

# Machines thermodynamiques réelles

## 2017 :

L'utilisation de diagrammes enthalpiques peut permettre de discuter de façon quantitative l'irréversibilité d'une machine réelle et, en plus, d'éviter de se contenter du modèle du gaz parfait. Le jury rappelle en outre que les machines thermiques ne se limitent pas aux moteurs.

## 2016 :

Au-delà des modèles classiques, le candidat s'appuiera sur des diagrammes de fluides réels

Titre de la leçon a changé :

**(LP13 : Applications des deux premiers principes de la thermodynamique au fonctionnement des machines thermiques.)**

## 2015 :

Les diagrammes thermodynamiques, exploités dans les programmes de CPGE, sont trop rarement présentés et utilisés.

**2014** : L'utilisation de diagrammes thermodynamiques relatifs à des fluides réels pour illustrer le propos est appréciée par le jury. Les moteurs thermiques ne sont pas réalisés en visant uniquement un rendement optimal.

**2009, 2010** : Les applications ne se limitent pas au moteur de Stirling et doivent rester concrètes.

**2006, 2007, 2008** : Les candidats ne doivent pas se limiter à l'étude du fonctionnement de machines théoriques, mais doivent développer en détail un exemple de machine réelle.

**2004** : Le candidat peut parfaitement présenter des machines thermiques cycliques où le fluide caloporteur subit des changements d'états.

**2003** : Au delà de l'exposé classique que l'on trouve toujours, il faut discuter les causes d'irréversibilité : s'agit-il de frottements mécaniques ou de problèmes de diffusion thermique ? Par ailleurs, les moteurs réversibles ont forcément un fonctionnement lent : comment peut-on alors récupérer de la puissance avec une telle machine thermique ? Il est intéressant d'évoquer également la nature des fluides subissant les cycles. Pourquoi certaines

machines utilisent-elles des fluides subissant des changements d'état ?

**1999** : La leçon doit notamment relever les différentes causes d'irréversibilité des transformations étudiées, par ailleurs, contrairement aux pièces mobiles des machines, le fluide en écoulement n'a pas nécessairement un comportement cyclique.

**1998** : La leçon ne doit pas se borner à un exercice académique : les candidats doivent étudier un cas de machine réelle, expliquer la modélisation qui conduit à un cycle simplifié, comprendre les sources d'irréversibilités diverses. Une transformation monotherme ne peut être réversible si le système reçoit de l'énergie d'une source de chaleur alors que sa température n'est pas celle de la source.

## Quelques questions pour vous faire réfléchir

- Énoncer le théorème de Carnot. Qu'y a-t-il de remarquable à cet énoncé ? Pourquoi le cycle de Carnot n'est-il pas utilisé en pratique ?

- Soit un moteur de voiture dans lequel la pression haute est de l'ordre de quelques dizaines de bars, et le volume

des cylindres de l'ordre de 1 L. Évaluer la puissance du moteur en kW [épreuve A, 2006].

- Quel est l'intérêt d'une machine mettant en jeu des changements d'état face à une machine fonctionnant sans ?

- Il fait chaud, c'est l'été et je décide d'ouvrir mon frigo pour refroidir ma cuisine. Est-ce une bonne idée ?

- Qu'est-ce qu'un diagramme de Paveau ? Comment l'obtient-on ? Le lit-on ? Faire apparaître l'ensemble des machines thermiques que vous connaissez sur un tel diagramme.

- Pourquoi les moteurs électriques ont-ils de bien meilleurs rendements que les moteurs thermiques ? Ils sont aussi

moins polluants, moins bruyants, et pourtant, ils ne sont encore que peu utilisés dans l'industrie automobile ; pourquoi ?

- Dans une centrale nucléaire délivrant une puissance électrique  $P = 1$  GW, la température du cœur est  $T_{\text{cœur}} = 330^\circ\text{C}$ . Quel rendement maximal peut-on envisager ? En pratique, il est de l'ordre de 33%. Calculer la puissance thermique perdue. Dédurre de cette question l'intérêt de la cogénération [épreuve A, 2006].

## Retour des années précédentes

**Agrégation 2012 - Note : 19/20**

La première partie des questions a porté sur le frigo, ils m'ont demandé pas mal de précisions sur le diagramme de Mollier, si le caractère isotherme intervenait lors des changements d'état (oui), d'où sortait la formule pour l'efficacité du réfrigérateur (un rapport de différences d'enthalpies). J'ai aussi eu pas mal de questions sur la définition du rendement/efficacité : pour les récepteurs, comment se fait-il qu'elle soit supérieure à 1 ? J'ai répondu que la définition faisait intervenir un rapport de 2 grandeurs effectivement reçues ( $Q_f$  et  $W$  pour le frigo), et non une grandeur fournie et une grandeur reçue comme on en a l'habitude. Comme j'avais présenté le moteur de Carnot, j'ai eu la question : « existe-t-il d'autres cycles moteurs ? » et j'ai donc détaillé le cycle Beau de Rochas. Sur le moteur de Carnot, ils m'ont demandé quel était finalement le facteur limitant, en supposant que l'on puisse construire un engin assez gros.