

Le traitement de l'air des piscines publiques

PLAN

Introduction au traitement de l'air

Le rôle de la centrale de traitement d'air (CTA)

Les composants d'une CTA

Le dimensionnement

Les procédés de déshumidification de l'air

La diffusion de l'air dans le hall des bassins

Le traitement de l'air permet de régler simultanément les caractéristiques de l'atmosphère d'un local :

- température
- pression
- hygrométrie
- propreté

L'apport d'air neuf constitue la base du traitement de l'air.

Quelques définitions

L'humidité absolue [kg/kg_{air sec}]

C'est la quantité de vapeur d'eau présente dans l'air.

L'humidité relative

L'hygrométrie représente approximativement le rapport entre l'humidité absolue de l'air et l'humidité de saturation.

L'enthalpie de l'air [kJ/kg]

C'est l'énergie contenue dans l'air. Par convention, l'enthalpie de l'air totalement sec à 0 [°C] est nulle. L'enthalpie augmente avec la température de l'air et sa teneur en humidité

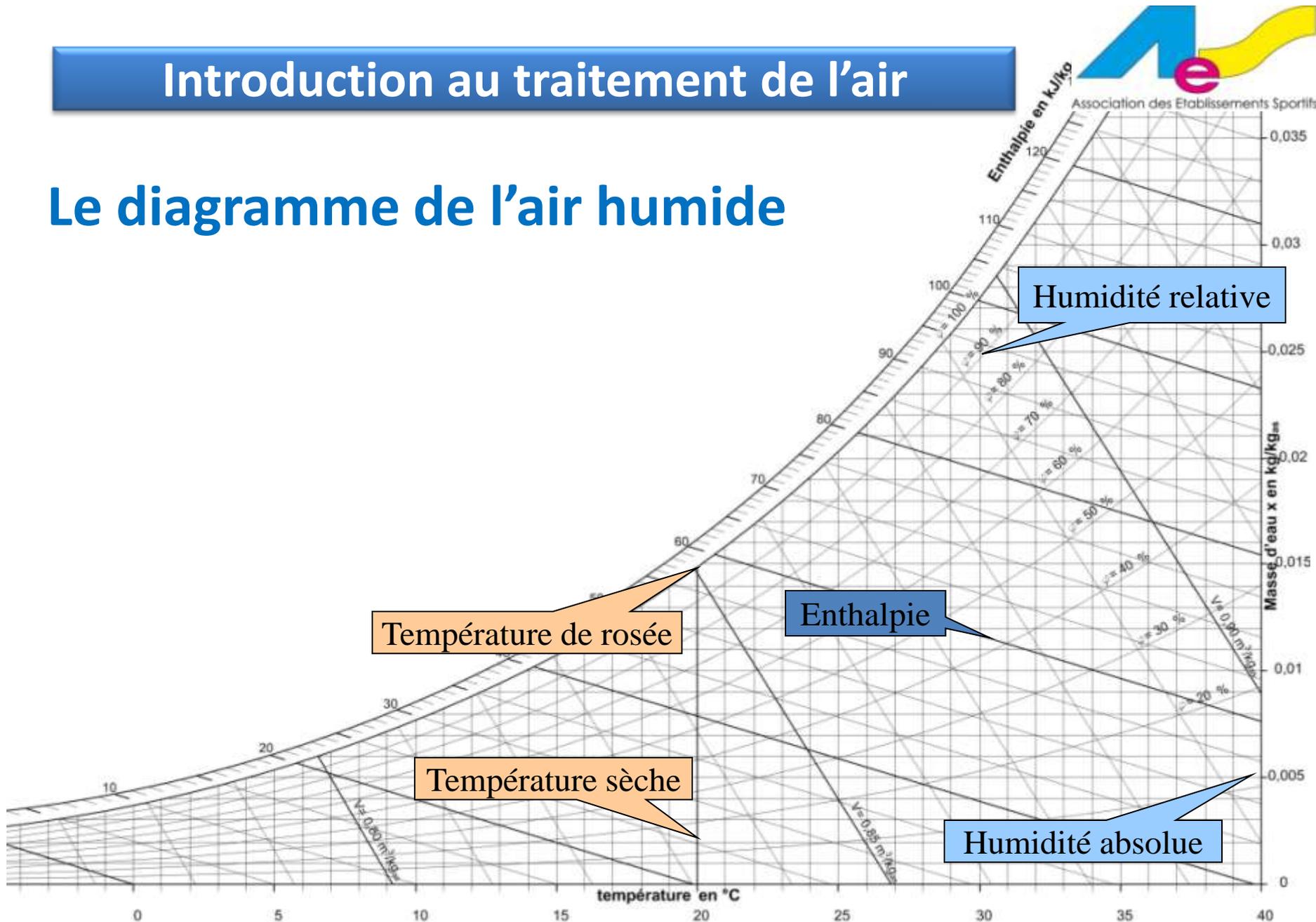
La température de rosée

C'est la température à partir de laquelle la vapeur d'eau contenue dans l'air commence à se condenser quand l'air se refroidit.

Introduction au traitement de l'air



Le diagramme de l'air humide



Température de rosée

Enthalpie

Humidité relative

Température sèche

Humidité absolue

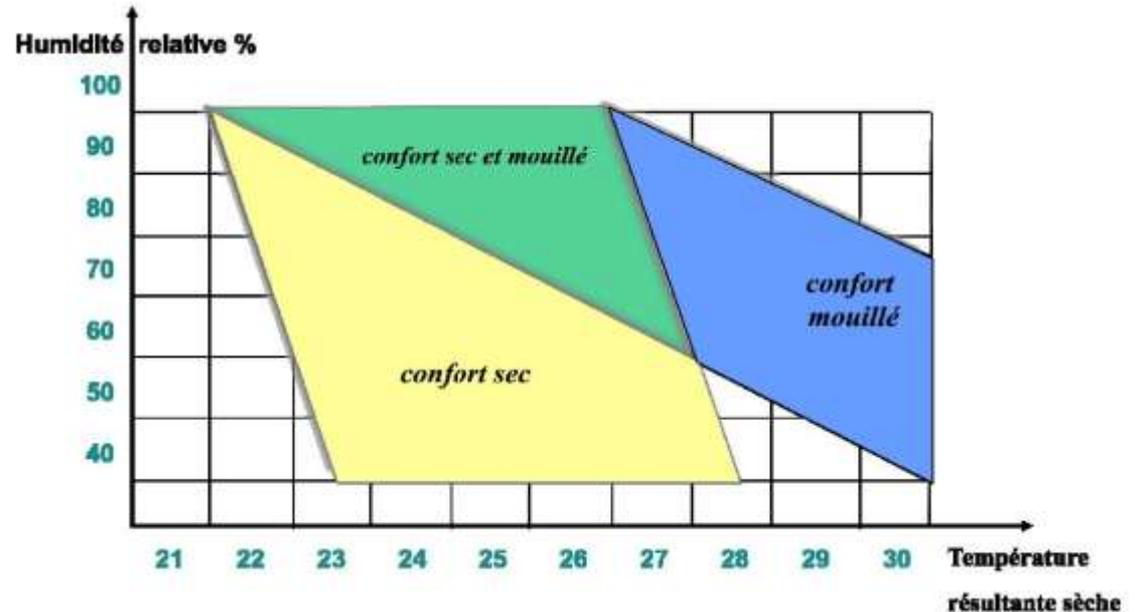
Le rôle de la centrale de traitement d'air

