

[illegible]

# Présentation du module



- Diagramme de Mollier  $h(s)$
- Diagramme LOG  $p(h)$

Thermodynamique

Bonjour à tous. Je signerai pour cette autre rencontre en votre compagnie au coup de sifflet un mois de l'année coordonnée par l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne et relatif aux fluides. Aujourd'hui, nous allons porter notre attention sur le module consacré aux diagrammes de Mollier et aux diagrammes frigorifiques. Tout de suite, le sommaire de ce module d'un module qui comprend deux parties. Nous allons développer dans un premier temps les approches physiques régissant le diagramme de Mollier, puis nous allons réitérer la même démarche pour le diagramme logarithmique  $P$  de  $H$ , couramment connu sous le nom de diagramme frigorifique.

Notes

Summary



0m 04s

# Diagramme de Mollier $h(s)$ - principe



- Diagramme utilisé pour le calcul des grandeurs thermodynamiques intervenant dans les projets ( $Q$ ,  $W$ , etc.)
- Comporte l'enthalpie spécifique en ordonnée et l'entropie spécifique en abscisse
- Fonction enthalpie :  $h = u + pv$   
Soit  $dh = \delta Q + v dp$
- Fonction entropie :  $ds = \frac{\delta Q}{T}$   
d'où  $dh = T ds + v dp$
- Si  $p = \text{const}$  et  $h_0 = 0$  par convention, alors par intégration :

$$h_M = \int_{S_0}^{S_M} T ds$$

Thermodynamique

Pas courant dans la première partie de ce chapitre portant sur le diagramme de Mollier, notant pour commencer que c'est le diagramme utilisé pour le calcul des grandeurs thermodynamiques intervenant dans les foyers relatifs aux cycles de vapeur, notamment la chaleur et les travaux mis en jeu. Ce système de coordonnées comporte l'enthalpie spécifique en ordonnée et l'entropie spécifique à l'abscisse. Voyant le principe sur lequel est basé le diagramme de Mollier, la fonction enthalpie  $h$  est définie par la relation.  $H$  égal a eu plus de  $PV$ ,  $u$  ici étant l'énergie interne,  $p$  la pression du système et  $V$  le volume. Soit par différentiation des  $h$  est égal à  $\delta q$  plus élevé de  $p$  d'attaque. Ici, la chaleur est chargée par le système. Par ailleurs, la fonction  $p$  est définie par. La relation de  $S$  est égale à  $\delta Q$ . Ici, c'est la température du système en remplaçant  $\Delta$  qui passe à valeurs dans l'expression différentiée de la fonction à un tapis. Nous obtenons  $DH$  égal à  $TDS$  plus élevé des  $P$ . Si  $P$  est une constante et zéro, c'est à dire l'enthalpie au point initial est égal à zéro. Par convention, nous avons par intégration  $d. H_m$  est égal à l'intégrale de  $S_0$  à  $STM$   $TDS$ . Ceci signifie que le diagramme de Mollier  $H$  est et déduit du diagramme entropique des intégrations successives.

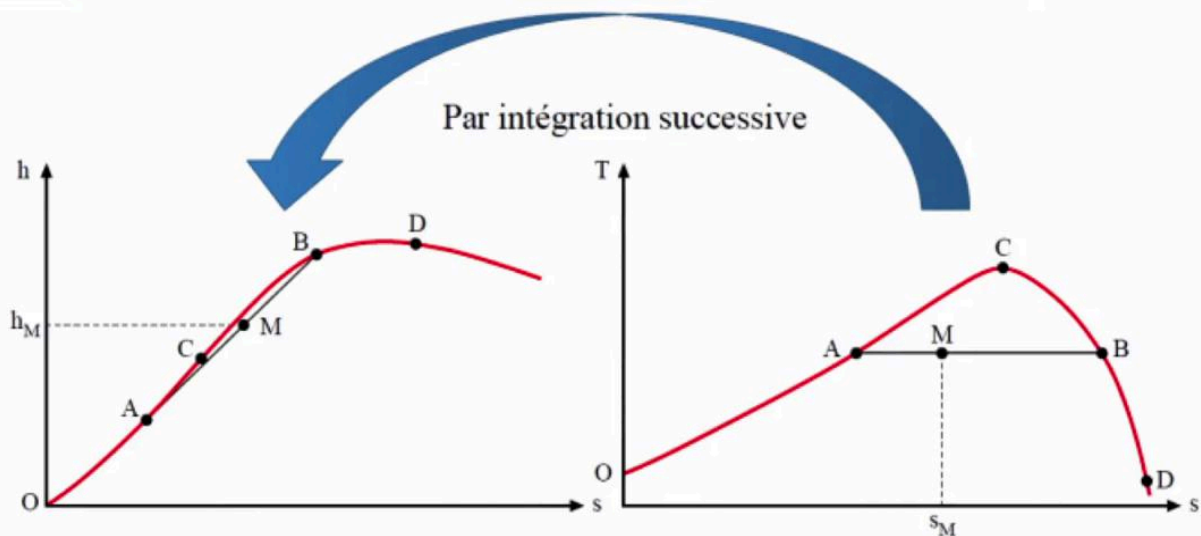
Notes

Summary



0m 50s

# Diagramme de Mollier $h(s)$ - principe



Courbe de saturation diagramme  $h(s)$  : image par la même application de la courbe de saturation du diagramme  $T(s)$  (voir positions des points A, B, C et D)

Thermodynamique

De ce point de vue, la courbe de saturation du diagramme  $H$  de  $S$  est l'image et de la même application de la courbe de saturation du diagramme  $D$  de  $S$ . On peut noter la translation des positions d'un points A dans le diagramme  $TS$  au point A dans le diagramme  $HTS$ . De même, les autres points, à savoir CBS deviennent CB et dans le diagramme  $HDS$  passant à l'élaboration de la famille des courbes qui forment le diagramme de Mollier commençant par la des.

