

# NEXTHERM

## S E N S I N G

High Flux. High Value.

Spécifications

Capteur de flux thermique à inertie

# Série IHF

# 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. Conception sur-mesure .....	11
4. Spécifications .....	11
5. Référence produit.....	15

# Liste des symboles

$C_p$	Capacité thermique à pression constante [J/(kg.K)]
$K$	Coefficient d'étalonnage [kg/m <sup>2</sup> ]
$T$	Température [°C]
$\alpha, \beta, \gamma$	Coefficients de la loi de correction de pertes thermiques
$\Phi$	Densité de flux thermique [kW/m <sup>2</sup> ]

# Introduction

Les capteurs de la Série IHF (*Inertia Heat Flux*), permettent une mesure de flux thermique sur une durée limitée ou en mode cyclique. Le capteur n'est pas refroidi et ne peut donc pas être utilisé en mesure continue ou sur des durées significatives.

Les capteurs IHF reposent sur une conception unique développée par Nextherm Sensing, basée sur une méthode dite « calorimétrique » ou « à inertie ». Sous l'effet d'un flux externe, la température d'un élément calorimétrique augmente. Cette variation temporelle de température, et donc d'énergie stockée, est proportionnelle au flux appliqué.

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, convertie en température. L'architecture du capteur est originale et sans équivalent sur le marché. Le signal de température enregistré est ensuite post-traité pour remonter à la densité de flux thermique instantanée collectée en face avant du capteur. La gamme de mesure des fluxmètres IHF s'étend des « bas flux » (quelques kW/m<sup>2</sup>) jusqu'au flux extrêmes (plusieurs MW/m<sup>2</sup>) selon la capacité calorifique de l'élément sensible.

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 IHF 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).

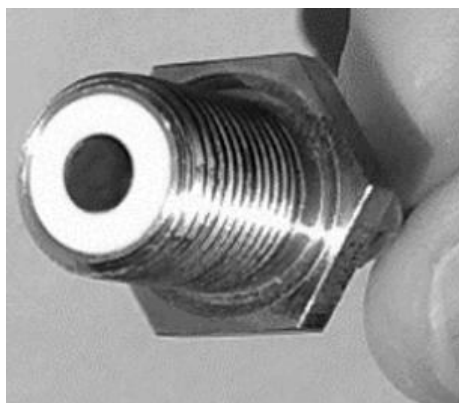


Fig.1 Exemple de capteur de la Série IHF : fluxmètre total avec interface mécanique vissée

# Calibration

Les fluxmètres de la Série IHF 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.

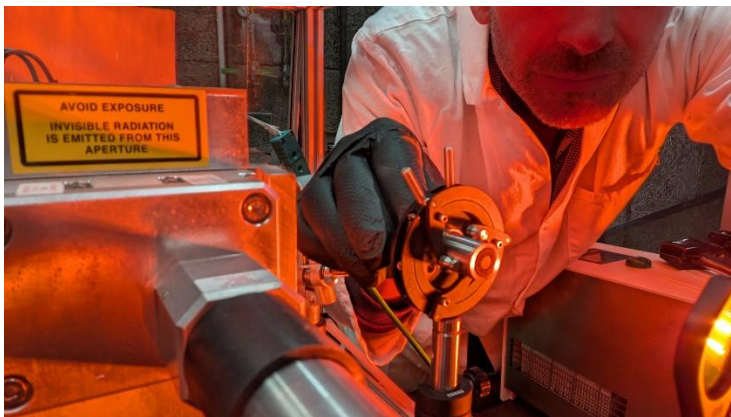


Fig.2 La calibration sur banc laser est une approche unique développée par Nextherm Sensing

La calibration de chaque capteur est réalisée sur la gamme de densité de flux commandée par le client, suivant un protocole interne. Pour limiter l'usure du capteur et préserver son apparence esthétique avant livraison, la calibration est limitée à 600kW/m<sup>2</sup>, sauf besoin explicite exprimé par le client. Sur demande, il est possible de réaliser un étalonnage accrédité Cofrac auprès du Laboratoire National d'Etalonnage (LNE) (limité cependant à 150kW/m<sup>2</sup> sur corps noir).