TRAITEMENT	OPERATIONS
<u>Mécanique</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Filtration particulaire • Pulsion (aspiration et refoulement) • Mélange
<u>Thermique</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Chauffage • Refroidissement • Déshumidification • Humidification
<u>Physico-chimique</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Filtration moléculaire • Déshydratation chimique
<u>Acoustique</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Pièges à sons

Le rôle de la centrale de traitement d'air

Confort

- Température
- Humidité relative
- Pression
- Qualité de l'air



Récupération d'énergie

- Evaporation du plan d'eau
- Apports calorifiques extérieurs/intérieurs

La filtration

- Protection des éléments de la CTA
- Hygiène et qualité d'air
- Pré-filtre : G4
- Filtre opacimétrique : F6 ou F7
- Sonde manométrique



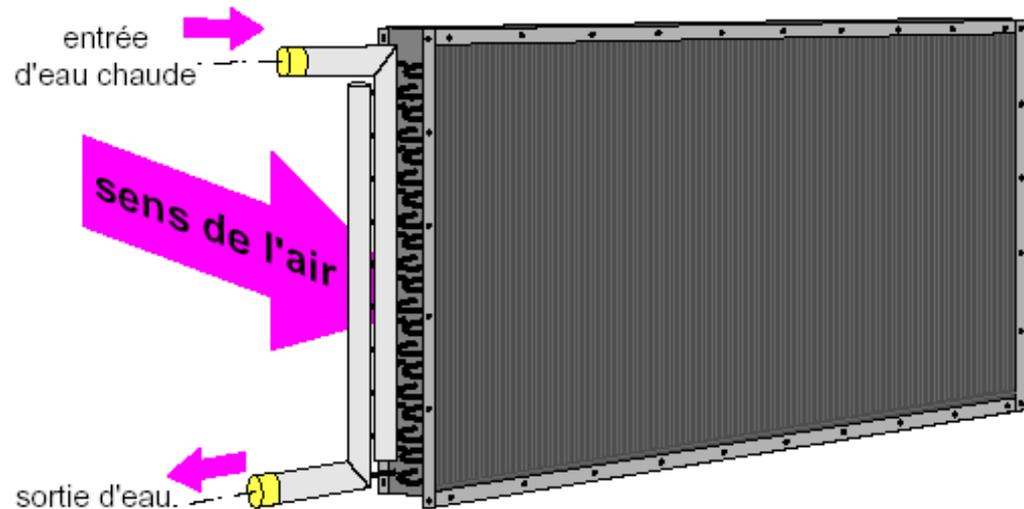
Filtre plan



Filtre à poches

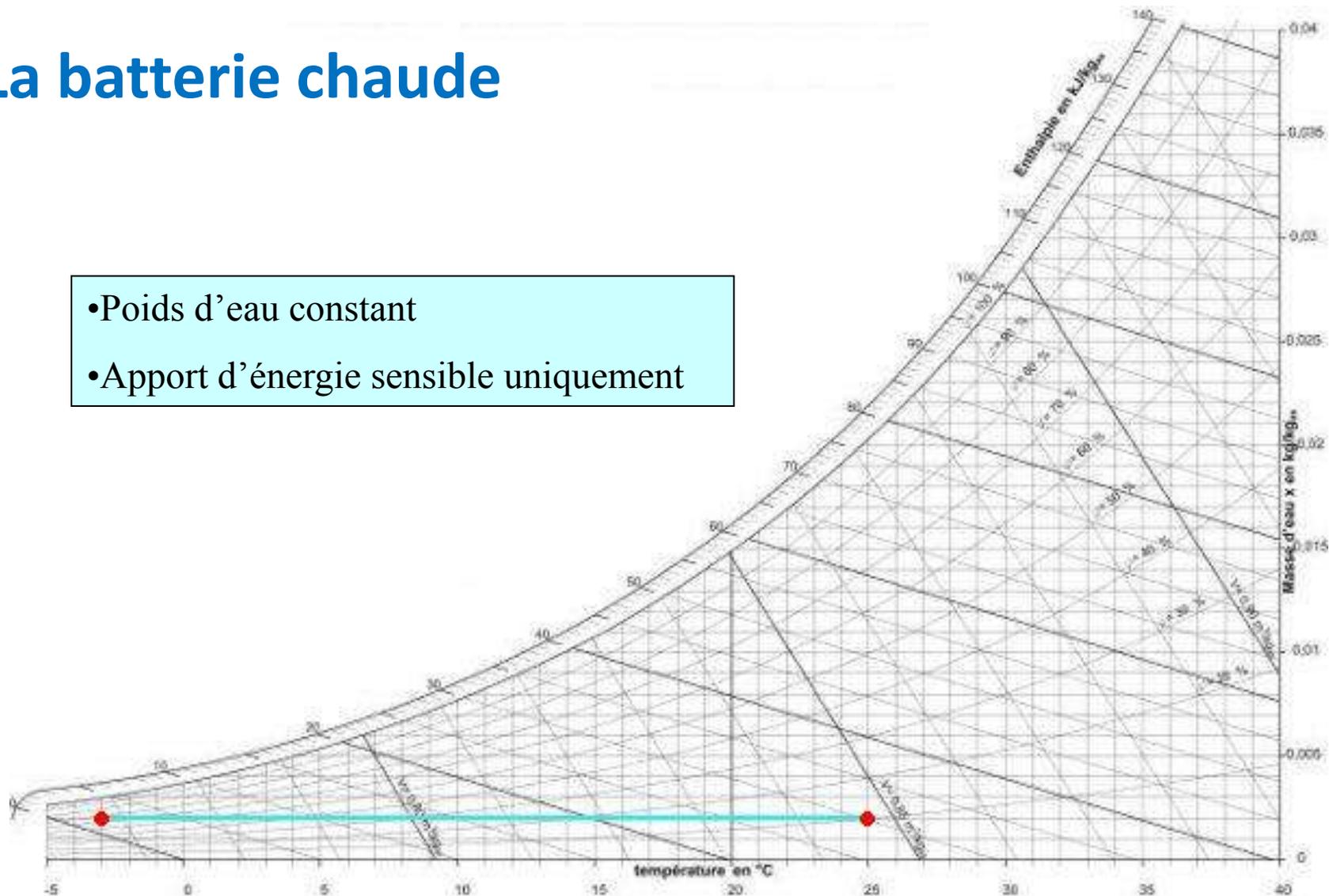
La batterie chaude

- Assure le préchauffage ou le chauffage de l'air
- Alimentée généralement en eau chaude, mais également eau surchauffée, vapeur, fluide thermique
- Régulation par variation du débit d'eau ou par variation de la température
- En application eau chaude, construction tube cuivre / ailettes aluminium
- Possibilité de revêtements spécifiques anticorrosion (pré-laquage polyuréthane, BLYGOLD, HERESITE,...



