NEXTHERM

SENSING

High Flux. High Value.

Spécifications

Capteur de flux thermique

# Série GHF

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

/

# Introduction

Les capteurs de la Série GHF (*Gradient Heat Flux*) permettent une mesure de densité flux thermique élevées (>kW/m²) à très élevées (>MW/m²) sur une durée limitée, avec accumulation d'énergie dans le corps du capteur (non refroidi).

Les capteurs GHF 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.

L'élément sensible est doté d'un circuit électrique qui renvoie une tension (force électromotrice) généré 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 GHF 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 GHF intègrent un thermocouple de contrôle type K, de manière à surveiller la température de la surface sensible.

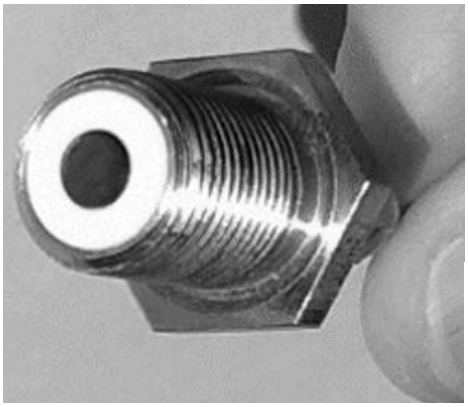

Fig.1 Exemple de capteur de la Série GHF : fluxmètre total avec interface mécanique vissée

.

/

# Calibration

Les fluxmètres de la Série GHF 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 GHF 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. Une masse thermique métallique (cuivre) permet de contrôler l'élévation de température de l'ensemble du capteur sur une durée limitée (fonction de l'intensité du flux absorbé) :

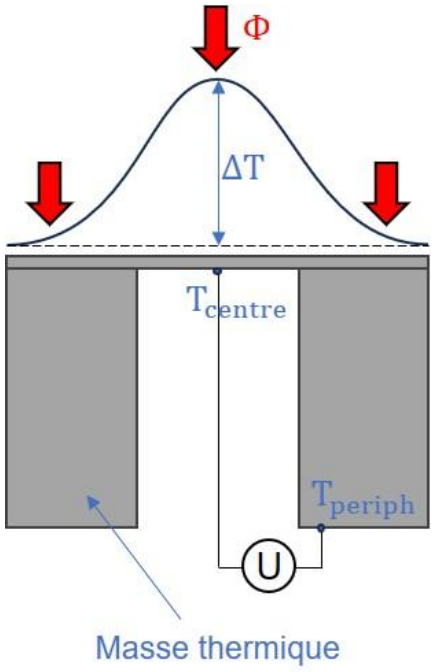


Fig.3 Schema de principe de la mesure de flux par relevé du gradient thermique radial

*In fine*, les fluxmètres GHF 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/m²]
- S est la sensibilité (étalonnée) de votre capteur [V par W/m²]
- $U(t)$ 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 16mm) 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 GHF 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 GHF 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/m², nous consulter.

Tab.1 Gammes de mesure GHF disponibles

| Modèle GHF | Densité de flux thermique maximale admissible en continu | Sensibilité typique | Tension à pleine échelle typique |
|---|---|---|---|
| GHF_250K | 250 kW/m² | >20 µV par kW/m² | >5.0 mV |
| GHF_500K | 500 kW/m² | >10 µV par kW/m² | >5.0 mV |
| GHF_1M | 1 000 kW/m² (= 1 MW/m²) | >6 µV par kW/m² | >6.0 mV |
| GHF_5M | 5 000 kW/m² (= 5 MW/m²) | >1 µV par kW/m² | >5.0 mV |

