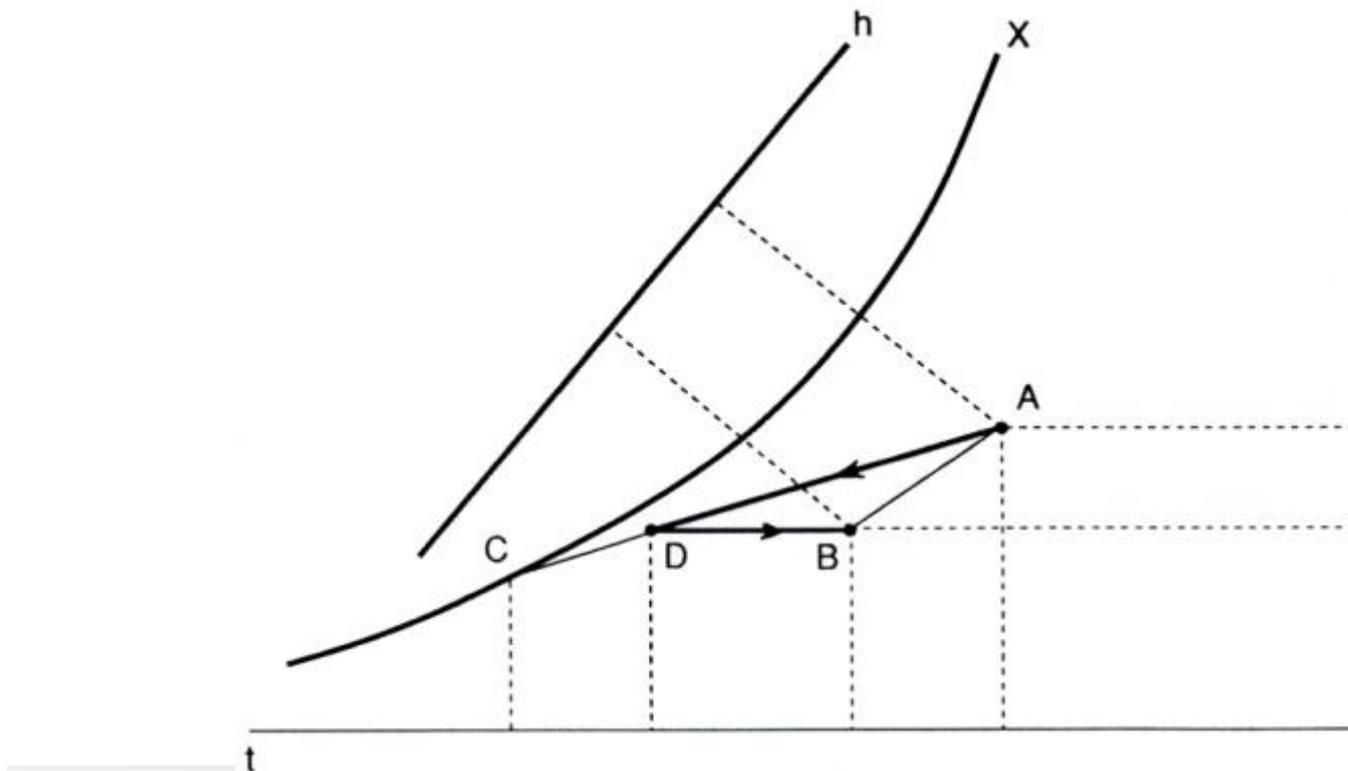
Facteur de by-pass :

On utilise souvent ce facteur à la place de l'efficacité :

$$\text{B.P.F.} = \frac{BB'}{B'A} \times 100 \quad \text{soit} \quad \text{B.P.F.} = 100 - E$$

Cas où la droite d'évolution de l'air ne coupe pas la courbe de saturation

- On désire obtenir des conditions de soufflage **B** à partir d'un air **A**.
La droite d'évolution de l'air AB ne coupe pas la courbe de saturation.

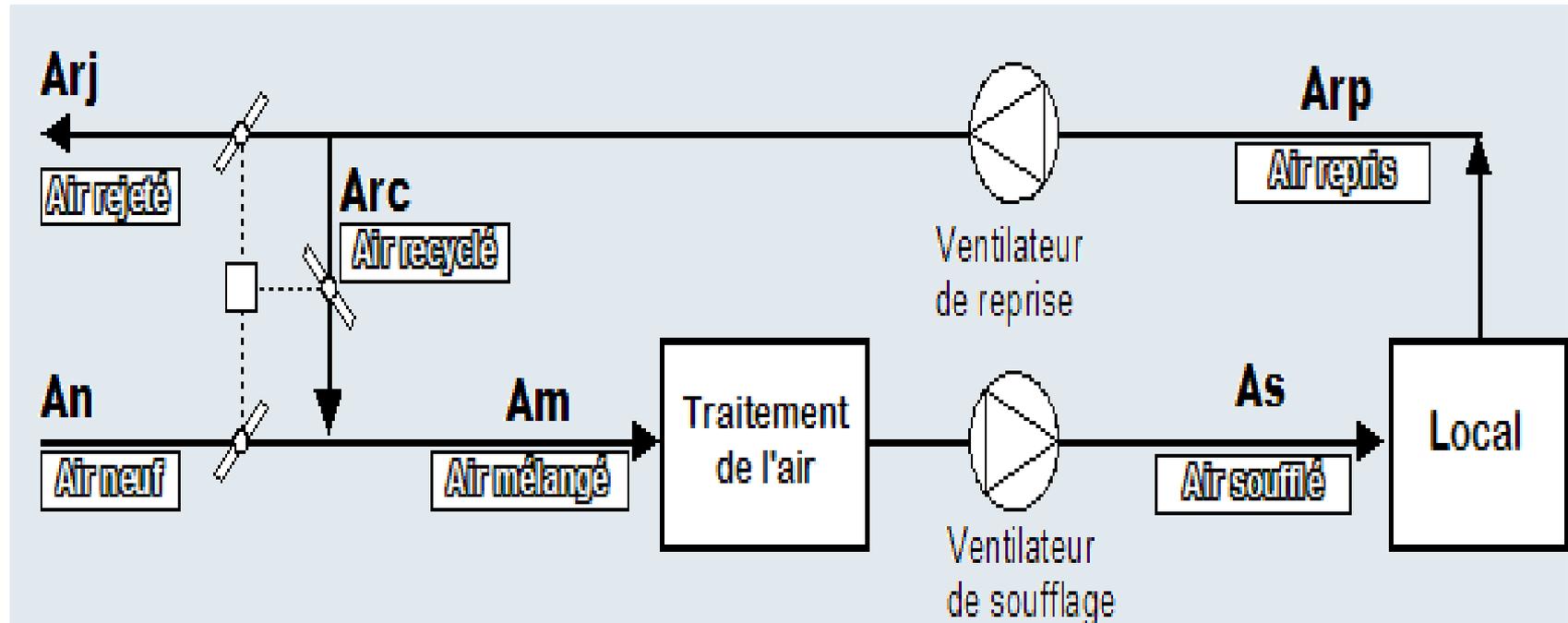




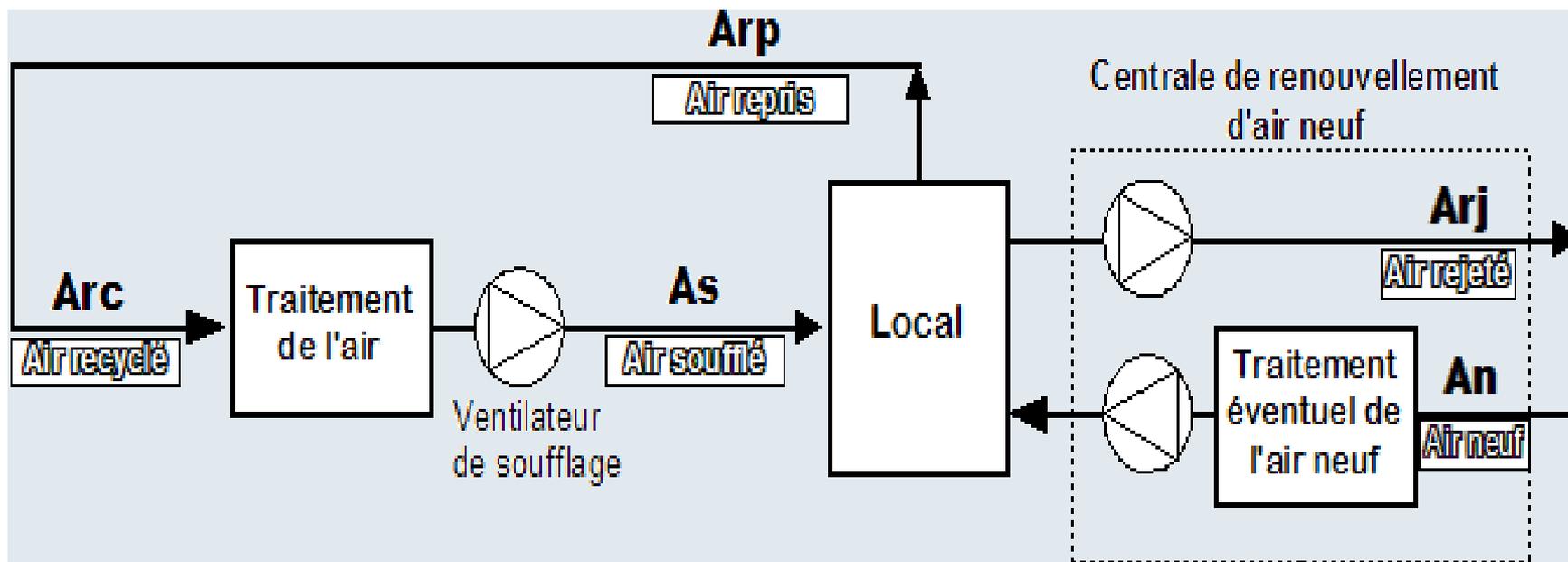
- ▶ Pour obtenir le point **B** il faut **d'abord procéder à un refroidissement avec déshumidification de A à D** puis à un chauffage de **D à B**.
- ▶ Le point **D** est situé sur une **isohyde passant par B** et sur la **droite d'évolution de l'air**, à travers la batterie de réfrigération, qui coupe la courbe de saturation en **C**.
- ▶ Les points **A, D et C** nous permettent de déterminer les **caractéristiques de la batterie froide** :
 - température équivalente de surface
 - efficacité
 - puissance.
- ▶ Les points **D et B** nous permettent de déterminer la **puissance de la batterie de chauffage**.

SYSTÈMES DE CLIMATISATION OU DE CONDITIONNEMENT D'AIR

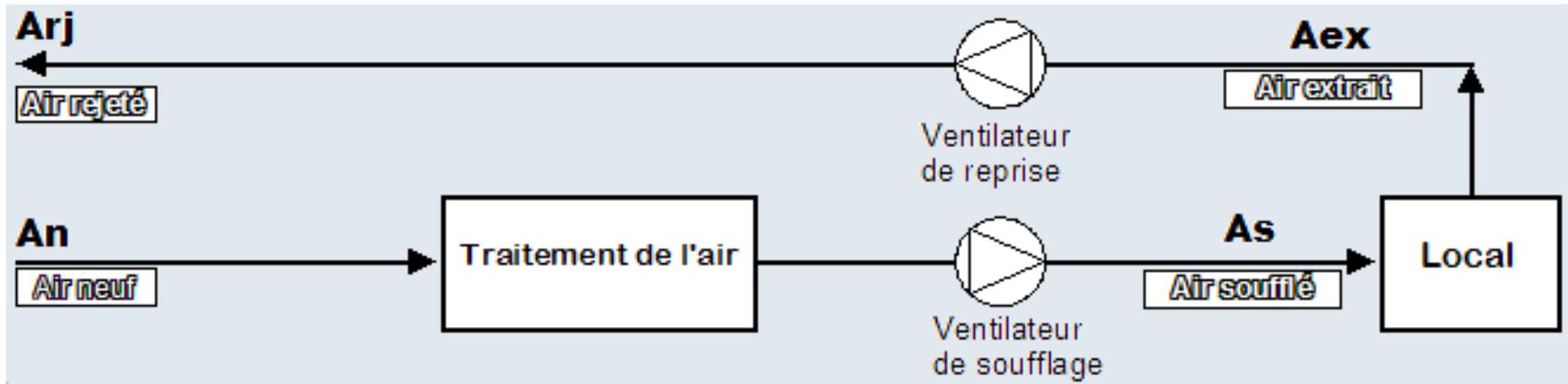
► Système tout air avec caisson de mélange



