

de l'épaisseur du milieu. Pour des raisons de commodité, nous avons utilisé la même échelle pour les distances sur le cliché et pour les épaisseurs du milieu.

Pour toutes les courbes, les points ayant même ordonnée correspondent à des points sur le film

avons obtenus ont déjà été publiés [14]. Nous reproduisons ici la courbe de compressibilité de l'eau dans l'onde de choc (fig. 6), courbe dont nous avons depuis pu confirmer l'exactitude par un certain nombre de nouveaux points expérimentaux, et en particulier le point n° 20 qui correspond à un

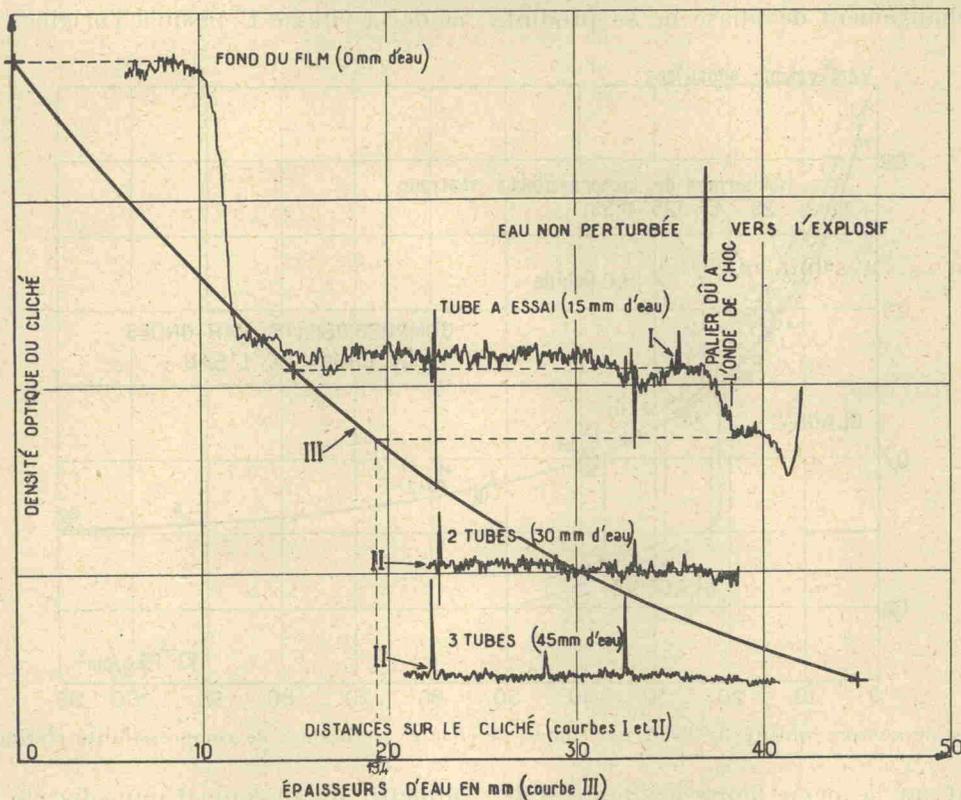


FIG. 5. — Diagramme microphotométrique.
Substance étudiée : H₂O liquide.

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{19,4}{15} = 1,3 \quad \frac{V}{V_0} = 0,77$$

$$U = 2\,800 \text{ m/s} \quad P = 18\,200 \text{ kg/cm}^2$$

ayant subi le même effet radiographique. Il est donc aisé de déterminer, grâce à la courbe III, à quelles épaisseurs de milieu non-perturbé correspondent les différents points de densité variable de la courbe I et, en particulier, l'épaisseur correspondant à la densité dans l'onde de choc; d'où, par application de l'expression (7), la densité ρ_2 du milieu comprimé par l'onde de choc.

III. — RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

A. — Ondes de choc dans les liquides

EAU.

Nous avons commencé l'étude des ondes de choc dans les liquides en reprenant les mesures de Schall sur l'eau [7, 8]. Les premiers résultats que nous

avons obtenus ont déjà été publiés [14]. Nous reproduisons ici la courbe de compressibilité de l'eau dans l'onde de choc (fig. 6), courbe dont nous avons depuis pu confirmer l'exactitude par un certain nombre de nouveaux points expérimentaux, et en particulier le point n° 20 qui correspond à un

volume spécifique de 0,66 cm³ et une pression de 109 000 kg/cm². C'est l'état de l'eau derrière une onde de choc qui, depuis sa naissance au contact de l'explosif, a parcouru trois millimètres. L'intérêt principal de ces expériences résidait dans le fait qu'elles allaient donner une réponse à la question de savoir s'il y a solidification de l'eau dans l'onde de choc. Des calculs de Kirkwood et coll. (voir Cole, *op. cit.* et Travers, *op. cit.*) conduisaient en effet à des températures dans l'onde de choc qui, au-delà de 28 000 kg/cm², rendaient une solidification thermodynamiquement possible. Du point de vue cristallographique, la solidification ne paraissait guère vraisemblable. Bethe [15], par des raisonnements purement thermodynamiques, a d'ailleurs montré qu'un tel phénomène rendrait l'onde de choc instable. Il restait malgré tout utile

d'interroger directement les résultats d'expérience. Or, la répartition de nos points expérimentaux donne lieu à deux remarques :

1° La seule courbe qu'on puisse faire passer à travers ces points est une courbe continue. C'est la courbe de compressibilité d'un milieu dans lequel aucun changement de phase ne se produit.

de plus de 100 000 kg/cm². C'est dire qu'on ne peut guère espérer aller beaucoup plus loin vers les hautes pressions par onde de choc simple.