Notes

Summary



2m 41s

# Diagramme de Mollier h(s) – Isobares



## Preuve

- Pente d'une isobare :

$$\left. \frac{\partial h}{\partial s} \right|_P = T$$

Pente d'une isobare =  $T$  en diagramme h(s)

- Expression différentiée de l'enthalpie :

$$dh = T ds + v dp$$

- Transformation isobare :

$$p = \text{const}$$

- D'où  $dh = \delta Q = T ds$

- Finalement

$$\underline{\left. \frac{\partial h}{\partial s} \right|_P = T}$$

Thermodynamique

Au bas, d'abord la pente d'une isobares. Alors on peut noter que la pente d'une isobare correspond à la température un diagramme HS. Cette pente représente la dérivée partielle de H par rapport à s à pression constante, qui est égale à D. Pour preuve, nous partons de la formule DH égal à d cvd p a. Pour une transformation isobares, p est égale à une constante. On obtient donc dh égal à delta Q qui est égal à TDS. Il résulte que la levée partielle par rapport à s à pression constante est égale à p.

Notes

Summary



3m 16s

# Diagramme de Mollier $h(s)$ – Isobares



- Zone liquide : compression isentropique du liquide

d'où  $\Delta h \cong v_0(p - p_0)$

$h$  varie peu quand on passe d'une isobare à l'autre par compression isentropique d'un liquide

Donc isobares ~ confondues avec la branche OC de la courbe de saturation (voir graphe précédent)



Comment évolue la pression dans la zone liquide ? Pour une composition isotopique du liquide, nous obtenons  $\Delta h$  égal à  $v_0 \cdot \Delta p$ .  $h$  varie peu quand on passe d'une isobare à l'autre par compression isentropique d'un liquide. Autrement dit, les eaux basses sont pratiquement confondues avec la ligne OC de la courbe de saturation. En fait, c'est de la courbe de saturation. En fait, c'est de la courbe de saturation. En fait, c'est de la courbe de saturation.

Notes

Summary



4m 00s



# Diagramme de Mollier $h(s)$ – Isobares



- Zone liquide : compression isentropique du liquide

d'où  $\Delta h \cong v_0(p - p_0)$

$h$  varie peu quand on passe d'une isobare à l'autre par compression isentropique d'un liquide

Donc isobares ~ confondues avec la branche OC de la courbe de saturation (voir graphe précédent)

## Justification

Pour l'eau :  $v_0 \cong 0,001 \text{ m}^3 \text{kg}^{-1}$

Si  $p - p_0 = 100 \text{ bars}$

on a  $\Delta h = 10 \text{ kJkg}^{-1}$  très faible devant les variations d'enthalpie mise en jeu dans les autres transformations

Thermodynamique

La justification est toute simple pour l'eau, nous avons  $v_0$  sensiblement égal à 0,001 mètre cube par kilogramme. Surprenant  $p$  moins  $p_0$  est égal à Samba. Nous obtenons  $\Delta h$  égal à dix kilos joule par kilogramme très faible devant les autres variations. D'enthalpie mise en jeu dans les autres transformations.

Notes

Summary



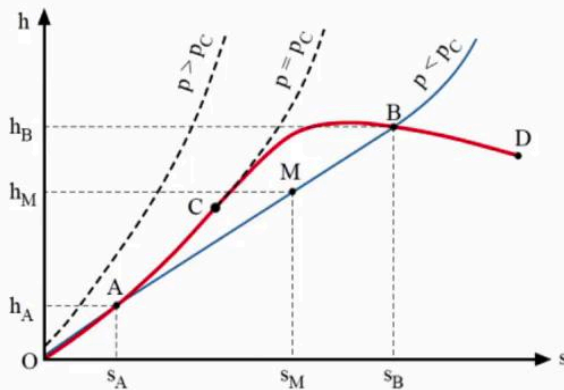
4m 29s

# Diagramme de Mollier $h(s)$ – Isobares



- Zone vapeur sèche :  
Isobare approximée à celle d'un gaz parfait de forme exponentielle

$$h = K' e^{\left(\frac{s}{c_p}\right)}$$



## Démonstration

- Expression différentiée de l'entropie :

$$ds = \frac{\delta Q_p}{T} = \frac{C_p dT}{T}$$

- Hypothèse :  $C_p$  indépendant de  $T$

Thermodynamique

Regardons comment a évolué la pression à l'intérieur de la courbe de saturation. Dans cette zone, le fluide est sous la forme liquide vapeur. Lise Aubin correspond au segment de droite A.B de pin TT. Comme preuve, nous venons de montrer que la pente des bas est identique à la température. C'est à dire dérivées partielles par rapport à  $S$  à pression constante et Galatée à la température ne varie pas pendant une transformation avec changement de phase. Finalement, nous avons un accès égal à  $TS$ , autrement dit l'équation d'un segment de droite. Voyons maintenant comment évolue la pression dans la zone de passage dans cette zone. L'isba est à port similaire à celle d'un gaz parfait de format exponentiel.  $H$  est égal à un prime exponentielle de  $S$  sur  $c_p$  c. Ici, c'est la capacité calorifique à pression constante. Pour le prouver. Considérant la forme infinitésimale de la fonction entropie dans une transformation isobare, nous écrivons alors des  $s$  est égal à Delta Kuiper Suter qui est égal à  $c_p dt$  Suter. Data Kuiper, c'est. La chaleur est chargée à pression constante et  $CP$  et la capacité calorifique à pression constante.

