

## TD2 - Evolution de l'air dans les centrales de traitement de l'air

### **EXERCICE 1:** *Etude d'une batterie chaude*

Soit un débit masse d'air sec de 8150 kg/h et de caractéristiques  $\theta = -7\text{ °C}$ ,  $\phi = 85\%$ . On désire chauffer cet air jusqu'à une température sèche de  $35\text{ °C}$  à l'aide d'une batterie alimentée en eau chaude basse température.

1. Donner l'ensemble des caractéristiques de l'air à la sortie de la batterie.
2. Donner la puissance échangée.
3. D'un point de vue énergétique (consommation du ventilateur) donner l'emplacement optimal du ventilateur. Expliquer.

### **EXERCICE 2:** *Etude d'une batterie froide*

On désire refroidir 32300 m<sup>3</sup>/h d'air à ( $\theta = 27\text{ °C}$ ,  $\phi = 63\%$ ) de 5 K sans condensation.

1. Donner l'ensemble des caractéristiques de l'air après refroidissement.
2. Donner la puissance échangée.
3. Peut-on alimenter la batterie avec de l'eau froide à  $10\text{ °C}$  ? Pourquoi ?

### **EXERCICE 3:** *Etude d'un caisson de mélange*

Un caisson de mélange d'une centrale de traitement d'air reçoit 24260 kgas/h d'air extérieur aux conditions E ( $32\text{ °C}$ ,  $66\%$ ), et 18250 kgas/h d'air repris aux conditions R ( $23\text{ °C}$ ,  $52\%$ ).

Donner l'ensemble des caractéristiques de l'air mélangé, ainsi que le débit volume total.

### **EXERCICE 4:** *Etude d'une batterie froide humide*

Au cours d'un traitement d'air donné, on est amené à déshumidifier un débit masse d'air sec de 23750 kgas/h, le débit d'eau maximal à éliminer est de 76,5 kg/h, l'air humide avant déshumidification est aux conditions E ( $29\text{ °C}$ ,  $60\%$ ).

On utilise pour ce faire une BF à évaporation directe dont la température d'évaporation est de  $5\text{ °C}$ .

1. Déterminer les caractéristiques de l'air déshumidifié.
2. Donner la puissance échangée.
3. Donner l'efficacité de la batterie.

**EXERCICE 5:** *Etude d'un humidificateur à eau*

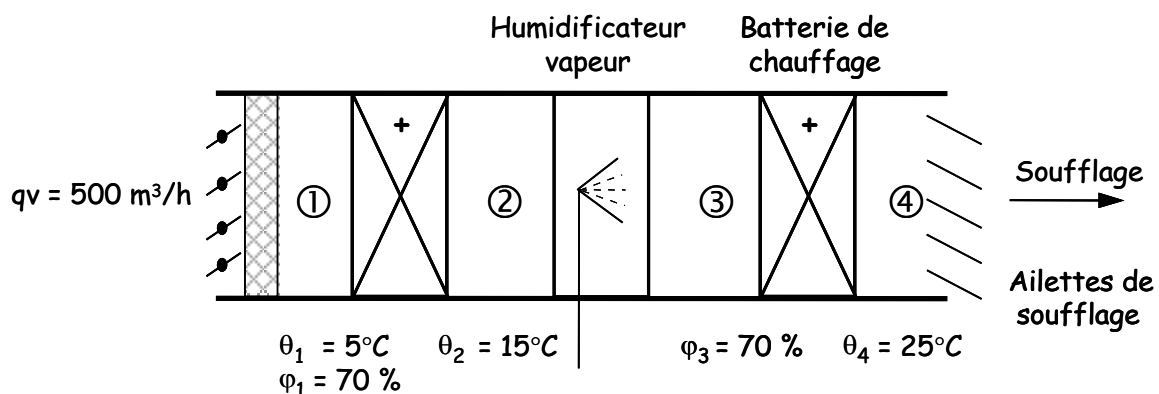
Pour humidifier un débit masse d'air sec de 30000 kgas/h aux conditions (23 °C, 25 %), on injecte un débit d'eau de 124,5 kg/h par l'intermédiaire d'un système de pulvérisation d'eau sans reliquat. La température de l'eau injectée est de 30 °C.

1. Déterminer les caractéristiques de l'air après humidification, en considérant une évolution simplifiée suivant une isotherme humide.
- 2 **Bonus** : Déterminer les caractéristiques de l'air après humidification, en considérant une évolution plus précise tenant compte de la température de l'eau injectée.