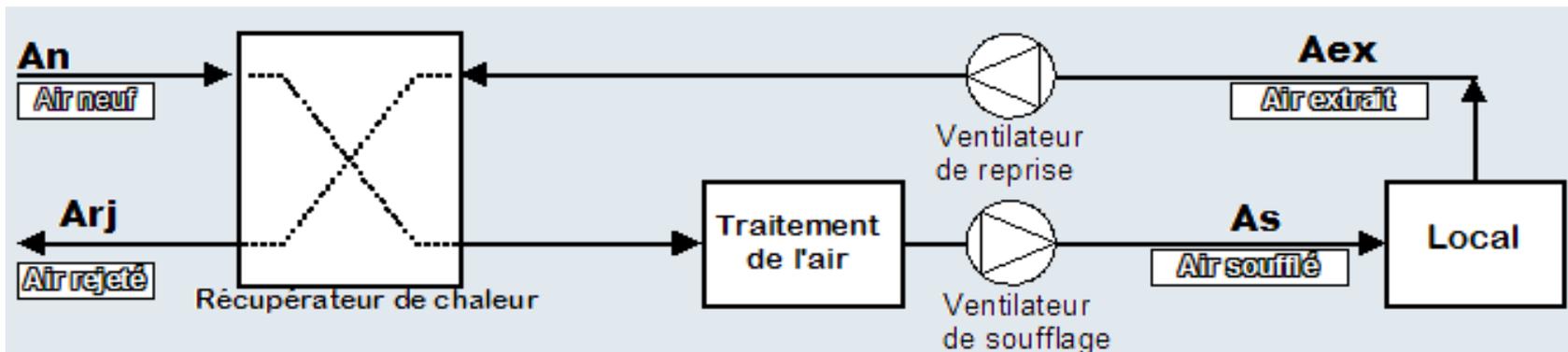
► Système tout air en recyclage total



Systeme tout air air neuf

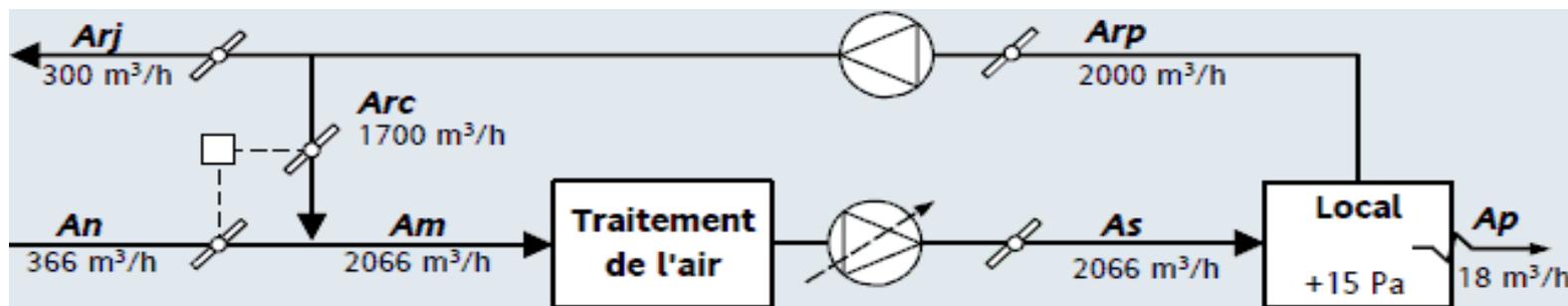
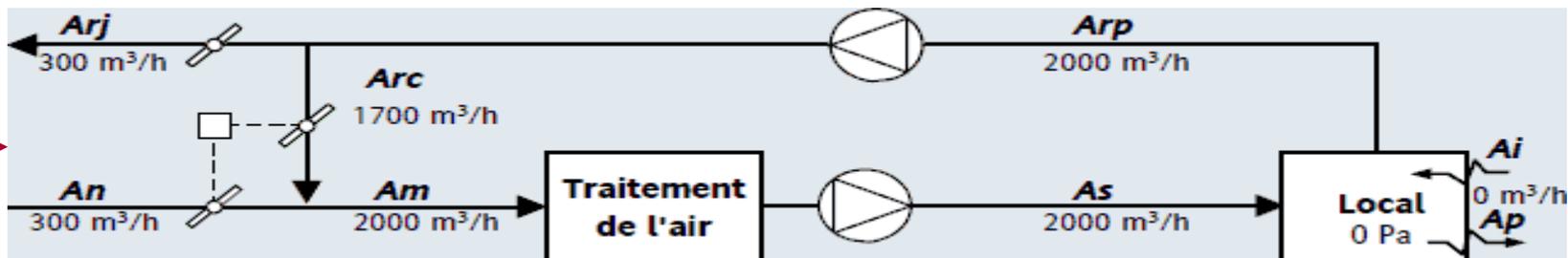


pour diminuer les coûts énergétiques, on peut installer un récupérateur de chaleur :

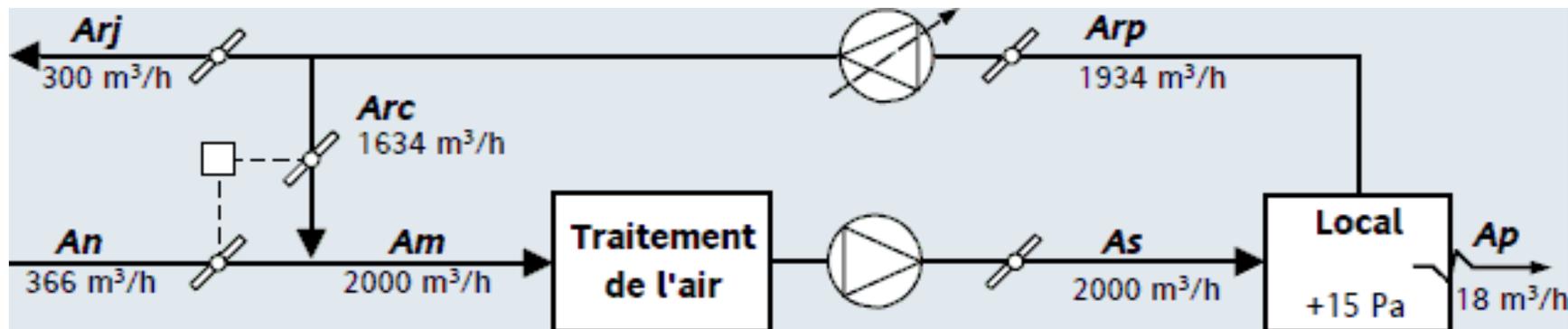


LOCAL EN SURPRESSION

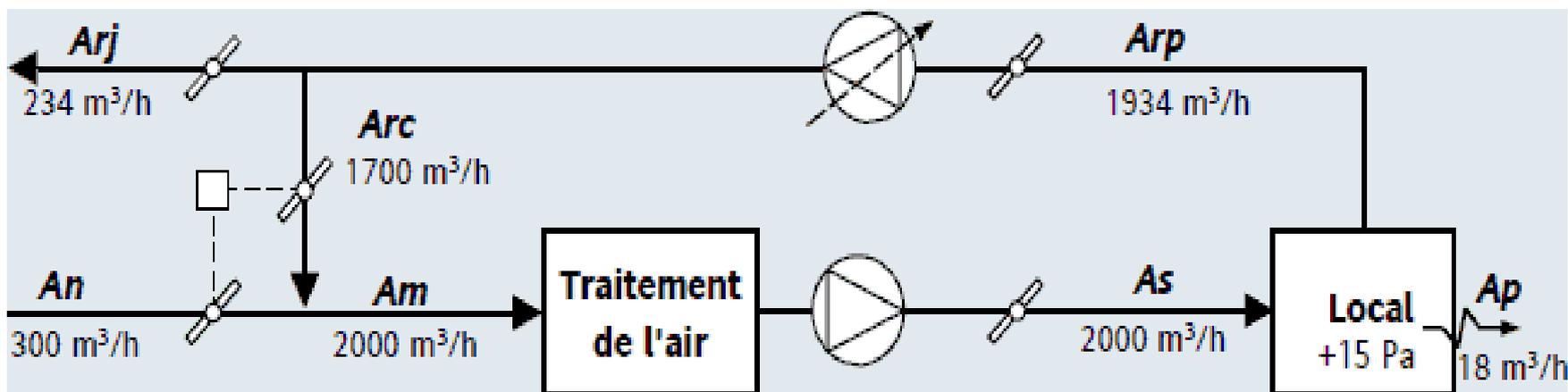
- Pour un local en équilibre (à gradient de pression nul), on aurait la configuration suivante :



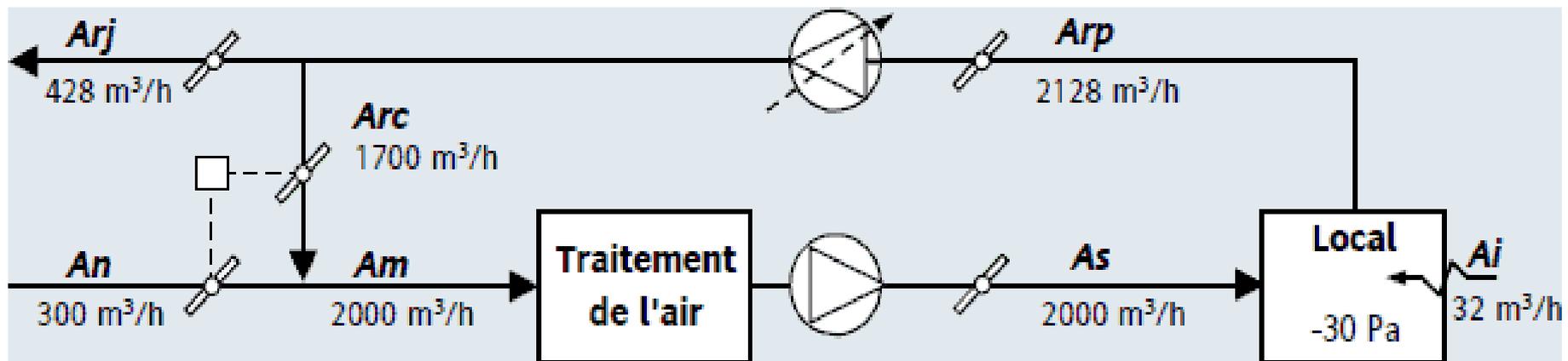
- l'augmentation de pression étant toujours obtenue par action sur l'air neuf, le débit de soufflage et le débit de rejet restant constants. Le débit de reprise doit être diminué proportionnellement pour obtenir un débit de soufflage constant



