

Université 20 aout 1955 – SKIKDA

Département de Pétrochimie et de Génie des Procédés

SERIE TD N° 03

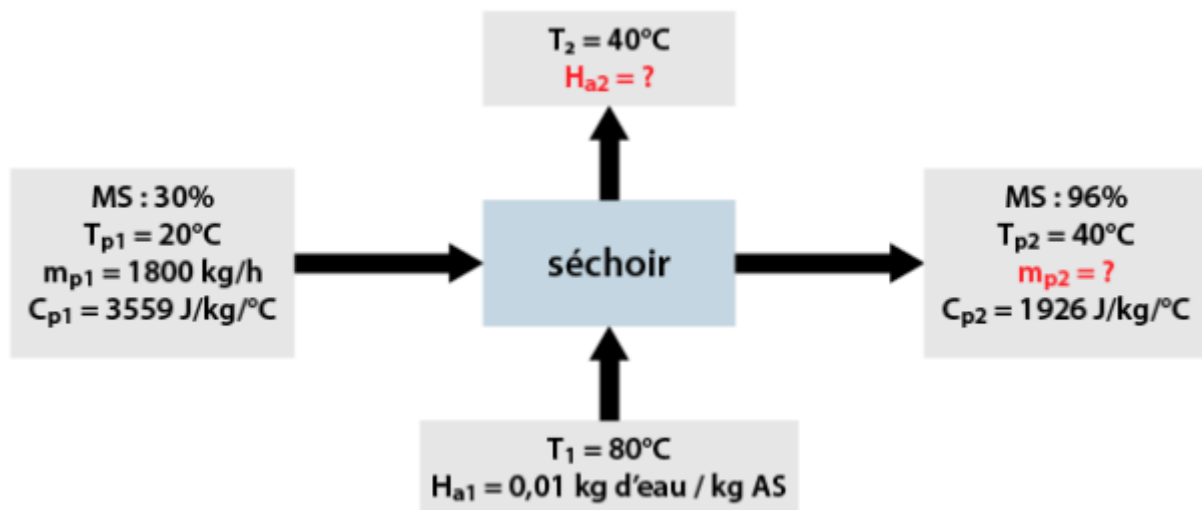
Opérations unitaires II (Séchage)

**Ex01:** Un sécheur continu à lit fluidisé à contre-courant déshydrate des levures de boulangerie de 70% à 4%. L'air utilisé à l'entrée est à  $T_1 = 80\text{ °C}$  et  $H_{a1} = 0,01\text{ kg d'eau/kg d'air sec}$  et quitte le sécheur à  $T_2 = 40\text{ °C}$ . Le produit entre à  $20\text{ °C}$  avec un débit de  $1800\text{ kg/h}$  et sort à  $40\text{ °C}$ .

Les chaleurs massiques des levures de boulangerie à l'entrée et à la sortie sont respectivement de  $3559\text{ J/kg/°C}$  et  $1926\text{ J/kg/°C}$ .

Calculer le débit d'air sec nécessaire au chauffage sachant que durant le séchage, il n'y a pas de perte de chaleur à travers les parois du sécheur.

Solution :



En supposant le régime stationnaire et en négligeant les pertes de matière :

Quantité d'EST (Extrait Sec Total) qui entre = Quantité d'EST qui sort

D'où  $1800 \times 0,3 = 0,96 \times m_{p2} \rightarrow m_{p2} = 562,5\text{ kg/h}$

À l'aide du diagramme enthalpique de l'air humide,  $H_{a2} = 0,026\text{ kg d'eau /kg d'AS}$

