

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Étude de la frontière libre d'une couche limite turbulente perturbée.* Note (*) de M. **GEORGES CHARNAY**, M^{lle} **GENEVIEVE COMTE-BELLOT** et M. **JEAN MATHIEU**, transmise par M. Edmond Brun.

Le facteur d'intermittence thermique est mesuré à travers la couche limite pour différents niveaux de la turbulence extérieure perturbatrice. Un échantillonnage conditionnel effectué sur les vitesses permet de préciser la structure des bouffées de turbulence d'origine pariétale.

Dans la zone frontière intermittente, la discrimination entre turbulence de paroi et turbulence extérieure n'étant guère possible à partir d'un signal de vitesse, on a réalisé un « marquage » thermique de la couche limite

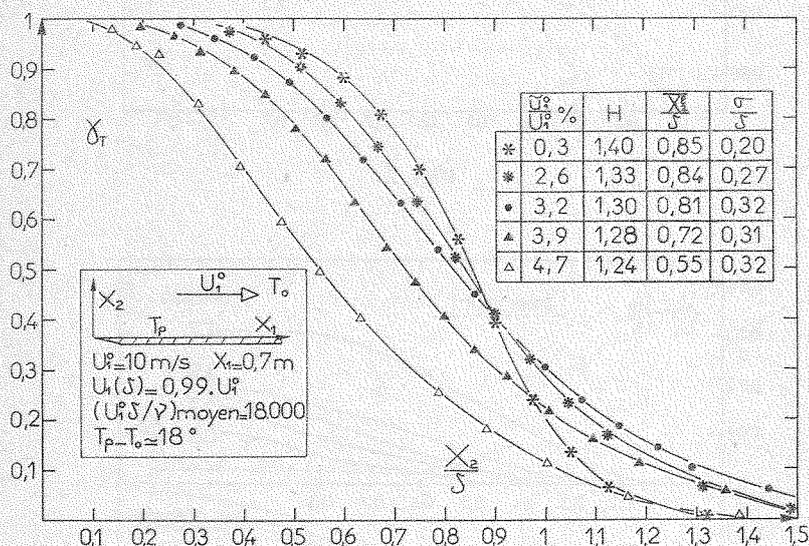


Fig. 1

grâce à un léger chauffage de la plaque plane de mesure. Les frontières libres des couches limites cinématique et thermique sont supposées pratiquement confondues.

L'isolement de deux composantes de la vitesse et de la température est obtenu à partir des signaux délivrés par deux fils chauds croisés et par un fil peu surchauffé; le traitement analogique utilisé est décrit dans ⁽¹⁾. Le signal de température est mis en forme de façon à être égal, soit à 1, lorsque le fil se trouve dans la turbulence de paroi, soit à 0, lorsque

le fil est dans la turbulence extérieure. Une porte électronique, en série avec le signal de température, commande l'échantillonnage sur les signaux de vitesse.