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 fluxmètre IHF fournissent un signal de sortie analogue à une température. Ils fonctionnent véritablement comme des thermocouples type K : leur connecteur à fiches plates doit être branché sur un enregistreur de température. Ceci leur confère de nombreux avantages par rapport aux fluxmètres classiques : aucune amplification de tension intermédiaire, aucune interférence EM liée à un câblage faible tension et une facilité d'utilisation accrue (plug-and-play sur un module thermocouple).

Nos sondes bénéficient d'un design breveté, qui intègre une mesure de température traversante – contrairement aux calorimètres « slug » usuels –, ce qui est la clé d'une précision élevée.

C'est l'exploitation de cette mesure (post-traitement) qui fournit l'évolution temporelle de la densité de flux observée par le capteur. Sur certains systèmes de mesure, le flux peut être calculé en quasi temps réel. Sinon, pas d'inquiétude : notre logiciel NexTest\_IHF est fourni gratuitement, sous licence MIT, avec chaque capteur approvisionné (voir le mode opératoire MO\_NexTest\_IHF\_V2026 pour plus de détails).

Une fois votre mesure effectuée, vous disposez d'un fichier contenant le temps et le signal de température, à une fréquence d'échantillonnage donnée. La densité de flux peut alors être obtenue par l'application du principe calorimétrique :

$$\Phi(t) = K \cdot Cp(T) \cdot \frac{dT}{dt}$$

Où :

- $\Phi(t)$  est la densité de flux instantanée [ $W/m^2$ ]
- $K$  est le coefficient d'étalonnage de votre capteur [ $kg/m^2$ ]
- $Cp(T)$  est la capacité thermique à pression constante de l'élément sensible, fonction de la température [ $J/(kg.K)$ ]
- $T$  est la température mesurée par le capteur [ $^{\circ}C$ ]
- $t$  est le temps [s]

Un fluxmètre à inertie doit être idéalement calorifugé. De manière à fournir une mesure de flux la plus précise possible, l'écart à l'idéalité est pris en compte en introduisant un terme correctif, représentatif des pertes thermiques :

$$\Phi_c(t) = \Phi(t) + \Phi_{pertes}(T)$$

Où :

- $\Phi_c(t)$  est la densité de flux instantanée corrigée [ $W/m^2$ ]
- $\Phi_{pertes}(T)$  est le flux correctif de pertes thermiques, fonction de la température [ $W/m^2$ ] :

$$\Phi_{pertes}(T[^{\circ}C]) = \alpha \cdot T^2 + \beta \cdot T + \gamma \quad [W/m^2]$$

Les pertes thermiques sont ainsi considérées comme liées à la température de l'élément calorimétrique. La loi de compensation n'est rigoureusement valable que sur l'intervalle de température parcouru durant l'étalonnage (environ 250 à 300 $^{\circ}C$ ), mais peut être extrapolée au-delà.

## 2. Versions disponibles

Les fluxmètres IHF 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 IHF sont disponibles dans trois gammes de mesure. La gamme est définie par la capacité calorimétrique pleine échelle de l'élément sensible : c'est la quantité d'énergie maximale que le capteur est capable d'emmagasiner jusqu'à l'atteinte de sa température maximale en opération. Pour conserver une marge de sécurité importante, nous fixons cette limite à 500°C. Les capacités sont donc calculées jusqu'à cette limite, mais peuvent aller au-delà (facteur de sécurité 1.5).

