

LP 14 : Machines thermiques réelles.

Présentée par Alexandre Michel le 3 février
Corrigée par Romain Berthelard et Marc Vincent

Remarques générales :

La présentation a été agréable, mais la leçon a été très mal centrée. Les $\frac{3}{4}$ de l'exposé ont porté sur la description type « boîte noire » des machines thermiques sans dégager les propriétés essentielles, et sans développements un peu « poussés ». On est resté très à la surface des problématiques, aucune estimation de rendement ou efficacité détaillée.

Alors que le jury souhaite actuellement une étude des systèmes réels, avec une discussion très précise des causes d'irréversibilité, donc du fonctionnement des différents organes constituant une machine réelle. Il est alors impératif de présenter le premier principe généralisé, dit abusivement industriel, valable pour des fluides en écoulement stationnaire et qui privilégie l'emploi de la fonction d'état enthalpie massique. Il en découle alors tout naturellement l'usage et l'explication du digramme de Mollier ($\log P, h$) dits des frigoristes (consulter [1]).

Il ne faut alors pas avoir peur de passer à des applications numériques très concrètes afin d'évaluer les contributions des différentes transformations et divers organes (lire de façon très approfondie [2])... On peut ainsi discuter très avantageusement de la validité des différentes hypothèses du modèle choisi et de l'optimisation de certains paramètres caractéristiques de la machine. Lire absolument [3]

Du point de vue de la forme, quelques commentaires généraux :

- éviter les changements de notations en cours de traitement d'un problème ;
- utiliser internet comme référence est définitivement prohibé... vous n'aurez pas accès à ce genre de ressources au concours. Ou alors il faut les intégrer à la bibliothèque virtuelle (images, extraits d'articles scientifiques).

Commentaires sur l'exposé :

Définir plus précisément les prérequis de la leçon.

I. Les fondements.

Cette partie théorique a été abordée trop rapidement sans définir clairement le système étudié, ses frontières, et les conventions adoptées. C'est une faute pédagogique, et physique.

Il faut d'entrée préciser les hypothèses sur les sources idéales leur nombre,...

La discussion sur le diagramme de Raveau a été bien menée.

Il est impératif de bien discuter les conséquences de l'inégalité de Carnot en insistant sur l'existence d'un maximum de rendement ou d'efficacité obtenue dans le fonctionnement réversible... qu'on discutera en pratique dans la suite ...

II. Les moteurs thermiques.

Les commentaires pratiques et techniques sur le cycle de Beau de Rochas ont été très intéressants, mais il ne faut pas s'en contenter, un calcul de rendement aurait pu être amorcé... Il peut très avantageux de discuter de la signification physique de l'aire du cycle, du sens de parcours dans le diagramme de Clapeyron, ou entropique (T, S) afin de montrer qu'on maîtrise le sujet.

Attention, « on ne reconnaît pas » sur le diagramme de courbe isentropique... On peut éventuellement discuter des pentes locales des courbes isothermes ou isentropiques...

Il n'est pas forcément utile de traiter ou discuter de tous les cycles moteurs. Cela n'est intéressant que si on veut faire des comparaisons, ou montrer une évolution selon certains critères...

III. Machines frigorifiques.

Cette partie, essentielle à mon avis, a été « sabordée » par manque de temps.

Il serait opportun de donner le schéma de fonctionnement des différents organes avec la nomenclature officielle des thermiciens. Il faut insister sur la nécessité d'envisager des changements d'état afin de favoriser les échanges thermiques (fondamental pour ce type de machines inverse). Lire [3].

Puis il est impératif d'utiliser un digramme de Mollier en couleur, de le commenter très précisément (utiliser astucieusement des transparents qu'on peut superposer...), faire des AN et estimer des coefficients COP.

Enfin afin de bien boucler la leçon, il faut conclure sur les sources d'irréversibilité, la possibilité de les diminuer....

Quelques questions pour approfondir :

- 1) Comment définit-on la température thermodynamique ? y en a-t'il d'autres ?
- 2) Définition de la chaleur ?
- 3) Comment définit-on un thermostat idéal ? comment, en pratique, le réaliser ? Qu'est-ce qui change si la température des sources varie lentement ? (notion de pseudo sources)
- 4) Discuter de l'importance du nombre de tour/min pour un fonctionnement périodique des machines ?
- 5) Pourquoi emploie-t-on des échelles log pour la pression dans le diagramme de Mollier ?
- 6) A l'aide de ce diagramme peut-on fixer une limite de validité du modèle gaz parfait pour la vapeur sèche ?
- 7) Les courbes iso-titres sont-elles indispensables ?
- 8) Sur les cycles réels donner la signification des transformations de « déchauffé », « surchauffé »...

Bibliographie complémentaire :

En plus des livres classiques de prépas....

[1] Logiciel Thermoptim de Renaud Gicquel

[2] BUP, Denis Piccard, « Diagrammes thermodynamique de fluides purs. », mai 2007

[3] BUP, François Martin, « Le réfrigérateur. », mars 2001