Notes

Summary



4m 54s

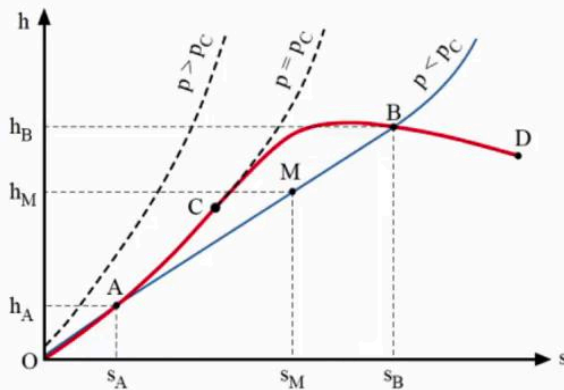


# Diagramme de Mollier $h(s)$ – Isobares



- **Zone vapeur sèche :**  
*Isobare approximée à celle d'un gaz parfait de forme exponentielle*

$$h = K' e^{\left(\frac{s}{C_p}\right)}$$



## Démonstration

- Expression différentiée de l'entropie :

$$ds = \frac{\delta Q_p}{T} = \frac{C_p dT}{T}$$

- Hypothèse :  $C_p$  indépendant de  $T$
- On a donc :

$$\left. \frac{\partial h}{\partial s} \right|_P = T \quad \text{et} \quad T = K e^{\left(\frac{s}{C_p}\right)}$$

- Finalement :  $h = K' e^{\left(\frac{s}{C_p}\right)}$

Thermodynamique

En faisant l'hypothèse que la capacité calorifique appelée quotient constant ne dépend pas de la température, nous obtenons dérivées partielles de  $S$  à pression constante égale à  $t$ . En intégrant la première équation, nous avons et égal à  $k$  exponentielle de  $s$  jcp. Le point d'orgue a remplacé cette expression de la température dans la planification et la deuxième intégration lui donne un  $H$  égal à quatre prime exponentielle de GCP.

Notes

Summary



# Diagramme de Mollier $h(s)$ – Titre de vapeur



## Démonstration

- On a le système d'équations :

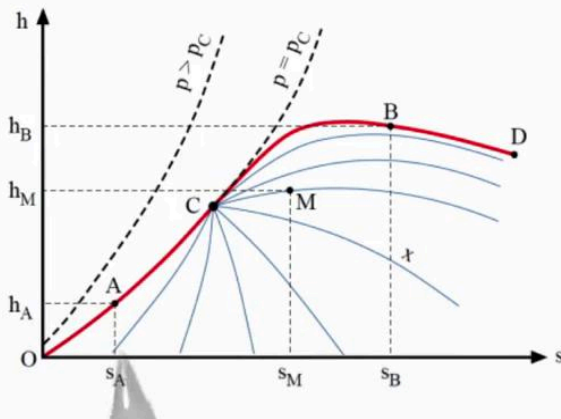
$$\begin{cases} ms = m_v s_B + m_l s_A \\ mh = m_v h_B + m_l h_A \\ m = m_v + m_l \end{cases}$$

- La résolution du système donne :

$$\begin{cases} m_v = m \frac{s_M - s_A}{s_B - s_A} \\ m_l = m \frac{s_B - s_M}{s_B - s_A} \end{cases} \quad \text{ou} \quad \begin{cases} m_v = m \frac{h_M - h_A}{h_B - h_A} \\ m_l = m \frac{h_B - h_M}{h_B - h_A} \end{cases}$$

- Finalement :

$$x = \frac{s_M - s_A}{s_B - s_A} \quad \text{et} \quad x = \frac{h_M - h_A}{h_B - h_A}$$



Thermodynamique

Maintenant place au titre des liquides vapeur. Le titre de vapeur dans un état dit Favi est par définition  $x$  égal à  $m_v$  sur  $m$  et la masse de la vapeur et  $m$ . La masse du mélange en montre que  $x$  est égal à l'entropie au point M situé dans la zone du mélange liquide vapeur moins. L'entropie du point A est située sur la courbe de saturation séparant la partie liquide de la partie Bel Air liquide vapeur, le tout divisé par l'entropie du point B située sur la courbe de saturation séparant la partie vapeur surchauffée et la lemelin liquide vapeur. C'est encore égal à l'enthalpie du point M, moins l'enthalpie du point A sur l'enthalpie du point B, moins l'enthalpie du point A. Alors on peut noter que la courbe des gaz qui représente le faisceau de courbes convergent tous au point critique si ou le titre est indéfini. Pour preuve, il suffit d'écrire le système d'équations suivant. Premier équation  $ms$  est égal à  $m_v s_B$  plus  $m_l s_A$ . La deuxième équation s'écrit  $mh$  est égal à  $m_v h_B$  plus  $m_l h_A$ . La troisième équation s'écrit  $m$  est égal à  $m_v$  plus  $m_l$ . Notons que M est la masse du mélange dans la phase liquide vapeur  $m_v$ . C'est la masse de la vapeur dans cette phase et M la masse du liquide.

