***Exemples d’application du diagramme de l’air humide***

***Exemple 1 :***

1°) déterminer l'humidité absolue d'un air à 60°C, pression atm (101325 Pa), et 30% d'humidité relative.

2°) Calculer l'enthalpie massique de cet air en kJ par kg d'air sec, puis en kJ par kg d'air humide.

3°) Comparer ces valeurs à celles lues sur le diagramme de l'air humide.

Données : P°eau(60°C)=19915 Pa, Meau=18 g.mol-1, Mair=29 g.mol-1, Cpair=1.01 kJ.kg-1.°C-1, Cpeau=1.92 kJ.kg-1.°C-1, Lveau(0°C)=2494 kJ.kg-1.

***Correction :***

2°) L'enthalpie massique de cet air s'écrit:

**H**=Cpair×60+Y×[Lv(0°C)+Cpeau×60]=1.01×60+38.89e-3×[2494+1.92×60]**=162.1 kJ.kg-1 d'air sec**.

L'enthalpie de cet air est rapportée à 1 kg d'air sec. Pour la rapporter à 1 kg d'air humide, on la divise par 1+Y, soit **H'**=H/(1+Y)=162.1/(1+0.03883)**=156 kJ.kg-1**.

3°) Sur le diagramme de l'air humide, on lit **Y=39.2 g.kg-1 d'air sec**, et **H=163 kJ.kg-1 d'air sec**.

******

***Exemple 2 :***

On souhaite conditionner l'atmosphère d'un immeuble avec de l'air à 20°C et 80% d'humidité relative. Pour cela, on utilise de l'air pris à l'extérieur à 35°C et 95% d'humidité relative, que l'on refroidit afin de condenser l'excès d'eau. Cet air est ensuite réchauffé à la température désirée, ici 20°C.

1°) A l'aide du diagramme de l'air humide, déterminer l'humidité absolue, la température humide et l'enthalpie de l'air conditionné et de l'air extérieur.

2°) En déduire la température à laquelle l'air doit être refroidit pour obtenir l'humidité relative à 20°C choisie.

3°) Calculer enfin la puissance du groupe froid, et celle du réchauffeur, ramenée à 1 kg d'air sec.

***Correction :***

1°) Air extérieur à Text=35°C et ε=95%: par lecture sur le diagramme de l'air humide, on trouve **Y=35 g.kg-1**, **Hext=126 kJ.kg-1**, et **Text,humide=34.2°C.** Cette température humide très proche de la température ambiante, ne permet pas d'évaporer la sueur corporelle, d'ou l'impression de chaleur étouffante.
Air conditionné à Tcond=20°C et ε=80%: par lecture sur le diagramme on trouve **Y=11.6 g.kg-1**, **H=50 kJ.kg-1**, et **Tcond,humide=17.6°C**.

2°) L'air est refroidit jusqu'à ce que son humidité absolue soit 11.6 g.kg-1, l'excès de vapeur d'eau se condensant et étant éliminé sous forme liquide. La température à laquelle on doit refroidir l'air est donc celle pour laquelle il est saturé à 11.6 g.kg-1, soit environ **16°C**.

3°) L'enthalpie de l'air saturé à Y=11.6 g.kg-1 et 16°C est H=45 kJ.kg-1. La puissance du **groupe froid** est donc 126-45**=81 kJ.kg-1 d'air sec**, et la **puissance du réchauffeur** 50-45**=5 kJ.kg-1 d'air sec**.

***Exemple 3 :***

On considère de l'air à pression atmosphérique 101325 Pa et 20°C, d'humidité relative ε=80%. La pression de vapeur saturante de l'eau à 20°C est P°eau(20°C)=2338 Pa.

1°) Calculer l'humidité absolue de l'air Y, et l'humidité absolue à saturation de l'air Ysat. En déduire son taux (ou degré) de saturation σ=Y/Ysat, à 20°C et pression atmosphérique.

2°) Cet air est mis sous vide à 100 mmHg (sans changement de composition). Calculer son humidité absolue à saturation Y'sat à cette pression, et son nouveau taux de saturation σ'. Conclure sur un des intérêts du séchage sous vide.

3°) Toujours à 20°C, la pression totale est abaissée à 17.5 mmHg. Décrire ce qui se passe dans un solide qui serait mis à sécher dans cette ambiance.

***Correction :***

1°) La pression exercée par la vapeur d'eau dans l'air est 80% de sa pression de vapeur saturante P°eau(20°C), soit 0.8x2338=1870 Pa. La pression exercée par l'air est donc 101325-1870=99455 Pa.
L'humidité absolue de l'air Y (ou H) est le rapport entre la masse d'eau vapeur meau et la masse d'air mair. En considérant d'après l'équation d'état des Gaz parfaits que Peau/Pair=neau/nair, on peut écrire:

Y=meau/mair=(neauxMeau)/(nair/Mair)=(PeauxMeau)/(PairxMair)

On obtient donc la formule:

**Y**=Peau/(Ptotale-Peau) x (Meau/Mair) = (1870/99455) x (18/29) **= 11.67e-3 kg d'eau/kg d'air**

L'humidité absolue de l'air saturé à la même température de 20°C est:

**Ysat**=P°eau/(Ptotale-P°eau) x (Meau/Mair) = [ 2338/(101325-2338) ] x (18/29) **= 14.66e-3 kg d'eau/kg d'air**

Le taux de saturation de l'air considéré est donc **σ=Y/Ysat**= 11.67/14.66 **= 79.60%**.

Rq: pour l'air à température modérée, on considère parfois que le degré de saturation σ est égal à l'humidité relative ε.

2°) La pression totale est abaissée à 100 mmHg, soit 101325x100/760 = 13332 Pa. Son humidité à saturation est:

**Y'sat**=P°eau/(Ptotale-P°eau) x (Meau/Mair) = [ 2338/(13332-2338) ] x (18/29) **= 132.0e-3 kg d'eau/kg d'air**

Son taux de saturation est donc **σ=Y/Y'sat**= 11.67/132.0 **= 8.84%**. Cet air est beaucoup moins saturé en eau que le précédent. La mise sous vide permet donc, pour une même quantité d'air, d'éliminer plus d'eau sous forme vapeur.

3°) La pression totale est maintenant 17.5 mmHg, soit 101325x17.5/760 = 2333 Pa. Cette pression est très légèrement inférieure à la pression de vapeur saturante de l'eau à 20°C P°eau(20°C) = 2338 Pa. Il n'y a donc plus d'air dans la phase gaz, et la pression de 17.5mmHg est uniquement due à la vapeur d'eau. **L'eau liquide, si elle existe, entre en ébulition**!

