NEXTHERM

SENSING

High Flux. High Value.

Spécifications

Capteur de flux thermique rapide

Série DHF

Table des matières

Liste des symboles 4
Introduction 5
Calibration 6
1. Principe de mesure 7
2. Versions disponibles 8
2.1 Interfaces mécaniques 8
2.2 Câblage et connectique 10
3. Spécifications 10
4. Référence produit 13

Liste des symboles

T	Température [°C]
U	Tension, ou force électromotrice [mV]
Φ	Densité de flux thermique [kW/m²]

Introduction

Les capteurs DHF (Dynamic Heat Flux) sont destinés à la détection et à la mesure de flux thermique accompagnant des phénomènes rapides, avec un temps de réponse meilleur que 5 millisecondes. Ces sondes dynamiques sont basées sur l'échauffement d'une couche mince à haute conductivité thermique et électrique, déposé sur leur face-avant, couplé à un thermocouple de Type K. Les capteurs DHF constituent ainsi à la fois des thermocouples surfaciques et des fluxmètres ultra-rapides.

Les fluxmètres DHF reposent sur une conception unique développée par Nextherm Sensing, basée sur une mesure absolue de température en face-avant d'un substrat en céramique de propriétés connues. Sous l'effet d'un flux externe, la température de la surface augmente très rapidement, et ce d'autant plus que la céramique est isolante. De cette élévation soudaine de température est déduite la densité de flux thermique instantanée, grâce à un post-traitement avancé.

L'élément sensible est doté d'un circuit électrique qui renvoie une tension (force électromotrice) généré par l'effet thermoélectrique (effet Seebeck) de la couche mince thermocouple, dont l'architecture est originale et sans équivalent sur le marché.

Les fluxmètres DHF sont généralement conçus pour une mesure de flux total (c'est-à-dire la combinaison de transferts thermiques radiatif et convectif). Un traitement de surface à très haute absorptivité est réalisé sur la face sensible pour maximiser l'amplitude du signal. Nextherm Sensing a mené des travaux de Recherche approfondis pour sélectionner et évaluer les meilleurs traitements (performances et durabilité).

Comparé aux thermocouples classiques à perle (y compris les plus fins, présentant par exemple une brasure inférieure à 10 microns), les capteurs DHF démontrent une meilleure réactivité en termes d'amplitude du signal et de temps de montée. Ceci est dû à une surface exposée bien plus importante, mais aussi à la présence d'un substrat isolant. Ils peuvent donc avantageusement remplacer les thermocouples « classiques » pour la mesure rapide de température.

Parmi les autres avantages comparés aux thermocouples classiques, mentionnons :

- Une manipulation/fixation plus aisée
- Une plus grande robustesse
- Une rigidité parfaite au passage de l'évènement thermique (ex : souffle)

Fig.1 Exemple de capteur de la Série DHF : fluxmètre total avec interface à corps lisse

Calibration

Les fluxmètres de la Série DHF sont étalonnés sur banc laser de haute puissance. Cette méthode unique sur le marché, développée par Nextherm Sensing, apporte de nombreux avantages par rapport à l'approche standard sur corps noir :

- Très large gamme de densité de flux applicable (de quelques kW/m² à plusieurs MW/m²)
- Caractérisation des cyclages thermiques
- Détermination du temps de réponse (contrôle du temps d'exposition)
- Rapidité de mise en œuvre (pas de phase de chauffe)
- Précision et contrôle de la puissance appliquée
- Homogénéité et stabilité de la source

Contrairement à la concurrence, Nextherm Sensing ne réalise pas de calibration par comparaison à un capteur de référence secondaire, lui-même étalonné par comparaison à un capteur de référence primaire. Ceci est source de biais cumulés. En outre, nous réalisons plusieurs paliers de puissance pour affiner la loi d'étalonnage, avec la possibilité de couverture de la pleine échelle du capteur.

Fig.2 La calibration sur banc laser est une approche unique développée par Nextherm Sensing

La calibration de chaque capteur est réalisée sur la gamme de densité de flux commandée par le client, suivant un protocole interne. Sur demande, il est possible de réaliser un étalonnage accrédité Cofrac auprès du Laboratoire National d'Etalonnage (LNE).