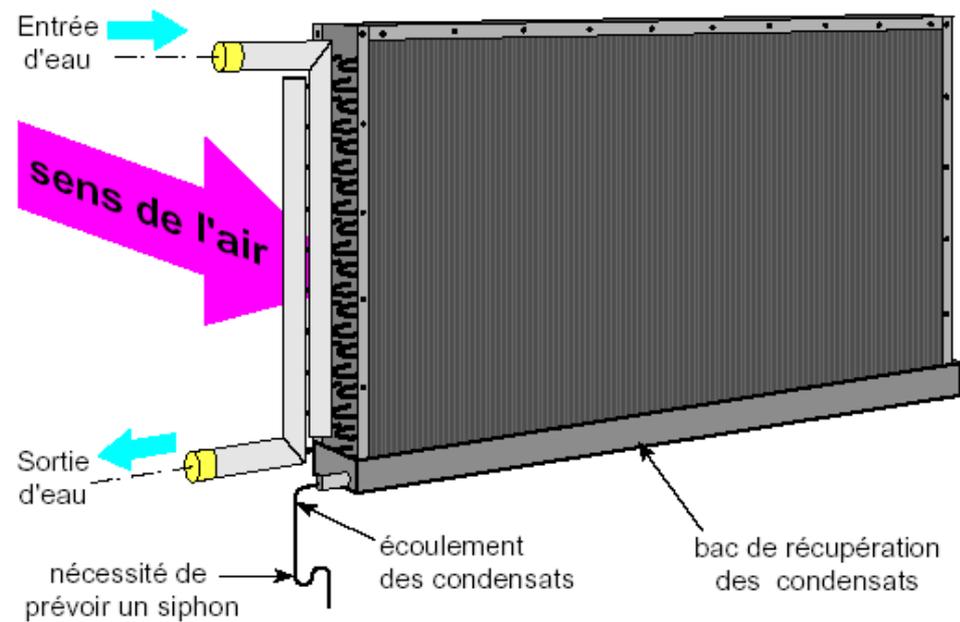
La batterie chaude

- Poids d'eau constant
- Apport d'énergie sensible uniquement



La batterie froide

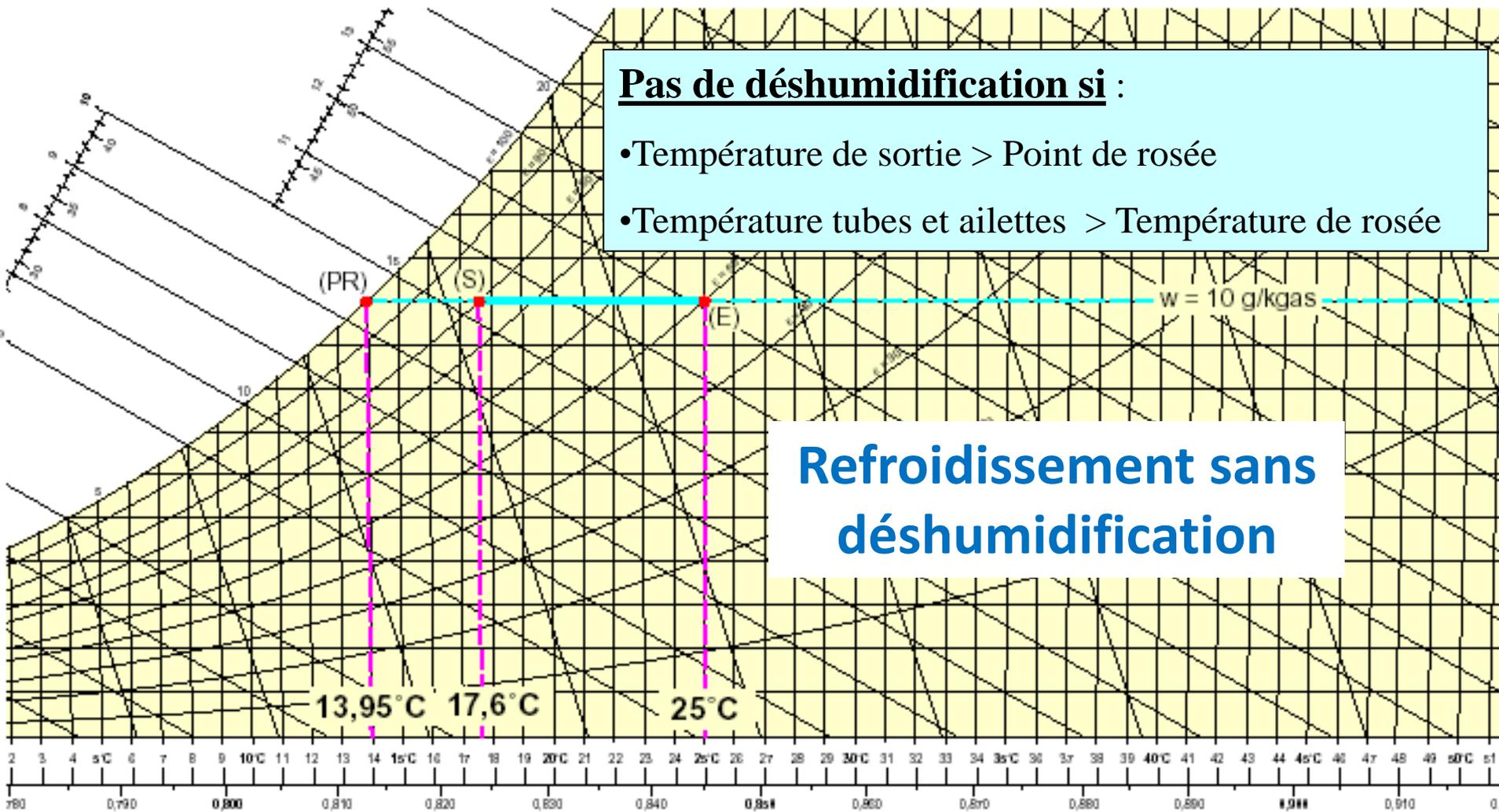
- Assure le refroidissement et/ou la déshumidification de l'air
- Alimentée généralement en eau froide (pure ou glycolée), mais également en fluide frigorigène
- Régulation par variation du débit d'eau ou par variation de la température
- Construction tube cuivre / ailettes aluminium
- Possibilité de revêtements spécifiques anticorrosion (pré-laquage polyuréthane, BLYGOLD, HERESITE,...



La batterie froide

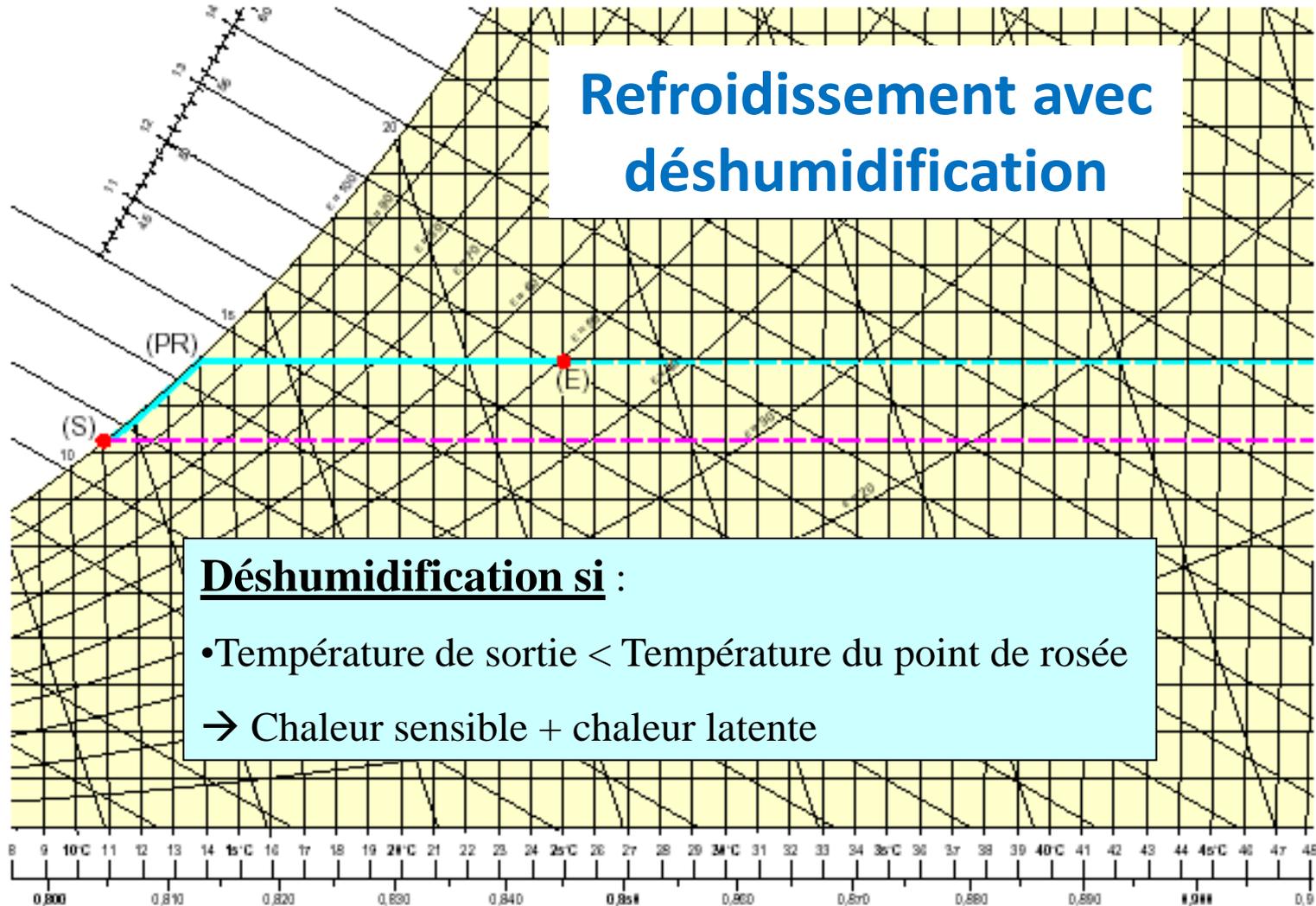
Pas de déshumidification si :

