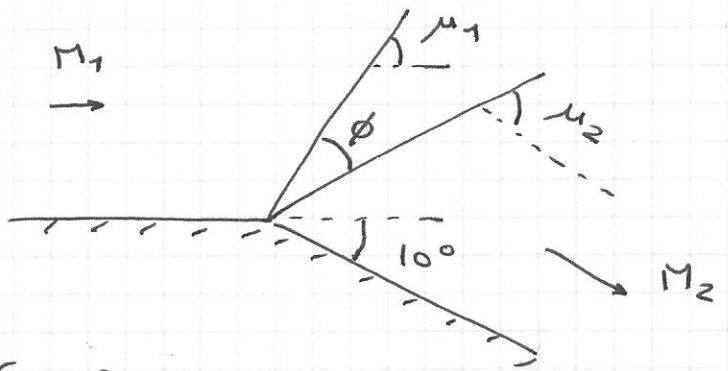


Exercice 9.1

①



A partir des tables pour les écoulements de Prandtl-Meyer (ou la fonction de Prandtl-Meyer) :

$$M_1 = 2,0 \rightarrow \nu_1 = 26,3798^\circ$$

$$\nu_2 - \nu_1 = 10^\circ \Rightarrow \nu_2 = 36,3798^\circ$$

$$\Rightarrow M_2 = 2,3849 \quad (\text{tables ou fonction PM})$$

A partir des tables (ou formules) isentropes :

$$M_1 = 2,0 \Rightarrow \frac{P_1}{P_0} = 0,1278 \quad \frac{T_1}{T_0} = 0,5556$$

$$M_2 = 2,3849 \Rightarrow \frac{P_2}{P_0} = 0,07003 \quad \frac{T_2}{T_0} = 0,4678$$

$$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2/P_0}{P_1/P_0} = 0,5480$$

$$\Rightarrow P_2 = (0,5480) (75 \text{ kPa}) = 41,0974 \text{ kPa}$$

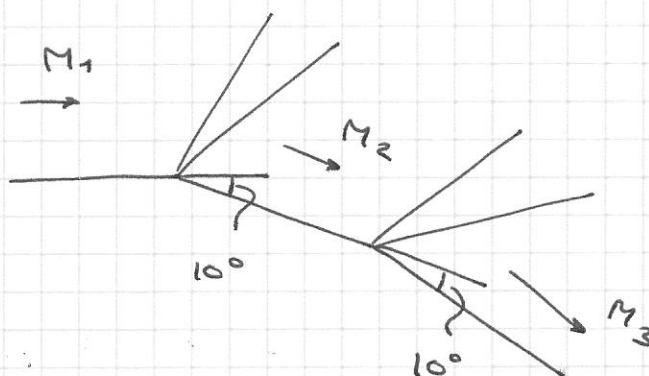
$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{T_2/T_0}{T_1/T_0} = 0,8420$$

$$\Rightarrow T_2 = (0,8420) (250 \text{ K}) = 210,4932 \text{ K}$$

Angle d'éventail :

$$\left. \begin{aligned} \sin \mu_1 &= \frac{1}{M_1} \Rightarrow \mu_1 = 30^\circ \\ \sin \mu_2 &= \frac{1}{M_2} \Rightarrow \mu_2 = 24,7908^\circ \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \phi &= \mu_1 - (\mu_2 - 10^\circ) \\ \phi &= 15,2092^\circ \end{aligned}$$

2

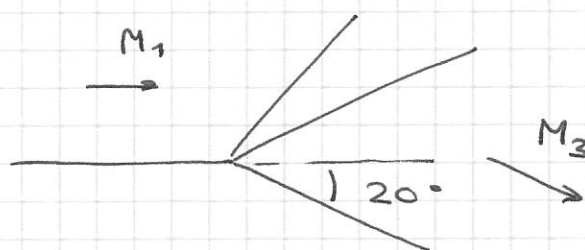


(a) $M_2 = 2,3849$
 $\gamma_2 = 36,3798^\circ$ } à partir de l'exercice précédent

$$\gamma_3 - \gamma_2 = 10^\circ \Rightarrow \gamma_3 = 46,3798^\circ$$

$$\Rightarrow M_3 = 2,8306 \quad (\text{table ou fonction P.M.})$$

(b) $M_1 = 2,0$
 $\gamma_1 = 26,3798^\circ$



$$\gamma_3 - \gamma_1 = 20^\circ \Rightarrow \gamma_3 = 46,3798^\circ$$

$$\Rightarrow M_3 = 2,8306$$

Remarque : remarquer la différence entre les écoulements de Prandtl-Meyer et les écoulements avec des ondes de choc obliques.