Nextherm Sensing recommande une calibration périodique annuelle. A cette occasion, l'état général du capteur (dont la surface sensible) est vérifié et, le cas échéant, une remise en état est proposée.

1. Principe de mesure

Les fluxmètres DHF reposent sur un principe de mesure de flux indirecte : la température de surface du capteur est mesurée, puis utilisée en entrée d'une méthode de calcul (post-traitement) pour remonter à la densité de flux instantanée.

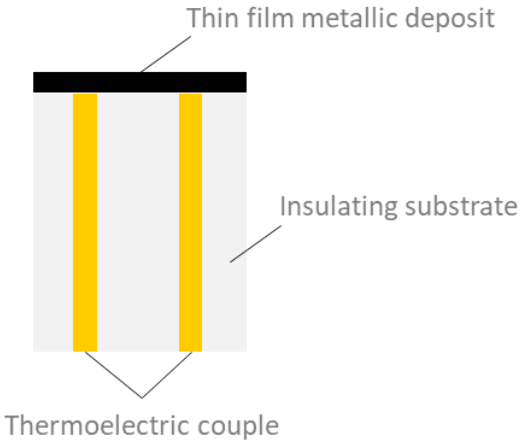

Fig.3 Schéma de principe de la mesure de flux par relevé de la température de surface

Les sondes DHF sont donc des thermocouples surfaciques : une couche mince conductrice est déposée à la surface d'un substrat hautement isolant :

- Le substrat doit supporter une très haute température superficielle, tout en démontrant une faible conductivité thermique afin que la surface monte rapidement en température. Les matériaux sont sélectionnés parmi les céramiques techniques usinables, à base d'alumine (Al_2O_3), de zircone (ZrO_2) ou encore d'hafnie (HfO_2) ;
- La couche mince conductrice est généralement constituée d'un métal ou d'un alliage à haut point de fusion et très bonne conductivité thermique ;
- La jonction chaude thermocouple est acheminée vers la couche mince en faisant passer les fils au travers du substrat isolant. La jonction est indirecte, offrant ainsi une mesure de température moyenne sur le diamètre du capteur.

Le flux thermique instantané peut être déduit de la mesure de température par une approche théorique basée sur la résolution de l'équation de la chaleur unidimensionnelle dans le substrat céramique. Ce dernier est alors considéré comme un milieu semi-infini, dont la température en face arrière reste à l'ambiant. Dès lors, la formule théorique suivante (inversion d'Abel de l'équation de la chaleur) peut être utilisée :

$$\Phi(t) = \sqrt{\frac{\lambda.\rho.C_P}{\pi}}.\int_0^t \frac{dT_S(\tau)/d\tau}{\sqrt{t-\tau}}.d\tau$$

Où :

- $\Phi(t)$ est la densité de flux instantanée [W/m²]
- λ, ρ et C_P sont les propriétés du substrat céramique, respectivement la conductivité thermique [W/(m.K)], la masse volumique [kg/m^3] et la chaleur spécifique [J/(kg.K)]
- T_S est la température de surface mesurée [°C]

En pratique, de manière à tenir compte de la dépendance à la température des propriétés du substrat, une résolution itérative est privilégiée. On recommande pour cette raison l'utilisation de notre logiciel NexTest_DHF, fourni gratuitement sous licence MIT avec chaque capteur approvisionné (voir le mode opératoire MO_NexTest_DHF_V2026 pour plus de détails).

2. Versions disponibles

Les fluxmètres DHF sont disponibles en version flux total (autres composantes sur demande particulière), et avec une unique gamme de mesure (échelle ouverte de quelques dizaines de kW/m² jusqu'à des flux illimités). Plusieurs interfaces mécaniques sont disponibles, y compris en corps lisse.