- Température de sortie > Point de rosée
- Température tubes et ailettes > Température de rosée



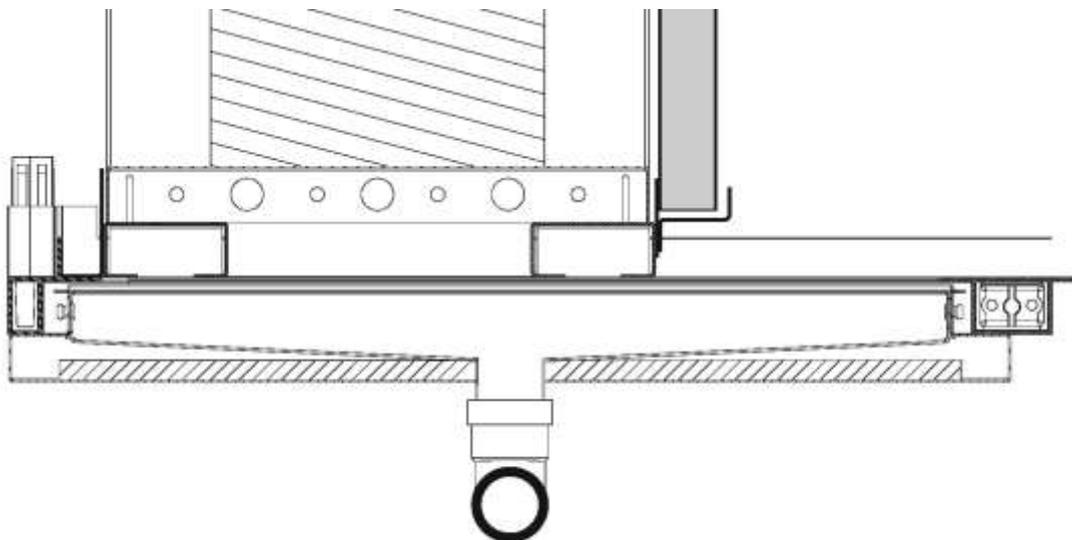
**Refroidissement sans
déshumidification**

La batterie froide



La batterie froide

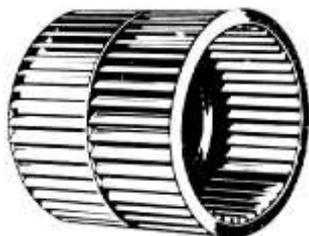
- Bac d'évacuation en inox, sans rétention d'eau.
- Montage de l'ensemble sur glissières pour démontage.
- Combinaison batterie + espace de nettoyage



Les ventilateurs

<u>Rôle</u>	<p>Le ventilateur, ou moto-ventilateur, permet d'assurer l'écoulement continu de l'air :</p> <ul style="list-style-type: none">• dans la centrale d'air elle-même,• dans le réseau de distribution - gaines et diffuseurs,• dans le réseau de reprise - gaines et diffuseurs,
<u>Fonctionnement</u>	<p>Le ventilateur se compose de deux éléments principaux :</p> <ul style="list-style-type: none">• dynamique : une roue qui porte les aubes• statique : une enveloppe, ou volute, qui canalise l'air déplacé par la roue.

Les ventilateurs



<u>2 familles de turbines</u>	<ul style="list-style-type: none">• centrifuges basse pression à double ouïe,• centrifuges moyenne pression : double ouïe et simple ouïe.
<u>2 types d'entraînement</u>	<ul style="list-style-type: none">• par transmission poulie/courroie dont le rapport permet d'ajuster la vitesse de rotation turbine,• à accouplement direct pour le ventilateur à roue libre (ou plug fan), la turbine ventilateur est montée sur l'arbre du moteur. L'ajustement de la vitesse se fait par un variateur de fréquence.

Les ventilateurs

Pourquoi choisir un ventilateur à roue libre ?

- Meilleur équilibrage de l'ensemble moto + ventilateur :
 - *fonctionnement moteur et ventilateur co-axiaux*
 - *meilleures conditions de fonctionnement des roulements moteurs*

→ ***maintenance facilitée***
- Suppression des courroies, forte source de pollution particulaire
- Profil de vitesse uniforme en sortie du caisson ventilateur :

→ ***amélioration du fonctionnement des éléments placés en aval***
- Mesure fiable et aisée du débit → pilotage facilité du variateur de fréquence

Les ventilateurs

Pourquoi choisir un ventilateur à vitesse variable ?

- Garantie d'un débit constant, quel que soit l'état d'encrassement des filtres :
 - *maintien du classement d'empoussièrement*
 - *fiabilité des cascades de pression en salle*
- Amélioration de l'efficacité de la chaîne de régulation
- Economie d'énergie sensible => retour sur investissement rapide :
La puissance absorbée est proportionnelle au cube du nombre de tours

Les ventilateurs



Basse pression et transmission
poulie / courroie



Moyenne pression à roue libre

Les ventilateurs

Choisir un moteur à haut rendement

- IE3 Rendement premium
- IE2 Haut rendement
- IE1 Rendement standard

Les registres

- Joints d'étanchéité en bout de lames
- Lames profilées en aluminium
- Joints d'étanchéité latérale



L'acoustique

- Sections libres de passage de l'air travaillent sur les hautes fréquences
- Le matériau absorbant travaille sur les plus basses fréquences



La norme EN 1886 (2008)

Ventilation des bâtiments - Caissons de traitement d'air - Performances mécaniques

Résistance mécanique de l'enveloppe

Étanchéité de l'enveloppe

Fuite de dérivation du filtre

Performances thermiques de l'enveloppe

Isolation acoustique de l'enveloppe "Dp"

La norme EN 13053 (2007)

Ventilation des bâtiments - Caissons de traitement d'air - Classification et performance des unités, composants et sections

Température de l'air du hall des bassins
2°C de plus que la température du grand bassin