/

## 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 :

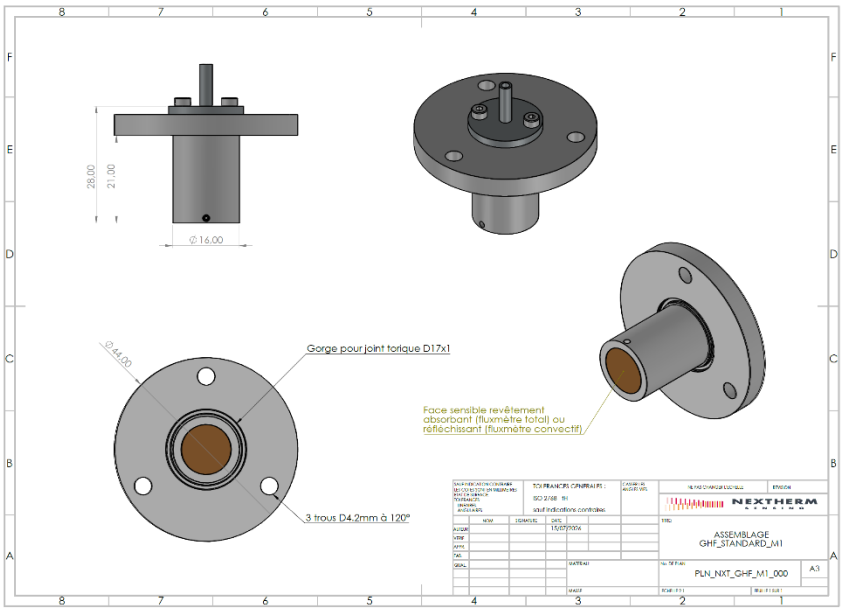


Fig.4 Fluxmètre GHF en interface mécanique à bride 3 trous à 120° (référence M1)

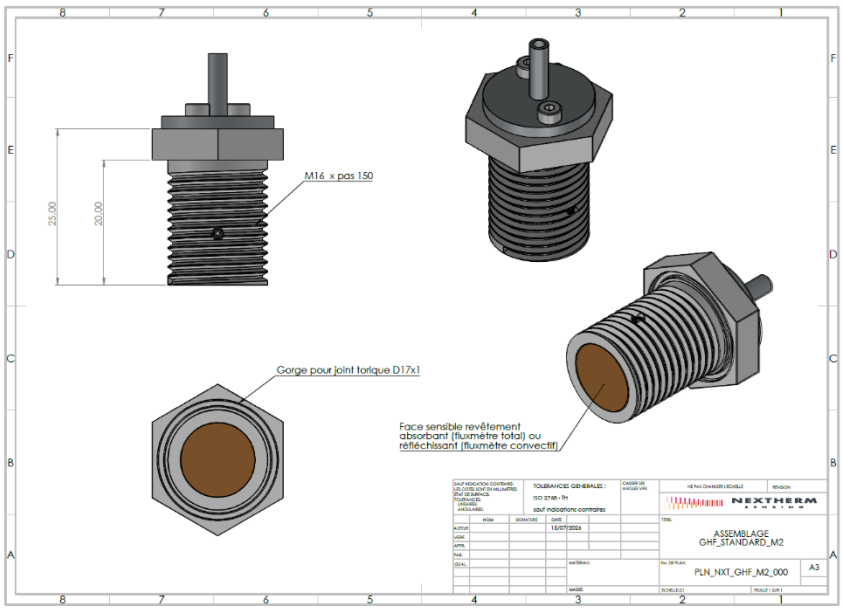


Fig.5 Fluxmètre GHF en interface mécanique à filetage M16 (référence M2)

/

## 2.3 Câblage et connectique

Les fluxmètres GHF 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 GHF 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 transmitivité 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.

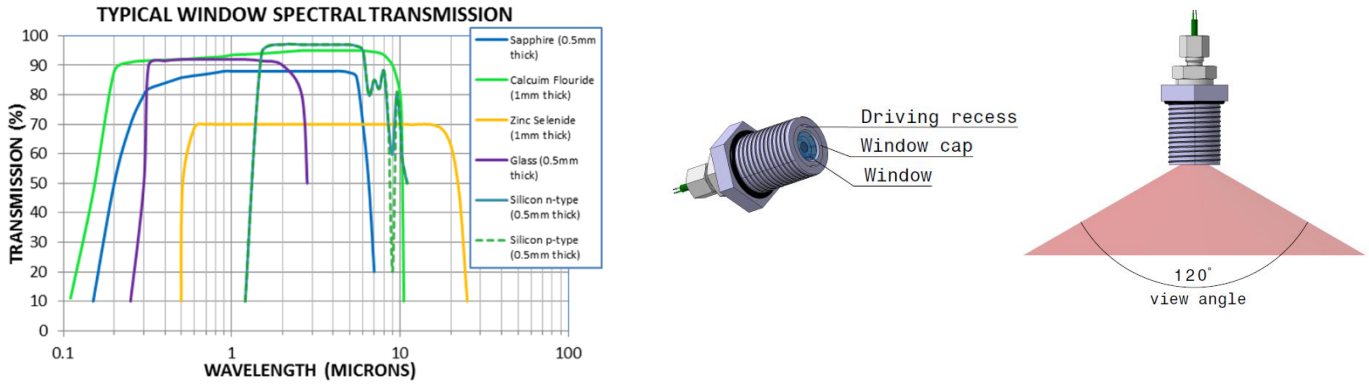


Fig.6 Fluxmètre radiatif : spectre de transmission à prendre en considération et aménagement du capteur

