

1,7 kelvin, très près du zéro absolu pour cette époque. En 1905, l'Allemand Walther Nernst a montré que les lois de la thermodynamique interdisent d'atteindre expérimentalement le zéro absolu. On peut toutefois s'en approcher plus : une température de 0,3 kelvin a été depuis atteinte avec un isotope rare de l'hélium, l'hélium 3, et la désaimantation des noyaux atomiques a produit des températures atteignant 0,00001 kelvin. Kamerlingh Onnes mesure la température avec un thermomètre à l'hélium gazeux : à volume constant et à basse pression, le comportement de l'hélium est très proche de celui d'un gaz parfait. Le produit de la pression par le volume est proportionnel à la température, et la mesure de la pression à volume constant indique la température.

Au cours des trois années suivantes, Kamerlingh Onnes améliore ses appareils pour produire plus d'hélium liquide et l'utiliser dans ses travaux. Le transvasement de l'hélium liquide, du récipient où il s'est condensé dans un récipient de stockage, est, par exemple, déjà une performance. Finalement, en 1911, un cryostat à hélium, qui maintient le liquide à basse température, est au point. Outre la vérification et l'amélioration des lois de van der Waals, Kamerlingh Onnes peut alors étudier le

comportement d'autres matériaux aux températures de l'hélium liquide, notamment leur résistance électrique.

En 1911, les physiciens savent que la résistance électrique d'un métal décroît avec la température. Un point, toutefois, est en débat : que se passe-t-il au voisinage du zéro absolu ? Lord Kelvin pense que la circulation des électrons est bloquée, ces derniers étant gelés sur place : la résistance serait donc infiniment grande. Kamerlingh Onnes et Dewar supposent au contraire que la résistance continue de décroître avec la température et qu'elle devient nulle au zéro absolu. Ils avaient raison, mais Kamerlingh Onnes va découvrir que cette décroissance n'est pas continue.

La résistance du mercure

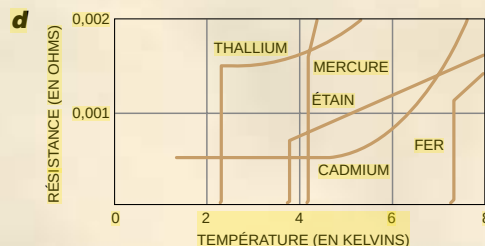
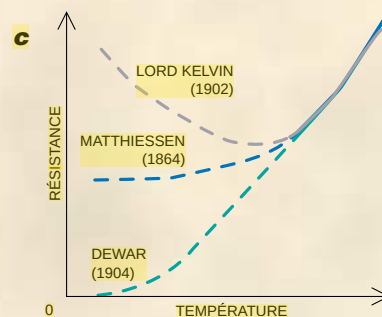
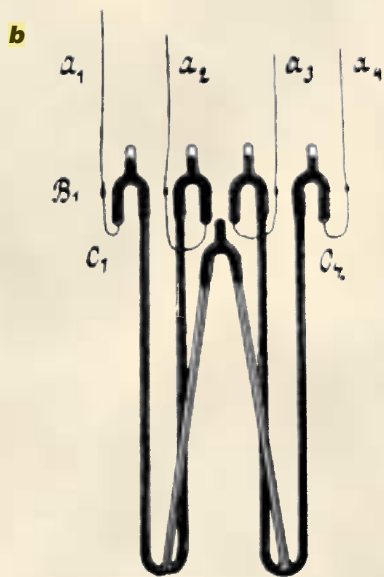
Pour être certain d'observer des phénomènes liés seulement à la structure du métal et non à des impuretés qui y seraient présentes, Kamerlingh Onnes utilise du mercure plusieurs fois distillé à température ambiante, et donc très pur. Le mercure est introduit dans un capillaire de verre en forme de U muni d'électrodes à chaque extrémité, afin que la résistance soit mesurable pour le mercure liquide ou solide.

Kamerlingh Onnes, Gerrit Flim, chef de l'équipe technique, Gilles Holst

et Cornelius Dorsman réalisent les expériences. Kamerlingh Onnes et Flim surveillent l'appareillage cryogénique où le mercure est refroidi ; Holst et Dorsman enregistrent les mesures de résistance avec un galvanomètre, dans une pièce éloignée. Ils observent la décroissance de la résistance électrique, qui suit celle de la température. Toutefois, à la température de l'hélium liquide, nettement supérieure au zéro absolu, la résistance est déjà nulle.

Jacobus de Nobel, arrivé au laboratoire cryogénique de Leyde en 1931, tient de Flim le récit de ces premières expériences (bien sûr, ce récit de deuxième main, et après si longtemps, est sujet à caution). Lorsqu'ils mesurent une résistance nulle à la température de l'hélium liquide, Kamerlingh Onnes et ses collaborateurs pensent d'abord qu'un court-circuit s'est produit, et ils remplacent le capillaire en U par un tube en W, muni d'électrodes à chaque extrémité et aux angles. Ils mesurent ainsi la résistance de quatre segments. Toutefois, la résistance reste nulle et aucun court-circuit n'est détecté dans aucun segment.

La pression de vapeur d'hélium dans le cryostat doit être légèrement inférieure à la pression atmosphérique pour que l'air s'engouffre par toute fuite éventuelle, y gèle et la scelle. Toujours selon



3. LE COMPRESSEUR INVENTÉ PAR LOUIS CAILLETET (a), physicien français qui liquéfia l'oxygène et l'azote, fut utilisé par Kamerlingh Onnes. Comme aucun gaz n'est perdu pendant la compression ou la détente, ce dispositif permet de travailler avec des gaz purs et coûteux. Un tube capillaire en forme de W (b) contenait le fil de mercure utilisé dans les mesures de la résistance du mercure

à basse température. Avant que Kamerlingh Onnes ne commence ses recherches, les physiciens prédisaient un comportement des métaux (c) assez différent de ce qu'il observa. Il découvrit qu'une chute abrupte de résistance (d) accompagne la décroissance de la température pour le mercure et pour de nombreux autres métaux.