

# NEXTHERM

## S E N S I N G

High Flux. High Value.

Spécifications

Capteur de flux thermique refroidi

# Série CHF

# Table des matières

Liste des symboles .....	3
Introduction .....	4
Calibration .....	5
1. Principe de mesure .....	6
2. Versions disponibles .....	7
2.1 Gammes de mesure .....	7
2.2 Interfaces mécaniques.....	8
2.3 Câblage et connectique .....	9
2.4 Composantes de flux .....	9
3. Spécifications .....	10
4. Référence produit.....	14

# Liste des symboles

S	Sensibilité [mV par kW/m <sup>2</sup> ]
T	Température [°C]
U	Tension, ou force électromotrice [mV]
Φ	Densité de flux thermique [kW/m <sup>2</sup> ]

# Introduction

Les capteurs de la Série CHF (*Cooled Heat Flux*) permettent une mesure de densité flux thermique élevées ( $>kW/m^2$ ) à très élevées ( $>MW/m^2$ ), en continu, grâce à un corps refroidi. Le refroidissement liquide peut être réalisé à eau perdue ou par une boucle thermostatique.

Les capteurs CHF reposent sur une conception unique développée par Nextherm Sensing, basée sur une mesure différentielle de température dans un élément calorimétrique. Sous l'effet d'un flux externe, un gradient thermique s'installe dans l'élément calorimétrique. Ce gradient est proportionnel au flux appliqué quels que soit les paramètres de refroidissement du capteur (débit et température du liquide).

L'élément sensible est doté d'un circuit électrique qui renvoie une tension (force électromotrice) générée par l'effet thermoélectrique (effet Seebeck) du montage interne, dont l'architecture est originale et sans équivalent sur le marché. Ce signal est proportionnel (linéarité) à la densité de flux thermique reçue.

Dotés d'un élément sensible conçu en alliage de cuivre à haute conductivité thermique, nos capteurs possèdent un corps entièrement en inox, robuste et capable d'endurer les expositions aux conditions les plus agressives.

Les fluxmètres CHF sont disponibles en trois versions, selon la composante de flux recherchée : flux total, flux convectif ou flux radiatif. Dans ce dernier cas, une fenêtre en saphir (d'autres type de verre en option) permet de neutraliser la composante convective potentielle. En flux radiatif et total, un traitement de surface à très haute absorptivité est réalisé sur la face sensible. En flux convectif, le traitement de surface est au contraire à très grande réflectivité, de manière à rejeter le plus de rayonnement incident possible. Nextherm Sensing a mené des travaux de Recherche approfondis pour sélectionner et évaluer les meilleurs traitements (performances et durabilité).

En option, les capteurs CHF intègrent un thermocouple de contrôle type K, de manière à surveiller la température de la surface sensible.



Fig.1 Exemple de capteur de la Série CHF : fluxmètre total avec interface mécanique vissée

# Calibration

Les fluxmètres de la Série CHF 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/m<sup>2</sup> à plusieurs MW/m<sup>2</sup>)
- 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.

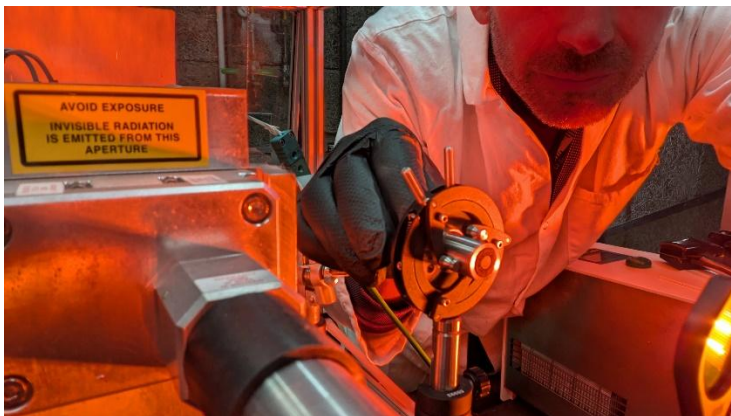


Fig.2 La calibration sur banc laser est une approche unique développée par Nextherm Sensing

