Université de Djilali Bounaama
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de génie de procédés
Opérations unitaires fluide-solide
M1 GPH/M1 GA

Année universitaire : 2025- 2026

Série d'exercices : Séchage

Exercice 01 :

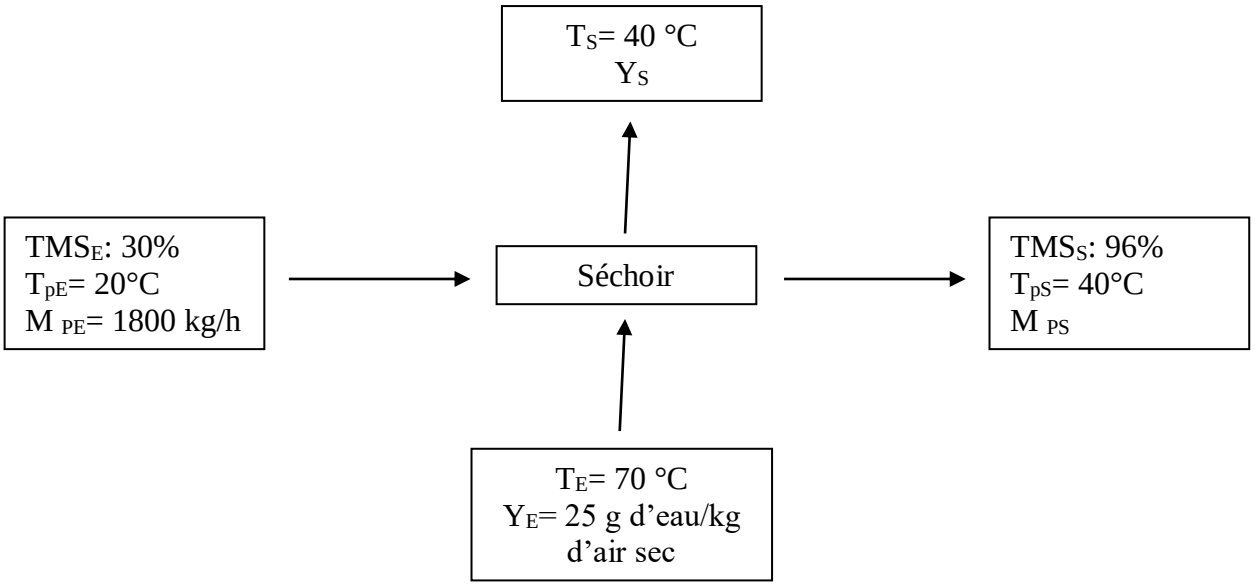
Un air A_0 présente les caractéristiques suivantes : T_0 = 28 °C, Y_0= 0,01 kg d'eau / kg d'air sec.

L'air est chauffé (A1) et atteint la température T_1 = 60 °C. Il sert à réaliser un séchage adiabatique et sort à une température T_2 = 40 °C (air 2 : A2).

- Déterminer Y_1 et Y_2 ?
- Déterminer le débit d'air sec, si on souhaite évaporer 1000 kg d'eau/h ?

Exercice 02 :

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_E= 70 °C et Y_E = 25 g d'eau/kg d'air sec et quitte le sécheur à T_S = 40 °C. Le produit entre à 20 °C avec un débit de 1800 kg/h et sort à 40 °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.

Exercice 03 :

Préchauffeur : de l'air ambiant déshumidifié entre à une température de 20°C et une humidité relative H_R=5%. Son débit global est 1.08×10^4 m^3/h, sa masse volumique 1.2 kg/m^3.

- Déterminer l'humidité absolue de l'air à l'entrée Y_1 et à la sortie Y_2 du préchauffeur ?
- Calculer le débit massique d'air humide ?
- Si la température de l'air en sortie du préchauffeur est de 101.1 °C, en déduire son humidité relative H_R et son enthalpie H_2 ?