On peut alors, pour se faire une idée de la relation $p\tau$ aux très fortes densités, risquer une extrapolation des courbes spatiales de la densité et de la vitesse U jusqu'à l'origine. Cela conduit à

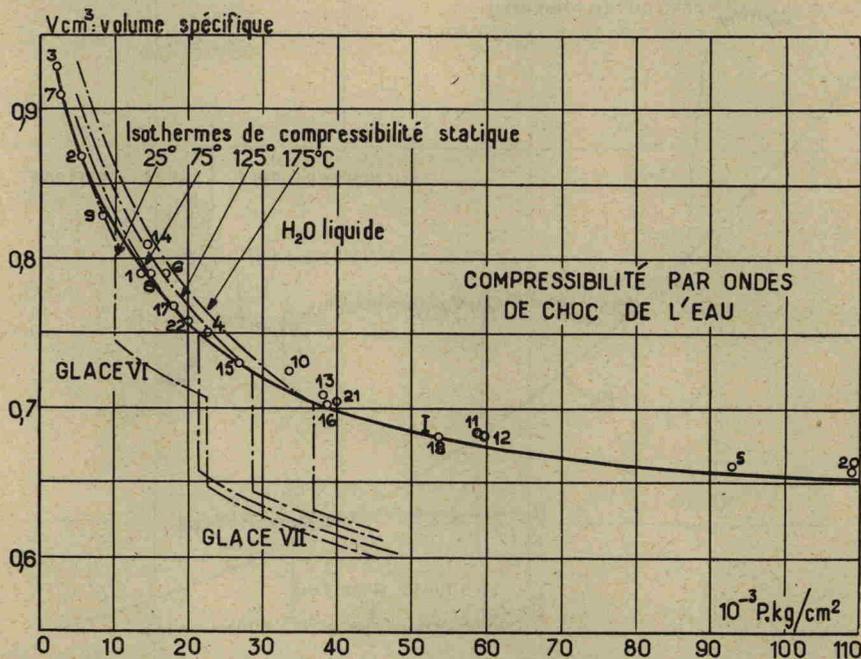


Fig. 6. — Courbe de compressibilité de l'eau par ondes de choc et isothermes de compressibilité statique de Bridgman

2° En portant sur la même figure les données de compressibilité statique de Bridgman [16], on voit que notre courbe correspond constamment à des températures trop élevées pour que la solidification devienne thermodynamiquement possible. Cette deuxième remarque prête cependant à contestation. Dans le domaine critique indiqué par Kirkwood, notre courbe passe en effet tellement près des paliers de solidification qu'en raison de la marge d'erreurs expérimentales on ne peut pas dire si l'on est au-dessus ou au-dessous de la température de solidification. Mais, même en admettant une solidification partielle, la position de la courbe montre que la proportion de solide sera minime. Par ailleurs, on voit que l'échauffement de l'eau par onde de choc est relativement faible. Un diagramme volume-température tracé dans la publication originale [14] donne pour 30 000 kg/cm² environ 300° C.

La figure 7 montre une onde de choc dans l'eau. Le point expérimental n° 20 déjà signalé montre qu'il faut se rapprocher dans une onde de choc plane jusqu'à 3 mm de l'explosif pour observer l'eau dans un état qui correspond à une pression

admettre qu'au contact immédiat de l'explosif l'état de l'eau est presque de $P_2 = 200\,000$ kg/cm²; $\tau_2 = 0,60$ cm³/g. L'extrapolation de ces courbes dans l'autre sens montre qu'au-delà de 30 mm l'onde de choc a pratiquement dégénéré en onde acoustique. On pourrait aussi retrouver ces résultats (disons une fois pour toutes qu'il s'agit, pour ces extrapolations, d'ordres de grandeur bien plus que de données quantitatives précises) en utilisant les expressions que nous avons rappelées à la fin du § 2 de la première partie [1] et en se servant pour les gaz de détonation de la penthrite des données numériques de Döring [17]. La vraie solution expérimentale pour tenter d'atteindre des pressions plus élevées consisterait à utiliser des rencontres ou des réflexions d'ondes de choc (voir le § 3 de [1]).

HEPTANE.

Nous avons aussi incidemment établi la courbe de compressibilité de l'heptane que Bridgman avait étudiée jusqu'à 12 000 kg/cm² [17]. La figure 8 reproduit la courbe que nous avons établie. L'hep-