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 CHF reposent sur un principe de mesure de gradient de température radial au niveau de la face avant (zone sensible) du capteur : ainsi, sous l'effet d'un flux thermique, un profil de température s'installe rapidement dans la face avant du capteur, entre son centre et sa périphérie. Un circuit échangeur à eau permet de maintenir l'ensemble du capteur à température maîtrisée de manière à ne pas limiter la durée de mesure (possibilité d'utilisation en continu pour le monitoring de procédés) :

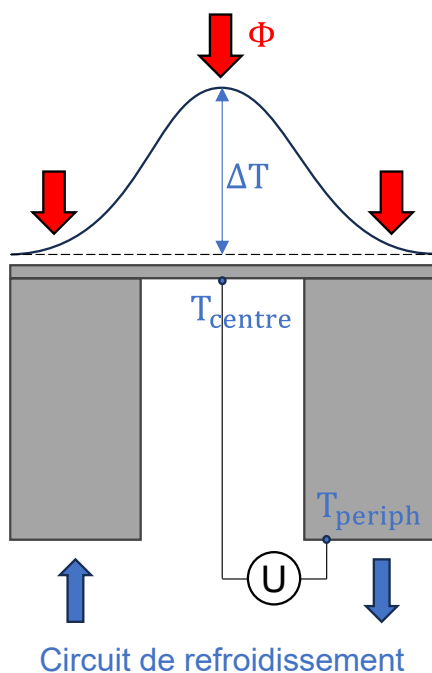


Fig.3 Schema de principe de la mesure de flux par relevé du gradient thermique radial

*In fine*, les fluxmètres CHF fournissent un signal de sortie en tension (millivolts) directement proportionnel à la densité de flux reçue par le capteur :

$$\Phi(t) = \frac{U(t)}{S}$$

Où :

- $\Phi(t)$  est la densité de flux instantanée [ $W/m^2$ ]
- $S$  est la sensibilité (étalonnée) de votre capteur [ $V$  par  $W/m^2$ ]
- $U(t)$  est la tension instantanée renvoyée par le signal de sortie [ $V$ ]
- $t$  est le temps [ $s$ ]

La densité de flux peut donc être mesurée en temps réel en appliquant la formule de conversion précédente.

Nos capteurs bénéficient d'un design propriétaire qui les distingue des produits concurrents par leur grande robustesse (utilisation sous pression ou sous vide), leur sensibilité élevée, leur temps de réponse réduit et leur large gamme de flux mesurable.

Un autre aspect remarquable des fluxmètres Nextherm Sensing réside dans leur plus grande compacité (diamètre 12mm) que les capteurs concurrents, la plupart étant uniquement disponibles avec une face avant en diamètre 1 pouce (25.4mm). Cette compacité les rend moins intrusifs dans les phénomènes à caractériser (voir la section dédiée aux interfaces mécaniques disponibles).

En option, la température de face avant peut être mesurée via un second connecteur (thermocouple type K à fiches plates). Cette mesure peut se révéler utile pour observer le bon fonctionnement du refroidissement.

## 2. Versions disponibles

Les fluxmètres CHF sont disponibles dans une grande variété de déclinaisons, qu'il s'agisse de leur gamme de mesure, de leur interface mécanique ou de la composante de flux mesurée.

### 2.1 Gammes de mesure

Les fluxmètres de la Série CHF sont disponibles dans quatre gammes de mesure. La gamme est définie la densité de flux thermique pleine échelle. Selon sa valeur, la structure (dimensions internes) et la nature (matériau) de l'élément sensible diffèrent, ceci afin d'adapter sa sensibilité et sa tenue thermique au niveau de flux attendu (voir Tableau 1). Il est possible de dépasser la pleine échelle du capteur sans saturer le signal ni endommager le capteur. On conseille de ne pas dépasser 1.5 fois la pleine échelle. Pour des flux supérieurs à 10MW/m<sup>2</sup>, nous consulter.

Tab.1 Gammes de mesure CHF disponibles

Modèle CHF	Densité de flux thermique maximale admissible en continu	Sensibilité typique	Tension à pleine échelle typique
CHF_250K	250 kW/m <sup>2</sup>	>30 µV par kW/m <sup>2</sup>	>7.5 mV
CHF_500K	500 kW/m <sup>2</sup>	>18 µV par kW/m <sup>2</sup>	>9.0 mV
CHF_1M	1 000 kW/m <sup>2</sup> (= 1 MW/m <sup>2</sup> )	>7 µV par kW/m <sup>2</sup>	>7.0 mV
CHF_10M	10 000 kW/m <sup>2</sup> (= 10 MW/m <sup>2</sup> )	>1 µV par kW/m <sup>2</sup>	>10.0 mV



## 2.3 Câblage et connectique

Les fluxmètres CHF 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 à fiches plates en cuivre pour la sortie de signal de tension.