Notes

Summary



# Diagramme de Mollier $h(s)$ – Titre de vapeur



## Démonstration

- On a le système d'équations :

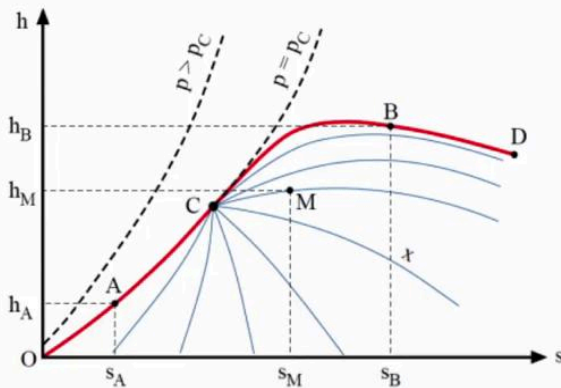
$$\begin{cases} ms = m_v s_B + m_l s_A \\ mh = m_v h_B + m_l h_A \\ m = m_v + m_l \end{cases}$$

- La résolution du système donne :

$$\begin{cases} m_v = m \frac{s_M - s_A}{s_B - s_A} \\ m_l = m \frac{s_B - s_M}{s_B - s_A} \end{cases} \quad \text{ou} \quad \begin{cases} m_v = m \frac{h_M - h_A}{h_B - h_A} \\ m_l = m \frac{h_B - h_M}{h_B - h_A} \end{cases}$$

- Finalement :

$$x = \frac{s_M - s_A}{s_B - s_A} \quad \text{et} \quad x = \frac{h_M - h_A}{h_B - h_A}$$



Thermodynamique

Le point A est situé sur la courbe de saturation dans un état liquide saturé. Le point B est également situé sur la courbe de saturation en état de vapeur saturée. Si nous résolvons ce système d'équations, considérons dans un premier temps la première et la dernière équation. La résolution nous donne  $m_v$  égale à  $m$ . Le taux multiplié par  $s_B - s_A$  est égal à  $m(s_M - s_A)$ . Elle est égale à  $m$  multiplié par  $s_B - s_A$ . Le tout divisé par  $s_B - s_A$ . En considérant la deuxième et la troisième équation, nous obtenons après résolution  $m_v$  égale à  $m$ , le tout multiplié par  $h_B - h_A$  à diviser par  $h_B - h_A$ . Achat ensuite  $m$ . Les taux multipliés par  $h_B - h_A$ .  $m$  divisé par  $h_B - h_A$ . Finalement, en divisant  $m_v$  par  $m$ , nous obtenons l'expression du titre de vapeur. À savoir  $x$  est égal à l'entropie au point  $M$  au point  $A$  divisé par l'entropie au point  $B$  au point  $A$  ou  $x$  est égal à l'enthalpie au point  $M$  au point  $A$  divisé par l'enthalpie au point  $B$  au point  $A$ .

Notes

Summary

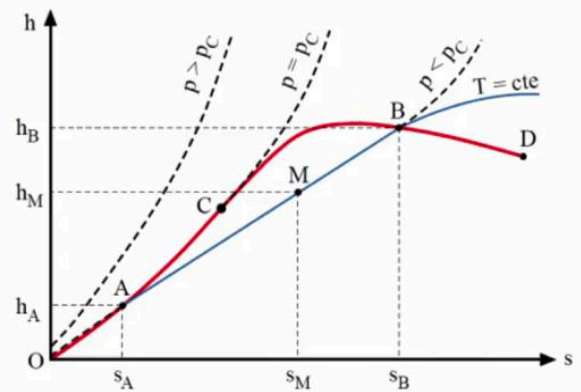


# Diagramme de Mollier $h(s)$ - Isothermes



- **Zone mixte** : Isobares et isothermes rigoureusement confondues

Le changement d'état liquide-vapeur se fait à pression et température constantes



Thermodynamique

Examinons maintenant la forme des X au terme. Dans la zone mixte. Nous avons déjà vu que les eaux thermales se confondent aux isobares du fait de la coexistence de deux phases liquide vapeur dans la zone vapeur sèche.

Notes

Summary

10m 18s



# Diagramme de Mollier $h(s)$ - Isothermes

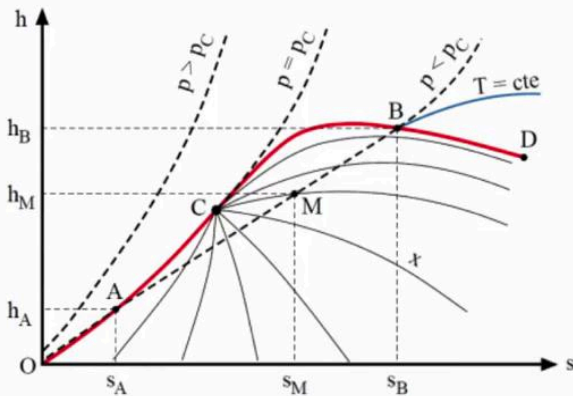


- **Zone vapeur sèche** : isothermes tendent vers l'horizontale loin de la courbe de saturation (propriétés des gaz parfaits)

## Preuve

- Expression fonction enthalpie :

$$h = u + pv \quad \text{et} \quad dh = du + d(pv)$$



Thermodynamique

Les autres termes tendent vers l'horizontal, loin de la courbe de saturation. Nous avons la propriété des gaz parfaits pour démontrer cette affirmation en reprenant l'expression de la fonction enthalpie, à savoir.  $H$  est égal à  $U$  plus  $CPV$ . La différenciation des sites fonctionne ou donne des âges égal à des  $U$  plus.