Calcul de l'évaporation du plan d'eau

Elle représente 30 à 50% des déperditions thermiques totales

$$W = S \cdot 16 \cdot \left(\frac{w_e}{V_\mu} - \frac{w_a}{V} \right)$$

W = Taux d'évaporation du plan d'eau en kg/h

We = teneur en eau de l'air à la température du plan d'eau (kg/kg d'air sec)

Wa = teneur en eau de l'air du local (kg/kg d'air sec)

V = Volume spécifique de l'air du local (m³/kg d'air sec)

V_μ = Volume spécifique de l'air au niveau du plan d'eau (m³/kg d'air sec)

Calcul de l'évaporation du plan d'eau

Activité dans la piscine	Coefficient à appliquer sur l'évaporation horaire
Bassin dans résidence privée ou thermes	0,65
Bassin de natation ou d'apprentissage, fosse de plongée	1
Piscine à vagues (usage 10 min/h) ou rivière lente	1,3
Piscine à vagues (usage continu)	1,5
Rivière rapide > 0,3 m/s	1,3
Spas	1,5
Bassin ludique avec jeux et couloir rapide	1,5

LE DIMENSIONNEMENT D'UNE CTA

Exemple de calcul piscine sportive et ludique

Bassins	Surface plan d'eau	Température eau bassin	EVAPORATION		
			14 g/kg hiver	15 intersaison g/kg	16 g/kg été
Sportif	375 m ²	27,8°C	61,26 kg/h	55,26 kg/h	49,26 kg/h
Ludique	144 m ²	27,8°C	49,09 kg/h	44,93 kg/h	40,77 kg/h
Petit bassin	72 m ²	30°C	13,28 kg/h	12,29 kg/h	11,30 kg/h
SPA	6 m ²	32°C	1,61 kg/h	1,52 kg/h	1,42 kg/h
Total Evaporation plans d'eau calme			125,24 kg/h	114,00 kg/h	102,75 kg/h
Evaporation bassin sportif 100 baigneurs			135,79 kg/h	122,49 kg/h	109,19 kg/h
Evaporation bassin ludique 70 baigneurs			109,86 kg/h	100,55 kg/h	91,24 kg/h
Evaporation petit bassin 15 baigneurs			26,71 kg/h	24,72 kg/h	22,72 kg/h
Evaporation SPA 4 baigneurs			8,93 kg/h	8,40 kg/h	7,87 kg/h
Total Evaporation baigneurs			281,29 kg/h	256,16 kg/h	231,02 kg/h
Evaporation spectateurs prise en compte 20 s			2,00 kg/h	2,00 kg/h	2,00 kg/h
Evaporation totale en occupation			408,53 kg/h	372,16 kg/h	335,77 kg/h

Centrale de traitement d'air pour déshumidification mixte	Débit d'air en jeux	Déshumidification		
		Hiver	Intersaison	Eté
Thermodynamique	8 700 m ³ /h	68,00 kg/h	68,00 kg/h	68,00 kg/h
Modulation d'Air Neuf	39 300 m ³ /h	537,62 kg/h	358,42 kg/h	268,81 kg/h
Total	48 000 m³/h	605,62 kg/h	426,42 kg/h	336,81 kg/h

C'est le calcul de l'évaporation puis des équipements de déshumidification qui déterminent le débit d'air soufflé par la/les centrales de traitement d'air.

- Tout le débit d'air soufflé ne passera pas sur la batterie froide de déshumidification.
- Ne jamais descendre en dessous de 4 vol/h

La régulation :

- Réalise le maintien en humidité spécifique (15g/kg d'air sec)
- Assure un free cooling en été
- Réalise l'apport d'air neuf hygiénique

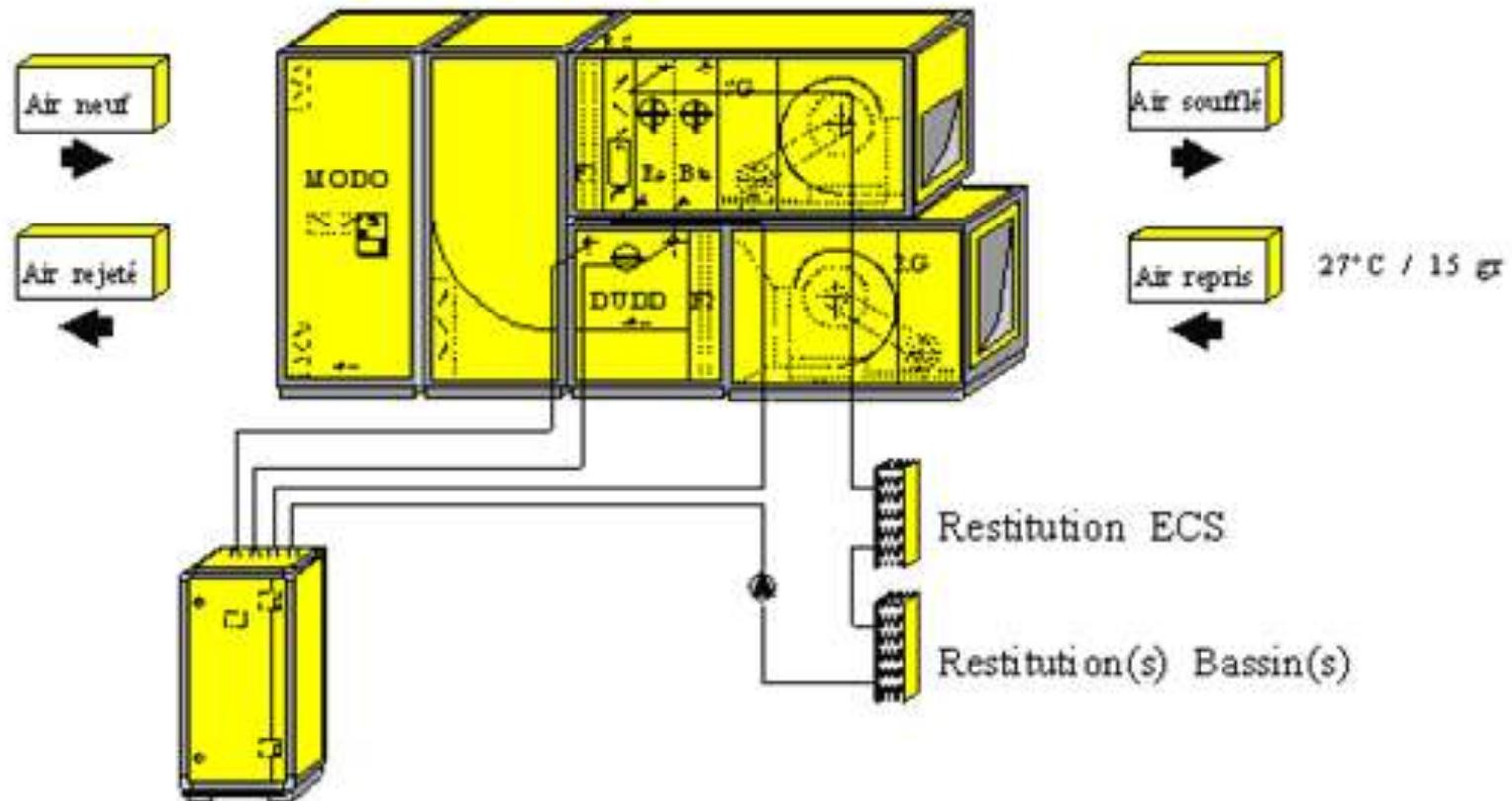
Déshumidification thermodynamique :

