

**Etude d'une installation de climatisation d'un atelier**

Pour obtenir un confort thermique dans un atelier, on utilise l'installation de climatisation représentée sur le schéma ci-dessous.

- La batterie froide sert à refroidir l'air mais elle peut aussi permettre d'atteindre le point de rosé de l'air et donc la déshumidifier.
- La batterie d'humidification injecte de la vapeur d'eau, donc on admettra que l'humidification se fait sans changement de température.
- La batterie de chauffage permet de réchauffer l'air avant qu'elle pénètre dans l'atelier.

Les ventilateurs n'influencent pas les caractéristiques de l'air.

Dans l'atelier, il y a des machines et donc il existe une production de chaleur  $P_c$  (kw) et de vapeur  $Q_v$  (Kg/s). Le débit d'air dans l'atelier est de 25 000 m<sup>3</sup>/heure.

La centrale d'air est commandée par un automate dont la consigne est :

température de sortie en C,  $T_{sec}=25^{\circ}C$  et

degré d'humidité de sortie en C,  $e=50\%$  (voir le schéma ci-dessous)

1°) Porter sur le graphe psychrométrique joint les points A (entrée air frais) et C (consigne et caractéristiques du point de sortie de l'air de l'atelier).

-A partir des courbes de volumes spécifiques  $v^*$  (m<sup>3</sup>/kg-as), calculer le débit d'air sec  $m_{as}$  (kg-as/s) dans l'atelier.

-Exprimer l'enthalpie  $h^*_E$  du point d'entrée E de l'atelier en fonction l'enthalpie  $h^*_c$  du point de sortie C et de la puissance  $P_c$ ,

-Exprimer la teneur en vapeur  $X_{v,E}$  du point d'entrée E de l'atelier en fonction de la teneur en vapeur  $X_{v,C}$  du point de sortie C et de la production de vapeur  $Q_v$ .

-Connaissant  $P_c= 55$  kW et  $Q_v=8,1$  Kg/s, placer le point E sur le graphe.

2°) Si il n'y a aucun recyclage, quelles batteries doivent être en service pour passer du point A au point E?

- Tracer sur le graphe l'allure des transformations subies par l'air dans la centrale de traitement.

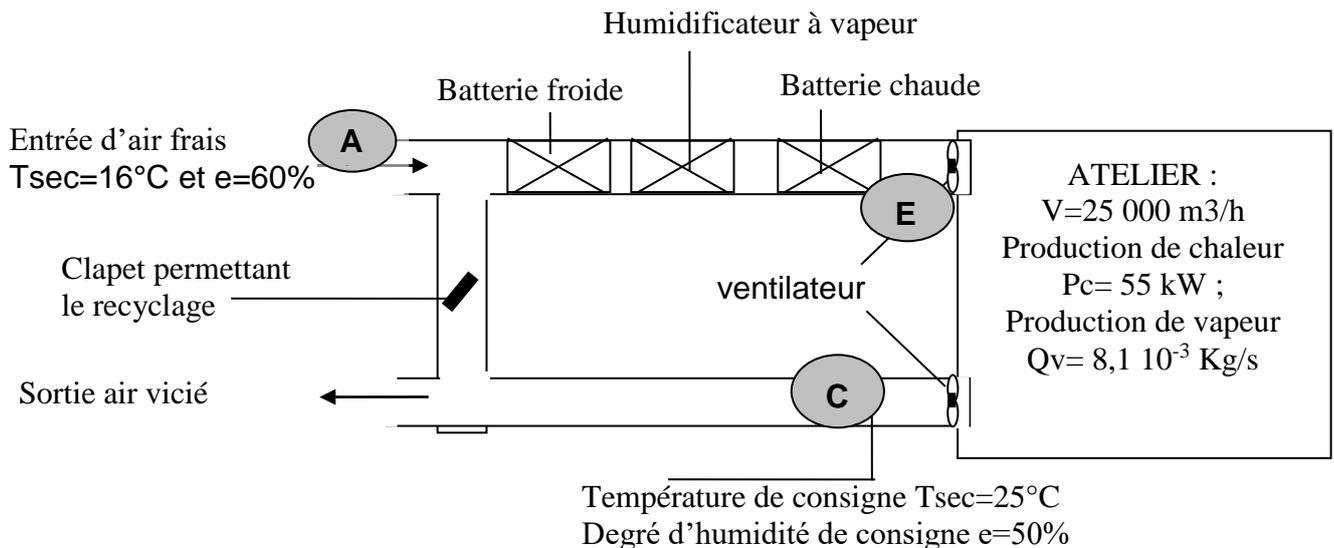
3°) Si toute l'air vicié est recyclé (pas d'apport d'air frais), quelles batteries doivent être en service ?

- Tracer sur le graphe l'allure des transformations subies par l'air dans la centrale de traitement.

4°) Il semble économique, d'un point de vue énergétique, de se passer de la batterie froide. Pour cela on recycle une partie de l'air de l'atelier.

- Comment doit on placer le point de mélange M, entre l'air frais A et l'air recyclé C pour éviter d'utiliser la batterie froide et pour que la puissance consommée soit minimum ?

- Déterminer à partir du graphe, le débit d'air et le débit de recyclage (on néglige les variations de volume spécifique  $v^*$ ).



## Réponses

1°) Points A et C placés sur le diagramme grâce à la connaissance de T et e

$$v^* (\text{m}^3/\text{kg-as}) = V(\text{m}^3/\text{s}) / m_{\text{as}}(\text{kg-as/s}), \quad v^* \text{ lu sur le diagramme} = 0,857 \text{ m}^3/\text{kg-as}$$

$$\implies m_{\text{as}}(\text{kg-as/s}) = 8,10 \text{ kg-as/s}$$

$$P_c = m_{\text{as}}(h^*_C - h^*_E) \text{ et } Q_v = m_{\text{as}}(X_{v,C} - X_{v,E}), \text{ avec } h^* \text{ en kJ/kg-as et } X_v = m_v/m_{\text{as}}$$

$$h^*_E = h^*_C - 6,8 \text{ kJ/kg-as et } X_{v,E} = X_{v,C} - 0,001$$

Point E sur le diagramme à partir des coordonnées  $h^*$  et  $X_v$  du point C

2°) pour passer du point A au point E, il faut chauffer et augmenter la teneur en eau  $X_v$  en humidifiant. La batterie froide est inopérante.

Le passage dans l'humidificateur et la batterie chaude est représentée par des croix sur le diagramme.

3°) pour passer du point C au point E, il faut déshumidifier de C à E', ce qui permet de baisser la teneur en eau  $X_v$ , et ensuite de chauffer de E' à E. L'humidificateur est inopérant.

Le passage dans la batterie froide et la batterie chaude est représentée par des ronds sur le diagramme.

Rq : du point de vue de l'hygiène, cette solution n'est pas envisageable.

4°) l'idée est de faire un recyclage partiel pour récupérer de la chaleur, mais de se passer de la batterie froide pour déshumidifier.

Sur le diagramme, le point M sera sur la droite A-C. il faut se rapprocher du point E.

Ne pas avoir le point M avec  $T_M > T_E$ , recycler au maximum l'air de l'atelier pour récupérer de la chaleur  $\implies T_M = T_E$

$$m_{\text{air frais}} / m_{\text{total}} = AM/AC = 45\% \implies 55\% \text{ du recyclage (en masse)}$$

Rq : le calcul des puissances consommées montre que la solution avec ce recyclage partiel permet d'économiser environ 2/3 de la puissance consommée sans recyclage.