Notes

Summary

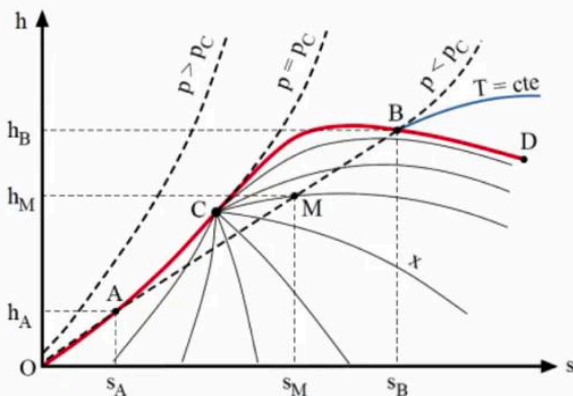


10m 37s

# Diagramme de Mollier $h(s)$ - Isothermes



- **Zone vapeur sèche** : isothermes tendent vers l'horizontale loin de la courbe de saturation (propriétés des gaz parfaits)



## Preuve

- Expression fonction enthalpie :

$$h = u + pv \text{ et } dh = du + d(pv)$$

- Transformation gaz parfait d'un état à l'autre :  $du = du_{\text{isochore}} + du_{\text{isotherme}}$

$$\text{avec } du_{\text{isochore}} = c_v dT \text{ et } du_{\text{isotherme}} = 0$$

$$\text{d'où } dh = c_v dT + \frac{R}{M} dT = \left( c_v + \frac{R}{M} \right) dT$$

$$\text{puis } dT = 0$$

$$\text{donc } h = \text{const}$$

Thermodynamique

Des PV pour une transformation d'un gaz parfait d'un état à l'autre. Nous écrivons que  $du$  c'est égal à des villes cas corps plus étendus. Les auteurs avaient eu des occasions égales à  $c_v dt$  et des  $u$  iso terme égal à zéro. Notons que ces véhicules représente la capacité calorifique à volume constant en remplaçant des espaces à valeurs dans l'expression précédente. Nous obtenons  $DH$  égal à  $C_v$ ,  $DP$  Plus et Air Su MDT. Notons que représente ici la constante des gaz parfaits et  $M$  la masse molaire. En mettant un facteur  $DT$ , nous écrivons  $DH$  est égal à  $c_v$  plus  $R$  si  $m dt$  à la transformation est il au terme  $dt$  est égal à zéro. Finalement,  $dh$  est égal à zéro et l'intégration nous donne  $H$  égal à une constante.

Notes

Summary

11m 06s





# Diagramme de Mollier $h(s)$

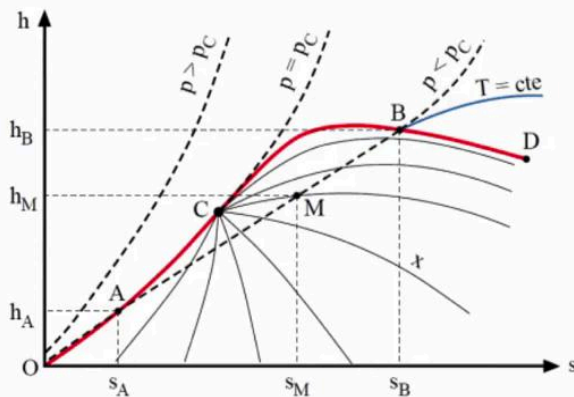
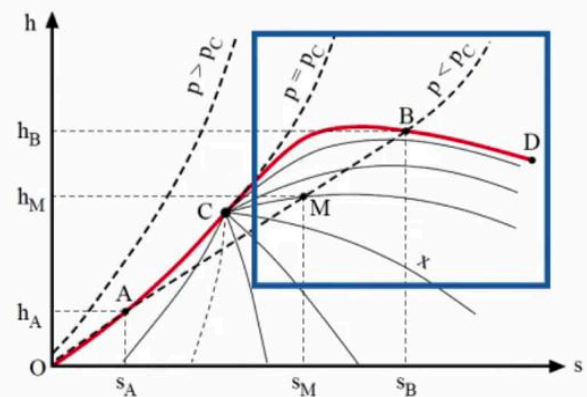


Diagramme de MOLLIER de la vapeur d'eau avec toutes les courbes décrites ci-dessus



Utilisation diagramme que pour la vapeur sèche ou saturante à titre élevé

Thermodynamique

Cette figure représente le diagramme de Mollier de la vapeur d'eau avec toute la courbe décrite plus haut. Il est important de relever que le diagramme industriel ne présente pas la zone de vapeur sèche ou de vapeur saturante. À titre élevé.

Notes

Summary



12m 11s

# Diagramme de Mollier $h(s)$

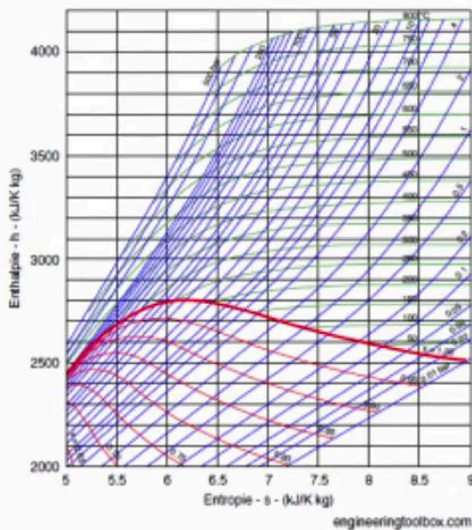


Diagramme industriel de Mollier pour la vapeur d'eau

## Remarques

- Courbes de volumes spécifiques représentées sur certains diagrammes : utiles dans le dimensionnement des appareils et tuyauteries (détermination du débit volume)
- Diagramme de MOLLIER inexploitable dans la zone liquide ou même liquide - vapeur à titre faible : détermination des fonctions  $\underline{h}$ ,  $\underline{s}$  ;  $\underline{T}_e$ ,  $\underline{P}_s$  à l'aide des tables thermodynamiques.