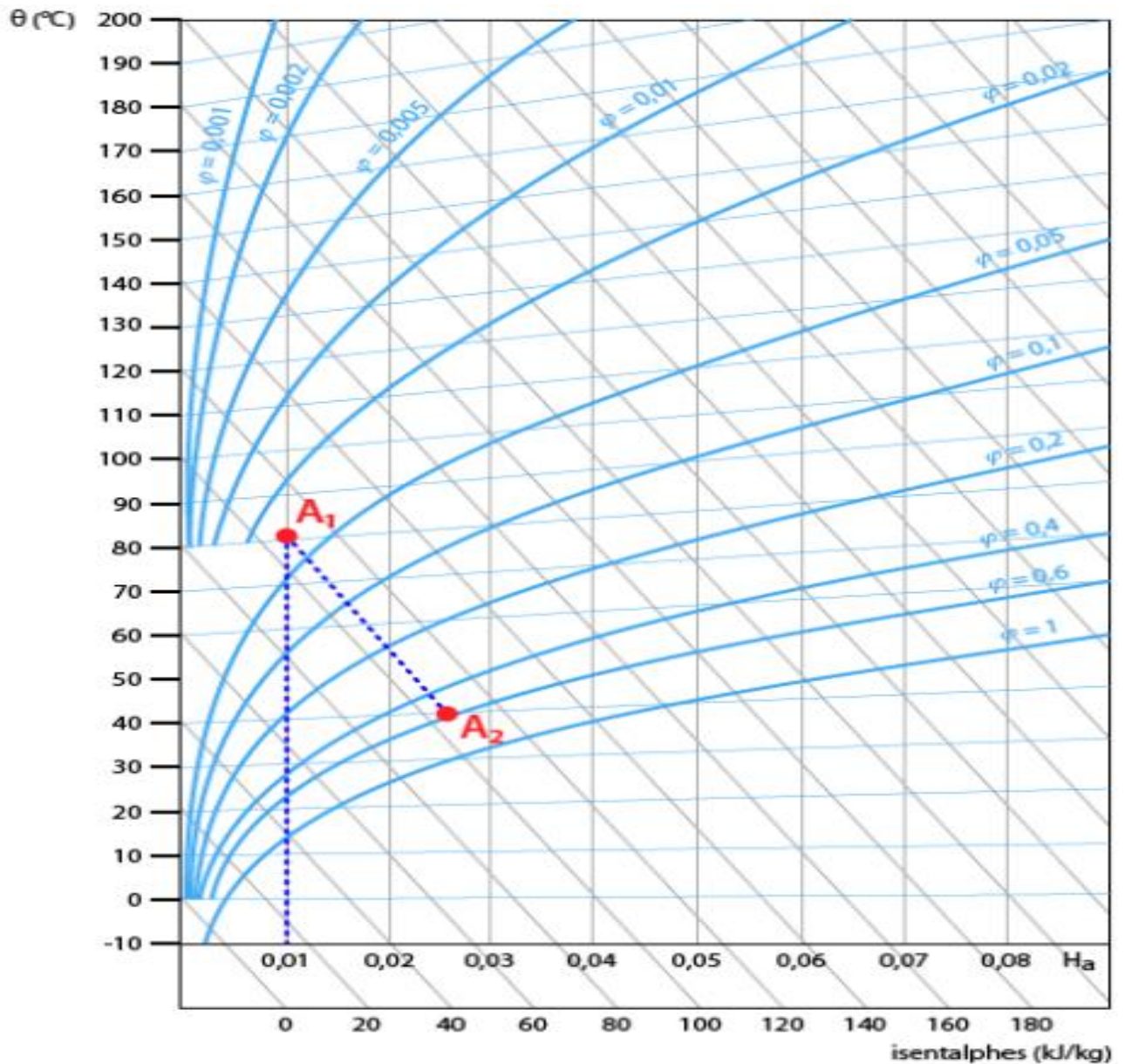
En appliquant le bilan matière :  $\dot{m}_a (H_{a2} - H_{a1}) = \dot{m}_{pMS} (X_1 - X_2)$

Avec  $\dot{m}_{pMS} = 1800 \times 0,3 = 540\text{ kg/h}$

$X_1 = 70/30 = 2,333\text{ kg d'eau/kg ms}$

$X_2 = 4/96 = 0,04167\text{ kg d'eau/kg ms}$

D'où :  $\dot{m}_a = 540 \times (2,333 - 0,04167) / (0,026 - 0,01) = 77332\text{ kg d'air/h}$