2.1 Interfaces mécaniques

Selon votre application, plusieurs interfaces mécaniques sont disponibles en offre standard. Il est également possible de réaliser une interface sur-mesure pour vos besoins particuliers. En standard, les interfaces sont soit à corps lisse (référence M0), soit à bride (référence M1), soit encore à filetage (référence M2) comme illustré sur les plans suivants :

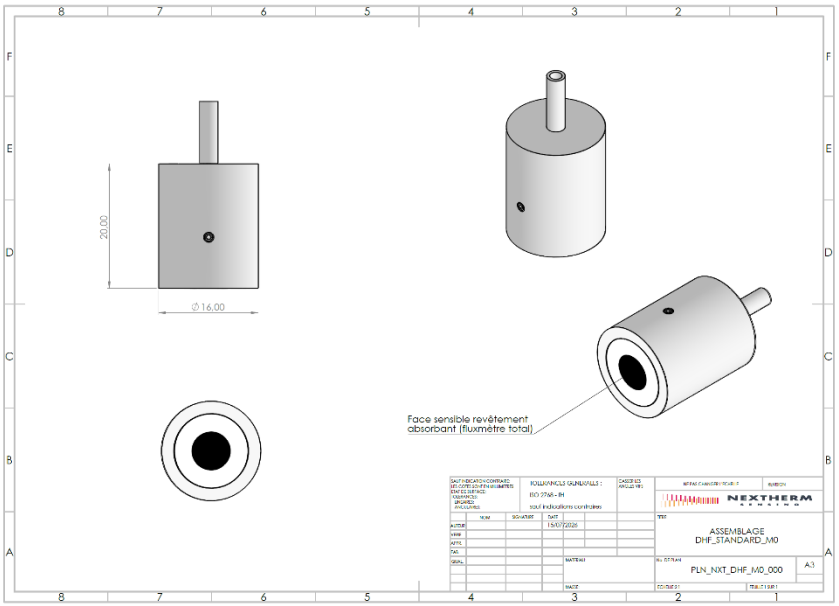

Fig.4 Fluxmètre DHF à corps lisse (référence M0)

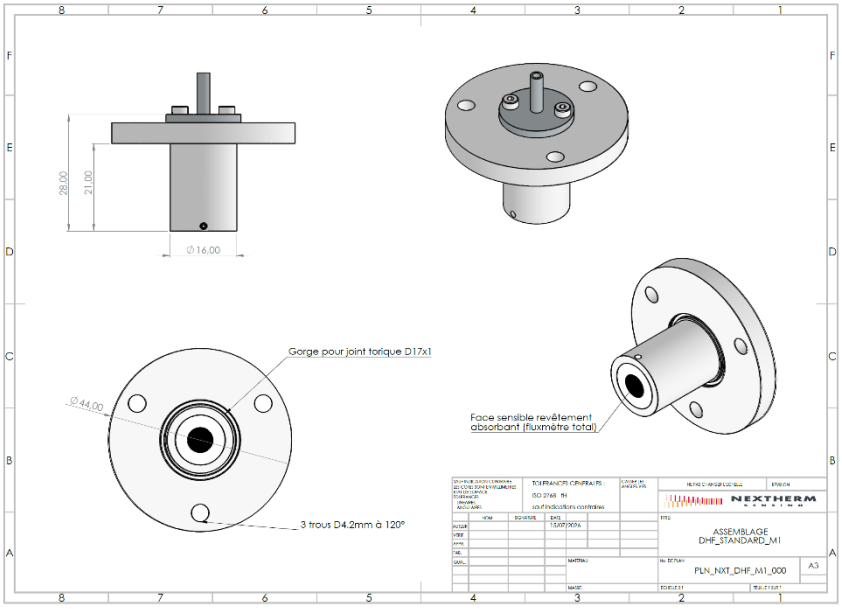

Fig.5 Fluxmètre DHF en interface mécanique à bride 3 trous à 120° (référence M1)