**EXERCICE 6:** *Etude d'un humidificateur à vapeur*

Pour humidifier un débit masse d'air sec de 30000 kgas/h aux conditions (23 °C, 25 %), on injecte un débit de vapeur de 124,5 kg/h. La pression de la vapeur injectée est de 3 bar (enthalpie de la vapeur injectée : 2725 kJ/kg).

1. Déterminer les caractéristiques de l'air après humidification, en considérant une évolution simplifiée suivant une isotherme sèche.
- 2 **Bonus** : Déterminer les caractéristiques de l'air après humidification, en considérant une évolution plus précise tenant compte de l'enthalpie de la vapeur injectée.

**EXERCICE 7:** *Evolution de l'air dans une CTA en hiver*

1. Déterminer les caractéristiques de l'air humide,  $\theta_s$ ,  $\phi$ ,  $r$ ,  $h$  et  $v$ , en ①, ②, ③ et ④
2. Déterminer :
  - la puissance de la batterie de préchauffage
  - Débit de vapeur injectée
  - Puissance de la batterie de chauffage

**EXERCICE 8:** *Etude d'une CTA en période hivernale et estivale*

On considère une centrale de traitement d'air qui comporte :

- Deux ventilateurs centrifuges débit d'air 2000 m<sup>3</sup>/h (aux conditions intérieures), destinés au soufflage et à la reprise.
- Un caisson de mélange 3 voies.
- Une batterie à eau chaude de 14 kW avec un régime d'eau : 90/70 °C. Régulation de puissance par variation du débit par une vanne trois voies motorisée montée en décharge. La batterie est protégée par un thermostat antigel.
- Une batterie froide à eau glacée de 7 kW avec un régime d'eau 7/12 °C. Régulation de puissance par variation du débit par une vanne trois voies motorisée montée en décharge.
- Un humidificateur autonome à vapeur placé dans la gaine de soufflage : débit de vapeur 3 kg/h
- Une section de filtration sur l'air neuf et l'air recyclé. Un contrôle d'encrassement des filtres est présent.

Conditions extérieures :		Hiver	Eté
	Température sèche	-7 °C	32 °C
	Humidité relative	90 %	40 %
Conditions intérieures : Local climatisé		Hiver	Eté
	Température sèche	19 °C	25 °C
	Humidité relative	50 %	50 %

Le renouvellement d'air est de 25 m<sup>3</sup>/h (aux conditions intérieures) par occupant. Le local climatisé comprend 30 personnes.

**Travail demandé :**

1. Réaliser un schéma de principe de cette installation.
2. Tracer les évolutions réelles sur un diagramme de l'air humide (La batterie froide n'est pas utilisée). Déterminer pour les conditions hivernales la température de soufflage de l'air et son humidité relative.
3. Tracer la droite de soufflage et déterminer les charges hydriques et enthalpiques en hiver.
4. Seule la BF est utilisée en été. Tracer les évolutions réelles sur un diagramme de l'air humide. Déterminer pour les conditions estivales la température de soufflage de l'air et son humidité relative.
5. Déterminer l'efficacité de la BF.
6. Tracer la droite de soufflage et déterminer les charges hydriques et enthalpiques en été.

**EXERCICE 9:** *Traitement de l'air dans une usine de textile*

Une usine de textile située dans le nord de la France, possède 2 entrepôts à vocation spécifique nécessitant des ambiances très différentes: l'un est un entrepôt dit "de fin de séchage", l'autre est uniquement destiné au "stockage" des tissus.

Le système de traitement d'air en place doit prétraiter de l'air qui est ensuite distribué vers d'autres locaux où des unités terminales, T1 et T2, ajustent l'air soufflé aux conditions souhaitées.

