



BLAISE PASCAL
PT 2018-2019

Programme des colles semaine 11 : du 26 au 30 novembre

Mécanique des fluides

Déroulement de la colle

- ▷ Une question de cours parmi la liste ci-dessous ;
- ▷ Un exercice portant sur les thèmes indiqués ci-dessous.

Au programme des questions de cours

- ▷ **Un étudiant par groupe** devra démontrer le premier principe pour un système ouvert. La démonstration est notoirement très longue mais régulièrement demandée à l'épreuve B : outre les aspects physiques, les étudiants ont un travail de concision à faire sur la rédaction.
- ▷ Retrouver l'évolution des champs de pression et de vitesse dans un dispositif type Venturi.
Le dispositif de Venturi n'est pas à connaître et pourra donc être rappelé si besoin. Je n'attends pas de longs calculs : l'étudiant doit combiner la conservation du débit et le théorème de Bernoulli entre deux sections de la conduite pour montrer qu'un resserrement de section entraîne une hausse de vitesse et une chute de pression.
- ▷ Rappeler le sens des échanges d'énergie dans un moteur, un réfrigérateur ou une PAC (au choix de l'interrogateur). Définir le rendement (l'efficacité), et établir l'expression du rendement (l'efficacité) de Carnot.
- ▷ Pour un composant thermodynamique au choix de l'interrogateur, indiquer son rôle et simplifier l'écriture du premier principe en justifiant les hypothèses faites. Si cela s'y prête, écrire la conservation des débits.
Les composants à connaître sont le détendeur, la turbine, le compresseur (ou la pompe), la tuyère, l'échangeur simple flux, l'échangeur double flux, le mélangeur, le séparateur.

Au programme des exercices

Chapitre 8 : Description des écoulements stationnaires

Extrait du programme officiel : partie 1 « Thermodynamique et mécanique des fluides », bloc 4 « Description d'un fluide en écoulement stationnaire dans une conduite ».

Le bloc 4 introduit le point de vue eulérien pour l'étude des écoulements. Il s'agit de décrire simplement un écoulement en identifiant des tubes de courant sur lesquels des bilans pourront ensuite être effectués. On pourra faire le lien avec la signification physique des opérateurs rotationnel et divergence introduits dans le cours d'électromagnétisme.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Grandeurs eulériennes. Régime stationnaire.	Décrire localement les propriétés thermodynamiques et mécaniques d'un fluide à l'aide des grandeurs intensives pertinentes.
Lignes et tubes de courant.	Associer le caractère a priori divergent ou rotationnel d'un écoulement à une carte de champ de vitesse fournie.
Débit massique.	Exprimer le débit massique en fonction de la vitesse d'écoulement. Exploiter la conservation du débit massique.
Débit volumique.	Justifier l'intérêt d'utiliser le débit volumique pour l'étude d'un fluide de volume massique constant et uniforme en écoulement.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Écoulements laminaires.	Approche documentaire : Relier la nature de l'écoulement à la valeur du nombre de Reynolds. Distinguer, sur un document, un écoulement laminaire d'un autre type d'écoulement.

En **gras**, les points devant faire l'objet d'une approche expérimentale.

Extrait du programme officiel : partie 1 « Thermodynamique et mécanique des fluides », bloc 5 « Énergétique des fluides en écoulement laminaire stationnaire dans une conduite ».

Notions et contenus	Capacités exigibles
Fluides parfaits. Fluides newtoniens : notion de viscosité.	Caractériser un fluide parfait par un profil de vitesse uniforme dans une même section droite. Citer des ordres de grandeur de viscosité dynamique de gaz et de liquides (dans le cadre des machines hydrauliques et thermiques, des lubrifiants, etc.). Relier l'expression de la force surfacique de cisaillement au profil de vitesse. Exploiter les conditions aux limites du champ de vitesse d'un fluide dans une conduite. Lier qualitativement l'irréversibilité d'un écoulement à la viscosité.

En **gras**, les points devant faire l'objet d'une approche expérimentale.

Chapitre 9 : Bilans d'énergie des écoulements en conduite

💣💣💣 **Attention !** J'ai démontré les principes de la thermodynamique pour les systèmes ouverts dans ce chapitre, mais nous ne les avons pas encore appliqués en TD : les exercices de cette semaine ne porteront que sur les installations hydrauliques (Bernoulli, pertes de charge, puissance indiquée).

Extrait du programme officiel : partie 1 « Thermodynamique et mécanique des fluides », bloc 5 « Énergétique des fluides en écoulement laminaire stationnaire dans une conduite ».

Dans le bloc 5, on effectue des bilans énergétiques dans une conduite. On se place dans un premier temps dans le cadre de la dynamique des fluides parfaits. Toute utilisation de l'équation d'Euler ou de Navier-Stokes est exclue. On établit la relation de Bernoulli, puis les pertes de charge dans les conduites sont prises en compte. On initie à ce sujet les étudiants à la lecture d'abaques. Dans un second temps, on tient compte des transferts thermiques pour exprimer les principes de la thermodynamique pour un système en écoulement.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Bilan de grandeurs énergétiques extensives.	Définir un volume et une surface de contrôle stationnaire. Énoncer et mettre en œuvre la conservation de l'énergie mécanique pour des systèmes ouverts et fermés.
Bilan d'énergie pour un fluide parfait, relation de Bernoulli.	Établir un bilan de puissance pour un circuit hydraulique ou pneumatique avec ou sans pompe. Exploiter la relation de Bernoulli pour un fluide incompressible. Approche documentaire : Analyser des méthodes et des dispositifs de mesure des grandeurs caractéristiques d'un écoulement.
Perte de charge singulière et régulière.	Modifier la relation de Bernoulli afin de tenir compte de la dissipation d'énergie due aux frottements. Mettre en évidence une perte de charge.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Travail indiqué massique w_i d'une machine.	Définir le travail indiqué massique comme la somme des travaux massiques autres que ceux de la force de pesanteur et des forces de pression d'admission et de refoulement. Relier la notion de travail indiqué massique à la présence de parties mobiles.
Premier et deuxième principes pour un écoulement stationnaire unidimensionnel d'un système à une entrée et une sortie.	Établir et utiliser ces principes sous la forme $\Delta h + \Delta e_c + \Delta(gz) = w_i + q$ et $\Delta s = s_{\text{éch}} + s_{\text{créée}}$. Associer l'entropie massique créée aux causes d'irréversibilité de fonctionnement de la machine. Repérer les termes usuellement négligés.
Systèmes à plusieurs entrées et sorties.	Exprimer la conservation du débit massique. Exprimer le premier principe en utilisant les puissances indiquée et thermique.

En **gras**, les points devant faire l'objet d'une approche expérimentale.

Révisions : Machines thermiques

Tout le programme de PTSI.

Au programme du DS du 1^{er} décembre

- ▷ Conduction thermique ;
- ▷ Fluides en écoulement ;
- ▷ Vous ne serez pas évalués sur les diagrammes thermodynamiques ni sur les dosages, en revanche le DS du 19 janvier sera une épreuve B (2h thermo + 2h chimie) au cours de laquelle vous serez évalués sur ces deux thématiques.

Et après ?

- ▷ Chapitre 10 : Thermodynamique industrielle ;
- ▷ Chapitre 11 : Effets thermiques lors des transformations chimiques ;
- ▷ Révisions sur les machines thermiques.

Bon courage à tous,
Étienne Thibierge.