► Action sur le débit d'air rejeté et le débit de reprise

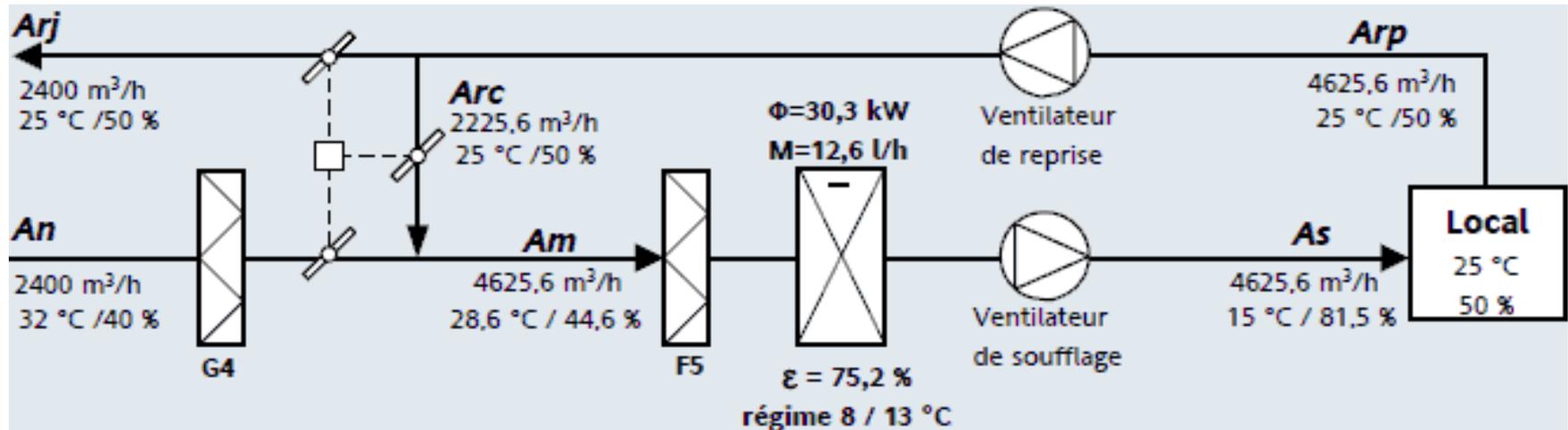


LOCAL EN DÉPRESSION : Gradient de pression négatif

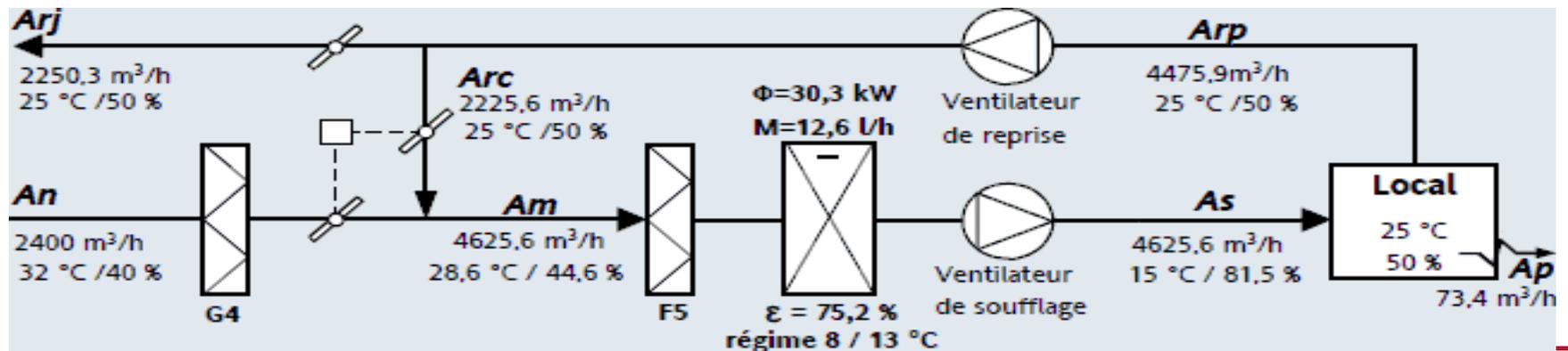


Climatisation de confort

SCHÉMA DE PRINCIPE (ÉTÉ)



NOUVEAU SCHÉMA DE PRINCIPE (ÉTÉ)





giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

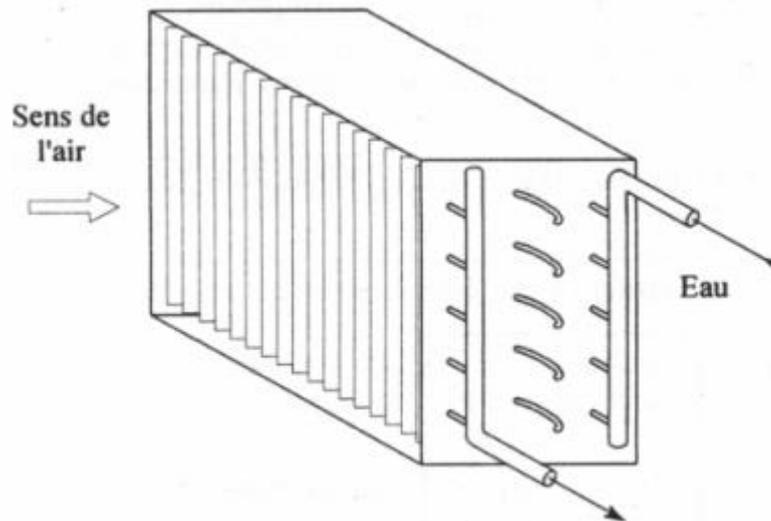


**BUREAU
VERITAS**

TECHNOLOGIE, RÉGULATION, SÉCURITÉ

Batterie à eau chaude

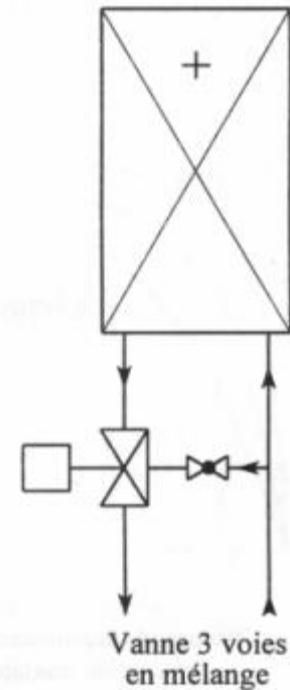
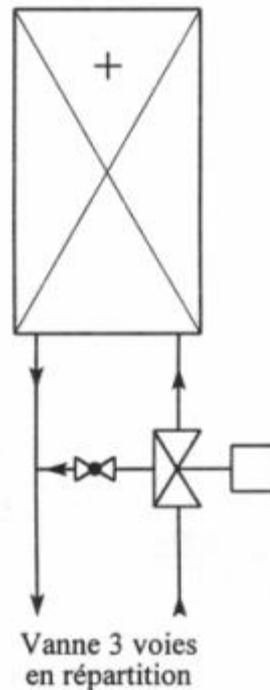
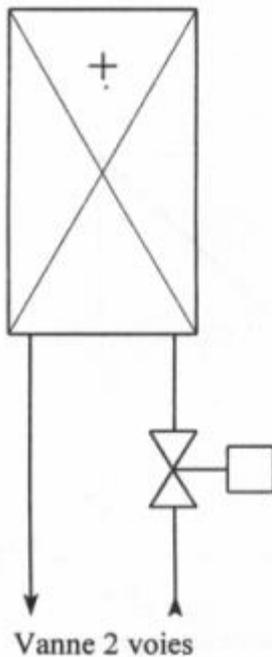
- ▶ La batterie comporte un certain nombre de tubes sur lesquels sont serties ou soudées des ailettes. Les tubes constituent un certain nombre de circuits qui sont reliés à un distributeur et un collecteur afin de limiter les pertes de charge.



Batterie à 4 rangs et 5 circuits

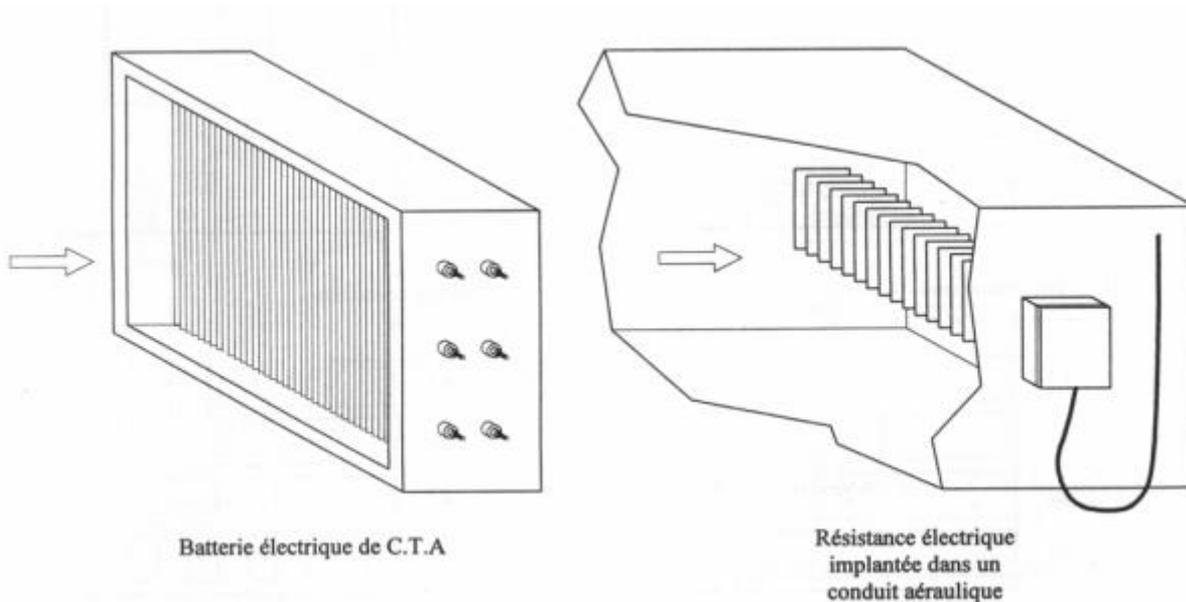
Régulation

- La solution la plus utilisée est une régulation de la puissance fournie par variation de débit (V2V ou V3V montée en répartition ou décharge inversée) car il s'agit de la solution la moins onéreuse.



Batterie électrique

- ▶ La batterie comporte un ensemble d'épingles ailetées contenant des résistances. Pour les petites puissances, l'alimentation est monophasée. Pour les puissances les plus élevées, l'alimentation est triphasée.



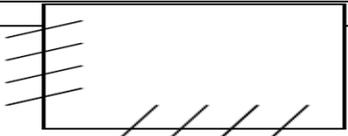
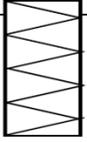
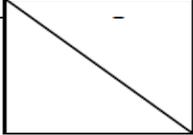
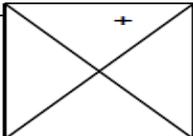
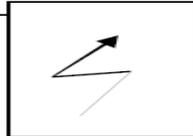
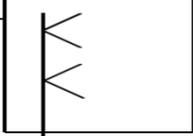
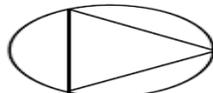
Batterie électrique de C.T.A

Résistance électrique
implantée dans un
conduit aéraulique

Batterie à vapeur

- ▶ La technologie des batteries à vapeur est semblable à celle des batteries à eau chaude; on distingue seulement une alimentation par le haut afin d'évacuer gravitairement les condensats.
- ▶ La régulation est réglée au moyen d'une vanne 2 voies en fonction des besoins.
- ▶ Avantages (par rapport à une batterie à eau chaude):
 - - Mise en régime plus rapide
 - - Pas de risque de gel puisqu'il n'y a pas d'eau dans la batterie lorsque celle-ci n'est pas alimentée (évacuation gravitaire des condensats).

COMPOSITION D'UNE CTA

Éléments		Fonction
Caisson de mélange		<p>Mélanger l'air neuf (AN) et l'air recyclé (AR), les proportions étant fixées par les registres d'air eux-mêmes actionnés par un servomoteur commandé par le régulateur) Les caractéristiques de l'air obtenu en sortie du caisson dépendent des caractéristiques des airs neuf et repris</p>
Filtre		<p>Retenir les particules en suspension dans l'air. Il ne modifie pas les caractéristiques thermodynamiques de l'air.</p>
Batterie froide		<p>Refroidir et/ou déshumidifier l'air. La batterie froide agit sur la température de l'air et sur l'humidité spécifique (généralement). La régulation se fait généralement par vanne 3 voie (en fonction du débit)</p>
Batterie chaude		<p>Réchauffer l'air. Seule la température de l'air est modifiée. La régulation se fait généralement par vanne 3 voie (en fonction du débit)</p>
Batterie électrique		<p>Réchauffer l'air. La régulation se fait généralement en cascade avec éventuellement variation de puissance sur le dernier étage de puissance.</p>
Humidificateur		<p>Augmenter la quantité d'eau (vapeur) contenue dans l'air (à traiter). Suivant le type de technologie (à vapeur ou adiabatique), la température reste quasiment constante ou diminue. Dans tous les cas l'humidité spécifique augmente.</p>
Ventilateur		<p>Distribuer l'air dans les réseaux. Ne modifie quasiment pas les caractéristiques de l'air soufflé (léger échauffement ...)</p>



giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



LES CENTRALES DE TRAITEMENT D'AIR

- ▶ La centrale de traitement d'air (CTA) est un équipement destiné à :
 - Ventiler par l'introduction d'air neuf et l'extraction d'air vicié,
 - Filtrer l'air,
 - Chauffer par soufflage d'air chaud,
 - Rafrâchir par soufflage d'air froid,
 - Échanger les calories entre 2 flux d'air,
 - Déshumidifier par condensation de la vapeur d'eau,
 - Humidifier par vaporisation d'eau,
 - Purifier à l'aide de lampe UV,
- ▶ L'air traité sera ensuite diffusé dans les locaux desservis grâce à des réseaux de conduits, de matière, formes et section adaptées, avec des diffuseurs choisis en fonction des critères de confort recherchés (bouches à induction, à déplacement, gaines textiles, etc.)

