

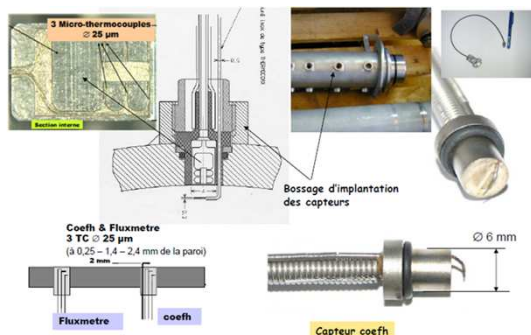


Brevets

Le capteur coef h est une conception monobloc de mesure de températures associée à un algorithme spécifique de conduction inverse et de traitement du signal:

- du flux de chaleur,
- de la température d'interface,
- et du coefficient d'échange.

Pour obtenir ce résultat, trois micro-TC ($\varnothing 25 \mu\text{m}$) sont soudés dans le corps du capteur et un TC ($\varnothing 0,3 \text{ mm}$) mesure la température dans le fluide



Le CEA – Cadarache possède 1 famille de brevets sur cette thématique ([FR2940435B1](http://www.cea.fr/FR2940435B1) expirant en 2028)

Notre point fort :

15 ans dans les domaines de l'instrumentation de mesures de transferts thermiques et de la fatigue thermique des matériaux.

CEA & KAYME



Concepteur et développeur de technologie innovantes.
Fournisseur de prestation d'expertise et de R&D.



Co-développeur, fabricant et vendeur des capteurs coef h.

CEA & KAYME avancent ensemble pour diffuser cette technologie et répondre aux problématiques des industriels dans ce domaine.

<http://www-cadarache.cea.fr/valorisation/>

<http://www.kayme.eu/fr/>

Le capteur coef h

Dédié à l'étude des fluctuations thermiques dans des zones de mélange, ce capteur a été conçu à partir d'une technologie (savoir-faire, expertise, brevet, plateformes d'essais) développée au CEA Cadarache en partenariat avec la société Kayme qui le fabrique et le commercialise sous licence. Le capteur coef h est un capteur spécifique aux performances élevées permettant d'accéder aux grandeurs moyennes et fluctuantes des températures dans le fluide, en paroi, à l'interface fluide/paroi, au flux thermique, et in fine au coefficient d'échange.



Capteur coef h et son système de fixation

Offre de valeur



La société Kayme est spécialisée dans la fabrication de capteur spécifiques en thermique, le conseil et le service en mesure et instrumentation. Installée au cœur des technopoles de l'ouest parisien, Kayme sert les secteurs nucléaire, automobile et aéronautique.

Depuis plus de 10 ans la société Kayme réalise des capteurs, des éléments chauffants et des appareils de contrôle spécifiques pour la recherche et l'industrie.

La société Kayme offre à ses clients et ses prospects une gamme très étendue de prestations :

- Fabrication de capteurs de température thermoélectriques standards et miniaturisés pour la recherche et l'industrie (Étude et réalisation de câbles spéciaux à isolant minéral),
- Conception et fabrication de thermocouple (TC) haute température (+ 2 000 ° C) et basse température (- 273 ° C), traversées étanches multi-passages haute pression (7 000 bars),
- Bureau d'études et réalisations spéciales sur cahier des charges clients (Développement de solutions de mesures physiques : fluxmètres, capteurs de déplacement, de pression, de niveau, de force, ...),
- Instrumentation de pièces par soudage, brasage et collage en atelier et sur site,
- Prestation de sous-traitance : soudage laser, brasage sous vide, radiographie, test d'herméticité et de pression, examens métallographiques, ressuage pénétrant, ...
- Et, spécifique au capteur coefh : usinage par ablation laser, positionnement TC sous binoculaire, micro-soudure d'étanchéité de 0,1 mm



Acteur majeur de la recherche, du développement et de l'innovation, le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives s'appuie sur une recherche fondamentale d'excellence et assure un rôle de soutien à l'industrie.

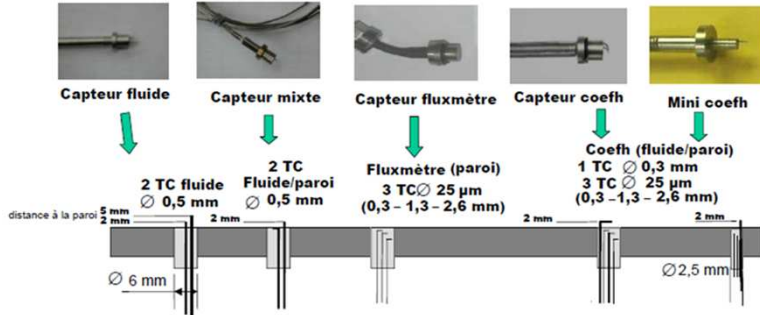
Le CEA est implanté sur 10 centres répartis dans toute la France. Il développe de nombreux partenariats avec les autres organismes de recherche, les collectivités locales et les universités. Reconnu comme un expert dans ses domaines de compétences, le CEA est pleinement inséré dans l'espace européen de la recherche et exerce une présence croissante au niveau international.