Tab.1 Gamme de msure IHF disponibles

Modèle IHF	Capacité calorimétrique	Gabarit de flux-durée (Exemples)
IHF-13	13 MJ/m <sup>2</sup>	50kW/m <sup>2</sup> pendant 140 secondes 2200 kW/m <sup>2</sup> pendant 16 secondes
IHF-16	16 MJ/m <sup>2</sup>	50 kW/m <sup>2</sup> pendant 180 secondes 2200 kW/m <sup>2</sup> pendant 20 secondes
IHF-20	20 MJ/m <sup>2</sup>	50 kW/m <sup>2</sup> pendant 210 secondes 2200 kW/m <sup>2</sup> pendant 24 secondes

Les capteurs IHF existent dorénavant également en version « slim » sous forme de pastilles, leur conférant un temps de réponse très faible (<10ms) pour des applications dynamiques (ex : boule de feu, arc plasma, etc.) :

Tab.2 Gamme additionnelle pour mesure des phénomènes rapides

Modèle IHF	Capacité calorimétrique	Gabarit de flux-durée (Exemples)
IHF-0.16	0,16 MJ/m <sup>2</sup>	50 kW/m <sup>2</sup> pendant 2 secondes 2200 kW/m <sup>2</sup> pendant 0,2 secondes

## 2.2 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 bride (référence M1), soit à filetage (référence M2) comme illustré sur les plans suivants :

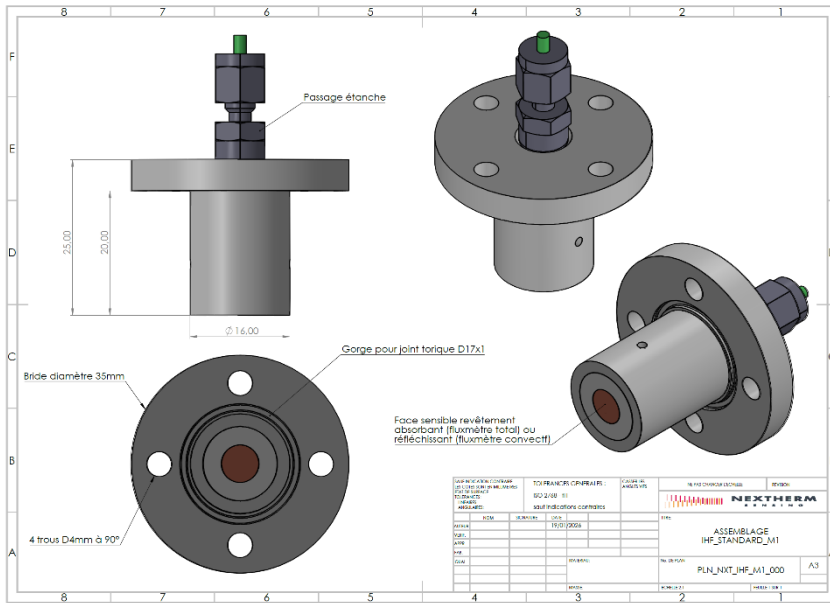


Fig.3 Fluxmètre IHF en interface mécanique à bride 4 trous à 90° (référence M1)