- La puissance frigorifique de la batterie de déshumidification traite l'évaporation des plans d'eau calme
- Pompe à chaleur ou machine à absorption

Déshumidification par modulation d'air neuf :

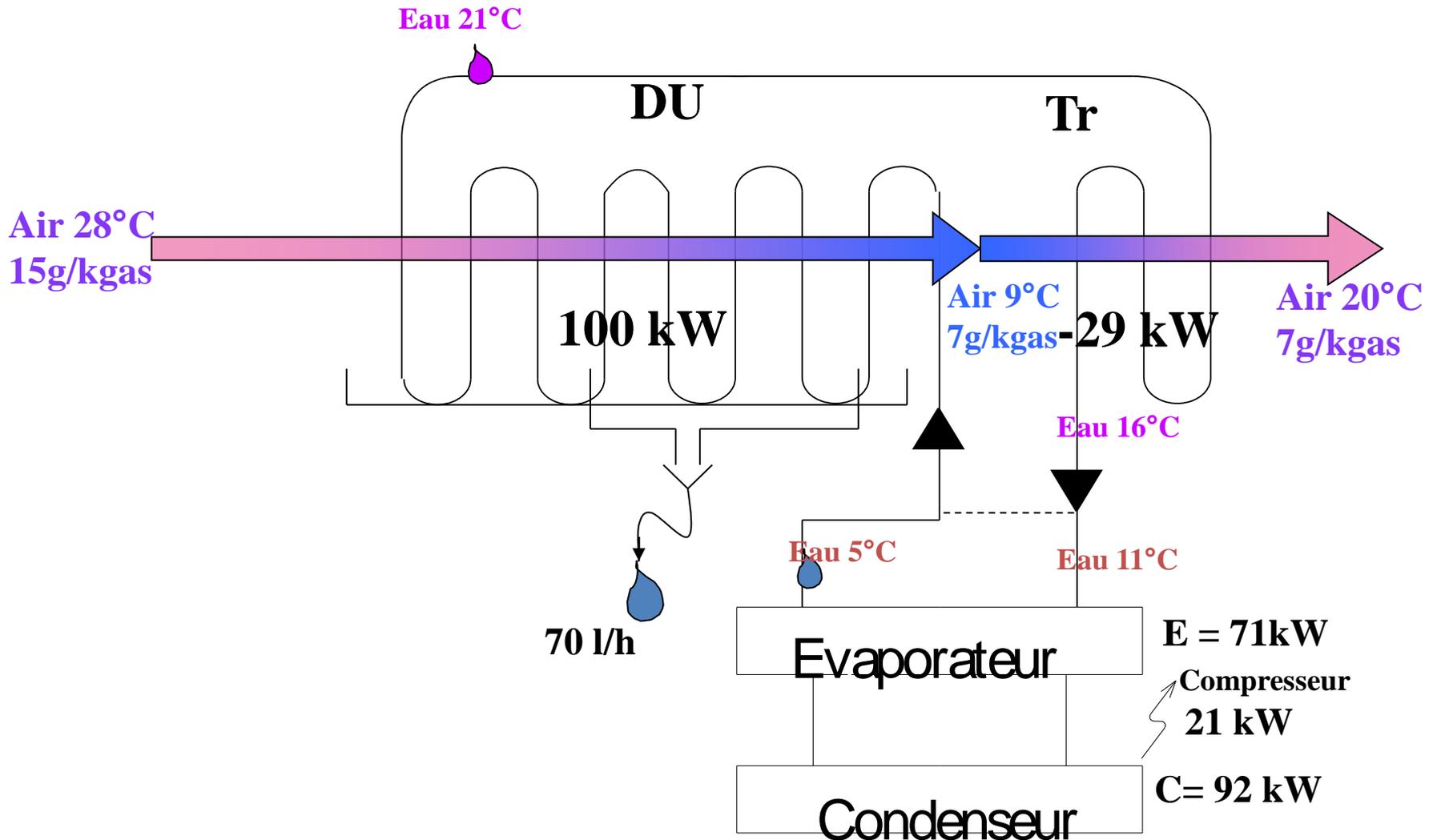
- Le mélange avec l'air neuf traite l'évaporation liée à l'agitation du bassin
- Assure l'apport d'air hygiénique

Les procédés de déshumidification de l'air



Doc. ECO ENERGIE®

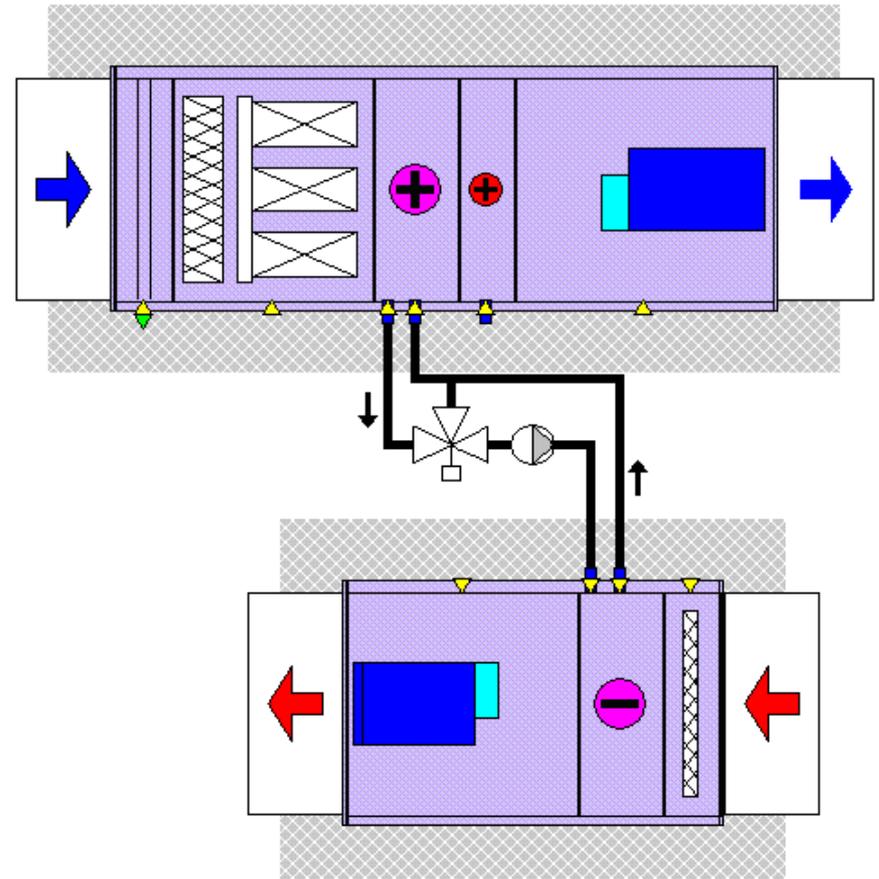
Les procédés de déshumidification de l'air