En option, un adaptateur fiches plates vers BNC peut être fourni pour faciliter la connexion vers votre système d'acquisition de tension.

En option également, une sortie de température (connecteur thermocouple type K à fiches plates chromel-alumel) peut être intégrée au capteur. Elle permet de contrôler la température de la face avant du capteur.

## 2.4 Composantes de flux

Les fluxmètres CHF peuvent être fonctionnalisés pour mesurer les diverses composantes de flux thermique :

- Dans leur version flux convectif, l'élément sensible du capteur est doté d'un état de surface réfléchissant (émissivité  $<0.05$ ) afin de supprimer l'éventuelle contribution radiative du flux incident
- Dans leur version flux radiatif (radiomètre), l'élément sensible du capteur est séparé de l'environnement à mesurer par le biais d'un hublot afin de supprimer la composante convective du flux incident. La transmittivité du hublot est caractérisée en laboratoire sur un large spectre. L'élément sensible est dans ce cas doté d'un état de surface absorbant (émissivité  $>0.90$ ) également caractérisé en laboratoire sur une large gamme de longueur d'onde.
- Dans leur version flux total, l'élément sensible est doté d'un état de surface analogue au cas du radiomètre (surface absorbante), mais est directement exposé à l'environnement à mesurer afin de capter simultanément les composantes radiative et convective. Si la convection peut être négligée, cette configuration permet de réaliser un radiomètre sans hublot à large champ de vision.

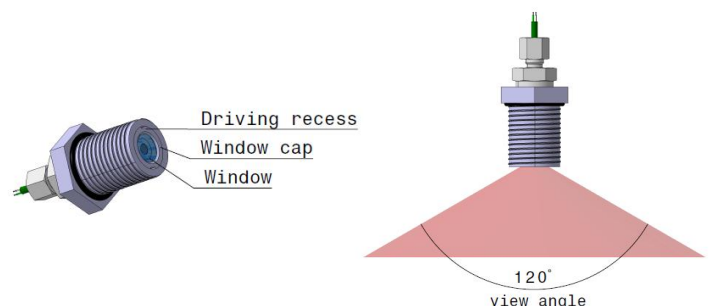
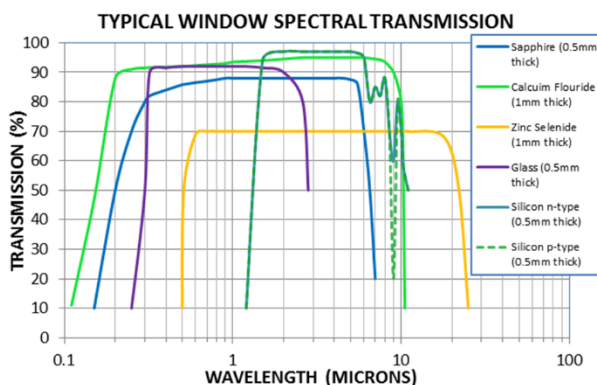


Fig.5 Fluxmètre radiatif : spectre de transmission à prendre en considération et aménagement du capteur

NexTherm Sensing maîtrise les solutions optiques avancées (verres et traitements de surface) permettant de scruter une bande spectrale particulière (ex : IR proche, IR lointain, ...). En offre standard, les fluxmètres radiatifs sont munis d'un hublot en saphir . Nous consulter pour toute demande particulière.

