

Thermométrie à ultra-sons: historique et perspectives d'avenir

M. Laurie¹, D. Magallon¹, J. Rempe², C. Wilkins³, J. Pierre⁴, C. Marquié⁴,
S. Eymery⁴, R. Morice⁵

1 European Commission Joint Research Centre - Institute for Energy, Petten, The Netherlands.

2 Idaho National Laboratory, Idaho Falls, Idaho, United States.

3 Consultant, Idaho Falls, ID, United States

4 Institutut de Radioprotection et de Sureté Nucléaire, Cadarache, France.

5 Laboratoire National de métrologie et d'Essais, 1 rue Gaston Boissier, 75724 Paris, France.

Pour des mesures de température limitées à 1000 °C, les thermocouples de type K ou de type N répondent globalement aux exigences en ce qui concerne les applications nucléaires. Cependant, la dérive et l'espérance de vie limitée de ces mêmes capteurs lors d'irradiation à long terme sont à même de poser des problèmes. Les thermocouples W-Re permettent d'atteindre des températures voisines de 2000 °C, mais leur dérive neutronique rencontrée dans des réacteurs à haut flux est significative et difficilement quantifiable en ligne. Le développement récent des thermocouples Mo-Nb semble prometteur, mais ne permet pas d'atteindre le niveau de performance en température des W-Re. Pour de plus hautes températures approchant les 3000 °C, le thermomètre à ultra-sons (TUS) a un niveau de robustesse sans pareil.

Les TUS basés sur le principe de variation de la vitesse du son avec la température au sein d'un fil senseur ont été étudiés par le passé dans une gamme de température globalement comprise entre 1800 °C et 3100 °C. Ces sondes de température développées pour des applications exigeantes (mesures de température au centre du combustible nucléaire et accident graves) offrent l'avantage de pouvoir être utilisées théoriquement jusqu'à la température de fusion du fil et permettent l'établissement d'un profil de température par le truchement de discontinuités générées sur le senseur. Ces deux possibilités constituent des atouts primordiaux pour le suivi des températures dans le cadre d'expérimentation sur les accidents graves et pour la réalisation d'irradiations de combustible nucléaire.

Cette technique de mesure appliquée à de nombreuses reprises dans le cadre des recherches nucléaires a permis d'obtenir des résultats expérimentaux dans des environnements où tout autre type de mesure semblait exclu. Parmi tant d'autres on pourrait citer les expériences américaines: Power Burst Facility (PBF), Idaho National Laboratory (INL), Oak Ridge National Laboratory (ORNL) au même titre que les expériences européennes menées à Cadarache, Ispra et Petten.

De nouveaux développements conduits sur des matériaux autres que le tungstène (globalement requis pour atteindre 3000 °C mais sujet à des transmutations nucléaires) pour la fabrication du senseur permettraient de transposer la robustesse et l'encombrement réduit de cette technologie dans d'autres secteurs. Une déclinaison des TUS existants permettant une mesure fiable de la température du combustible HTR lors des irradiations long terme à haut burn-up pourrait ainsi être appréciable. L'adaptation d'une cellule point fixe sur un des éléments du TUS pourrait également permettre une évaluation des dérives rencontrées et éventuellement l'application d'une correction en ligne.

Après un rapide rappel de la technologie mise en œuvre pour l'élaboration de la mesure avec des TUS, la présentation s'attachera à passer en revue les différentes applications passées ainsi que leurs avantages et leurs inconvénients et proposera des voies de développement pour des applications futures.

[retour](#)