Thermodynamique

Cette haute figure présente un exemple de diagramme industriel de Mollier pour la vapeur d'eau. Nous avons deux remarques importantes à relever. La première remarque concerne la courbe de volume spécifique qui est représentée sur certains diagrammes. Ces courbes sont utiles pour. Le dimensionnement des appareils est ultérieure en déterminant le débit volume. Concernant la deuxième remarque, le diagramme de Mollier est inexploitable dans la zone liquide ou même liquide à vapeur. A t il de faibles conséquences ? La détermination des fonctions enthalpie. Entropie de la température d'ébullition des œufs et de la pression de saturation. PS c'est fait à l'aide des tables thermodynamiques.

Notes

Summary

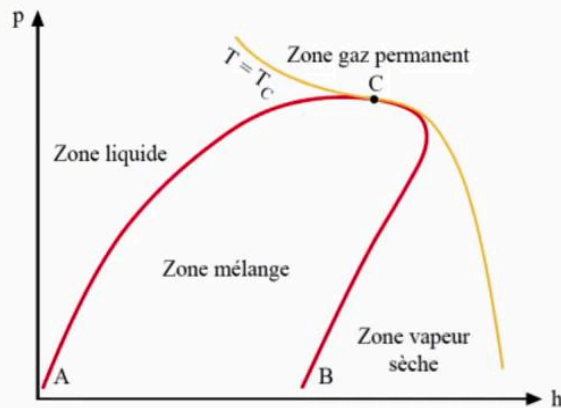


12m 36s

# Diagramme LOG p (h)



- Diagramme des frigoristes
- Comporte la pression sur une échelle semi-logarithmique en ordonnée et l'enthalpie spécifique en abscisse



Thermodynamique

- **Courbe de saturation  $ACB$  et isotherme  $T_c$**

Partagent le plan en quatre zones correspondant aux états :

- liquide,
- liquide-vapeur,
- vapeur sèche (ou gaz) et
- gaz permanent.

Place maintenant à la deuxième partie de ce module consacré au diagramme Lopez de H. C'est le diagramme couramment utilisé par les frigoriste. Les systèmes de coordonnées de ces diagrammes comportent la pression à donner sur une échelle logarithmique et l'enthalpie spécifique en abscisse. La courbe de saturation à C et B et les autem critique et C divise le plan en quatre zones correspondant aux états liquides, liquides à vapeur, vapeur sèche et gaz permanent.

Notes

Summary

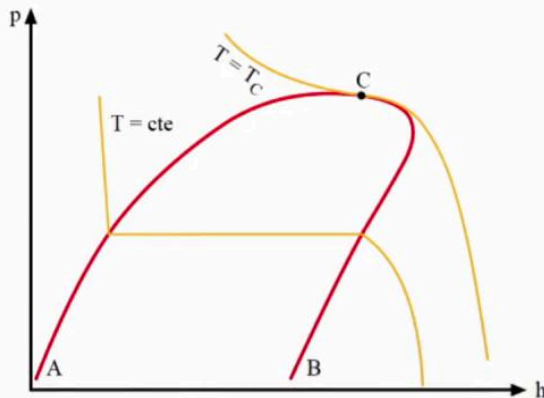


13m 30s

# Diagramme LOG p (h) - Isothermes



- **Zone vapeur sèche** : isothermes tendent vers la verticale loin de la courbe de saturation (propriétés des gaz parfaits)



## Justification

- Quand p tend vers 0, on a un gaz parfait
- Comme précédemment démontré dans le cas du diagramme de Mollier, nous avons alors :

$$dh = \left( c_v + \frac{R}{M} \right) dT = 0 \text{ car } \underline{T = \text{const}}$$

Donc h = const loin de la courbe de saturation

Thermodynamique

Examinant la forme des hauteurs dans la zone liquide, nous avons les Hautes-Alpes et les Autem qui se confondent pratiquement. Ceci se justifie par le fait que pour l'écrite, l'enthalpie h varie très peu avec la pression, et cette grandeur ne dépend pas que de la température dans la zone mixte. Nous avons les isobares. Et les autres termes qui se confondent rigoureusement. La justification résulte du fait que le changement d'état liquide vapeur s'opère à pression et température constante dans la zone sèche. Les autres termes tendent vers la verticale, loin de la saturation. Nous avons les propriétés des gaz parfaits pour prouver cela. Notons que quand p dans. Vers zéro, on a un gaz parfait. Comme précédemment démontré dans le cas du diagramme de Mollier, nous avons alors. d'Âge égal a cv plus et a reçu m dt qui est égal à zéro cas. La température ne varie pas dans. En intégrant cette équation, nous avons h. Égal à une constante loin de la saturation d'eau cette fois dans le diagramme.

Notes

Summary

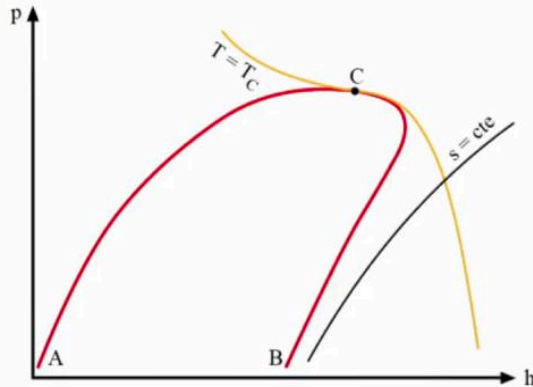


14m 15s

# Diagramme LOG p (h)-Isentropes



- **Zone liquide** : Isentropes presque verticales



- **Preuve**

La relation  $dh = Tds + vdp$  donne :

$$\left. \frac{\partial h}{\partial p} \right|_s = v \quad \text{et} \quad \left. \frac{\partial p}{\partial h} \right|_s = \frac{1}{v}$$

$v$  est faible pour le liquide et donc  $1/v$  élevé, d'où la forme verticale de l'isotrope

Pour un liquide,  $h$  varie très peu avec la pression

Thermodynamique

Passons maintenant à la forme des enveloppes dans la zone liquide, les un trois sont presque verticales. Pour le prouver, nous partons de l'expression différentielle de l'enthalpie, à savoir des TDS plus élevées des p, ce qui donne dérivées partielles de la pompe un peu p constante égale à V. Soit dérivées partielles de p par n'a pas égale à un suivi à V et faible pour les liquides et dans un suivi V et le V de la forme verticale de. Les un trois pour l'équipe H varie très peu avec la pression dans la zone sèche.