Domaines d'applications

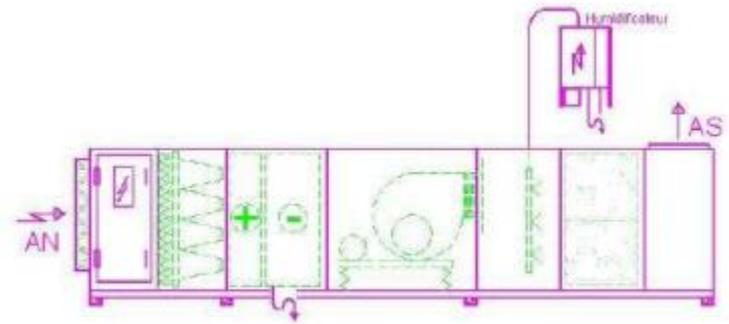
- ▶ La CTA peut être utilisée seulement pour ventiler, seulement pour chauffer ou rafraichir, ou les deux.
- ▶ Ce système est particulièrement bien adapté, voir incontournable, pour le chauffage et le rafraichissement des grands volumes, dans lesquels on veut maintenir de très bonnes conditions de température, été comme hiver :
 - les salles polyvalentes à dominante culturelle ou sportive,
 - les supermarchés et les hypermarchés,
- ▶ Dans les locaux à forte occupation intermittente :
 - les salles recevant du public (cinémas, salles de spectacles),
 - les amphithéâtres et les auditoriums,
- ▶ Et pour des applications spécifiques :
 - Les halls de stockage pour des produits alimentaires ou les matières premières,
 - Les ateliers de haute technologie (salles blanches),
 - Les locaux techniques (salles serveurs, autocom, TGBT)
 - Les piscines,
 - Les hôpitaux et blocs opératoires,
 - Etc.

MATÉRIEL

- ▶ La centrale de traitement d'air est un ensemble de modules additionnés les uns aux autres, permettant le traitement de l'air suivant des conditions requises.

- ▶ Il y a 2 grandes familles de CTA :
 - La simple flux, qui ne traite qu'un seul flux d'air (en extraction d'air vicié, en recyclage ou en soufflage d'air neuf).
 - La double flux, qui traite à la fois l'extraction et le soufflage et qui permet toutes les combinaisons possibles entre les 2 flux d'air.

- ▶ Dans cet exemple, la centrale de traitement d'air simple flux :
 - Aspire l'air à traiter
 - Le filtre,
 - Le réchauffe ou le refroidit,
- ▶ suivant les besoins du local, en le faisant chauffer ou refroidir.
 - L'humidifie,
 - Et le souffle dans le local à traiter.





- ▶ Chaque centrale est livrée complète ou en modules séparés pour les plus grandes tailles et comprend notamment :
 - Un châssis,
 - Une carrosserie en tôle laquée, isolée plus ou moins suivant l'implantation (l'isolation peut être thermique et/ou recevoir un traitement phonique),
 - L'assemblage peut contenir, suivant l'application :
 - – Un volet d'admission d'air extérieur,
 - – Un volet d'admission d'air extrait,
 - – Un caisson de mélange entre l'air neuf et l'air repris,
 - – Un ou deux étages de filtration,
 - – Les batteries de réchauffage, rafraichissement, récupération, déshumidification, Etc.
 - – Le groupe moto ventilateur,
 - – Les rampes d'humidification,
 - – La filtration terminale,
 - – Les pièges à sons,
 - – Etc...., suivant les souhaits requis.

RECUPERATEUR A PLAQUES



RECUPERATEUR A PLAQUES



RECUPERATEUR ROTATIF

RECUPERATEUR ROTATIF





VENTILATEUR POULIE - COURROIE →



VENTILATEUR A ROUE LIBRE

VENTILATEUR POULIE - COURROIE →



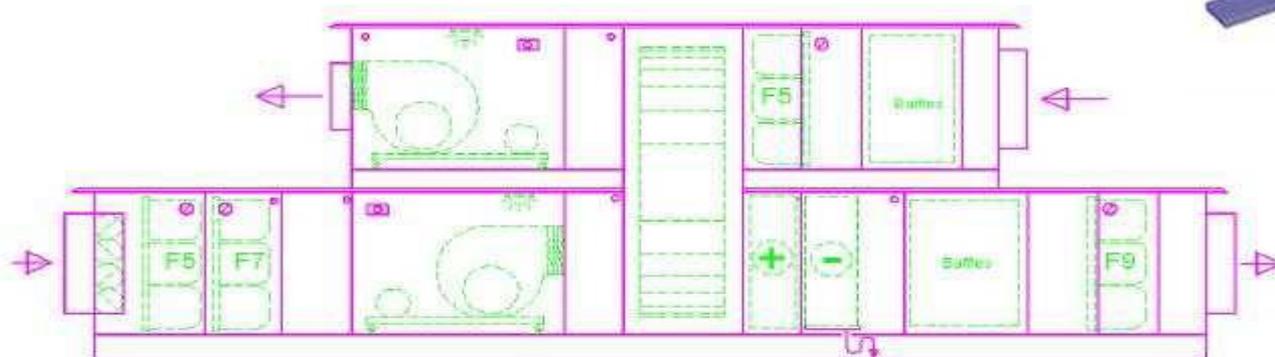
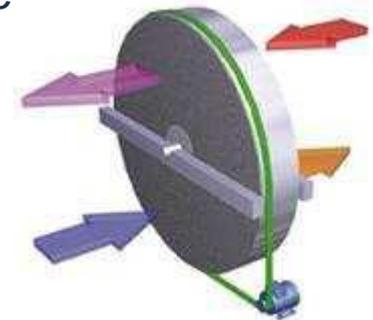
► Dans cet exemple, la centrale de traitement d'air double flux à récupération :

► – Aspire l'air dans les locaux traités :

- Le filtre,
- Récupère l'énergie qu'il contient grâce à un récupérateur à roue,
- Le rejette à l'extérieur.

► – Aspire l'air neuf :

- Le filtre,
- Réinjecte l'énergie récupérée dans l'autre flux d'air,
- Le réchauffe ou le refroidit, suivant les besoins du local, en le faisant passer sur les batteries chaudes ou froides,
- Éventuellement, l'humidifie et le filtre à nouveau.
- Le souffle dans les locaux à traiter



CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR DOUBLE FLUX A RECUPERATION

CTA DOUBLE FLUX



- ▶ La centrale peut avoir son propre système de régulation intégré ou être pilotée par un système de régulation déporté, qui généralement, contrôle :
 - La température de soufflage, de reprise, d'air neuf,
 - Action sur les vannes des batteries chaude ou froide.
 - La température entrée sortie du récupérateur,
 - Action sur le moteur du récupérateur via un variateur de fréquence.
 - Les pressions d'aspiration de soufflage et de reprise,
 - Les débits d'air repris et soufflés,
 - Action sur le moteur des ventilateurs via des variateurs de fréquences.
 - Les fonctions de sécurité et maintenance :
 - L'anti gel des batteries,
 - Les pressostats d'encrassement des filtres,
 - Le registre de sécurité incendie et son détecteur associé,

- ▶ Si la centrale couvre simultanément les déperditions par les parois et le renouvellement d'air, la puissance fournie par la CTA doit correspondre à la plus grande valeur :
 - **En chauffage** : *Des déperditions totales du local multipliées par un coefficient de surpuissance d'environ 1.20, pour permettre une rapide remontée en température en hiver.*
 - **En climatisation** : *Des charges thermiques d'été du bâtiment, majorées de tous les apports de chaleur produits par l'éclairage, la présence humaine, les divers usages électriques et les apports thermiques par le renouvellement d'air.*

- ▶ Si la centrale couvre exclusivement le renouvellement d'air, parce que les déperditions par le parois sont compensés par un autre système de chauffage, la puissance fournie par la CTA doit correspondre à la plus grande valeur :
 - **En chauffage** : *Des déperditions par renouvellement d'air du local,*
 - **En climatisation** : *Des charges thermiques d'été, majorées de tous les apports de chaleur produits par l'éclairage, la présence humaine, les divers usages électriques et les apports thermiques par le renouvellement d'air.*

- ▶ LA CTA doit être associée à d'autres systèmes, pour la production de chaleur ou de froid.
- ▶ Soit un réseau d'eau chaude provenant d'une chaufferie ou tout autre source de production de chaleur, mais aussi à un groupe d'eau glacée pour la période de rafraichissement (Ou groupe à détente directe type DRV pour les petites puissances).

Données économiques

▶ COUT D'INVESTISSEMENT

- Le coût d'investissement moyen d'une centrale de traitement d'air avec ses réseaux aérauliques est compris entre 1400 MAD et 2200 MAD HT/m².

▶ COUT D'EXPLOITATION

• **Énergie**

- Le coût d'exploitation annuel du chauffage et du rafraîchissement est estimé entre 140 MAD et 240 MAD HT/m² avec un taux d'air neuf proche d'un volume/heure.

• **Maintenance**

- Le coût annuel de maintenance est de l'ordre de 12 500 MAD HT par machine pour 10 000 m³/h.

• **Durée de vie**

- La durée de vie des centrales de traitement d'air est de 10 à 25 ans.

EXIGENCES ET MAINTENANCE D'UNE INSTALLATION DE TRAITEMENT D'AIR

Eléments constitutifs d'une installation de traitement de l'air

Ventilateurs de soufflage et de reprise

Batteries froides et chaudes

Humidificateur

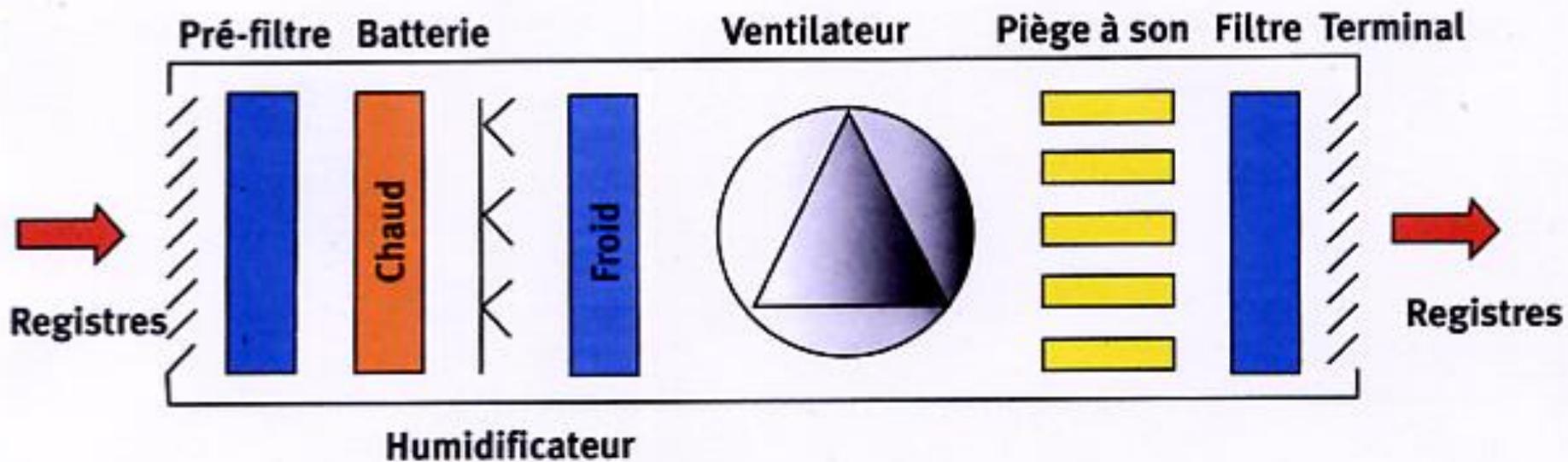
Filtres

Réseau aéraulique de conduite et de distribution de l'air

Equipements annexes tels que :

- pompes de circulation des fluides
- coffret électrique
- gestion technique centralisée
- récupérateur de calories

