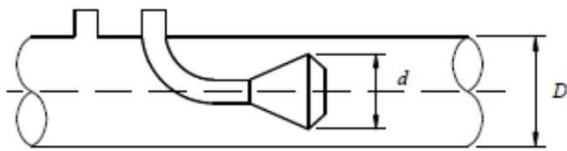


Méthodes expérimentales et instrumentation
(MEC2115 & AER2100)

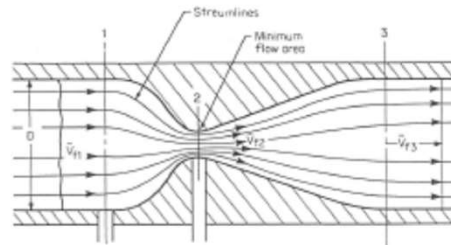
Exercices de révision

Exercice 1

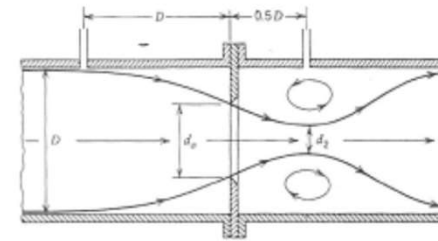
1. (4 points) Les débitmètres montrés ci-dessous ont chacun un coefficient de débit C_d différent. Classez les C_{d_1} , C_{d_2} et C_{d_3} du plus petit au plus grand, en justifiant brièvement pourquoi.



V-cône, C_{d_1}



Venturi, C_{d_2}



Plaque à orifice, C_{d_3}

L'équation générale des débitmètres à restriction de section utilise le terme «**Cd : coefficient de débit**». Il vous est demandé de définir ce qu'il représente et de donner la valeur typique pour les trois principaux débitmètres à restriction de section.

Exercice 2

2. Au cours du TP 11, qui s'est déroulé en laboratoire, vous avez estimé un débit à l'aide d'une plaque à orifice. Nous allons ici en estimer l'incertitude avec les données suivantes :

D	2.54 cm	Diamètre de la conduite
d	1.27 cm	Diamètre de l'orifice de la plaque
Y_1	$\simeq 1.$	facteur d'expansion adiabatique
F_a	$\simeq 1.$	facteur de correction thermique

- (a) (6 points) La masse volumique de l'air ρ a été calculée en connaissant la pression manométrique amont $P = 2 \text{ kPa}$, dont l'incertitude vient principalement de l'erreur de lecture $\delta P = 0.05 \text{ kPa}$, et la température $T = 30 \text{ }^\circ\text{C}$, mesurée avec un thermocouple pour lequel $\delta T = 1 \text{ }^\circ\text{C}$. Donnez alors l'incertitude $\delta\rho$ sur la masse volumique si la pression atmosphérique est $P_a = 101 \text{ kPa}$ (on négligera l'incertitude sur P_a). Calculez également la valeur nominale de ρ .
- (b) (6 points) Le différentiel de pression ΔP au niveau de la plaque est de $250 \pm 1 \text{ mmHg}$. Sachant que $1 \text{ mmHg} = 133.3 \text{ Pa}$ et que $C_d = 0.6 \pm 0.02$, donnez l'incertitude relative sur le débit massique \dot{m} (les incertitudes sur les autres grandeurs, comme les dimensions, sont négligeables).
- (c) (2 points) Que devrait-on faire pour diminuer l'incertitude sur le débit massique \dot{m} ?
- (d) (6 points) Calculez la vitesse moyenne ainsi que le nombre de Reynolds dans la section de la conduite en amont de la plaque.

Exercice 3

3. À la centrale thermique de Polytechnique se trouvent trois chaudières qui produisent de la vapeur servant à chauffer l'édifice. Avant d'être distribuée, cette vapeur passe par une conduite dont le diamètre intérieur est de 150 mm. Une plaque à orifice est placée dans la partie centrale de la conduite et le diamètre de l'orifice est de 100 mm. La pression absolue de la vapeur en amont de la plaque est de 1400 kPa et la température est de 300 °C. La conduite et la plaque sont en acier inoxydable et le coefficient d'expansion thermique est $\alpha = 1.71 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. L'équation du coefficient de correction pour la dilatation thermique est $F_a = 1 + 2\alpha(T - 20)$, où T est la température en °C. Aux conditions de débit maximum, la différence de pression à la plaque est de 27 kPa, le coefficient de débit est de 0.6 et le coefficient Y_1 a une valeur de 0.97. À des fins de simplification, on considère la vapeur comme un gaz parfait, avec $R = 462 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.
- (a) (3 points) Évaluez l'importance de la correction liée à l'expansion thermique
 - (b) (6 points) Calculez le débit massique de vapeur passant par la conduite.
 - (c) (4 points) Calculez la vitesse de passage de la vapeur dans la conduite.