Notes

Summary

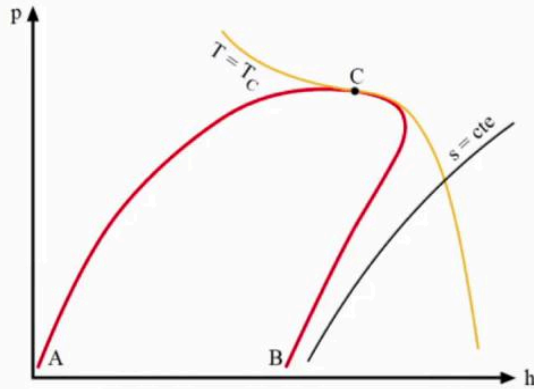


15m 48s

# Diagramme LOG p (h)-Isentropes



- **Zone vapeur sèche** : Isentropes sous forme curviligne
- **Preuve**



$v$  est élevé pour la vapeur et donc  $1/v$  faible, d'où la forme curviligne de l'isotrope

Thermodynamique

Nous avons la zizanie sous forme curviligne. La justification résulte du fait que  $V$  est élevé pour la vapeur et dans un cv est faible d'eau. La forme curviligne de trois.

Notes

Summary



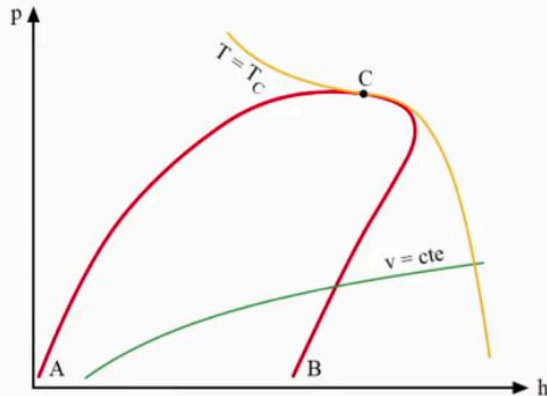
16m 34s



# Diagramme LOG p (h)- Isovolumes



- **Zone vapeur sèche** : allure semblable aux isotropes, mais de pentes relativement plus faibles



## Preuve

Quand on s'éloigne de la courbe de saturation, on a un gaz parfait.

Nous avons :

$$pv = nRT \quad \text{et} \quad p dv + v dp = nR dT$$

$$\text{si } v = \text{const}, \text{ alors } v dp = nR dT, \quad dh = C_p dT$$

$$\text{et } dp = \frac{nR}{c_p} \frac{1}{v} dh = \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right) \frac{1}{v} dh$$

$$\text{donc } \left. \frac{\partial P}{\partial h} \right|_v = \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right) \frac{1}{v}$$

Thermodynamique

J'ai temps maintenant. Le regard sur la forme des iso volumes. Dans la zone liquide, la courbe d'égal volume semble presque verticale comme justification, notant que pour un liquide comme l'enthalpie, le volume. H varie peu. Avait la pression alors pour le prouver. Quand on s'éloigne de la courbe de saturation, on a un gaz parfait. Vous écrivez alors PV est égal à n est la loi des gaz parfaits. En différenciant cette équation, nous obtenons PDV plus élevé. DP est égal à n rdt. Pour une transformation ISO volume, le volume ne varie pas. Finalement on avait dp égal à n rdt en DH est égal à CPD t il vient. DP est égal à N et a reçu CP comme les IP ainsi suivi DH en remplaçant n r sur CP par sa valeur, nous écrivons dont DP est égal à un sur Gama comme suit v. DH. Notons que GAMA représente ici l'exposant adiabatique défini par le rapport cp sur cv, cp étant la capacité calorifique à pression constante et cv la capacité calorifique à volume constant. Pour finir, la partielle par rapport à un volume constant donne un gamma, un suivi, d'ou la forme des iso volume dans la zone sèche qui a une panne relativement plus faible que la pente des autres, terminant par le titre de mélange liquide à vapeur.

Notes

Summary



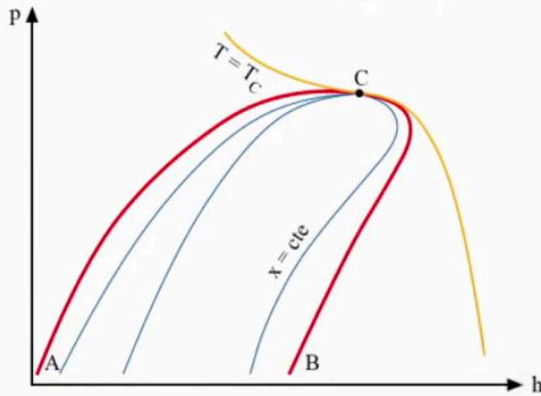
# Diagramme LOG p (h)-titre de vapeur



- Définition :  $x = \frac{m_v}{m}$

où  $m_v$  masse de vapeur et  $m$  masse du mélange

On montre que :  $x = \frac{h_M - h_A}{h_B - h_A}$



## Preuve

Il suffit d'écrire :

$$\begin{cases} m = m_v + m_l \\ mh_M = m_v h_B + m_l h_A \end{cases}$$

Il résulte de ce système d'équation que :

$$\begin{cases} m_v = m \frac{h_M - h_A}{h_B - h_A} \\ m_l = m \frac{h_B - h_M}{h_B - h_A} \end{cases}$$