Sécheur : l'air chaud alimente un sécheur rotatif à tambour à contre-courant. Le débit de solide humide entrant dans le sécheur est 35000 kg/.h, et son titre massique en eau est 1%. On admet que le séchage s'effectue dans des conditions isenthalpique pour l'air, et que son humidité relative en sortie est H_R =85%.

- Connaissant H_R à la sortie, déterminer la température et l'humidité absolue Y_3 de l'air en sortie du sécheur ?
- Calculer l'humidité du solide entrant TH_E, et le débit de solide sec M ?
- Déterminer, pour le solide en sortie, le taux d'humidité TH_S ?

Données : Tableaux des propriétés de l'air extraites du diagramme de l'air humide.

Tableau 1		
H_R	Y	T
5	0.2	5
5	0.3	10
5	0.4	15
5	0.7	20
5	1	25
5	1.3	30
5	1.7	35
5	2.3	40
5	3	45
5	3.9	50
5	5	55

Tableau 2			
Y	T	H_R	H
0.7	76	50	78
0.7	81	30	82
0.7	86	25	87
0.7	91	20	93
0.7	96	15	97
0.7	101	10	102
0.7	106	<10	108
0.7	111	<10	113
0.7	116	<10	118
0.7	121	<10	123
0.7	126	<10	128

Tableau 3			
H_R	H	Y	T
85	74	18.5	26.3
85	78	19.8	27.4
85	82	20.8	28.3
85	86	22	29.2
85	90	23.1	30
85	94	24.3	30.9
85	98	25.8	32
85	102	26.9	32.5
85	106	28.1	33.2
85	110	29.3	34
85	114	30.4	34.8

Exercice 04 :

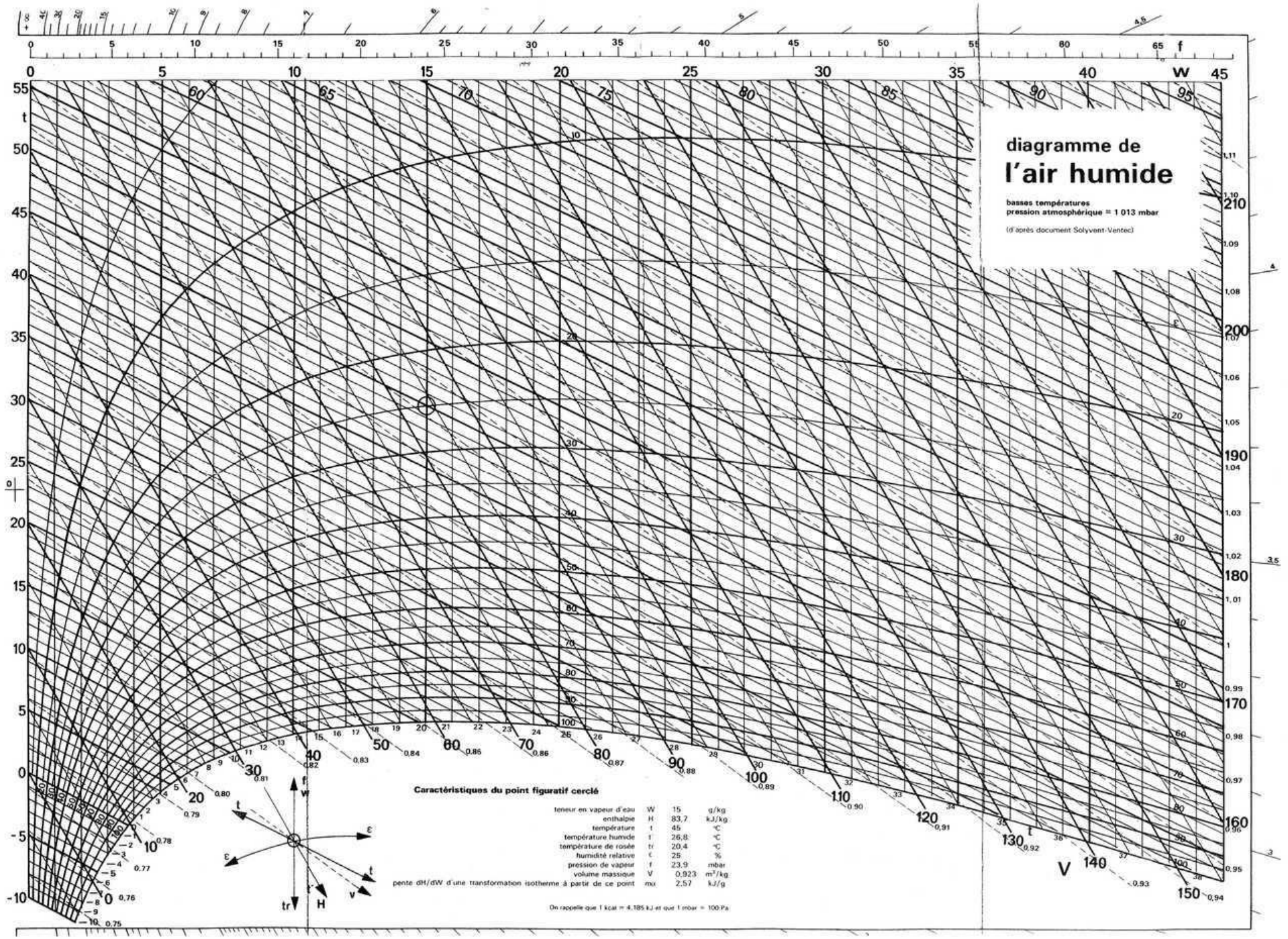
On sèche en continu dans un sécheur de type tunnel un solide humide avec de l'air à contre-courant. L'air est préalablement réchauffé dans un préchauffeur : (Voir les données en annexe 2)