La centrale de traitement de l'air



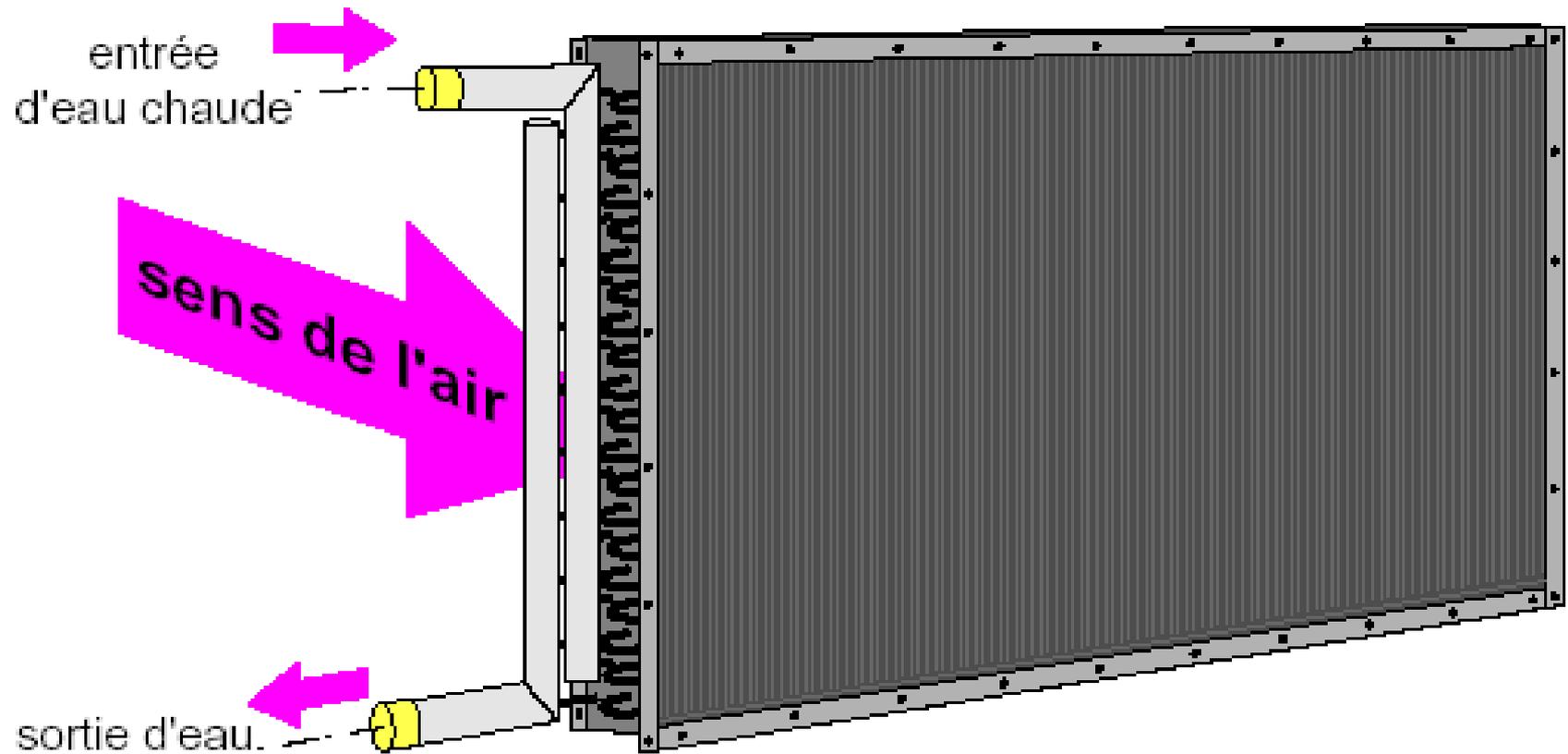
Exemple de centrale intégrée pour salles propres



Ventilateur centrifuge - 30 000 m³/h



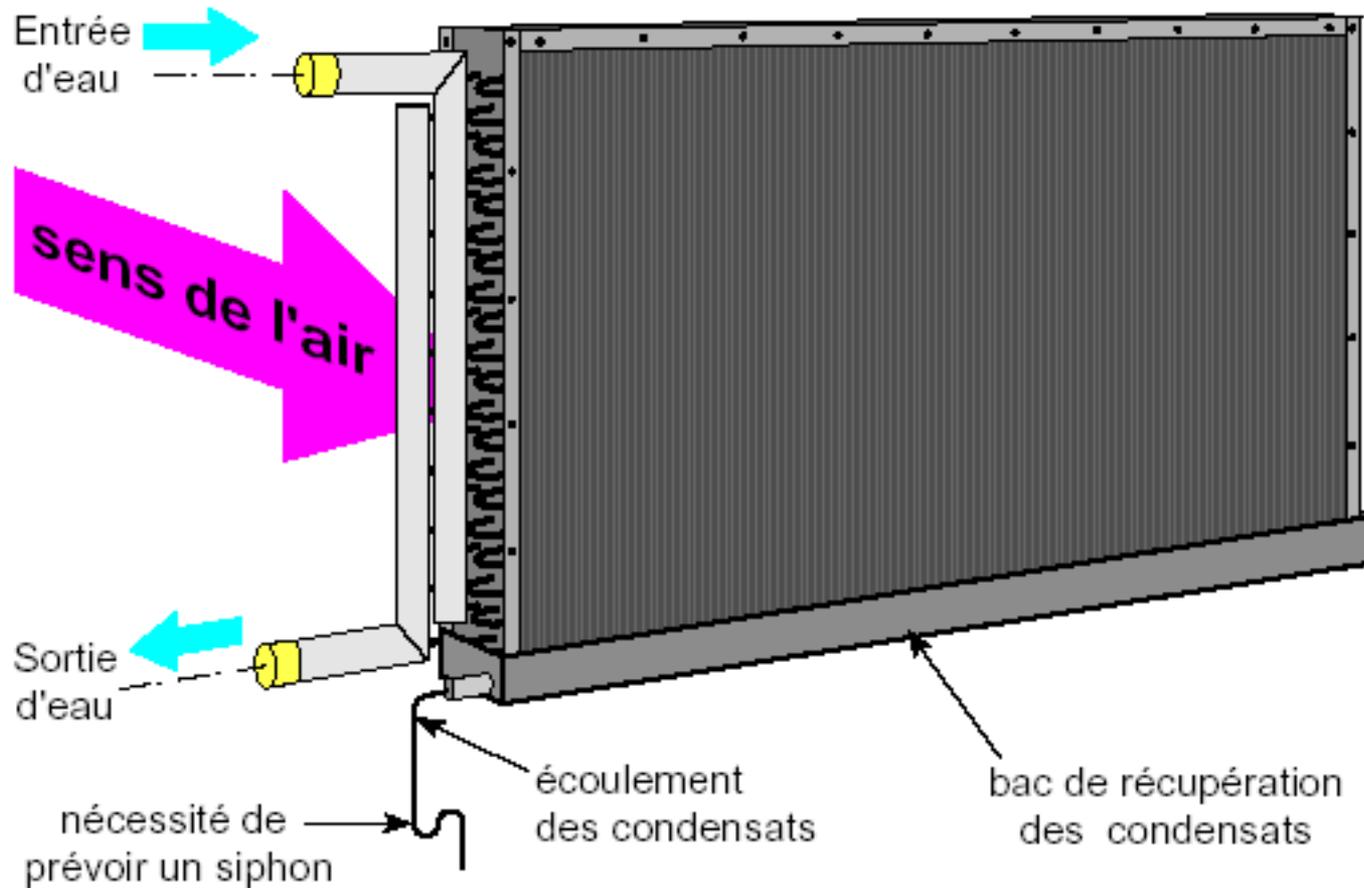
Batterie à eau chaude



La maîtrise des opérations de maintenance

- Une salle propre est un **investissement coûteux** qui est prévu pour une longue durée (20 à 30 ans) à condition que la maintenance de l'installation de traitement de l'air soit assurée.
- L'outil est le **journal de maintenance**.
- Quand on travaille en salle propre ou en zone protégée, une bonne santé de l'installation du traitement de l'air est fondamentale pour la réussite du travail. C'est par la consultation du journal de maintenance que l'on peut être rassuré sur ce point.

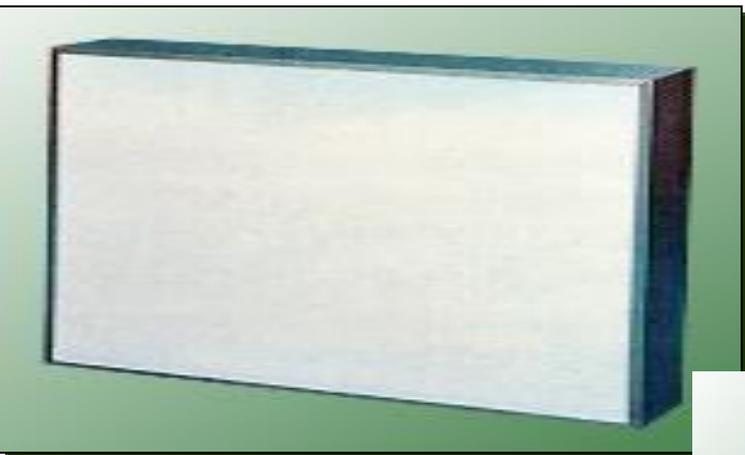
Batterie froide



Un choix de préfiltres gravimétriques



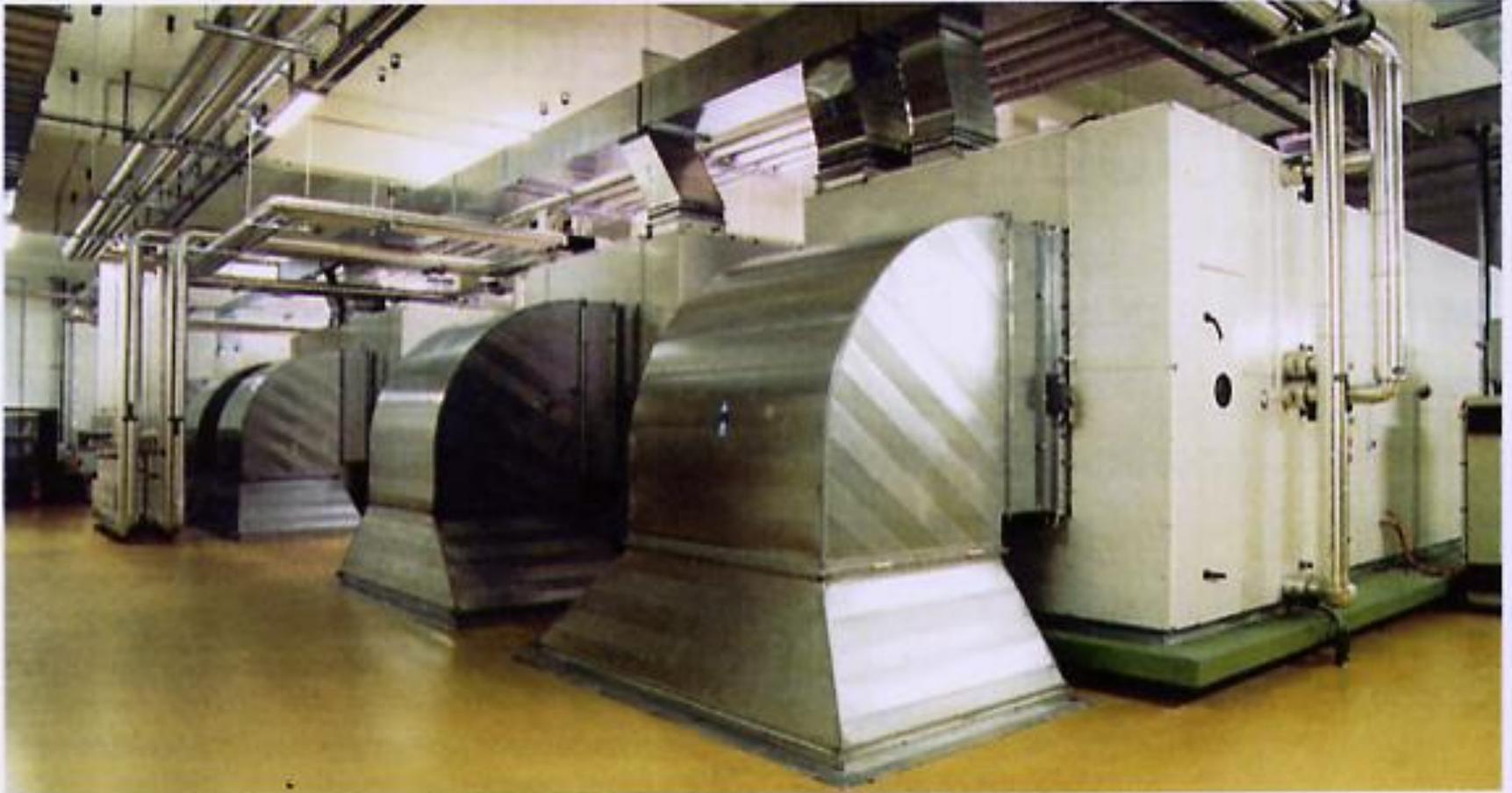
Exemples de filtres THE



Le réseau aéraulique



Exemple de clim - 1million de m³/h



Une centrale de climatisation



Elles comprennent :

- des vérifications

exemple relever la perte de charge d'un filtre

- des opérations d'entretien

exemple nettoyer une grille de soufflage

La maintenance préventive des ventilateurs

Vérifications

Ventilateur en marche

- intensité absorbée
- pression différentielle
- débit d'air (si un dispositif de mesurage a été installé lors de la construction)
- noter toute anomalie telle que bruit ou vibrations, état de vétusté de certaines parties.....