Exercice 4

De l'air est alimenté dans une conduite dont le diamètre intérieur est de 10 cm. Afin de mesurer le débit on y installe un venturi dont le diamètre au col est de 5 cm. Les conditions d'opération sont les suivantes :

- La pression manométrique de la ligne (en amont) : 500 kPa
- La pression atmosphérique : 100 kPa
- Température de l'air dans la conduite : 25°C
- Viscosité de l'air à 25°C : 1.8×10^{-5} N-s/m²
- Coefficient d'expansion adiabatique des gaz : 0.98

Le coefficient de débit du venturi est considéré comme constant pour un nombre de Reynolds égal ou supérieur à 50,000; sa valeur est alors de 0.97.

On demande de :

- a) Calculer le débit minimum que peut mesurer ce débitmètre.
- b) Déterminer le différentiel de pression minimum qui sera enregistrée entre l'entrée et le col du venturi.

NOTE : Considérez l'air comme un gaz parfait.

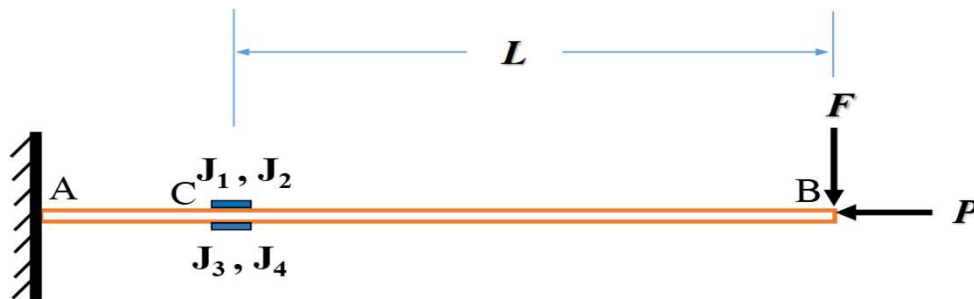
Exercice 5

On installe sur une structure deux jauges de déformation de 120 ohms dans un demi pont de Wheatstone (branche 1 et 4, $r = 1$). On étalonne avec une résistance shunt de 60 120 ohms. L'output du pont qui en résulte est + 750 μV .

- a) Quel est le voltage d'alimentation?
- b) Dans quelle branche du pont à t'on installé la résistance shunt?

Exercice 6

Vous désirez instrumenter un corps d'épreuve pour créer un capteur sensible à un effort axial $P = 700 \text{ kN}$ et une autre force $F = 60 \text{ kN}$ tel qu'illustré à la figure 1. La section du corps d'épreuve est montrée à la figure 2, elle est faite d'un matériau de module d'élasticité E et de coefficient de poisson ν . Les 4 jauges (J_1 , J_2 , J_3 et J_4) sont identiques et possèdent une résistance R et un facteur de jauge S_G . Le pont de Wheatstone est alimenté avec un voltage V . Prendre $L = 1 \text{ m}$.



Vue de dessus



Vue de dessous

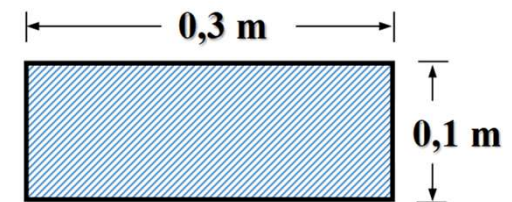


Figure 2 : Section de la poutre

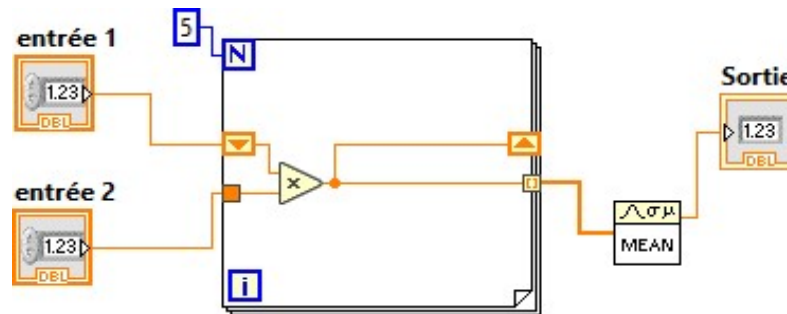
Figure 1 : Poutre et chargement.