Les récupérateurs de chaleur

à eau glycolée

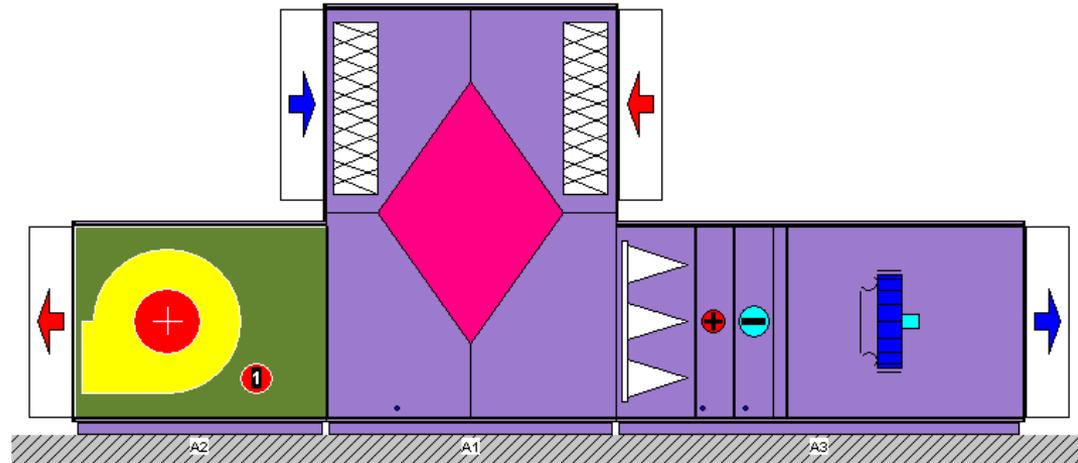
- fonctionnement et implantation simples
- efficacité : 35 à 50%
- consommation électrique



Les récupérateurs de chaleur

à plaques

- simple et fiable
- efficacité : 45 à 60%
- assez encombrant



Remarques et conseils

- La section de la CTA doit être dimensionnée de sorte à générer le moins de pertes de charge possible.
- Une partie des chloramines sont piégées dans les condensats de la batterie froide.
- Prévoir une légère surpression du hall pour éviter que l'air sec des vestiaires et sanitaires ne perturbe la régulation. La surpression sera plus forte si le hall comporte des ouvertures vers l'extérieur (rivières, toboggans).
- Rejeter l'air vicié et chloré en toiture et prévoir que l'air neuf soit pris en hauteur (6-7 m) et éloigné du stockage du chlore.
- Etudier les possibilités de ventilation naturelle pour le free cooling en été.

La diffusion d'air est « l'art » d'introduire l'air de manière confortable et efficace dans un local.

Définitions

La zone d'occupation: c'est le volume dans lequel évolue l'occupant, sa hauteur est définie à 1.8 m du sol. La diffusion d'air dans cette zone doit être confortable.

La vitesse résiduelle (V_r) : c'est la vitesse moyenne de l'air dans la zone d'occupation. Elle ne doit pas dépasser 0.2 m/s.

L'air primaire : c'est l'air soufflé par la grille ou le diffuseur.

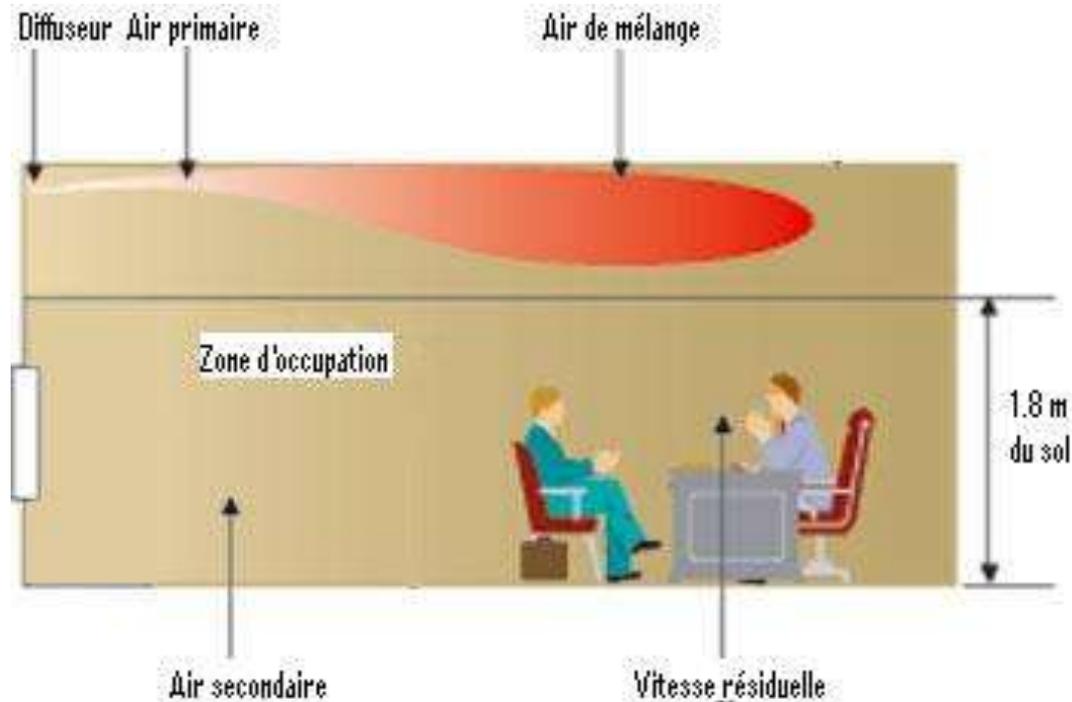
Définitions

L'air secondaire : c'est l'air dans la zone d'occupation

L'induction : c'est la capacité de l'air primaire à entraîner l'air secondaire. On parle du taux d'induction d'une grille ou d'un diffuseur pour mesurer son efficacité quant au brassage de l'air ambiant.

La portée d'air : c'est la distance au sol entre l'unité terminale de diffusion et le point du local où le jet d'air atteint sa vitesse terminale prédéterminée.