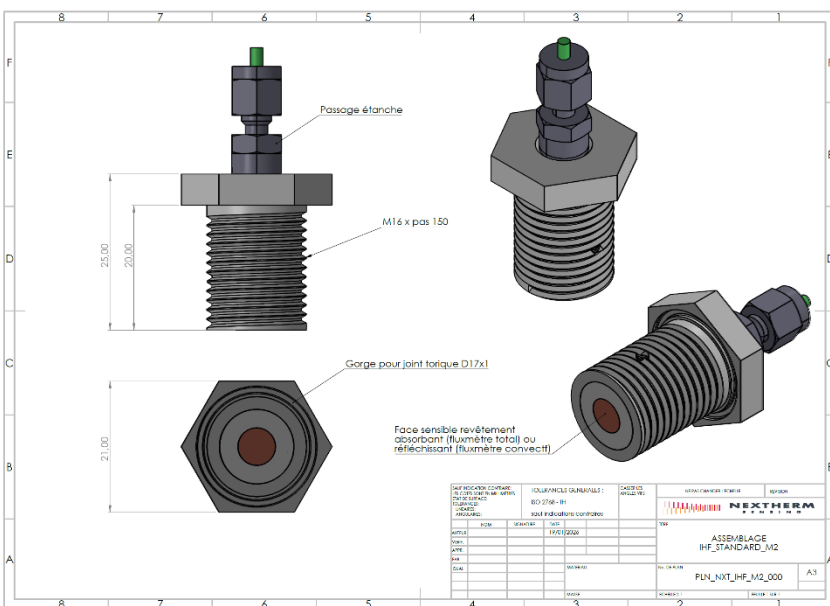


Fig.4 Fluxmètre IHF en interface mécanique à filetage M16 (référence M2)

## 2.3 Câblage et connectique

Les fluxmètres IHF des gammes 13, 16 et 20 MJ/m<sup>2</sup> sont fournis en offre standard munis d'un câblage renforcé en tresse inox et d'un connecteur thermocouple type K à fiches plates haute température (480°C). Optionnellement, ils peuvent être doublés de gaine haute température (gaine fibre de verre tressée doublée silicone), offrant une tenue de 1000°C en continu.

Les fluxmètres IHF de la gamme 0.16 MJ/m<sup>2</sup> sont quant à eux fournis en offre standard munis d'un câblage en fibre de verre doublé de gaine haute température (gaine fibre de verre tressée doublée silicone). Cette configuration allège le câblage pour éviter tout risque d'arrachement à la base du capteur.

## 2.4 Composantes de flux

Les fluxmètres IHF 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.

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.

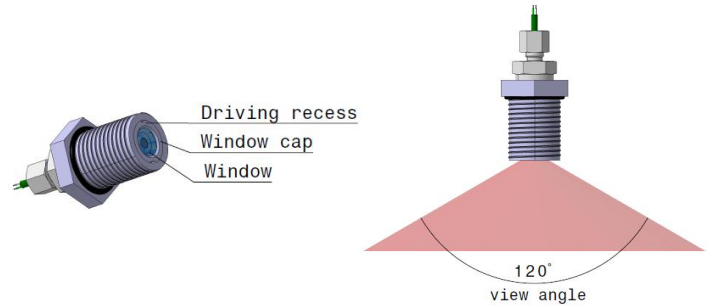
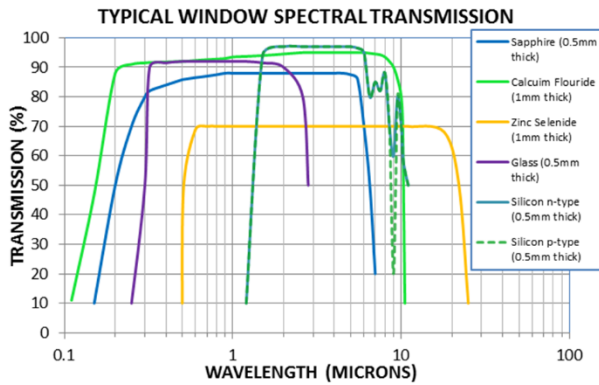


Fig.5 Fluxmètre radiatif : spectre de transmission à prendre en considération et aménagement du capteur

Tab.3 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
Sélénure de zinc (ZnSe)	0.55 à 15 μm	70% [1.1,15] μm	1525°C

## 3. Conception sur-mesure

Nextherm Sensing se distingue de la concurrence en proposant un service de bureau d'étude, afin de répondre à vos besoins spécifiques. Nous sommes capables de concevoir des aménagements uniques pour s'adapter à votre environnement.



Fig.5 Illustrations de réalisations sur-mesure (corps longs à bride 8 trous et corps miniatures à coller). Les câbles sont ici doublés de gaine silicone haute température.