Exercice 6 (suite)

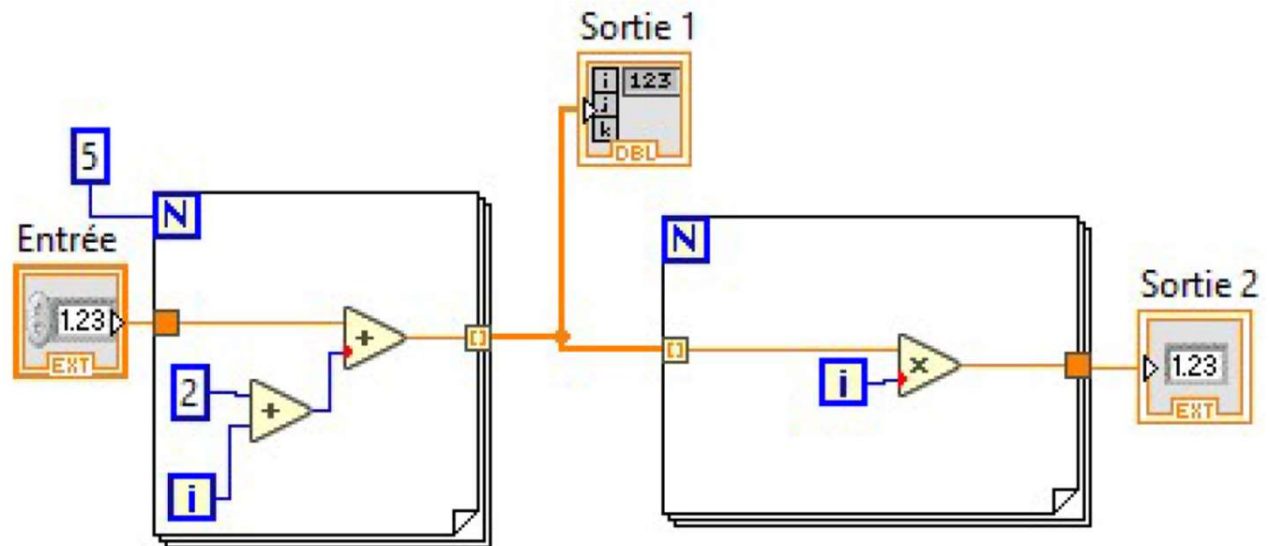
- (a) Schématisez le branchement des jauges dans le pont de Wheatstone maximisant le signal de sortie proportionnel au **moment de flexion M (à déterminer)** et minimisant l'effet des sollicitations parasites. Indiquez les numéros des jauges utilisées sur les branches.
- (b) Obtenez l'équation de la sensibilité théorique du capteur à un moment de flexion M , sachant que les déformations subies par le capteur seront petites.
- (c) Pour $S_G = 2$, $E = 200$ GPa, $\nu = 0.3$ et $V = 4$ V , quel voltage mesurerez-vous aux bornes du pont ?
- (d) Schématisez le branchement des jauges dans le pont de Wheatstone maximisant le signal de sortie proportionnel à une **force uniaxiale P** et minimisant l'effet des sollicitations parasites. Indiquez les numéros des jauges utilisées sur les branches.
- (e) Obtenez l'équation de la sensibilité théorique du capteur à une force ***uniaxiale* P** , sachant que les déformations subies par le capteur seront petites.
- (f) Quel voltage mesurerez-vous aux bornes du pont ?

Exercice 7

1) Suite à l'exécution du VI ci-dessous et si l'entrée 1 = 5 et l'entrée 2 = 3, quelles seront les valeurs finales de la **Sortie**.



2) Suite à l'exécution du VI ci-dessous, quelles seront les valeurs des indicateurs **Sortie 1** et **Sortie 2** si l'entrée = 2



Exercice 8

Question 8 : Suite à l'exécution du VI ci-dessous et si :
A1 = 1 ; A 2 = 2 et B 1 = 3, donnez les valeurs de C1 ; C 2 et C 3.

Le tableau 1	Entrée	Tableau 2