Tab.2 Grades de verre pour les fluxmètres radiatifs

Matériau de hublot	Gamme de transmission complète	Gamme de transmission recommandée (pour épaisseur 1mm)	Point de fusion
Saphir (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.22 à 5.5 µm	85% @ [0.22,4.2] µm	2040°C
KRS-5 (TiBr <sub>4</sub> l <sub>58</sub> )	0.6 à 40 µm	65-71% @ [0.6,30] µm	414.5°C
Fluorure de calcium (CaF <sub>2</sub> )	0.13 à 10 µm	90-95% @ [0.2,7.0] µm	1360°C
N-BK7 (borosilicate)	0.35 à 2.5 µm	90% @ [0.35,2.1] µm	557°C
Quartz (SiO <sub>2</sub> fondue)	0.18 à 3.5 µm	92% @ [0.5,3.4] µm	1710°C
Séléniure de zinc (ZnSe)	0.55 à 15 µm	70% [1.1,15] µm	1525°C

### 3. Spécifications

Les capteurs de la Série CHF mesurent une densité de flux collectée par une surface sensible, mesurée en W/m<sup>2</sup>, kW/m<sup>2</sup> ou MW/m<sup>2</sup> (les certificats d'étalonnages sont fournis en kW/m<sup>2</sup>).

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.

Chez Nextherm Sensing, le choix de la gamme de flux est très simple, car nous pouvons couvrir un large panel de besoins (du kW/m<sup>2</sup> au MW/m<sup>2</sup>) avec seulement quelques modèles.

Les capteurs CHF sont dimensionnés pour fonctionner en continu, sans que leur température ne diverge.

Le tableau page suivante dresse les spécifications techniques des fluxmètres CHF.

Tab.3 Liste des spécifications des fluxmètres de la Série CHF

<b>Spécifications Série CHF</b>	
Type de capteur	Fluxmètre refroidi (total, convectif ou radiatif)
Grandeur mesurée	Densité de flux thermique Option : température de contrôle face avant
Mesurande	Tension (force électromotrice)
Technologie	Fluxmètre à gradient de température
Plage de mesure nominale	250 kW/m <sup>2</sup> , 500 kW/m <sup>2</sup> , 1 000 kW/m <sup>2</sup> (= 1MW/m <sup>2</sup> ), 10 000 kW/m <sup>2</sup> (= 10 MW/m <sup>2</sup> )
Limite de plage de mesure	+150% de la plage de mesure nominale
Diamètre de surface sensible	6 mm (4mm pour CHF_10M)
Signal de sortie	Tension (mV)
Sensibilité typique	Gamme 250 kW/m <sup>2</sup> : >30 μV par kW/m <sup>2</sup> Gamme 500 kW/m <sup>2</sup> : >18 μV par kW/m <sup>2</sup> Gamme 1 000 kW/m <sup>2</sup> : >7 μV par kW/m <sup>2</sup> Gamme 10 000 kW/m <sup>2</sup> : >1 μV par kW/m <sup>2</sup>
Loi de conversion	$\Phi(t) = \frac{U(t)}{S}$
Lecture requise	1 x voie de tension pour le flux Option : 1 x voie de température (type K) pour température de contrôle
Plage de température opérationnelle	-30 to +500 °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. Le capteur peut toutefois être sujet à dégazage
Utilisation sous pression	Pression maximale en opération : 10 bar abs (plus sur demande)
Non-linéarité	Dans les conditions d'étalonnage : <5% (<2% typiquement)
Emissivité de la surface sensible	Flux total et radiatif : $\epsilon > 0.95^*$ Flux convectif : $\epsilon < 0.05$ * Courbe d'émissivité spectrale fournie
Angle de vue	Flux total et convectif : 180° (sans hublot) Flux radiatif : > 160° (avec hublot)
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
	<p>Essais de réaction au feu - Inflammabilité des produits de construction à l'aide d'une source de chaleur rayonnante</p> <p>Essais de réaction au feu - Propagation de la flamme</p> <p>Essais de réaction au feu - Dégagement de chaleur, production de fumée et taux de perte de masse</p> <p>Essais de réaction au feu - Mesure de la perte de masse</p> <p>Essais de réaction au feu - Essai en chambre réelle pour les produits de surface</p> <p>Essais de réaction au feu - Essai sur modèle réduit</p> <p>Essai de réaction au feu pour les façades</p> <p>Essais de résistance au feu - Portes et volets ensembles</p>
<b>Utilisation</b>	Essais de réaction au feu – Détermination des paramètres thermiques et de réaction au feu des matériaux, produits et Assemblages utilisant un calorimètre à échelle intermédiaire (ICAL)
Usages recommandés	<p>Essais de réaction au feu des façades – échelle intermédiaire et grande échelle</p> <p>Essais de réaction au feu des revêtements de sol - Détermination du comportement au feu à l'aide d'une source de chaleur rayonnante</p> <p>Méthode d'essai pour déterminer la résistance à la pénétration de la flamme des revêtements de compartiments de chargement</p> <p>Méthode d'essai normalisée pour l'essai d'ablation oxyacétylénique des matériaux d'isolation thermique</p> <p>Essais sur bancs en combustion (turbomachines, moteurs-fusées, ...)</p> <p>Energies vertes (concentrateurs solaires, ...)</p>





