

TD4–Relations de choc

Cours d'aérodynamique, MatMeca 2

Exercice 1.

On considère les équations d'Euler en coordonnées de Lagrange

$$\begin{aligned} \frac{dv}{dt} - \frac{\partial u}{\partial m} &= 0 \\ \frac{du}{dt} + \frac{\partial m}{\partial p} &= 0 \\ \frac{\partial ve}{\partial t} + \frac{\partial (up)}{\partial m} &= 0 \end{aligned}$$

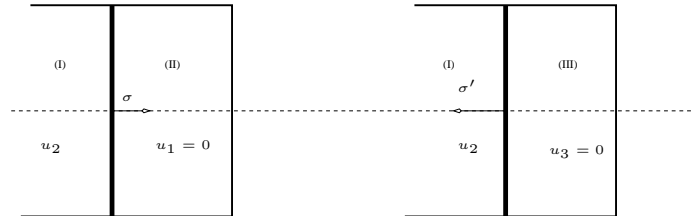
où $v = 1/\rho$. Déterminer les relations de Rankine Hugoniot pour ce système.

Exercice 2. Réflexion d'un choc mobile sur une paroi.

On considère un écoulement monodimensionnel instationnaire dans un tube fermé à son extrémité droite produit par une onde de choc se déplaçant à la vitesse σ . On choisit un axe Ox orienté vers la droite et toutes les vitesses sont mesurées en valeur algébrique sur cet axe ($\sigma > 0$, $\sigma' < 0$).

L'objet de cet exercice est de déterminer les conditions dans la région (3) connaissant l'état dans la région (1) où la vitesse est nulle et connaissant la vitesse du choc (voir figure).

Notations : u est la vitesse du fluide, $v = u - \sigma$, $v' = u'' - \sigma'$ représentent la vitesse relative du fluide par rapport au choc, a est la vitesse du son.



1. Détermination de l'état (II). Déterminer le nombre de Mach relatif M_2 en aval du choc. Le rapport des vitesses du son $a_2/a_1 - 1$, les rapports u_2/a_1 , u_2/a_2 et le rapport p_2/p_1 .
2. Détermination de l'état (III) après le choc. La vitesse relative dans la région (II) après réflexion du choc $v'_2 = u_2 = \sigma'$ est donnée par

$$v'_2 = \frac{\gamma + 1}{4} u_2 + \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{\gamma + 1}{2} u_2\right)^2 + 4a_2^2}$$

- (a) Montrer cela,
- (b) En déduire v'_2/u_2 et le Mach relatif $M'_2 = v'_2/a_2$