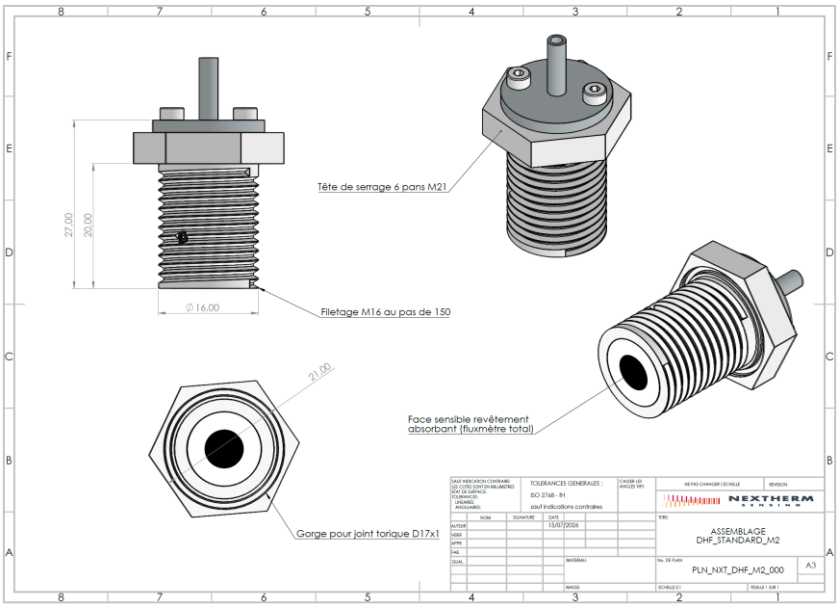

Fig.6 Fluxmètre DHF en interface mécanique à filetage M16 (référence M2)

2.2 Câblage et connectique

Les fluxmètres DHF sont fournis en offre standard munis d'un câblage renforcé en gaine haute température (structure soie de verre tressée doublée de gaine silicone) et d'un connecteur thermocouple à fiches plates Type K.

3. Spécifications

Les capteurs de la Série DHF mesurent une densité de flux collectée par une surface sensible, mesurée en W/m², kW/m² ou MW/m² (les certificats d'étalonnages sont fournis en kW/m²).

Nos fluxmètres sont passifs (ils ne requièrent pas d'alimentation électrique) et ont été miniaturisés autant que faire se peut pour être les moins intrusifs possibles et minimiser la perturbation de la source thermique elle-même. Ils peuvent en outre être plus facilement intégrés à des systèmes tels que des moteurs, réacteurs, lignes industrielles, … contrairement aux produits concurrents plus volumineux.

Les capteurs DHF sont dimensionnés pour fonctionner sur une courte durée, dont la valeur dépend du flux reçu, mais typiquement inférieure à la seconde.

Le tableau suivant dresse les spécifications techniques des fluxmètres DHF.

Tab.1 Liste des spécifications des fluxmètres de la Série DHF

Spécifications Série DHF	
Type de capteur	Fluxmètre dynamique total
Grandeur mesurée	Densité de flux thermique [W/m²]
Mesurande	Tension (force électromotrice, type K) [mV]
Technologie	Fluxmètre à température superficielle
Plage de mesure nominale	Unique (de quelques dizaines de kW/m² à >100MW/m²)
Limite de plage de mesure	Néant
Diamètre de surface sensible	6 mm
Signal de sortie	Tension (mV)
Sensibilité typique	Dépend du temps : $S(t) \approx 0.67.\sqrt{t}$ [°C par kW/m²]

Loi de conversion	$\Phi(t) = \sqrt{\frac{\lambda.\rho.C_P}{\pi}}.\int_0^t \frac{dT_S(\tau)/d\tau}{\sqrt{t-\tau}}.d\tau$ Post-traitement NexTest_DHF privilégié
Lecture requise	1 x voie thermocouple (type K)
Plage de température opérationnelle	• -30 to +1000 °C (capteur, surface sensible) • -30 to +250 °C (corps inox) • -30 to +250 °C (câble et connecteur)
Utilisation sous vide	Utilisable en vide en vide primaire (~10^{-3} bar) et secondaire (~10^{-6} bar). Le capteur peut toutefois être sujet à dégazage
Utilisation sous pression	Pression maximale en opération : 30 bar abs
Non-linéarité	Mesurée par calibration pleine échelle : <2%
Emissivité de la surface sensible	Flux total : $\epsilon > 0.90$* ** Courbe d'émissivité spectrale fournie*
Angle de vue	Flux total : 180° (sans hublot)
Temps de réponse	<5ms (mesuré par stimulation laser)
Résistance typique du capteur	<500 Ω. N'influence pas le signal dans des conditions d'acquisition standard à haute impédance d'entrée.
Puissance requise	0 W (capteur passif)
Longueur de câble standard	1m00
Finition câble standard	Gaine tressée soie de verre doublée silicone haute température
Marquage capteur	Numéro de série sur étiquette au niveau du câblage + gravure sur capteur
Masse du capteur	<0.2 kg câble standard compris
Refroidissement	
Méthode de refroidissement	Capteur non refroidi. Durée d'exposition limitée.
Température maximale en face avant	La température ne doit pas excéder 1000°C.

