

PHYSIQUE DES BASSES TEMPÉRATURES. — *Flux critiques dans des canaux verticaux ouverts remplis d'hélium superfluide sous pression.*

Note (*) de MM. **GÉRARD CLAUDET** et **LUCIEN SENET**, transmise par M. Louis Néel.

Des mesures d'échanges thermiques effectuées dans des canaux verticaux ouverts remplis d'hélium superfluide sous pression font apparaître deux régimes d'écoulement de chaleur distincts. On donne de ce résultat une interprétation basée sur l'existence de deux flux de chaleur critiques.

Des mesures comparatives des échanges thermiques ont été effectuées avec un même échantillon immergé dans l'hélium normal, dans l'hélium superfluide saturé et dans l'hélium superfluide sous pression à diverses températures et diverses pressions.

L'échantillon, représentatif d'un canal de refroidissement est constitué d'un tube en acier inoxydable de diamètres intérieur et extérieur 1,3 et 1,5 mm et de 10 cm de hauteur, chauffé uniformément par un courant électrique dont on mesure l'intensité et la tension. Un isolant thermique (Stycast 2 850 FT) enveloppe extérieurement le tube. L'ensemble est immergé verticalement dans un bain d'hélium dont la pression et la température peuvent être imposées séparément.

La chaleur est évacuée par l'intérieur du tube chauffant dont on mesure l'élévation de température par rapport à celle du bain réfrigérant à l'aide de trois thermocouples différentiels (Au-Fe 0,3 %; chromel) placés extérieurement au tube à 1/4, 1/2 et 3/4 de sa hauteur.

On a obtenu la température de la paroi interne du tube en corrigeant la valeur mesurée de l'écart de température calculé dans l'épaisseur de ce tube.

On a vérifié que le flux de fuite de chaleur à travers l'isolant était négligeable.

Les résultats sont donnés sous forme de courbes qui représentent la température de la paroi interne du tube en fonction de la puissance totale dissipée.

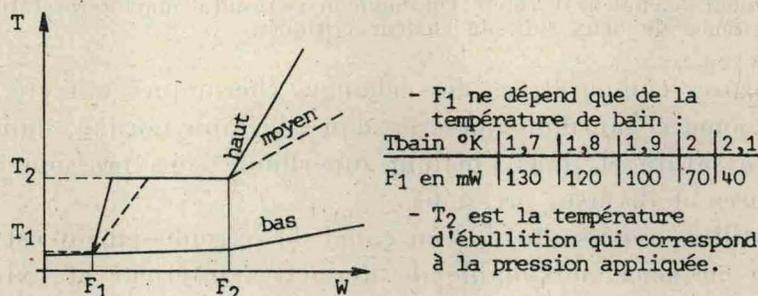
La mesure effectuée à 4,2 K donne des résultats (flux critique de 0,12 W/cm²) en bon accord avec ceux obtenus par Lehongre et coll. (1) pour une même géométrie et la même température.

HÉLIUM SUPERFLUIDE SOUS PRESSION. — Nous avons recherché l'influence des paramètres que constituent la température du bain (1,7 à 2,17 K) et la pression appliquée (de la pression de vapeur à 3,5 atm).

Dans tous les cas, les courbes obtenues, schématisées sur la figure, font apparaître une même particularité :

les échanges thermiques ont lieu selon deux régimes distincts qui amènent à définir deux valeurs de flux de chaleur critiques notés F_1 et F_2 .

Pour de faibles puissances et avant l'apparition du premier flux critique le transfert de chaleur s'effectue dans l'hélium superfluide sans gradient de température, donc sans transfert de masse. Il s'agit du régime d'écoulement de Gorter-Mellinck, étudié dans des capillaires ou canaux, en hélium superfluide saturé, par Bertman et Kitchens ⁽²⁾, Passow ⁽³⁾, Chapmann et coll. ⁽⁴⁾ et en hélium superfluide sous pression par Linnet et Frederking ⁽⁵⁾ et par Kraft ⁽⁶⁾.



Hélium superfluide sous pression.

Tous ces auteurs obtiennent vers 1,8 et 1,9 K des flux critiques compris entre 1 et 3 W par centimètre carré de section de la colonne liquide indépendamment de la géométrie du canal, de la pression appliquée au bain et du mode de chauffage (localisé ou réparti).

Dans notre cas, indépendamment de la pression, le premier flux critique apparaît à 3,7 W/cm² pour un bain à 1,85 K.

Ce premier flux diminue quand la température du bain augmente, on vérifie ainsi qu'il dépend de la densité en atomes superfluides du modèle à deux fluides.

Quand le flux de chaleur à évacuer dépasse le premier flux critique, un gradient de température apparaît dans l'hélium qui remplit le tube. Le liquide s'échauffant voit ses capacités de transport diminuer, il ne cesse de s'échauffer que lorsqu'il a atteint la température d'ébullition correspondant à la pression appliquée au bain [ou une température légè-