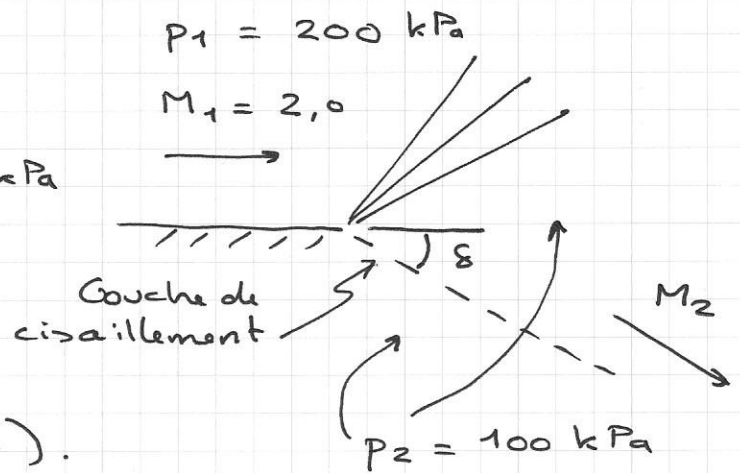
Avec des ondes de choc obliques, il est préférable de comprimer à travers plusieurs ondes obliques faibles qu'à travers une seule onde de choc forte.

Pour les écoulements de PM, une seule détente ou plusieurs détentes successives donnent le même résultat.

Exercice 9.2

Une onde de détente se forme afin de mener l'écoulement d'une pression de sortie $p_1 = 200 \text{ kPa}$ vers une pression arrière $p_2 = 100 \text{ kPa}$.

De part et d'autre de la couche de cisaillement, la pression est uniforme (égale à la pression arrière).



Comme l'écoulement est isentropique à travers l'onde de détente, on introduit une pression de réservoir p_0 (constante à travers l'onde de détente).

A partir des tables isentropiques (ou formules), on a :

$$\text{pour } M_1 = 2,0 \rightarrow \frac{p_1}{p_0} = 0,1278 \quad (\text{pour } \delta = 1,4)$$

$$\text{Or: } \frac{p_2}{p_1} = \frac{p_2/p_0}{p_1/p_0} = \frac{100 \text{ kPa}}{200 \text{ kPa}} = 0,5$$

$$\rightarrow \frac{p_2}{p_0} = (0,5)(0,1278) = 0,0639$$

Avec les mêmes tables, on trouve $M_2 = 2,444$

A partir des tables de PM, on trouve :

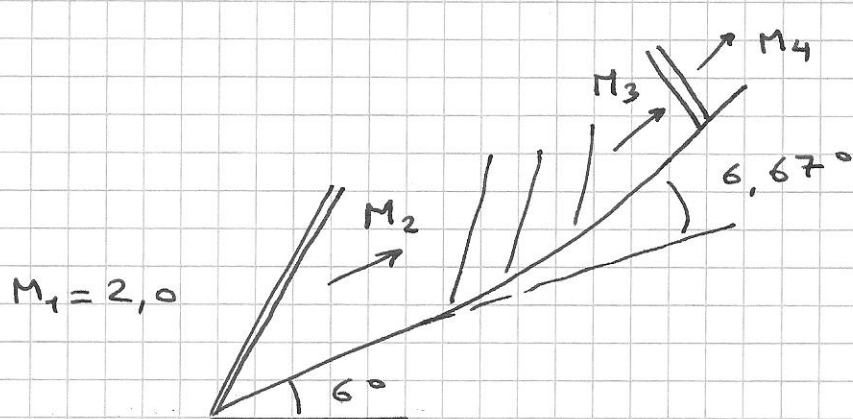
$$\nu_1 (M_1 = 2,0) = 26,3798^\circ$$

$$\nu_2 (M_2 = 2,444) = 37,8028^\circ$$

L'angle de déflexion est alors :

