le cnam
INM

Laboratoire commun de métrologie

Recherches en Température

Thèmes d'études et de recherches

La thermométrie en dessous de 1 K

La limite actuelle de l'EIT 90 est de 0,65 K. Une volonté internationale a conduit ces dernières années les laboratoires nationaux de métrologie à entreprendre des études pour étendre l'Echelle de 1990 vers des températures plus basses. L'Echelle EPBT (Echelle provisoire des basses températures T2000) qui couvre le domaine de 0,9mK à 1K,donne la relation analytique reliant la température à la pression le long de la courbe de fusion de l'hélium-3. Le Laboratoire Commun de Métrologie LNE-Cnam a d'abord mis en place un thermomètre à second son (SST) puis le thermomètre à pression de fusion de l'hélium-3 (MTC) et a entrepris la caractérisation métrologique de ce dernier afin d'asseoir les incertitude de T2000.

Les références de température de 2,17 K à 273 K

La comparaison des références de température de cette gamme se font principalement par le biais de thermomètres étalonnés. Or une partie importante de l'incertitude est due au défaut de reproductibilité de ces thermomètres. Alors comparer non pas les thermomètres mais les cellules qui ont servi à étalonner ces mêmes thermomètres devient un sujet d'étude intéressant. Encore faut-il que les laboratoires possèdent des cellules transportables et adaptables à tous les calorimètres existants.

Le projet MULTICELLS cofinancé par la communauté européenne a pour but de réaliser : un système thermométrique assez compact pour être associé à tout type de calorimètre - permettant de contenir le plus grand nombre de point fixes dans un même dispositif modulable - doté de caractéristiques thermiques nécessaires à une utilisation dans un calorimètre réel - et suffisamment robuste pour être aisément transportable.

Dans ce projet international le LNE-Cnam a été chargé de la conception et de la réalisation de cette nouvelle génération de cellules à multicompartiments. Actuellement, le travail de caractérisation et de comparaison inter-laboratoires est en cours.

Etude des références pour les hautes températures

Actuellement, la réalisation de l'échelle internationale de température au-dessus du point du cuivre (1084 °C) est obtenue par extrapolation en utilisant la loi du rayonnement du corps noir de Planck. Cette extrapolation induit une augmentation importante de l'incertitude (proportionnellement au carré du rapport des températures) et s'accompagne de composantes d'incertitude relatives au changement éventuel de domaine spectral et à la non-linéarité du moyen de comparaison (pyromètre).

C'est pour cela que la nécessité de disposer de références à haute température (>1500 °C) s'est imposée à la communauté des pyrométristes et une voie prometteuse s'est dessinée dans l'application de points eutectiques métal-carbone. Ces points sont à l'étude au LNE-Cnam qui dès la fin 1999 avait engagé une collaboration à l'échelle européenne (projet Euromet 550 puis projet européen HIMERT) pour étudier les potentialités métrologiques réelles de ces points sur un large domaine allant de 1150 °C à 2900 °C.

L'accent est mis sur la construction et le remplissage d'un ensemble de cellules ainsi que la préparation des moyens thermiques et de mesure pour couvrir un domaine, jusqu'ici inexploré au LNE-Cnam, atteignant 2900 °C. Dans le cadre du projet européen HIMERT, ces points eutectiques ont prouvé leur efficacité pour une utilisation dans le domaine de la pyrométrie et de la thermométrie par contact. Nous travaillons aujourd'hui en collaboration avec plusieurs laboratoires nationaux de métrologie dans le monde (NPL, PTB, NMIJ, NIST...) pour étudier plus précisément quelques points susceptibles d'être intégrés à la future échelle internationale de température.

Détermination de la température thermodynamique par pyrométrie optique

Les travaux menés au LNE-Cnam, en marge de la mise en œuvre de l'échelle internationale de température, pour la détermination de la température thermodynamique par pyrométrie optique, associent les moyens de références en radiométrie (radiomètre cryogénique) et en pyrométrie (comparateur de luminance et points fixes). Le principe de cette étude est de réaliser une traçabilité entre une sphère intégratrice rayonnante et le radiomètre cryogénique. Cette sphère (associée à un dispositif de définition de l'étendue géométrique), caractérisée préalablement en terme de monochromaticité et de distribution spatiale de flux, permet ensuite de déterminer, via le comparateur de luminance, la densité spectrale de luminance absolue issue d'un corps noir point fixe.

Les premières caractérisations de la sphère étalon de luminance et du comparateur de luminances permettent d'espérer une incertitude de détermination de la température thermodynamique de l'ordre du dixième de degré.

Cette méthode de mesure pourra s'appliquer également aux points eutectiques pour leur affecter une température indépendamment de l'échelle internationale de température.

Autres recherches