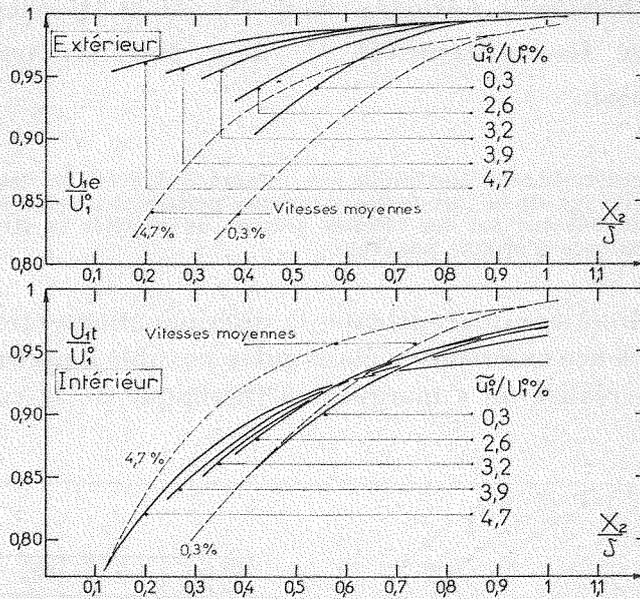


Fig. 2

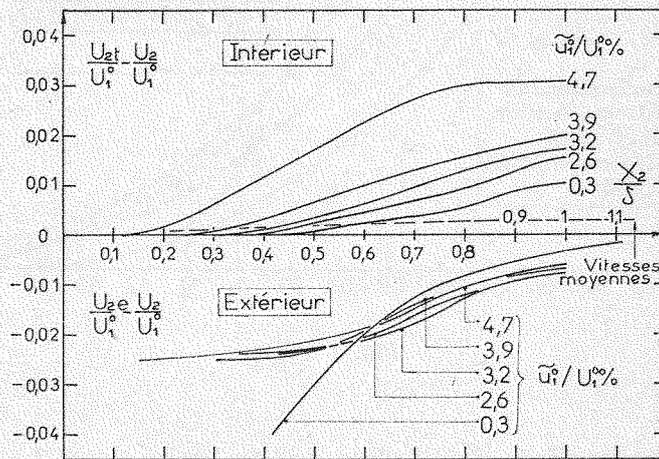


Fig. 3

Pour plusieurs niveaux de la turbulence extérieure, l'évolution du coefficient d'intermittence thermique γ_T à travers la couche limite a été déterminée, ainsi que la position moyenne \bar{X}_2^t de l'interface [$\gamma_T(\bar{X}_2^t) = 0,5$] et que l'écart type $\sigma = [(\bar{X}_2^t - \bar{X}_2^t)]^{1/2}$ (fig. 1). Lorsque \tilde{u}_i^0/U_i^0 augmente,

la position moyenne de l'interface pénètre très sensiblement vers la paroi, tandis que la profondeur des échancrures tend à croître. Par ailleurs, les sens des variations de X_2^i et σ avec le paramètre de forme H sont analogues à ceux observés par Fiedler et Head ⁽²⁾ dans un écoulement extérieur accéléré.