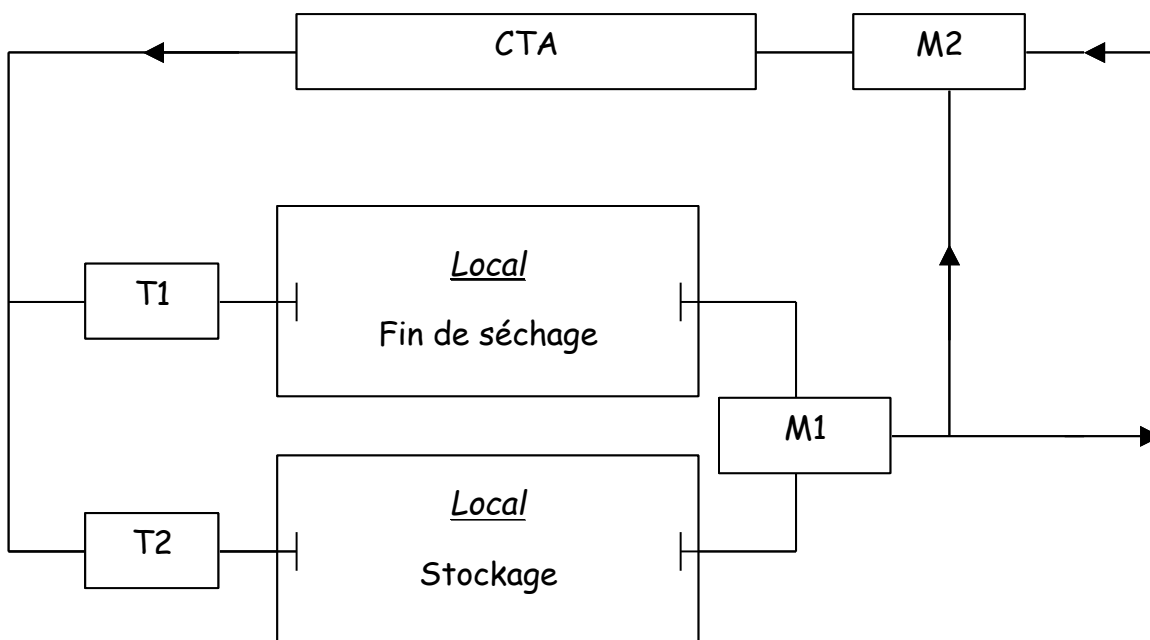
On extrait dans chaque local le même débit massique d'air sec que le débit massique d'air sec soufflé (pas de suppression). L'air extrait de chaque local est ensuite dirigé vers un premier caisson de mélange M1, dans le but de faire des économies de place au niveau des gaines d'air.

Une partie de l'air extrait de ces locaux (dit "Air repris") est ensuite ramené vers la centrale pour y être prétraité, l'autre partie étant rejetée (on rejette autant que l'on introduit d'air neuf). Au niveau de la centrale (avant traitement), de l'air neuf est introduit au niveau d'un second caisson de mélange M2.

1. Sur le schéma de principe situé page suivante, placer :

- les débits d'air soufflé dans chaque local ( $q_{mAS1}$  et  $q_{mAS2}$ ),
- le débit total soufflé par la centrale ( $q_{mAS\text{ TOT}}$ ),
- les débits extraits de chaque local ( $q_{mAX1}$  et  $q_{mAX2}$ ),
- les débits d'air neuf ( $q_{mAN}$ ) et rejeté ( $q_{mARJ}$ ),
- le débit d'air issu du 1<sup>er</sup> caisson de mélange ( $q_{mAM1}$ ),
- le débit d'air repris ( $q_{mAR}$ ),
- le débit d'air issu du 2<sup>nd</sup> caisson de mélange ( $q_{mAM2}$ )

**NB:** préciser le sens de circulation de l'air lorsqu'il n'est pas prédéfini.



L'air soufflé par la CTA (centrale de traitement d'air) est aux conditions suivantes :

$$\theta = 27 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ et } \varphi = 30 \text{ } \%$$

2. Quel est le débit d'air volumique  $q_{V_{AS \text{ TOT}}}$  soufflé par la CTA ?
3. Donner les caractéristiques (température sèche et humidité) de l'air à la sortie du caisson de mélange M1.
4. Quelle relation existe t'il entre  $q_{M_{AN}}$  et  $q_{M_{ARJ}}$  ? Et entre  $q_{M_{AR}}$ ,  $q_{M_{AM1}}$  et  $q_{M_{ARJ}}$  ?
5. En hiver, lorsque l'air neuf est aux conditions suivantes : température extérieure  $\theta_e = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$  et degré d'hygrométrie extérieur  $\varphi_e = 90 \text{ } \%$ , quel débit d'air neuf (à introduire au niveau du caisson de mélange M2) permet d'obtenir une humidité spécifique du mélange égale à  $5 \text{ g/kg}$  ? Quelle sera alors la température sèche de l'air issu du mélange ?

DONNEES COMPLEMENTAIRES :

Local	Stockage	Fin de Séchage
Température Intérieure (sèche) $\theta_i$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	23	35
Humidité relative $\varphi_i$ %	40	50
Débit d'air sec massique extrait $q_{M_{AS}}$ [ $\text{kg}_{\text{as}}/\text{s}$ ]	3,5	5,5