Diffusion par mélange



Diffusion par déplacement d'air



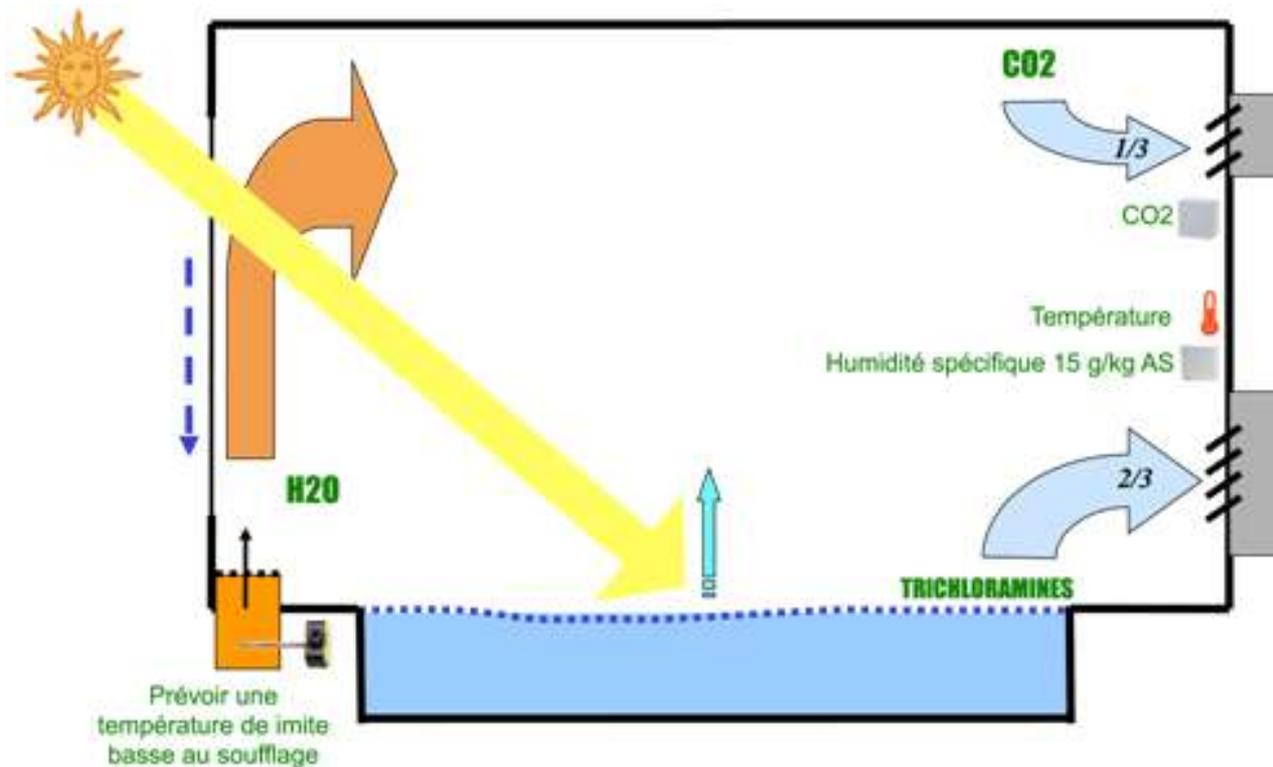
Diffusion par des grilles de soufflage

- Soufflage de l'air sur 3 côtés du hall et extraction sur le 4^{ème} côté
- Type de diffusion : mélange / déplacement
- Vitesse de soufflage : 2 à 4 m/s
- Portée d'air : 2 à 6 m
- Hauteur maximale : 3.5 m
- Confort thermique et aéraulique : bon
- Confort acoustique : bon



La diffusion de l'air

Diffusion par des grilles de soufflage



Diffusion par gaine textile



Diffusion par gaine textile

- Adaptabilité au type et à la configuration du local
- Nombreux tissus et coloris : polyester, PVC, tissu de verre
- Classement au feu : M1, M0
- Facilité d'installation / de démontage
- Systèmes de fixation : câbles, rails
- Lavage possible

Diffusion par gaine textile

Plusieurs procédés de diffusion d'air

- Très basse vitesse (gaine tissu poreux)



- moyenne induction (diffusion par fentes grillagés)



Diffusion par gaine textile

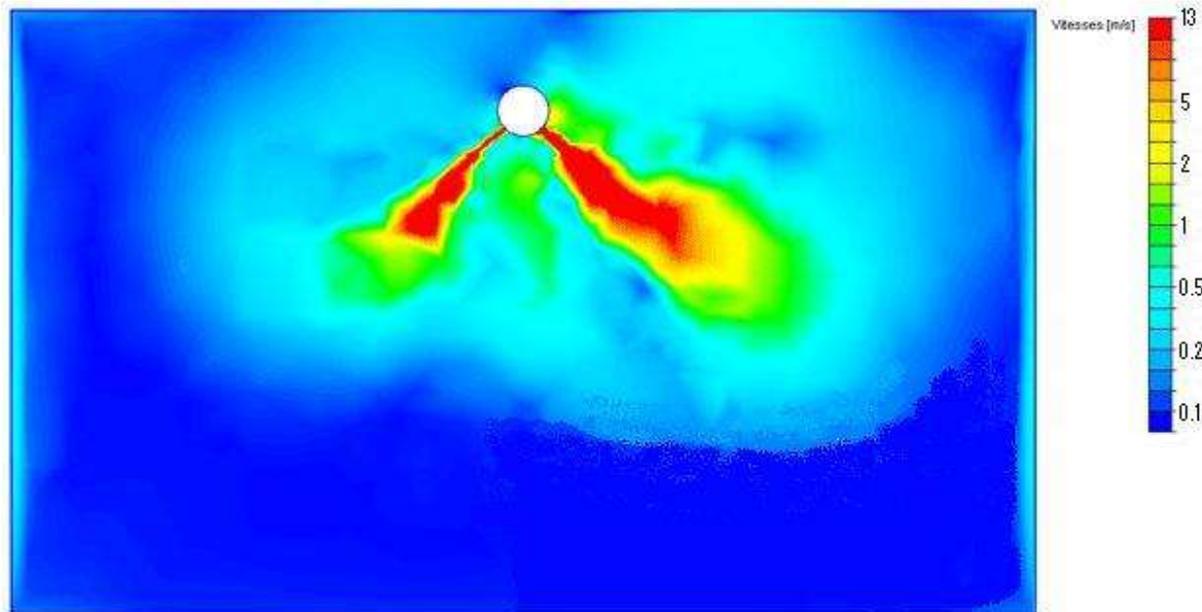
Soufflage à haute induction depuis le plafond

- Type de diffusion : mélange
- Vitesse de soufflage : 7 à 17 m/s
- Portée d'air : 2 à 15 m
- Hauteur maximale : 15 m
- Confort thermique et aéraulique : très bon
- Confort acoustique : bon



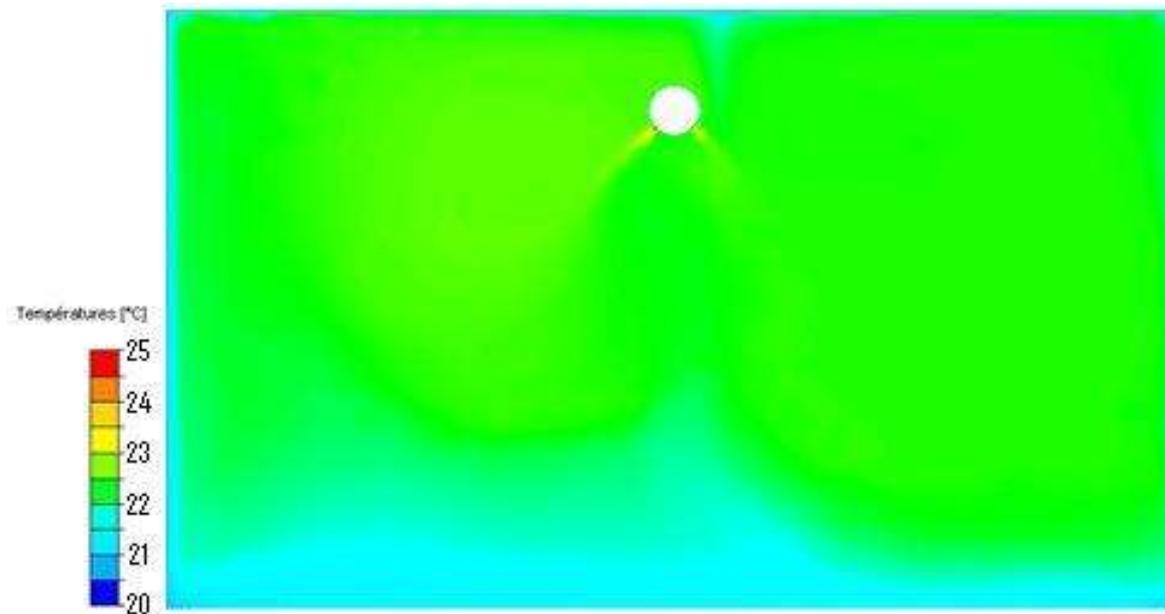
Diffusion par gaine textile

- Simulation aérodynamique et étude au cas par cas
- Brassage de l'air important



Diffusion par gaine textile

- Déstratification
- Homogénéité de l'air (température, humidité, polluants)



Conclusion

- Un procédé de déshumidification efficace permet de réduire le dimensionnement de l'installation de production de chaleur
➔ Autre source de réduction de la puissance installée : montée en température des bassins de 120h
- Efficacité énergétique globale du système de production et fonctionnement en synergie
- Etudes aéraulique et acoustique indispensables
- Efficacité énergétique globale du système de production et fonctionnement en synergie

Paulo Seixas

Conseiller Technique et Sécurité AES

Email : hall@aes-asbl.be

www.aes-asbl.be.