Concernant la technologie présentée dans cette fiche, et d'une manière plus générale, les technologies de mesure de transfert thermique et de fatigue thermique des matériaux, le CEA propose aux industriels une expertise pour analyser leurs problématiques ainsi qu'un accompagnement R&D pour adapter les technologies à leurs besoins spécifiques.

Origine et Application

Le capteur coef h brevet CEA est le dernier né (2008) d'une lignée de capteurs thermiques, non intrusifs spécialement conçus pour l'étude de la fatigue thermique dans les zones de mélange avec une grande dynamique.

Un algorithme spécifique (conduction inverse) développé et qualifié au CEA permet d'accéder aux caractéristiques thermiques moyennes et fluctuantes du flux de chaleur, de la température de l'interface (températures fluide/paroi) et du coefficient d'échange.



Pour minimiser les biais thermiques, le capteur coef h est fabriqué dans le même matériau que la paroi

- si la paroi est en acier, il sera en acier,
 - si la paroi est béton, il sera en béton.
- C'est un véritable capteur caméléon.

Avantages du capteur coef h

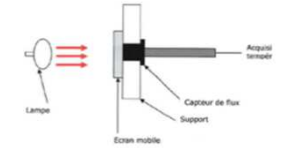
Le capteur coef h est conçu pour mesurer localement le coefficient d'échange convectif et les caractéristiques thermiques du transfert de chaleur d'un fluide vers une paroi.

Le capteur :

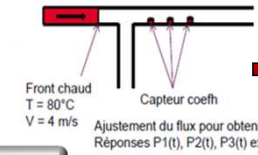
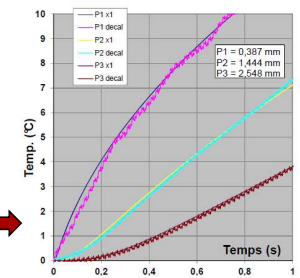
- est très sensible,
- est non intrusif,
- permet une mesure très localisée,
- possède une bande passante élevée (temps de réponse de l'ordre de 30 μ s pour le TC paroi et de 8 ms pour le TC présent dans le fluide)
- est de petite taille (mini coef h \varnothing 2,5 mm)
- permet l'obtention des principales caractéristiques expérimentales d'un transfert de chaleur (fluide/paroi) avec une grande dynamique telles que :
 - la température du fluide et les températures au sein de la paroi,
 - le flux de chaleur,
 - la température de la paroi (à l'interface),
 - et le coefficient d'échange.
- permet de détecter des fréquences particulières du transfert et de l'échange de chaleur,
- permet de vérifier l'hypothèse 1D du flux de chaleur.

Qualification du capteur coef h

1. Le fonctionnement du capteur est vérifié en sortie d'usine en réponse à un échelon de flux :
 - échelon de flux calibré (2,5 kW/m²) en radiatif (lampe infra-rouge)
2. Le capteur est qualifié sur une base d'essai FATHERINO en réponse à un échelon de température (100 kW/m²) en convectif :
 - La réponse permet de vérifier la distance des TC à la paroi par comparaison au calcul prédictif en flux convectif.

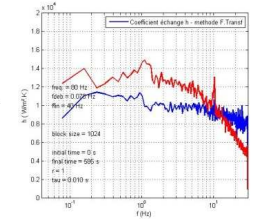
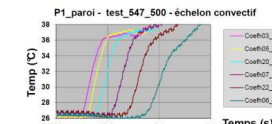
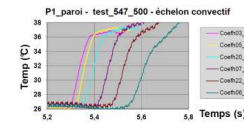


Echelon convectif 30/80°C - Coefh6
q = 100 kW/m²



Performances du capteur coef h

- Les dynamiques des TC fluide et paroi sont élevées (pente) :
 - TC fluide (800°C/s)
 - TC paroi (100°C/s)



- Exemple de deux résultats de coefficient d'échange dans une zone de mélange en fonction de la fréquence

Gamme d'utilisation du capteur coef h

- Pression de calcul : 250 bars (pointe à 400 bars)
- Température de calcul : 400-710°C

Enjeu & Marchés

Dans un contexte de réduction des coûts énergétiques, maîtriser les échanges de chaleur est un réel enjeu économique et écologique pour de nombreux secteurs industriels, qui demandent des compétences complexes et spécifiques tels que :

- les industries de **production d'énergie** à partir de la chaleur (biomasse, géothermie, ETM...),
- les **échangeurs de chaleur**,
- l'industrie du **nucléaire**,
- l'industrie **chimique**,
- l'industrie du **bâtiment**