

T.P. N° 2 - TRAITEMENT DE L'AIR

Lire l'introduction aux TP 1 et 2

L'air est un mélange gazeux dont les caractéristiques sont variables, dans l'espace et le temps. On notera en particulier que la masse volumique varie en fonction de la température et de la pression, donc de l'altitude.

Dans ce mélange gazeux, la vapeur d'eau joue un rôle important. Elle augmente en fonction des apports dus aux personnes, aux activités humaines et industrielles. Elle diminue en fonction des condensations d'eau qui peuvent se produire.

Pour déterminer les caractéristiques de l'air et son évolution, on fait appel à un diagramme de l'air humide ou diagramme psychrométrique qui permet de représenter les divers états du mélange air/vapeur.

Un point du diagramme est défini à partir de deux « coordonnées » possibles.

Mesure du débit d'air : Un manomètre incliné permet de mesurer le débit d'air en circulation. On mesure la dénivellation ΔP . A partir de la relation ci après, on en déduit le débit massique d'air.

$$\dot{m}_{air} = 0,0517 \sqrt{\frac{\Delta P}{v}} \quad \text{en (kg d'air sec/s)}$$

avec : ΔP : dénivellation mesurée en mmH₂O, en sortie de veine d'air

v : volume spécifique en m³/kg, donné par le diagramme psychrométrique au point considéré, donc en sortie de veine d'air

1. Lorsque l'équilibre thermodynamique est obtenu, **relevez vos mesures** (Thermocouples, thermomètres à dilatation de liquide et ΔP en mmH₂O). **Placez le tube en plastique dans l'éprouvette vide** pour recueillir l'eau condensée pendant un temps donné (30 minutes ou 1 heure)

Vérifiez que les chaussettes sont bien humides au niveau des bulbes des thermomètres

2. **Remplissez la fiche de mesure et placez, sur le diagramme de l'air humide, l'état de l'air pour ces points de mesure.**

3. Calculez les grandeurs suivantes (Incertitudes types associées non demandées) :

Le débit massique de l'air dans la veine en (kg/s)

Le débit volumique en entrée et en sortie de l'évaporateur (en supposant que le débit massique de l'air est constant dans toute la veine)

La puissance fournie par l'air au niveau de l'évaporateur en kW et en kcal/h

Rappel : la puissance est donnée par la relation $P = \dot{m}_{air}(\Delta H)$

4. L'incertitude type associée à la mesure du débit massique d'air dans la veine est de 0,005 Kgas/s. Estimez l'erreur sur vos déterminations des enthalpies aux points B et C, en déduire les incertitudes types associées aux déterminations des enthalpies H_B et H_C , l'incertitude type associée à la détermination de ΔH et finalement l'incertitude type associée à votre détermination de la puissance fournie par l'air.

Vous donnerez tous ces résultats sous forme normalisée.

5. **Comparez cette puissance à celle prélevée au niveau de l'évaporateur par le fluide frigorigène.** Pour cela vous pourrez calculer pour ces deux grandeurs l'incertitude type élargie avec un coefficient d'élargissement $k=2$.

N.B. : Utilisez la puissance déterminée par le groupe travaillant sur le TP N° 1

6. **Calculez la quantité d'eau perdue par l'air** (éventuellement gagnée) en utilisant la relation suivante (l'incertitude type associée à cette mesure n'est pas demandée):

$$M = \dot{m}_{air}(\Delta W) \text{ avec } M \text{ masse d'eau condensée en (kg/s)}$$

$$\Delta W = (W_s - W_e) \text{ en (kg d'eau /kg d'air sec)}$$

Sachant que :

W_s : humidité absolue en sortie de l'évaporateur

W_e : humidité absolue en entrée de l'évaporateur

Se reporter au diagramme psychrométrique

7. **Calculez l'incertitude type associée à cette mesure et comparez votre résultat à la masse d'eau par unité de temps, effectivement recueillie pendant un intervalle de temps**

donné. Pour cela vous pourrez calculer l'incertitude type élargie avec un coefficient d'élargissement $k=2$.