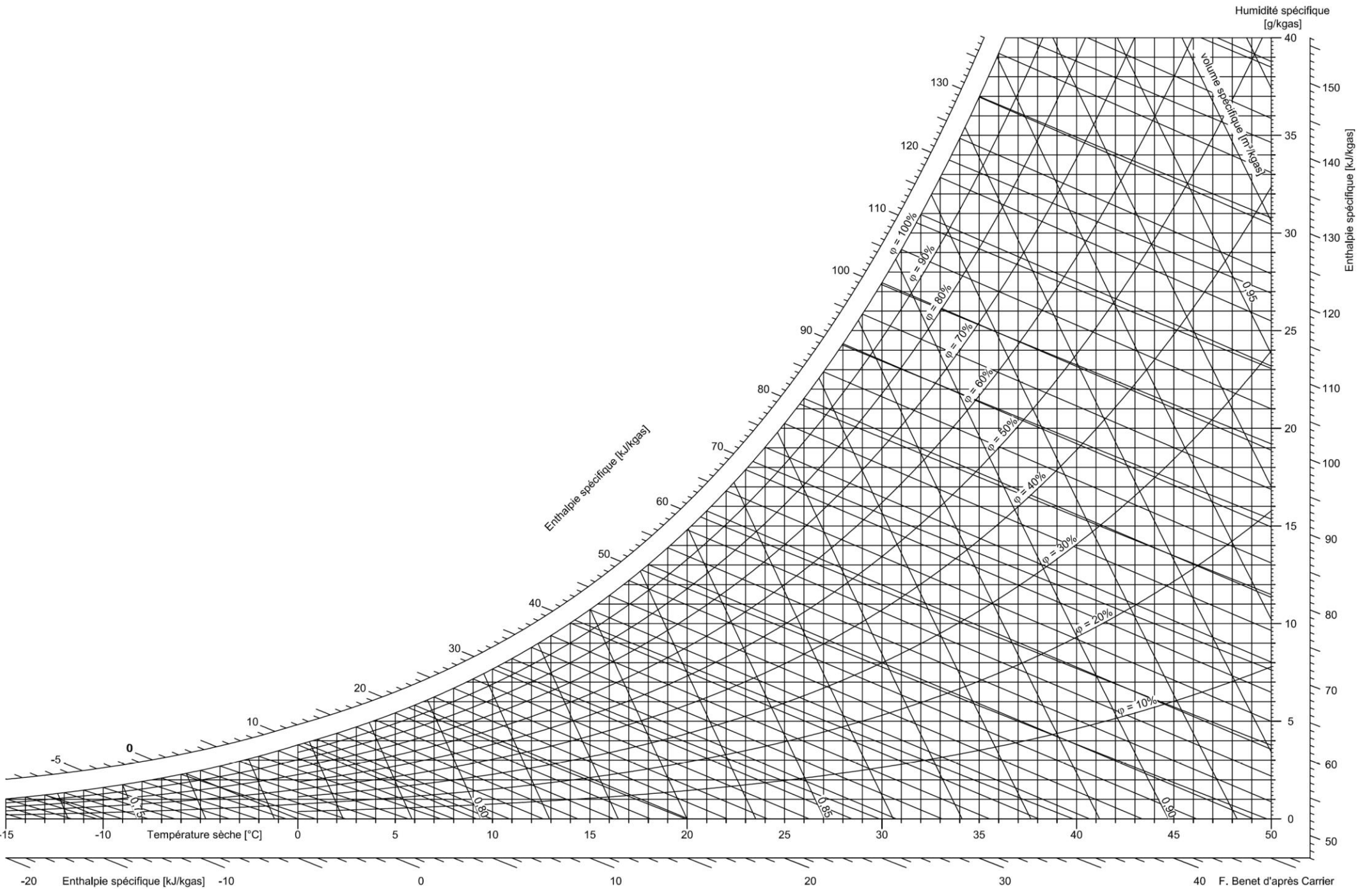
- Représenter sur le diagramme de l'air humide les points figuratifs de l'air, et déterminer H à l'entrée et à la sortie du préchauffeur ?
- En considérant le séchoir comme parfaitement adiabatique, déterminer l'humidité absolue maximale de l'air en sortie du sécheur ? déterminer T_h ?
- Déterminer le débit du solide sec et le débit du solide humide sortant ?
- Déterminer le débit d'air sec ? Déterminer Y de l'air en sortie et comparer avec obtenue graphiquement ?
- Déterminer les débits d'eau pour l'air et le solide à l'entrée et à la sortie du séchoir ?
- A l'aide du diagramme de l'air humide, donner la température de l'air à la sortie du séchoir ?