Utilisation Usages recommandés	• Essais pyrotechniques (allumage, déflagration, …) • Détection d'évènements thermiques rapides (ex : passage de front de flamme)
Installation Conditions d'utilisation typique	Recherche académique, R&D et industrie Systèmes exposés à des flux thermiques élevés pendant des périodes de quelques dizaines à centaines de millisecondes. Connecté à un équipement d'acquisition de données fourni par l'utilisateur. Inspection régulière de la surface, du corps du capteur et du câblage. Aucune exigence particulière en matière d'immunité, d'émission ou de résistance chimique.
Réfection de la surface sensible	Il est possible de remettre en état le traitement de surface si celui-ci est altéré. On recommande un nouvel étalonnage.
Calibration	
Certificat de calibration	Fourni avec chaque capteur
Méthode de calibration	Calibration sur banc laser selon procédure interne. Minimum 3 paliers de puissance répartis sur la gamme d'étalonnage.
Accréditation d'étalonnage	Nextherm Sensing n'est pas accrédité. Possibilité d'étalonnage certifié auprès du LNE
Incertitude d'étalonnage	<5% (k=2)
Périodicité d'étalonnage	Minimum : annuelle (pas d'altération de la calibration durant le stockage prolongé) Recommandée : après chaque campagne de mesure
Précision de mesure Incertitudes de mesures	Les déclarations concernant l'incertitude de mesure globale ne peuvent être faites qu'au cas par cas.
Versions & Options	
Plage de mesure	Unique (10kW/m² à >100MW/m²)

4. Référence produit

Pour la commande d'un fluxmètre de la Série DHF standard, veuillez utiliser le référencement suivant :

DHF-MM

Avec le codage correspondant :

- **MM** : type de montage mécanique (M0 : corps lisse, M1 : bride, M2 : filetage M16)

Pour tout autre configuration, contactez-nous.

Contact commercial

Nextherm Sensing
Pépinière d'Entreprises
70 Chemin de Cantalauze
31220 Martres-Tolosane, France

contact@nextherm-sensing.com

+33 (0)6.45.13.04.71

Déclaration de conformité UE

CE

Nous,

Nextherm Sensing SAS
Siège sis 70 Chemin de Cantalauze
31220 Martres-Tolosane
France

En accord avec les exigences de la directive suivante :

2011/65/EU limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques

Déclarons ici sous notre seule responsabilité que :

Modèle du produit	DHF
Type de produit :	Capteur de flux thermique rapide
Marque :	Nextherm Sensing

est conforme à la législation d'harmonisation de l'Union européenne applicable suivante :

Directive 2011/65/EU du Parlement européen et du Conseil relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques (RoHS), incluant l'amendement **(EU) 2015/863**.

La conformité du produit a été évaluée sur la base du contrôle interne de la production. Le produit est conçu pour être utilisé dans des conditions normales d'utilisation conformément à sa documentation technique.

Nicolas Pelletier
Président
Martres-Tolosane, le 29 Septembre 2026

A propos de Nextherm Sensing

Nextherm Sensing est une entreprise innovante française issue de la Recherche aérospatiale, experte dans le domaine de la mesure des flux thermiques. Fondée en 2022, elle propose une large gamme de capteurs répondant à une grande diversité de problématiques académiques et industrielles.

A l'écoute de vos besoins et de vos contraintes applicatives, nous vous accompagnons de bout en bout dans le processus de sélection du capteur, la formation à l'utilisation, la mise à disposition d'outils d'analyse et le SAV. Nous proposons également un service de recalibration unique sur le marché, basé sur une source laser de haute précision.

Fondée par deux chercheurs passionnés, Nextherm Sensing a dans son ADN l'innovation et l'amélioration continue. C'est pourquoi nous consacrons une grande partie de nos ressources à la proposition de nouveaux produits, toujours plus robustes et performants.

Retrouvez-nous sur www.nextherm-sensing.com
Ou contactez-nous directement à contact@nextherm-sensing.com

NEXTHERM
SENSING

© Nextherm Sensing
Version 2026
Nous nous réservons le droit de modifier les spécifications sans notification préalable.