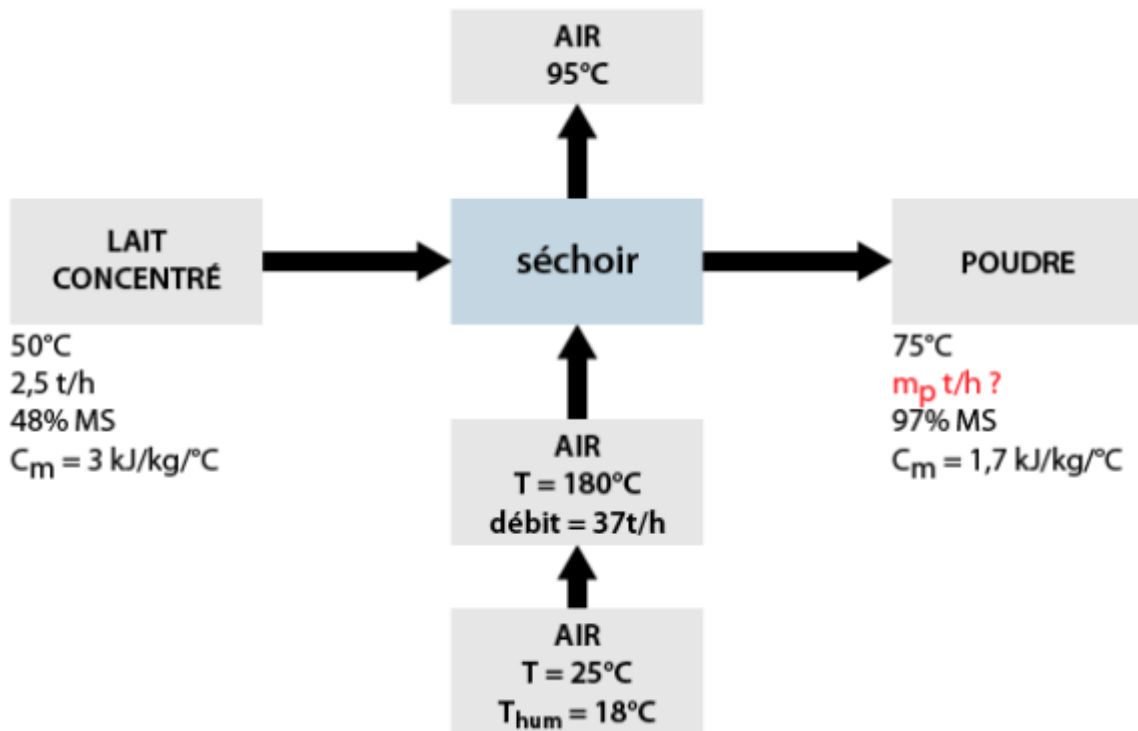


**Ex02 :** Une tour de séchage par pulvérisation traite 2,5 t/h de lait concentré à 48 % de matière sèche (MS), pour faire une poudre à 3 % d'humidité. Le produit entre à  $50^\circ\text{C}$  et sort à  $75^\circ\text{C}$

L'air extérieur est à  $25^\circ\text{C}$ , avec une température de thermomètre humide ( $\theta_h$ ) de  $18^\circ\text{C}$ . Il est réchauffé à  $180^\circ\text{C}$  par une batterie chauffée à la vapeur. Le débit d'air sec à l'entrée est de 37 t/h. L'air sort à  $95^\circ\text{C}$  de la tour.

Les chaleurs massiques du lait concentré et de la poudre sont respectivement de  $3 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$  et  $1,7 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ .

1. Déterminer le bilan matière (débit de poudre et quantité d'eau évaporée) ?
2. Déterminer le bilan thermique ou énergétique ?

Solution :**1.**

En supposant le régime stationnaire et en négligeant les pertes de matière :