8. **Conclure**

Reportez vos résultats dans des tableaux comme ceux présentés ci-dessous :

| Feuille de saisie TP 2 | | U _i = 230 V | Mesures avec les psychromètres | | E _{max} |
|---------------------------------------|----------------------|------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|
| A | Avant le ventilateur | T1 | T _{sA} (°C) | | |
| | | T2 | T _{hA} (°C) | | |
| | | T3 | T _{sB} (°C) | | |
| | | T4 | T _{hB} (°C) | | |
| B | Entrée Evaporateur | T5 | T _{sC} (°C) | | |
| | | T6 | T _{hC} (°C) | | |
| C | Sortie Evaporateur | T7 | T _{sD} (°C) | | |
| | | T8 | T _{hD} (°C) | | |
| | | | Mesure | E _{max} | |
| Pression différentielle du conduit | | | ΔP (mmH ₂ O) | | |
| Tension d'alimentation du ventilateur | | | V _v (V) | | |
| Condensation récupérée | | | M _{eau} (g) | | |
| Intervalle de temps | | | Δt (s) | | |

T_s : Température sèche ; T_h : Température humide ; T_r : Température de rosée

| Feuille de saisie TP2 | Ts | Ts min | Ts max | Th | Th min | Th max | Tr | φ | W | W min | W max | h | h min | h max | v | |
|--------------------------|----|-------------|--------|----|--------|--------|----|-------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|--|
| Psychromètres | °C | | | °C | | | °C | (%) | kg/kg.a.s | | | kJ/kg | | | m ³ /kg | |
| A : Avant le ventilateur | | | | | | | | Non demandé | | | | | | | | |
| B : Entrée Evaporateur | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C : Sortie Evaporateur | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D : Sortie air | | Non demandé | | | | | | Non demandé | | | | | | | | |

LEXIQUE

Humidité de l'air :

C'est la masse d'eau contenue dans 1 kg d'air sec. Elle s'exprime en kg d'eau par kg d'air sec. On l'appelle également teneur en eau ou humidité spécifique de l'air humide.

Température sèche :

La température sèche relative à un point représentatif se lit au niveau de l'axe des abscisses. C'est la température que l'on mesure au thermomètre ayant un bulbe parfaitement sec.

Humidité relative :

C'est le rapport entre la masse de vapeur d'eau contenue dans un certain volume d'air et la masse maximum que ce même volume pourrait contenir s'il était saturé à la même température. C'est aussi le rapport entre la pression partielle d'eau dans l'air et la pression de saturation de cette vapeur d'eau à une température donnée. Elle s'exprime en %.

Température de rosée :

C'est la température correspondant à l'apparition de rosée lorsque l'on refroidit progressivement un corps dans un air dont l'humidité spécifique est constante. On l'obtient, sur le diagramme, en se déplaçant parallèlement à l'axe des X, à l'intersection avec la courbe de saturation.

Température humide :

C'est la température indiquée par un thermomètre dont le bulbe est recouvert par une mince couche d'eau.

Volume massique :

C'est le volume d'air humide par kg d'air sec. Il se lit sur les droites à $v = Cte$. Ces valeurs permettent de calculer, pour un point donné, la masse d'air correspondant à un volume donné.

Enthalpie massique de l'air humide :

Elle représente l'énergie contenue dans l'air humide, sous forme de chaleur. On calcule les variations de l'enthalpie. Pour ce faire, on fixe arbitrairement la valeur de l'enthalpie à 0 pour l'air sec à 0 °C. La valeur de l'enthalpie d'un point du diagramme est déterminée en prolongeant, jusqu'à l'échelle correspondante, la droite $H=Cte$. Elle s'exprime en kJ/kg d'air sec.