



BLAISE PASCAL
PT 2019-2020

Révisions – Bloc 16

Thermodynamique industrielle

Année	Chapitre	Ce qu'il faut réviser	Support	Prioritaire	😊
PT	12	Diagrammes			
PT	12	Diagrammes		***	
PT	12	Diagrammes		*	
PT	12	Diagrammes			
PT	13	Thermo industrielle			
PT	13	Thermo industrielle		***	
PTSI		Machines thermo		***	
PT	13	Thermo industrielle		**	
PTSI		Machines thermo		***	
PTSI		Machines thermo		*	
PT	13	Thermo industrielle		***	

Ce ne sont pas les exercices de thermodynamique industrielle qui vous manquent ! Je trouve que le DS 4 forme un ensemble assez complet sur le sujet, mais vous pouvez également aller voir le concours blanc de thermodynamique de l'an dernier (2018-2019).

Plan de la fiche

I Ressources en ligne	1
II Questions de cours	1

I - Ressources en ligne

Scanner ou cliquer sur les QR-code pour accéder aux ressources.

- L'essentiel du cours sous forme de cartes mémo : cartes réalisées par Christophe Cayssiols.



Cartes utilisables pour ce bloc de révisions : machines thermiques en système fermé ; thermodynamique des systèmes ouverts.

- Qmax : QCM d'applications directes du cours



Choisir d'abord le mode « j'apprends » puis éventuellement le mode « je révise ». Ces QCM correspondent au programme de PCSI, certaines notions peuvent donc vous être inconnues : me demander en cas de doute.

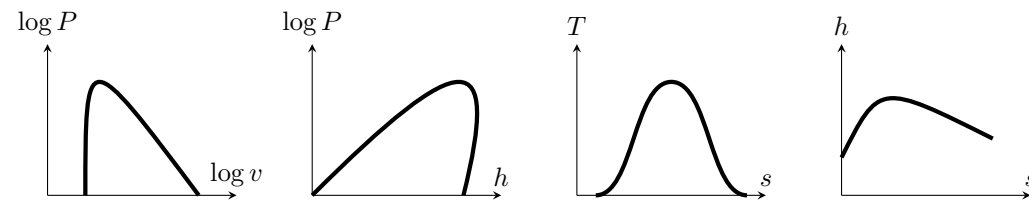
Thèmes abordés dans ce bloc de révisions : machines thermiques.

II - Questions de cours

1 - Représenter l'allure d'un diagramme au choix de l'interrogateur et établir l'allure d'une famille de courbe iso dans des cas limites.

- ▷ diagramme de Clapeyron (P, v) : isothermes (liquide + diphasé + gaz parfait) ;
- ▷ diagramme des frigoristes (P, h) : isothermes (liquide + diphasé + gaz parfait) ;
- ▷ diagramme entropique (T, s) : isobares (diphasé + gaz parfait) et isenthalpe (gaz parfait) ;
- ▷ diagramme de Mollier (h, s) : isobares (diphasé) et isothermes (gaz parfait).

Je rappelle que l'allure de la courbe de saturation n'est pas une vague patate identique dans tous les diagrammes ...



2 - Pour un moteur OU un réfrigérateur OU une pompe à chaleur (au choix de l'interrogateur), indiquer le sens réel (signe) des échanges énergétiques, par exemple sur un schéma. Définir le rendement (l'efficacité) en fonction des énergies échangées au cours du cycle, puis établir l'expression du rendement (efficacité) de Carnot.

Pour établir sans erreur les expressions des efficacités de Carnot, le plus simple est de dire que cette limite est atteinte pour un fonctionnement réversible de la machine, puis de partir de l'égalité de Clausius sous la forme

$$\frac{Q_c}{T_c} + \frac{Q_f}{T_f} = 0.$$

Bien sûr, il est un peu plus général de partir de l'inégalité ... mais cela ajoute une difficulté par rapport aux signes. Enfin, j'ai fait en cours une démonstration conservant l'entropie créée jusqu'au bout calcul : elle est intéressante pour bien comprendre que c'est la création d'entropie qui limite l'efficacité, mais je la déconseille dans une copie.

3 - Démontrer le premier principe de la thermodynamique appliqué à un fluide en écoulement stationnaire.

La démonstration est notoirement très longue : outre l'habituel travail de mémorisation, les étudiants doivent également faire un travail de concision, pour tout dire en un minimum de mots et de temps.

4 - Pour un composant thermodynamique au choix de l'interrogateur, indiquer son rôle et simplifier l'écriture du premier principe en justifiant les hypothèses faites.

Les composants à connaître sont le détenteur, la turbine, le compresseur, la tuyère, l'échangeur simple flux, l'échangeur double flux, le mélangeur et le séparateur.

5 - Rappeler les quatre composants constituant une machine frigorifique, en expliquant leur nécessité.

J'ai traité en cours l'exemple de la pompe à chaleur, mais la structure est identique dans toutes les machines frigorifiques : compresseur, condenseur (échangeur avec la source chaude), détenteur, évaporateur (échangeur avec la source froide). L'idée essentielle que les étudiants doivent savoir expliquer est qu'une machine frigorifique réalise un transfert thermique effectif de sens opposé au sens naturel ... mais lorsque le fluide caloporteur est au contact des sources dans les échangeurs, les « vrais » transferts thermiques ne peuvent se faire que dans le sens naturel. Ainsi, le fluide doit être plus froid que la source froide lorsqu'il est en contact avec elle dans l'évaporateur et plus chaud que la source chaude dans le condenseur. Or en sortie du condenseur le fluide est au moins à la température de la source chaude, le refroidissement adiabatique dans le détenteur est donc indispensable avant l'entrée de l'évaporateur. De même, en sortie de l'évaporateur le fluide est au plus à la température de la source froide, l'échauffement adiabatique dans le compresseur est donc nécessaire également.

6 - Dans un réfrigérateur, qui du condenseur ou de l'évaporateur est placé dans le compartiment réfrigéré ? à l'extérieur du réfrigérateur ? Pourquoi ?

Le condenseur et l'évaporateur sont deux échangeurs dans lesquels le fluide frigorigène change d'état : dans le condenseur, il se liquéfie (= il se condense) en cédant de l'énergie au milieu extérieur alors que dans l'évaporateur, il se vaporise en prélevant de l'énergie à son environnement. Dans un réfrigérateur, le fluide doit prélever de l'énergie au compartiment réfrigéré, c'est donc l'évaporateur qui s'y trouve, et la céder à l'extérieur, dans lequel se trouve le condenseur.

7 - Dans une pompe à chaleur, qui du condenseur ou de l'évaporateur est placé au contact du circuit de chauffage ? à l'extérieur de la maison ? Pourquoi ?

Le raisonnement est exactement l'inverse du réfrigérateur, le condenseur se trouve au contact du circuit de chauffage et l'évaporateur à l'extérieur de la maison.