Quantité de matière sèche qui entre = Quantité de matière sèche qui sort

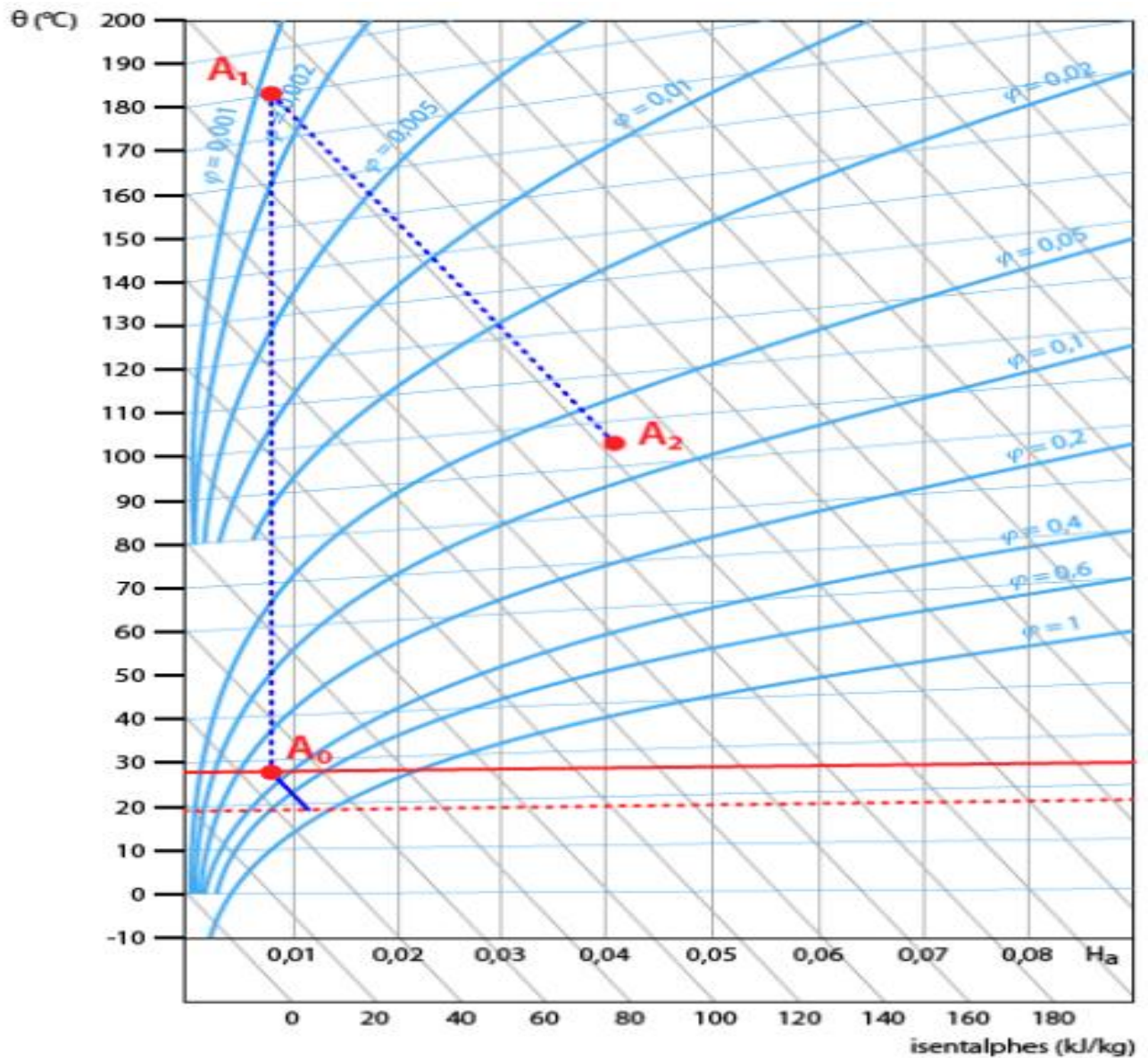
D'où  $2500 \times 0,48 = 0,97 \cdot \dot{m}_p \implies \dot{m}_p = (2500 \times 0,48) / 0,97 = 1237 \text{ kg/h}$

- Le débit d'eau évaporé  $\dot{m}_{ev} = 2500 - 1237 = 1263 \text{ kg/h}$

**2.**

D'après le diagramme enthalpique de l'air humide, on a :  $H1 = H2 \approx 210 \text{ kJ/kg}$

Débit d'énergie de l'air =  $(210 \times 37000) / 3600 = 2158 \text{ kW}$



Débit thermique du concentré ( $\dot{Q}_c$ )

$$\dot{Q}_c = \dot{m} \cdot C_p \cdot \theta = (2500/3600) \times 3 \times 50 = 104,2 \text{ kW}$$

Débit thermique de la poudre

$$\dot{Q}_p = (1237/3600) \times 1,7 \times 75 = 43,8 \text{ kW}$$

$$\sum \text{Entrées} = 2158 + 104,2 = 2262,2 \text{ kW}$$

$$\sum \text{Sorties} = 2158 + 43,8 = 2201,8 \text{ kW}$$

On trouve un décalage de  $\sim 60$  kW qui peut correspondre à des pertes de chaleur par les parois, mais qui peut s'expliquer par les erreurs de mesure, de lecture du diagramme, etc.