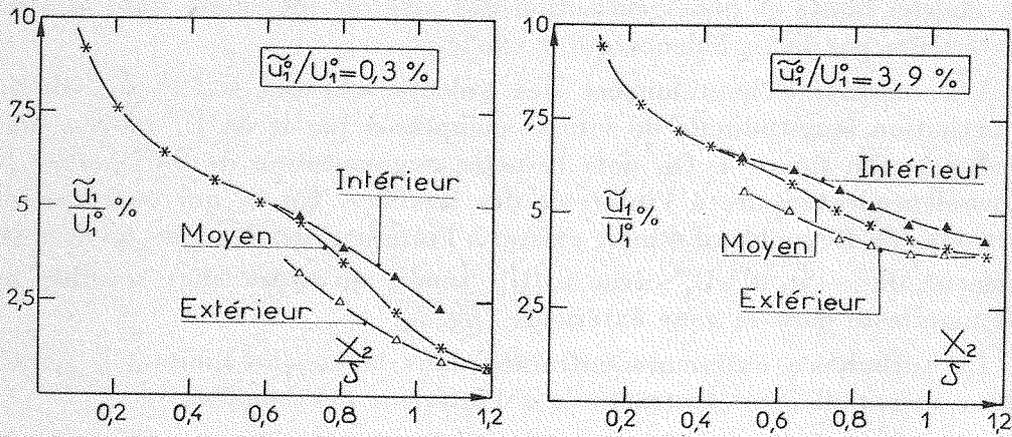


Fig. 4

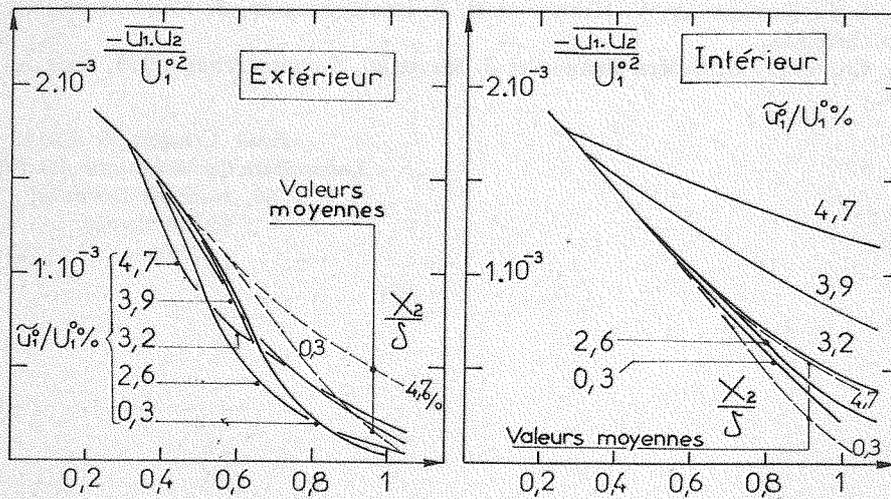


Fig. 5

Les répartitions des composantes de vitesse moyenne échantillonnée, U_{ii} à l'intérieur des bouffées et U_{ie} à l'extérieur ($i = 1$ ou 2), confirment l'accentuation de l'instabilité de la frontière de la couche limite avec \tilde{u}_1^0/U_1^0 . En l'absence de perturbations extérieures les mesures effectuées sont en bon accord avec celles de Kovasznay, Kibens et Blackwelder ⁽³⁾. A même valeur de X_2/δ , la turbulence extérieure produit essentiellement un accrois-

sement de la composante longitudinale U_{1e} à l'extérieur des bouffées et aussi un accroissement de la composante transversale U_{2i} à l'intérieur des bouffées (fig. 2 et 3). L'ensemble des résultats est compatible avec la relation $U_i = \gamma U_{1i} + (1 - \gamma) U_{1e}$. Les modifications observées à X_2/δ donné, lorsque \tilde{u}_1^0/U_1^0 croît, pourraient avoir trois origines : diminution du coefficient d'intermittence, accroissement du taux d'entraînement de la couche limite et homogénéisation des vitesses moyennes dans la zone extérieure par la turbulence qui y existe.

Les mesures échantillonnées des valeurs efficaces, \tilde{u}_{1e} et \tilde{u}_{1i} , de la fluctuation longitudinale de vitesse comptée à partir de U_1 moyen sont indiquées en figure 4. On note la nette augmentation de \tilde{u}_{1i}/U_1^0 avec la turbulence extérieure à l'intérieur des bouffées. En ce qui concerne les tensions de Reynolds, il semble exister à l'intérieur des bouffées un accroissement de $(-\overline{u_1 u_2})/U_1^{02}$ avec \tilde{u}_1^0/U_1^0 , tandis qu'aucun effet sensible ne se manifeste dans la zone extérieure (fig. 5).

La turbulence extérieure entraînée dans la couche limite (*), paraît donc essentiellement restructurée à l'intérieur des bouffées.

(*) Séance du 7 août 1972.

(1) J. P. SCHON et A. BAILLE, *Comptes rendus*, 274, série A, 1972, p. 116.

(2) H. FIEDLER et M. R. HEAD, *J. Fluid. Mech.*, 25, n° 4, 1966, p. 719-735.

(3) L. S. G. KOVASZNAY, V. KIBENS et R. F. BLACKWELDER, *J. Fluid Mech.*, 41, n° 2, 1970, p. 283-325.

(4) G. CHARNAY, G. COMTE-BELLOT et J. MATHIEU, *Comptes rendus*, 274, série A, 1972, p. 1843.

École Centrale de Lyon,
Laboratoire de Mécanique des Fluides,
36, route de Dardilly,
69130 Écully,
Rhône.