Ventilateur à l'arrêt

- état des pales
- absence de jeu sur l'axe moteur et l'axe ventilateur
- tension et état d'usure des courroies

Opérations d'entretien

(ventilateur à l'arrêt)

- nettoyer les pales
- dépoussiérer l'intérieur de la volute et les tronçons de gaine de raccordement

La maintenance préventive des batteries chaudes ou froides à eau

Vérifications

Installation en fonctionnement

- perte de charge aéraulique
- si disponible noter les températures d'entrée et de sortie du circuit d'eau température de l'air en amont en aval de la batterie
- absence de fuites d'eau et d'air

Installation à l'arrêt

- état de propreté de l'échangeur et des ailettes
- fonctionnement des vannes de régulation suivant instructions du constructeur
- dans le cas de la batterie froide : bon état du bac à condensats et de sa pompe d'évacuation, si elle existe + bon état de la sonde à détection du givre

Opérations d'entretien

(installation à l'arrêt)

- nettoyer les ailettes de la batterie
- dépoussiérer l'intérieur du caisson
- dans le cas de la batterie froide : nettoyer le bac à condensats

La maintenance préventive des humidificateurs



Vérifications

- l'alimentation en eau
- la propreté du bac de récupération
- l'amorçage du siphon
- l'absence d'eau hors du caisson
- mesurer la dureté de l'eau
- pour l'humidificateur à pulvérisation, le bon fonctionnement du circulateur

Opérations d'entretien

- nettoyer les buses de pulvérisation ou les injecteurs
- nettoyer le séparateur de gouttelettes
- nettoyer le bac de récupération
- dépoussiérer l'intérieur du caisson
- désinfecter l'ensemble de l'appareil

La qualité de cette maintenance influence directement les performances des salles propres classées

Il y a lieu de distinguer entre les filtres à très haute efficacité (THE) et les autres placés en amont.

Vérifications

Installation en fonctionnement

- vérifier le bon état des manomètres à liquide et des pressostats
- relever la perte de charge de chaque étage de filtration et la comparer à la valeur maximale en fin de colmatage

Installation à l'arrêt

- vérification visuelle du bon état des filtres et de leur système de montage

La maintenance préventive des filtres à air

Opérations d'entretien

Installation à l'arrêt

- si cela est prévu, démontage et nettoyage des préfiltres de protection des batteries
- démontage des filtres qui ont dépassé leur perte de charge limite ou de ceux dont le remplacement systématique est prévu. Les emballer en vue de leur transport vers leur lieu d'élimination
- nettoyer les parties accessibles des caissons de filtration (si nécessaire s'équiper d'une tenue salle propre)
- nettoyer le cadre de montage et son plan de joints
- mettre en place le filtre neuf (dans le cas des THE veiller à ne pas blesser ou toucher le papier). Serre progressivement en suivant les recommandations du fournisseur du filtre

Installation en fonctionnement

- relever la perte de charge des filtres neufs
- pour les filtres THE en position terminale, tester l'intégrité des filtres et l'étanchéité de leur montage

Maintenance préventive du réseau aéraulique

Vérifications

Installation en fonctionnement

- relever les pressions différentielles entre les différents locaux
- examen visuel de l'état extérieur des conduites et de leur calorifugeage
- recherche de fuites éventuelles au niveau des raccordements
- vérification de la classe d'étanchéité du réseau
- état général et de propreté des bouches de soufflage et de reprise

Installation à l'arrêt

- bon fonctionnement des registres, des clapets, des volets des bouches de soufflage et de reprise
 - état de propreté des parties les plus empoussiérées du réseau.
- Éventuellement mesurage de cet état

Maintenance préventive du réseau aéraulique



Opérations d'entretien

Installation à l'arrêt

- un nettoyage périodique du réseau est nécessaire. Si cette opération est facile pour les parties accessibles telles que les grilles de soufflage, la partie interne peut nécessiter l'intervention de sociétés spécialisées

Installation en fonctionnement

- si une opération métrologique de qualification a révélé que le réseau était déséquilibré, mesurage des débits et éventuel opération de rééquilibrage

Périodicité des interventions

► Elle peut être prévue par des textes réglementaires ou des prescriptions normatives. Elle doit être clairement fixée par le journal de maintenance. Ci-après des valeurs moyennes.

- **Ventilateur** semestrielle
- **Batteries** semestrielle
- **Humidificateur** trimestrielle
- **Filtres à air**
 - Vérifications trimestrielles
 - Entretien suivant comportement au colmatage ou suivant une périodicité systématique sauf test des filtres THE tous les deux ans
- **Réseau aéraulique** annuelle

Journal de maintenance

- ▶ Descriptif de l'installation :
 - Performances attendues
 - Performances lors de la qualification
- ▶ Référentiel de maintenance préventive
 - Inventaire des équipements
 - Liste des pièces d'usure avec fréquence de renouvellement
- ▶ Rapport des opérations :
 - Maintenance préventive
 - Maintenance curative



Projet de rénovation d'un bâtiment

ETUDE DE CAS

- ▶ Le bâtiment, objet de cette rénovation, date de 1984.
- ▶ Il présente une surface de 2 750 m² (2 350 m² chauffés / 5 800 m³) sur 4 niveaux.
- ▶ 100 personnes travaillent quotidiennement dans ces locaux.
- ▶ Suite à un diagnostic énergétique réalisé auparavant en 2007, le Maître d'ouvrage accompagné, a sollicité l'aide d'un bureau d'études pour exploiter les conclusions du diagnostic et mettre en place une série d'actions visant à réduire les consommations énergétiques du bâtiment.
- ▶ La vétusté des installations (chaudière percée, GTC inopérante, groupe froid au R22, CTA obsolète) et l'inconfort lié à la vétusté des installations ont orienté le projet vers une rénovation des équipements plutôt que vers un traitement des parois.

ETAT DES LIEUX (suite)

- ▶ De plus le bâtiment a une architecture très découpée et des façades peu propices à une ITE (mais très déperditive du fait des surfaces exposées).
- ▶ Les parois opaques ont une bonne résistance thermique, les ouvrants sont moins bien traités d'autant que la part des vitrages est importante.
- ▶ Le remplacement des ouvrants (actuellement châssis alu sans rupture de pont thermique et vitrage 4/6/4) par des huisseries PVC et vitrage peu émissif 4/16/4 argon, amènerai un plus d'un point de vu du confort et compléterai les mesures d'économie d'énergie.

ETAT DES LIEUX (suite)

- ▶ Mais le cout élevé de ces travaux (environ 210 000 € HT) et le gain attendu sur les consommations (5 000 € par an) rendent l'opération difficile à porter (temps de retour supérieur à 40 ans).
- ▶ Par ailleurs, des actions pour réduire les consommations électriques (éclairage notamment) seront menées en interne.
- ▶ Lors des travaux en toiture (alors que les installations techniques ont été entièrement déposées) le maître d'ouvrage a fait rénover l'étanchéité de la toiture-terrasse et renforcer l'isolation par ajout de 50 mm de polyuréthane.

- ▶ Le projet s'est donc axé sur la rénovation des installations et traitera prioritairement le confort des occupants et la performance énergétique des équipements.
- ▶ L'installation de chauffage et rafraîchissement est du type tout air neuf à débit variable, le chauffage est aidé avec une base par plancher chauffant (1/4 des besoins).
- ▶ Une chaufferie gaz naturel et un groupe froid alimentent les 2 CTA (une par façade).
 - Rénovation de la GTC :
 - Remplacement des automates, de l'ensemble des capteurs, des actionneurs et du logiciel de supervision.
 - Rénovation de la chaufferie :
 - Mise en conformité,
 - Remplacement de la chaudière par un modèle modulant à condensation,
 - Remplacement des circulateurs,
 - Remplacement de l'armoire électrique

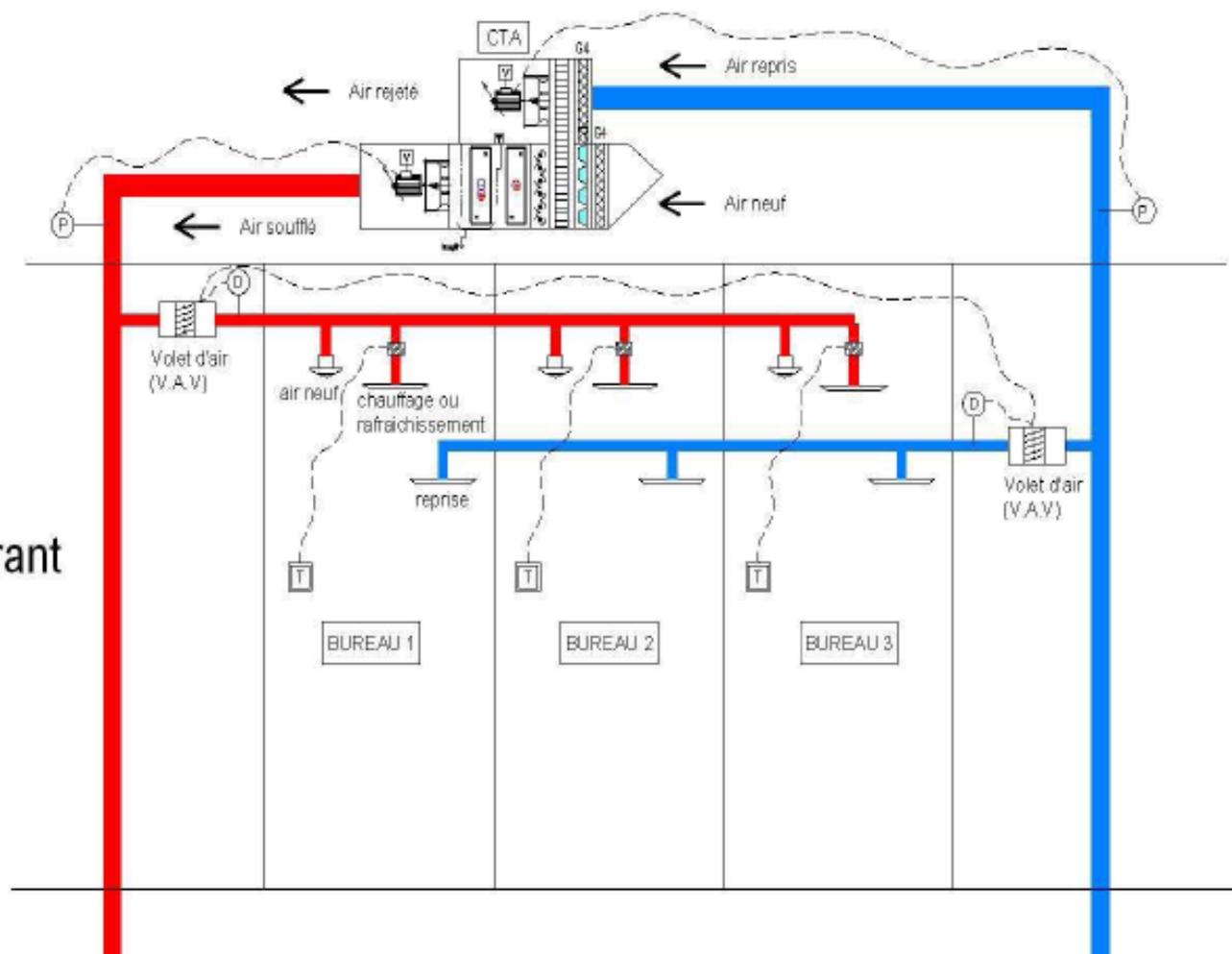
PROJET (suite)

- Rénovation de la production d'eau glacée :
 - Remplacement du groupe froid au R22 par un groupe réversible au R410A,
- Rénovation des CTA :
 - Remplacement des 2 CTA par des modèles à débit variable et pression constante équipés de récupérateurs à roue à vitesse variable et batteries basse température.
- Rénovation de la distribution d'air à débit variable :
 - Remplacement des volets d'air par des boites à débit variable sur le soufflage et la reprise. (contrôle de la pression au soufflage et du débit sur la reprise).
 - Pose de diffuseur d'air neuf à débit fixe.