$$\delta = \nu_1 - \nu_2 \rightarrow \delta = -11,42^\circ$$

Exercice 9.3



$$* M_1 = 2.0, \delta = 6^\circ \Rightarrow \Theta = 35.2409^\circ$$

$$M_2 = 1.7856$$

$$M_{n,1} = 1.1540 \Rightarrow \frac{P_{0,2}}{P_{0,1}} = 0.9964$$

$$* M_2 = 1.7856 \Rightarrow \nu_2 = 20.3085^\circ$$

$$\nu_2 - \nu_3 = 6.67^\circ \Rightarrow \nu_3 = 13.6385^\circ$$

$$\Rightarrow M_3 = 1.5587$$

$$\text{On a aussi } \frac{P_{0,3}}{P_{0,2}} = 1.0$$

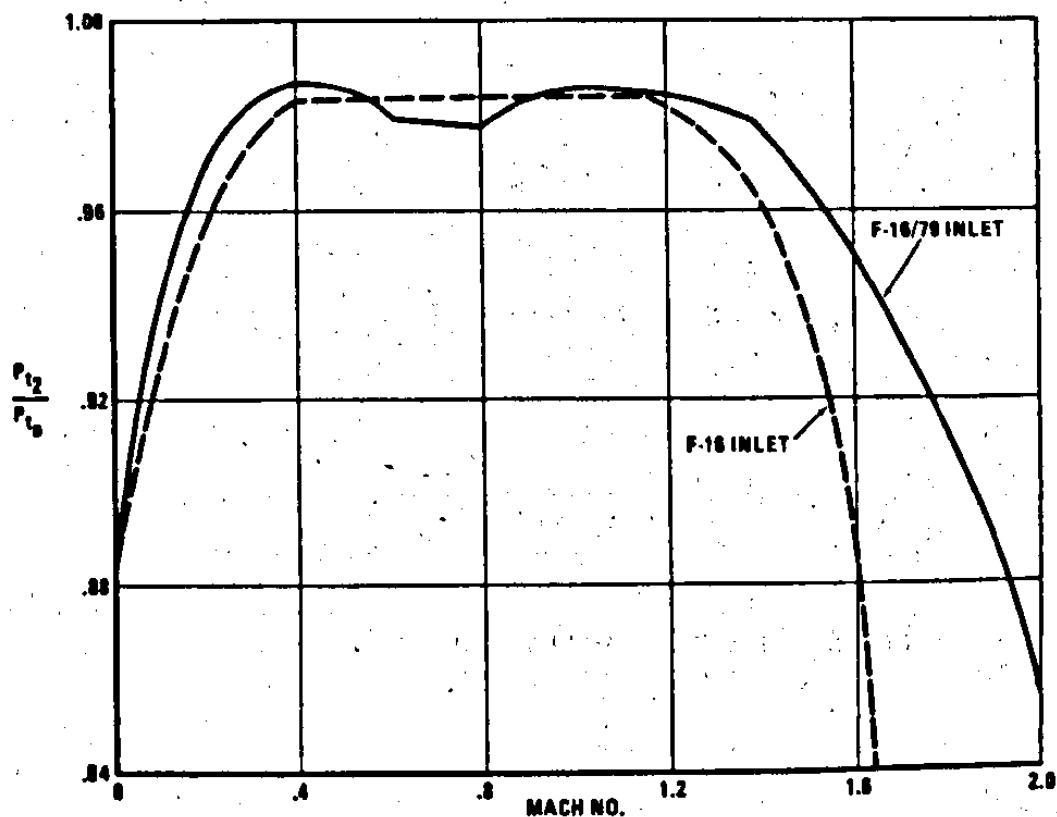
$$* M_3 = 1.5587 \Rightarrow \frac{P_{0,4}}{P_{0,3}} = 0.9102 \quad (\text{choc droit})$$

$$\text{Ainsi : } \frac{P_{0,4}}{P_{0,1}} = \frac{P_{0,4}}{P_{0,3}} \cdot \frac{P_{0,3}}{P_{0,2}} \cdot \frac{P_{0,2}}{P_{0,1}}$$

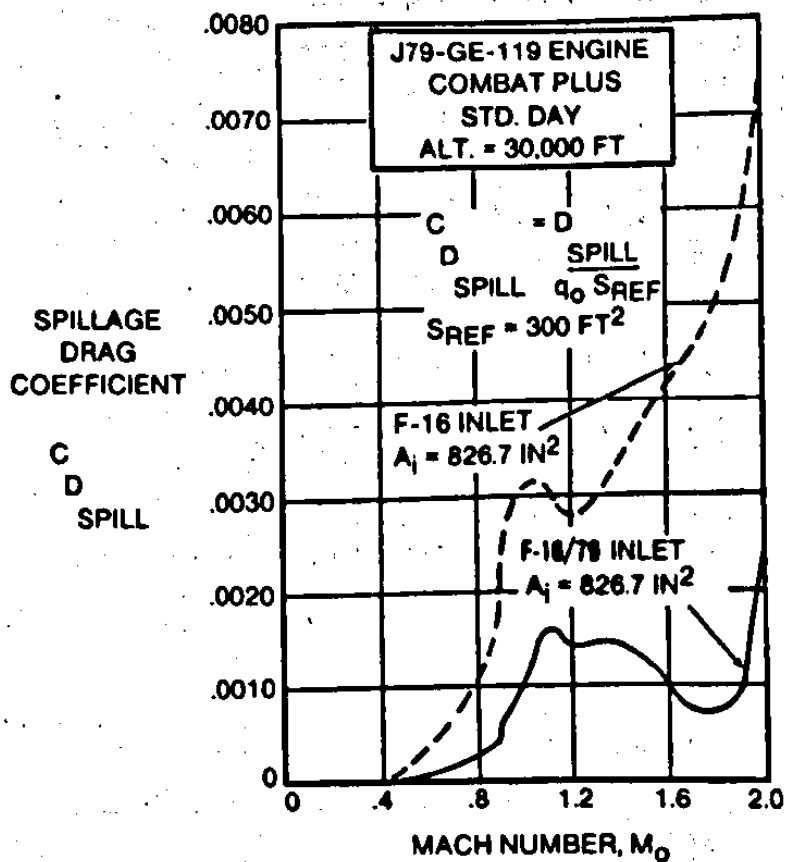
$$= (0.9102)(1.0)(0.9964)$$

$$\Rightarrow \frac{P_{0,4}}{P_{0,1}} = 0.9069$$

Des mesures ont donné une valeur : $\left(\frac{P_{0,4}}{P_{0,1}}\right)_{\text{mesure}} \sim 0.86$
(voir schéma ci-après)



a) Inlet pressure recovery comparison.



b) Inlet spillage drag comparison.

Fig. 2 F-16 and F-16/79 performance comparisons.