## 4. Spécifications

Les capteurs de la Série IHF mesurent une densité de flux collectée par une surface sensible, mesurée en  $W/m^2$ ,  $kW/m^2$  ou  $MW/m^2$  (les certificats d'étalonnages sont fournis en  $kW/m^2$ ). 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 le large panel de besoins ( $kW/m^2 \rightarrow MW/m^2$ ) avec seulement quelques modèles. Les capteurs IHF sont dimensionnés pour accumuler une quantité d'énergie fixée, jusqu'à atteinte de leur température maximale de fonctionnement (on conseille de ne pas dépasser  $500^\circ C$ ). Cette énergie accumulée est la capacité calorimétrique du capteur :

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

<b>Spécifications Série IHF</b>	
Type de capteur	Fluxmètre (total, convectif ou radiatif)
Grandeur mesurée	Densité de flux thermique
Mesurande	Tension (force électromotrice type K) convertie en température
Technologie	Fluxmètre à inertie (méthode calorimétrique)
Plage de mesure nominale	10 kW/m <sup>2</sup> à 2000 kW/m <sup>2</sup> (plus sur demande)
Limite de plage de mesure	+150% de la plage de mesure nominale
Diamètre de surface sensible	6 mm
Signal de sortie	Tension
Loi de conversion	$\Phi(t) = K \cdot Cp(T) \cdot \frac{dT}{dt}$
Lecture requise	1 voie de température (force électromotrice type K)
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 : 50 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	1m50
Finition câble standard	Gaine tressée inox
Marquage capteur	Numéro de série sur étiquette câblage + gravure sur capteur

**Masse du capteur**

<0.2 kg câble standard compris

Essais de réaction au feu - Inflammabilité des produits de construction à l'aide d'une source de chaleur rayonnante

Essais de réaction au feu - Propagation de la flamme

Essais de réaction au feu - Dégagement de chaleur, production de fumée et taux de perte de masse

Essais de réaction au feu - Mesure de la perte de masse

Essais de réaction au feu - Essai en chambre réelle pour les produits de surface

Essais de réaction au feu - Essai sur modèle réduit

Essai de réaction au feu pour les façades

Essais de résistance au feu - Portes et volets ensembles

**Utilisation**

**Usages recommandés**

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)

Essais de réaction au feu des façades – échelle intermédiaire et grande échelle

Essais de réaction au feu des revêtements de sol - Détermination du comportement au feu à l'aide d'une source de chaleur rayonnante

Méthode d'essai pour déterminer la résistance à la pénétration de la flamme des revêtements de compartiments de chargement

Méthode d'essai normalisée pour l'essai d'ablation oxyacétylénique des matériaux d'isolation thermique

Essais sur bancs en combustion (turbomachines, moteurs-fusées, ...)

Energies vertes (concentrateurs solaires, ...)





<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 dizaines de secondes</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 et câblage</p> <p>Surveillance continue de la température du capteur</p> <p>Aucune exigence particulière en matière d'immunité, d'émission ou de résistance chimique.</p>
<p>Installation</p>	<p>Voir chapitre dédié de ce manuel</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>Nextherm 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>Capacité calorimétrique</p>	<p>13, 16 et 20 MJ/m<sup>2</sup>. Capteur rapide 0.16 MJ/m<sup>2</sup></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>

## 5. Référence produit

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

### IHF-GG-FF-MM-OPTION

Avec le codage correspondant :

-  **GG** : gamme de flux thermique (0.16, 13, 16, 20 MJ/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 : SG** : option surgaine silicone


*Exemple : pour un capteur de flux total (TF) de gamme de mesure 16 MJ/m<sup>2</sup> avec un montage à bride (M1), avec en option une surgaine silicone :*

⇒ IHF-16-TF-M1-SG

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

### IHF-0.16-FF

Avec le codage correspondant :

-  **FF** : composante de flux (TF : flux total, CF : flux convectif). Attention, non disponible en version radiative à hublot

*Exemple : pour un capteur rapide de flux total (TF) :*

⇒ IHF-0.16-TF

Pour tout autre configuration, contactez-nous.

## Contact commercial



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



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