Tableau* : *Les données :

-

Air		**Solide**	
Débit d'air humide entrant kg/s	2.5	Débit de solide humide entrant kg/s	0.075
Humidité absolue d'air entrant kg/kg	0.0144	Teneur en eau solide entrant kg/kg	0.92
Température avant préchauffeur °C	20	Température entrée °C	22
Température après préchauffeur °C	65	Température sortie °C	22
Debit d'air humide sortant kg/s	2.534	Teneur en eau solide sortant kg/kg	0.05


diagramme de
l'air humide
basses températures
pression atmosphérique = 1 013 mbar
(d'après document Solyvent-Ventec)
Caractéristiques du point figuratif cerclé
teneur en vapeur d'eau W 15 g/kg
enthalpie H 83,7 kJ/kg
température t 45 °C
température humide t' 26,8 °C
température de rosée tr 20,4 °C
humidité relative ε 25 %
pression de vapeur f 23,9 mbar
volume massique V 0,923 m³/kg
pente dH/dW d'une transformation isotherme à partir de ce point mi 2,57 kJ/g
On rappelle que 1 kcal = 4,185 kJ et que 1 mbar = 100 Pa
t
W
V
H
tr
f
ε
v


Humidité spécifique [g/kgas]
Enthalpie spécifique [kJ/kgas]
volume spécifique [m³/kgas]
φ = 100%
φ = 90%
φ = 80%
φ = 70%
φ = 60%
φ = 50%
φ = 40%
φ = 30%
φ = 20%
φ = 10%
0.75
0.80
0.85
0.90
0.95
Température sèche [°C]
Enthalpie spécifique [kJ/kgas]
F. Benet d'après Carrier