Thermodynamique

Nous avons vu précédemment que le titre de vapeur dans la zone mixte est par définition.  $x$  est égal à  $m_v$  sur  $m$ .  $m_v$  est la masse de vapeur et  $m$  la masse du mélange. On montre que  $x$  est égal à  $M$ .  $H$  à  $H_B$ . Astra  $h$   $m$  et l'enthalpie d'un point  $M$  situé dans la zone du mélange  $HK$  est l'enthalpie du point  $A$  situé sur la courbe de saturation côté liquide et  $H_B$ . L'enthalpie du point de saturation côté vapeur. La courbe des altitudes converge au point critique  $C$  ou. Le titre est indéfini. Pour preuve, il suffit décrit le système d'équations.  $M$  et  $M$ ,  $v$ , plus  $m$   $l$  et  $M$ .  $H$   $m$  est égal à  $m_v H_B$ , plus  $m$  à ça. Notons que les inconnues de ces systèmes d'équations, c'est  $M$ . C'est à dire la masse de la vapeur dans le mélange et  $m$   $l$ . La masse du liquide dans le mélange. La résolution de ces systèmes d'équations lui donne  $m_v$  égal à  $M$  comme multiplie  $a$  sur  $h_b$ .  $A$ . Puis elle égale à  $m$  facta de  $h$   $b$   $h_m$  divisé par  $h$   $b$  moins  $a$ . On déduit alors l'expression du titre vu précédemment.

Notes

Summary



18m 48s

# Diagramme LOG p (h)

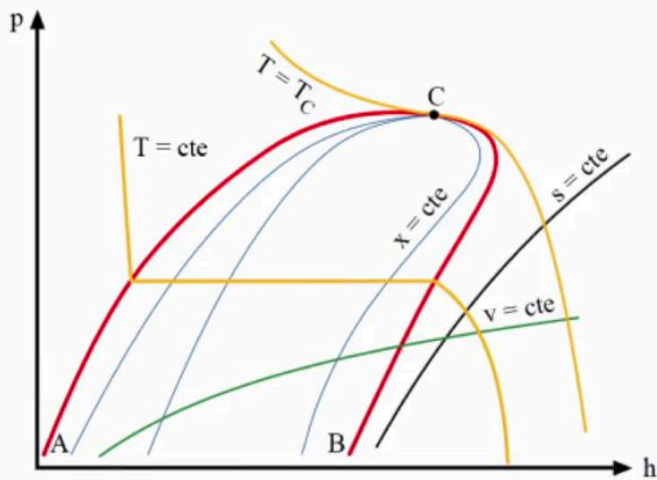
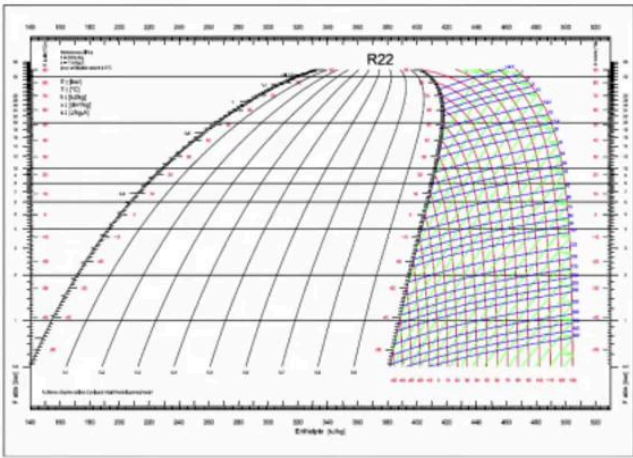


Diagramme LOG p (h) avec toutes les courbes décrites ci-dessus



Exemple diagramme LOG p (h) pour le R22

Thermodynamique

Cette figure schématise le diagramme Lopez de H avec toute la courbe décrite ci dessus. Nous avons les autres termes. La courbe des altitudes, les emplois. Les volumes, et la figure ci contre représente enfin un exemple de diagramme leur pédalage pour le F-22 avait lieu avant les antilopes. Les eaux thermale sont en rouge, les eaux volumes en bleu. Les hauts et bas, sans doute horizontal et les Alpes sont des droites verticales.

Notes

Summary



# Conclusion



- Diagramme de Mollier utilisé dans les projets
- Diagramme de MOLLIER inexploitable dans la zone liquide ou liquide - vapeur à titre faible
- Diagramme LOG p (h) utilisé pour le dimensionnement des réfrigérateurs/pompes à chaleur

Thermodynamique

Nous noterons, au terme de ce quatrième et dernier module, de cette leçon consacrée aux fluides, que le diagramme de Mollier est utilisé pour le calcul des grandeurs thermodynamiques intervenant dans les projets industriels, notamment les circuits de vapeur. Nous noterons ensuite que ce diagramme est inexploitable dans la zone décrite ou l'équipe vapeur a fait. Nous noterons enfin que le diagramme Locks P de H, encore appelé diagramme frigorifique, est utilisé particulièrement pour le dimensionnement des réfrigérateurs et des pompes à chaleur. Je vous remercie pour cette rencontre.

Notes

Summary



21m 15s