GTC et Régulation

- ▶ Afin d'optimiser les coûts, le choix s'est porté sur une solution de rénovation qui a permis de conserver une partie du matériel.
- ▶ Les automates ont été remplacés et raccordés aux modules de commandes existant,
- ▶ Les moteurs des volets d'air des bureaux et les sondes d'ambiance (91 zones de régulations) ont également été conservé après vérification et remise à niveau.
- ▶ La supervision à été remplacé, un PC a été installé dans le LT ventilation et le système est accessible en local via le réseau interne et à distance par Internet.

Etage Courant



► Chaudière modulante à condensation

- L'ancienne chaudière fonte à été remplacée par une chaudière modulante à condensation.
- Ce type de chaudière permet des travaux ultérieures, notamment sur le bâti, du fait de l'adaptation de sa puissance aux besoins du bâtiment.

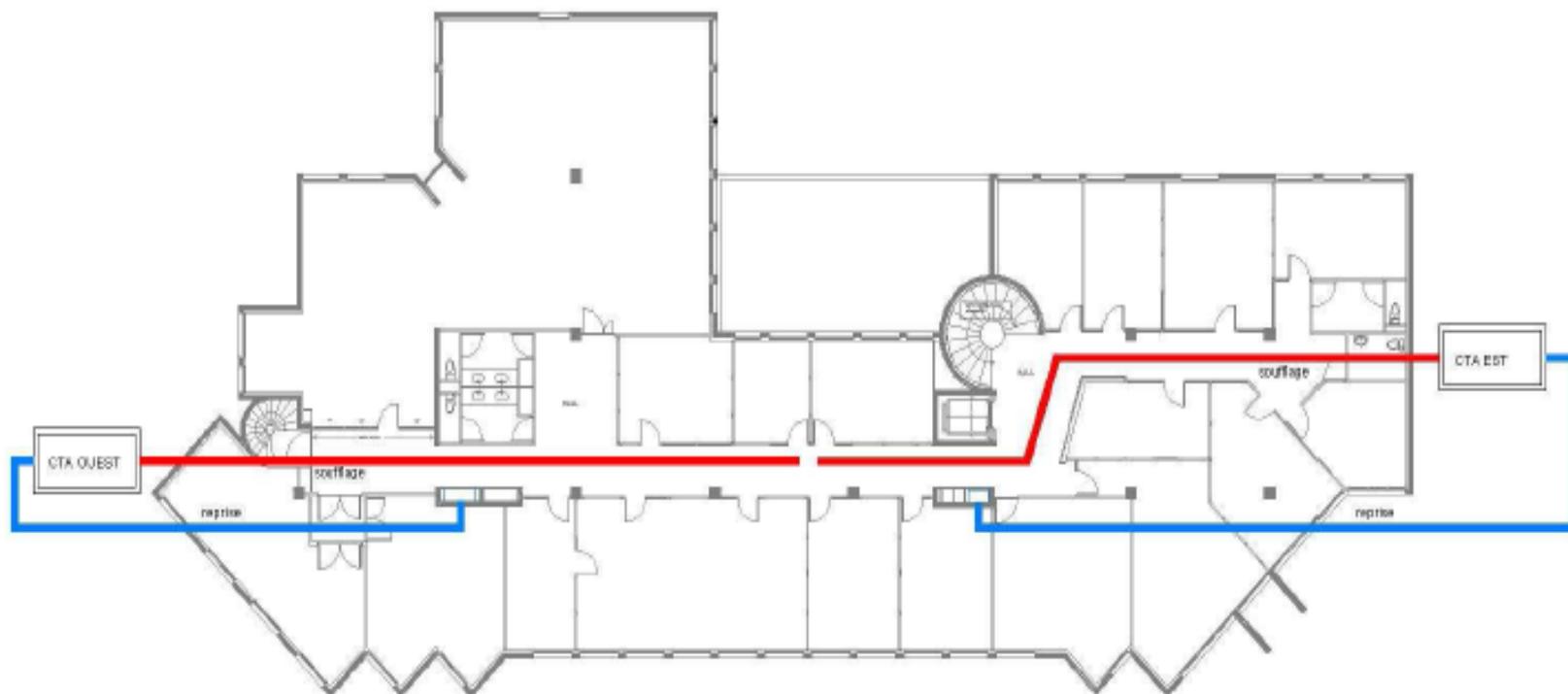


- ▶ Le groupe de production d'eau glacée (contenant du R22) à été remplacé par un groupe réversible permettant aussi la production d'eau chaude en moyenne saison.
- ▶ La plus value est faible et permet à l'exploitant de choisir son mode de production en fonction de ses choix énergétique.
- ▶ La PAC peut couvrir les besoins en chauffage du bâtiment, avec un COP de 3, jusqu'a +5° C extérieur. (COP 2.76 à 0° C)
- ▶ Tout comme la chaudière, la PAC, avec 2 circuits frigorifiques et 4 étages par circuit, peut adapter sa puissance de 20 à 100%

GRUPE D'EAU GLACEE



- ▶ Les CTA ont été remplacés par des modèle identiques, en terme de capacité, mais plus performantes d'un point de vu énergétique.
- ▶ Auparavant la variation de débit se faisait par des bipass sur l'air (les moteurs tournaient à 100% en permanence) et le bâtiment était toujours en surpression (plus ou moins forte).
 - Débit variable par variation de vitesse sur les moteurs.
- ▶ Les batteries à eau avaient des régimes élevées (6 / 12 en eau glacée et 80 / 60 en eau chaude).
 - 10 / 15 en eau glacée et 60 / 40 pour l'eau chaude.
- ▶ Les récupérateurs a caloporteur avaient un rendement de 30% environ.
 - 80% pour les récupérateur à roue et récupération en été.

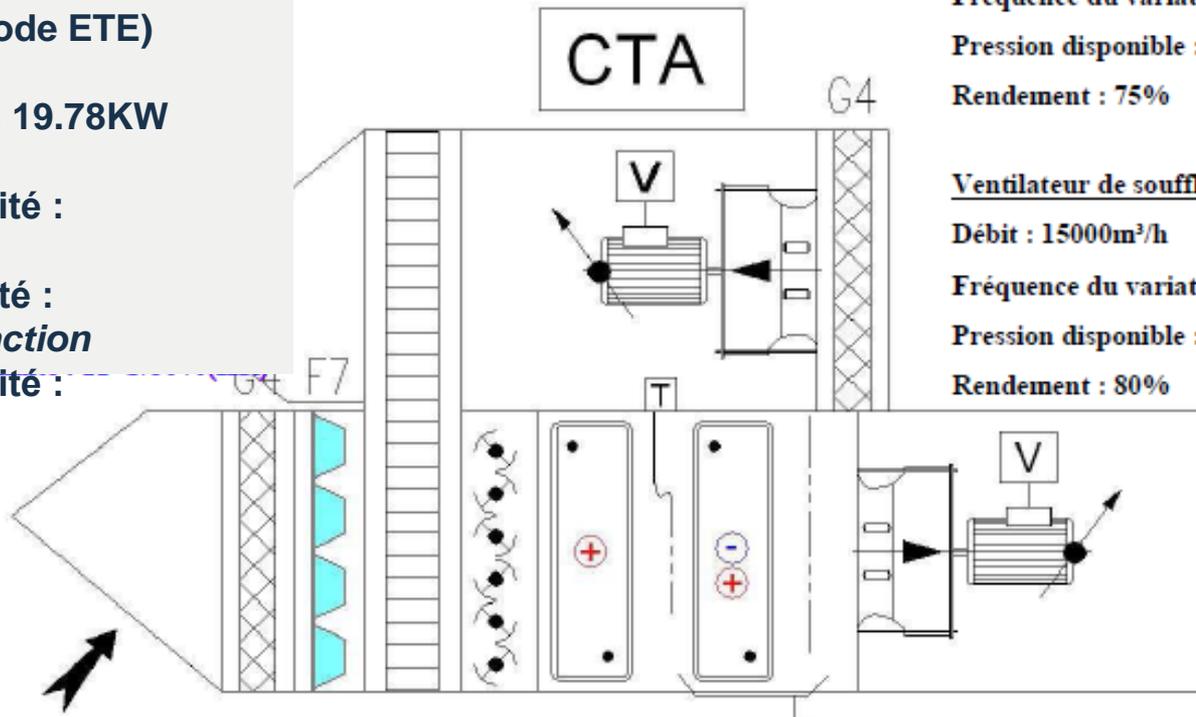






CTA MODE ETE

Echangeur rotatif : (Mode ETE)
Efficacité : 80%
Puissance récupérée : 19.78KW
Coté introduction
T° entrée d'air / humidité :
32°C/45%(HR)
T° sortie d'air / humidité :
28°C/56.7%(Coté extraction
T° entrée d'air / humidité :
27°C/50%(HR)



Ventilateur d'extraction :

Débit : 15000m³/h

Fréquence du variateur : 52Hz

Pression disponible : 300pa

Rendement : 75%

Ventilateur de soufflage :

Débit : 15000m³/h

Fréquence du variateur : 63.3Hz

Pression disponible : 300pa

Rendement : 80%

Batterie froide : (Mode ETE)

Puissance : 120KW

T° entrée/sortie fluide : 10°C/15°C

T° entrée d'air / humidité :

28°C/56.7%(HR)

T° sortie d'air / humidité : 13.5°C/99.2%

CTA MODE hiver

Echangeur rotatif : (Mode HIVER)

Efficacité : 80.1%

Puissance récupérée : 152.9 KW

Coté introduction

T° entrée d'air / humidité :

10°C/90%(HR)

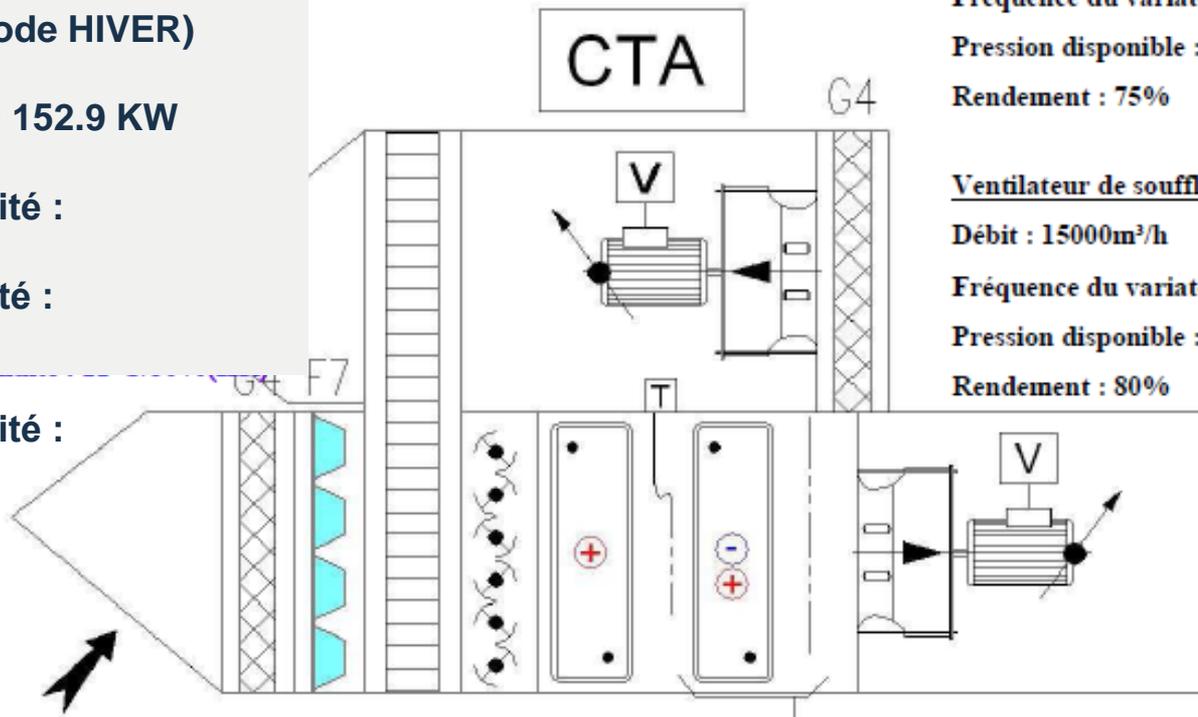
T° sortie d'air / humidité :