<p><b>Installation</b></p> <p>Conditions d'utilisation typique</p>	<p>Recherche académique, R&amp;D et industrie</p> <p>Systèmes exposés à des flux thermiques élevés pendant des périodes de plusieurs secondes à plusieurs heures.</p> <p>Connecté à un équipement d'acquisition de données fourni par l'utilisateur.</p> <p>Inspection régulière de la surface, du corps du capteur, du câblage et de flexible de refroidissement du capteur.</p> <p>Surveillance continue de la température et de l'alimentation en eau du capteur.</p> <p>Aucune exigence particulière en matière d'immunité, d'émission ou de résistance chimique.</p>
<p>Extension de câblage (rallonge)</p>	<p>Disponible en option</p>
<p>Réfection de la surface sensible</p>	<p>Il est possible de remettre en état le traitement de surface si celui-ci est altéré. On recommande un nouvel étalonnage.</p>
<p><b>Calibration</b></p>	
<p>Certificat de calibration</p>	<p>Fourni avec chaque capteur</p>
<p>Méthode de calibration</p>	<p>Calibration sur banc laser selon procédure interne. Minimum 3 paliers de puissance répartis sur la gamme d'étalonnage.</p>
<p>Accréditation d'étalonnage</p>	<p>Nexttherm Sensing n'est pas accrédité. Possibilité d'étalonnage certifié auprès du LNE</p>
<p>Incertitude d'étalonnage</p>	<p>&lt;5% (k=2)</p>
<p>Périodicité d'étalonnage</p>	<p>Minimum : annuelle (pas d'altération de la calibration durant le stockage prolongé) Recommandée : après chaque campagne de mesure</p>
<p><b>Précision de mesure</b></p>	
<p>Incertitudes de mesures</p>	<p>Les déclarations concernant l'incertitude de mesure globale ne peuvent être faites qu'au cas par cas.</p>
<p><b>Versions &amp; Options</b></p>	
<p>Plage de mesure</p>	<p>250, 500, 1 000 et 10 000 kW/m<sup>2</sup>. Plus sur demande.</p>
<p>Option flux radiatif</p>	<p>Hublot saphir épaisseur 1mm sans traitement anti-reflet. Transmittivité 85% sur la plage [0.2-4.2] μm</p>
<p>Option connecteur TC vers BNC</p>	<p>Convertisseur fiches plates vers coaxial (BNC)</p>

## 4. Référence produit

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

### CHF-GG-FF-MM-OPTION

Avec le codage correspondant :

-  **GG** : gamme de flux thermique (250, 500, 1 000, 10 000 kW/m<sup>2</sup>)
-  **FF** : composante de flux (TF : flux total, CF : flux convectif, RF : flux radiatif)
-  **MM** : type de montage mécanique (M1 : bride, M2 : filetage M16)
-  **OPTION : TC** : option température de contrôle

*Exemple : pour un capteur de flux total (TF) de gamme de mesure 500 kW/m<sup>2</sup> avec un montage à bride (M1), avec en option une sortie température de contrôle :*

⇒ CHF-500-TF-M1-TC

Pour tout autre configuration, contactez-nous.

## Contact commercial



NexTherm Sensing  
6, Impasse Louis Bentajou (siège)  
31410 Longages, France



[contact@nexttherm-sensing.com](mailto:contact@nexttherm-sensing.com)



+33 (0)6.45.13.04.71

## Déclaration de conformité UE



Nous,

Nexttherm Sensing SAS  
Siège sis 6 Impasse Louis Bentajou  
31410 Longages  
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 : IHF  
Type de produit : capteur de flux thermique à inertie  
Marque : Nexttherm 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  
Longages, le 15 Janvier 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](http://www.nextherm-sensing.com)

Ou contactez-nous directement à : [contact@nextherm-sensing.com](mailto:contact@nextherm-sensing.com)