14.8°C/38%(HR)

Coté extraction

T° entrée d'air / humidité :

21°C/50%(HR)



Ventilateur d'extraction :

Débit : 15000m³/h

Fréquence du variateur : 52Hz

Pression disponible : 300pa

Rendement : 75%

Ventilateur de soufflage :

Débit : 15000m³/h

Fréquence du variateur : 63.3Hz

Pression disponible : 300pa

Rendement : 80%

Batterie chaude : (Mode HIVER)

Puissance : 140KW

T° entrée/sortie fluide: 60°C/40°C

T° entrée d'air / humidité : 14.8°C/38%(HR)

T° sortie d'air / humidité : 43.5°C/7.2%(HR)

Batterie froide : (Mode HIVER)

Puissance : 132KW

T° entrée/sortie fluide : 45°C/39.5°C

T° entrée d'air / humidité :

14.8°C/38%(HR)

T° sortie d'air / humidité :

41.9°C/7.83%(HR)

- ▶ Batterie froide : (Mode ETE)
- ▶ Puissance : 120KW
- ▶ T° entrée/sortie fluide : 10° C/15° C
- ▶ T° entrée d'air / humidité : 28° C/56.7%(HR)
- ▶ T° sortie d'air / humidité : 13.5°

CTA

SOLUTIONS D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE

Choix des composants dans une centrale de traitement d'air

- ▶ **Identifier les meilleurs moyens de réduire les consommations énergétiques d'une CTA**
- ▶ Un récupérateur d'énergie n'est pas seulement une efficacité, il doit également répondre à une norme et être adapté au type d'application à laquelle il sera destiné. Les paramètres à prendre en compte : l'efficacité, la perte de charge générée sur le circuit d'air et d'eau pour certains, la méthode de régulation, les consommations engendrées par son fonctionnement.
- ▶ Des échangeurs de chaleur parfaitement dimensionnés et à faible pertes de charge.
- ▶ Maîtriser la vitesse de passage de l'air en CTA permet de réduire la consommation électrique des ventilateurs.
- ▶ Des groupes moto-ventilateur plus performants génèrent non seulement des économies de fonctionnement mais offrent également une souplesse de fonctionnement.
- ▶ Une filtration performante, parfaitement dimensionnée et à faible pertes de charge, une régulation intelligente et adaptée au mode d'occupation du bâtiment représente une part non négligeable dans les possibilités d'économies d'énergies à réaliser lors de l'exploitation d'une CTA.

Le rôle de chaque composant

- ▶ **Diminuer la vitesse de passage de l'air en CTA**
- ▶ La vitesse d'air en CTA réduit la perte de charge de chaque élément qui la compose et donc la consommation électrique des ventilateurs.
- ▶ Les pertes de charge à combattre étant moins importantes, le ventilateur aura moins d'efforts à fournir et consommera moins d'électricité.
- ▶ Un abaissement de la vitesse en section libre (VSL) permet très souvent d'augmenter la température de sortie du récupérateur, ceci ayant un effet direct sur l'efficacité.
- ▶ Une réduction de la vitesse de passage en CTA s'accompagne également d'un abaissement des niveaux sonores et peut permettre de diminuer les tailles des pièges à son.
- ▶ Pour des consommations énergétiques optimisées on recommande une vitesse d'air en section libre ≤ 2 m/s et des centrales de traitement d'air lisses à l'intérieur.

► Isolation

- Avant de songer à récupérer de l'énergie, il faut que la centrale d'air soit bien isolée et à rupture de pont thermique.

► Etanchéité :

- Centrales d'air les plus étanches possibles.



- ▶ Les filtres sont indispensables pour assurer une bonne qualité d'air et protéger les récupérateurs. Ainsi ils conserveront leur performance dans le temps. Le choix de leur classe énergétique et de leur efficacité sont importants mais leur montage est primordial.
- ▶ Le montage doit se faire sur cadre (tout le débit d'air passe dans le filtre) et non sur simple glissière en raison du risque de fuites. La perte de charge de ces filtres doit être contrôlée régulièrement.

- ▶ Les registres étanches sont montés en centrale d'air. Il n'y a pas de fuite hors du caisson ni de traversée d'axe du moteur.



- ▶ Pour une exploitation des CTA au plus proche des besoins de ses clients, On recommande une régulation du débit de la CTA en fonction de son occupation. Une sonde de qualité d'air détectera l'occupation des locaux grâce a la quantité de CO2 rejetée par les occupants. En fonction de l'occupation, le débit sera module selon une plage qui sera paramétrée dans la régulation.

INDUSTRIE PHARMACEUTIQUE

ETUDE DE CAS

INVENTAIRE



- ▶ L'entreprise possède 23 CTA, alimentées en chaud et/ou froid pour les besoins des locaux. Une centrale de traitement d'air est un équipement qui modifie les conditions thermiques et massiques de l'air, elle est un groupe externe qui, par l'intermédiaire d'un réseau de gaines de soufflage et d'aspiration gère la température et l'hygrométrie d'un local donné.

- ▶ Elles sont installées sur les terrasses ou à côté des locaux voulues, et sont connectées par des tuyaux qui l'approvisionnent en eau froide provenant du groupe d'eau glacée GEG.
- ▶ Ces installations assurent la mise en dépression des différents ateliers de l'usine et cela pour limiter les élévations du degré de température qui sont souvent liées aux procédés de fabrication et ce avec des extracteurs en caisson, ou au contraire en assurer la mise en surpression.
- ▶ Les CTA sont constitués de plusieurs composants assurant son fonctionnement à savoir : échangeur, batterie froide, batterie chaude, moteurs, filtres séparateurs et systèmes d'entraînement.

Nom	Code A.Q	Élément	No:	Batterie	Débit m3/h
CTA - C- P1 formes sèches	CTA - 02 - FSC	CTA AN	36	F	5 800
		CTA	45	F et C	13 000
		EXTR 3	41		
CTA - P1 formes sèches	CTA - 01 - FSC	CTA AN	36	F	5 800
		CTA FS	35	F	5 490
		EXTR 1	39		
		EXTR 2	40		
CTA - B - P1 formes Pateuses et liquides	CTA - 01 - PLS	CTA	44	F et C	20 730
CTA sachets (C.P.3) P1 RDC		CTA AN	15	F	5 000
		CTA Sachets	14	F et C	7 950
CTA Injectables P2 RDC	CTA - 01 -SIR	CTA AN	47	F	6 130
		CTA	46	F et C	11 580
		EXTR 4	48		
CTA: PS/2 RDC	CTA - 02 -PSC	CTA AN	24	F	
		MUNTERS	27	C	
		CTA	23	F et C	6 700
		EXTR2	91		
		EXTR3	20		
		EXTR5	25		
CTA RDC P2	CTA - 02 - SIP	CTA	49	F et C	8 000
		EXTR 4	92		
CTA Buvables		CTA	49	F et C	
CTA 4 FAMAR		CTA	34	F et C	7 000
CTA DEVELOPPEMENT		CTA	81	F et C	9 576
CTA PS/1 FS 1er ETAGE	CTA - 01-PSF	CTA AN	18	F	
		MUNTERS 1	21	C	
		MUNTERS 2	22	C	
		CTA	17	F et C	9 576
		EXTR1	20		
		EXTR4	19		
Salles fractionnement 1er étage		CTA	13	F	
		MUNTERS 1		C	
CTA bétalactamines Formes orales (PENI)	CTA - 02 -BLO	CTA AN	9	F	3 000
		DESHYDRATEUR	12	C	
		CTA	8	F et C	11 000
		EXT LAVERIE	10		
		EXT PESEES	11		
CTA BLOC STERILE	CTA - 01 - BLI	CTA	13	F	17 000
		EXTR	93		
CTA BETALACTAMINES SAS	CTA - 03 - BLS	CTA	97	F et C	5 300
CTA BETALACTAMINES zone annexe bloc sterile	CTA - 04 - BLC	CTA	98	F et C	4 550
CTA Compensation - SORBONNES		CTA	97	F et C	
		EXTR1			
		EXTR2	99		
		EXTR3	100		
CTA MICROBIOLOGIE	CTA - 02 - LCM	CTA AN	31	F	
		CTA MICROBIO	30	F et C	
		EXTR5	32		
CTA LABO PHYSIQUE		CTA	43	F et C	
		EXTR2	84		
CTA - A -P1 LABO CHIMIE	CTA - 01 - LCQ	CTA	42		
CTA PESEE MAGASIN 1		CTA	50	F et C	4 638
		EXTR LAVERIE	95		
CTA FRAC.MAG1		CTA	51	F et C	125
CTA MAG3		CTA	101	F et C	

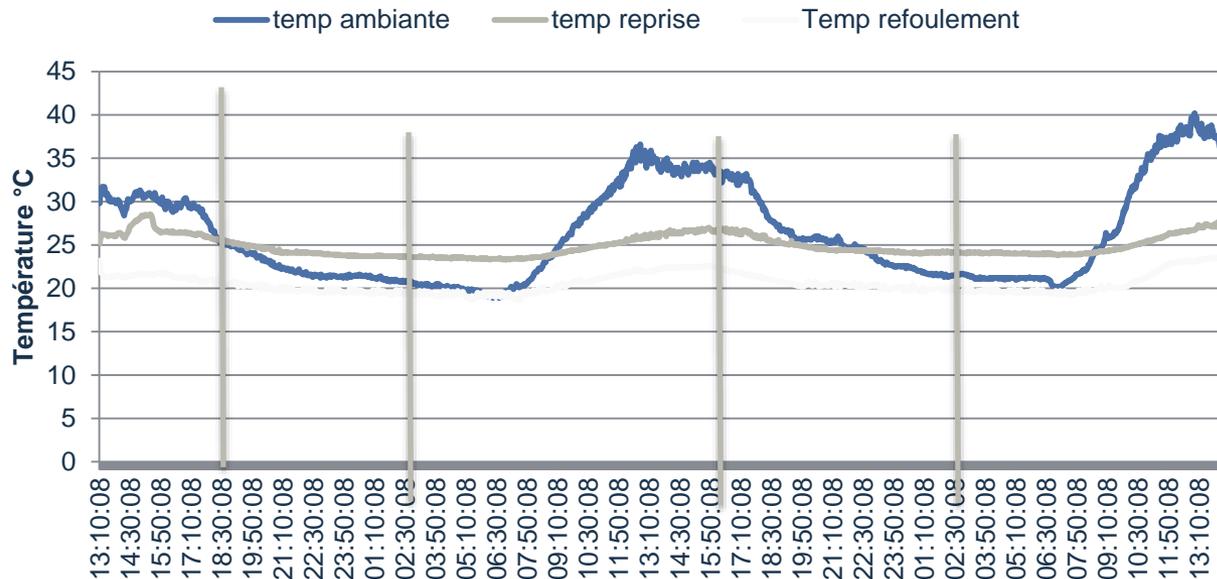
CTA No:44

- ▶ débit de 20 730 m³/h



Relevé des températures

Evolution des températures CTA 44



Le débit de l'air repris représente 94% de l'air soufflé alors que l'air neuf ne représente que 6%.
D'ailleurs les registres sont bloqués et ne font pas l'objet d'un réglage.

CTA 44	m/s	section	débit m3/h	%
Air de refolement	3,6	1,56	20 218	100%
AN	0,82	0,42	1 240	6%
Air repris	4,7	1,12	18 950	94%

- ▶ Le réglage des registres d'air neuf permet d'économiser de l'énergie. Quand la température ambiante est inférieure à celle de refoulement (17h à 8h en été ou en hiver quand la température est basse), il faut ouvrir le registre d'air neuf à plus de 80%. L'installation d'un registre muni d'un moteur asservi peut être envisagée. L'économie annuelle qui découle de cette action (en se basant sur un COP_{froid} de 2.5 pour les groupes de froid) est de **33 288 kWh/an**.



Anomalies









Move Forward with Confidence*