/

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 ($Al_2O_3$) | 0.22 à 5.5 µm | 85% @ [0.22,4.2] µm | 2040°C |
| KRS-5 ($TiBr_{42}I_{58}$) | 0.6 à 40 µm | 65-71% @ [0.6,30] µm | 414.5°C |
| Fluorure de calcium ($CaF_2$) | 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 ($SiO_2$ 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 GHF 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.

Chez Nextherm Sensing, le choix de la gamme de flux est très simple, car nous pouvons couvrir un large panel de besoins (du kW/m² au MW/m²) avec seulement quelques modèles.

Les capteurs GHF sont dimensionnés pour fonctionner sur une durée limitée, liée à la capacité thermique maximale du capteur (énergie qui pouvant être stocké dans le capteur dans une installation considérer comme parfaitement adiabatique).

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

/

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

| **Spécifications Série GHF** | |
|---|---|
| Type de capteur | Fluxmètre non refroidi (total, convectif ou radiatif) |
| Grandeur mesurée | Densité de flux thermique [W/m²]<br>Option : température de contrôle face avant [°C] |
| Mesurande | Tension (force électromotrice) [mV] |
| Technologie | Fluxmètre à gradient de température |
| Plage de mesure nominale | Quatre gammes disponibles :<br>250 kW/m², 500 kW/m²,1 000 kW/m² (= 1MW/m²) et 5 000 kW/m² (= 5 MW/m²) |
| Limite de plage de mesure | +150% de la plage de mesure nominale |
| Diamètre de surface sensible | 6 mm (4mm pour GHF_5M) |
| Signal de sortie | Tension (mV) |
| Sensibilité typique | • Gamme 250 kW/m² : >20 µV par kW/m²<br>• Gamme 500 kW/m² : >10 µV par kW/m²<br>• Gamme 1 000 kW/m² : >6 µV par kW/m²<br>• Gamme 5 000 kW/m² : >1 µV par kW/m² |
| Loi de conversion | $\Phi(t) = \frac{U(t)}{S}$ |
| Lecture requise | • 1 x voie de tension pour le flux<br>• Option : 1 x voie thermocouple (type K) pour température de contrôle |
| Plage de température opérationnelle | • -30 to +500 °C (capteur, surface sensible)<br>• -30 to +250 °C (corps inox)<br>• -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 (limitée à 10 bar abs pour la gamme 250 kW/m²) |
| Non-linéarité | Mesurée par calibration pleine échelle : <2% |
| Emissivité de la surface sensible | • Flux total et radiatif : $\epsilon > 0.90$*<br>• Flux convectif : $\epsilon < 0.05$<br>** Courbe d'émissivité spectrale fournie* |
| Angle de vue | • Flux total et convectif : 180° (sans hublot)<br>• Flux radiatif : 120° (avec hublot) |
| Temps de réponse | <200ms (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.<br>Durée d'exposition limitée. |
| Capacité thermique du capteur | Environ 1350 Joule en conditions de montage adiabatique |
| Durée de mesure maximale conseillée (jusqu'à atteinte de 400°C en face avant) | • Gamme 250 kW/m² : 60 s<br>• Gamme 500 kW/m² : 30 s<br>• Gamme 1 000 kW/m² : 20 s<br>• Gamme 5 000 kW/m² : 5 s |
| Température maximale en face avant | La température de contrôle doit être surveillée et maintenue en dessous de 400 °C. |
| **Utilisation**<br>Usages recommandés | • Essais de réaction au feu : inflammabilité des produits de construction sous source de chaleur rayonnante, propagation de la flamme, dégagement de chaleur, production de fumée, taux de perte de masse, essai en chambre réelle pour les produits de surface, essai sur modèle réduit<br>• Essais de réaction au feu des façades – échelle intermédiaire et grande échelle<br>• Essais de réaction au feu des revêtements de sol - Détermination du comportement au feu à l'aide d'une source de chaleur rayonnante<br>• Méthode d'essai pour déterminer la résistance à la pénétration de la flamme des revêtements de compartiments de chargement<br>• Méthode d'essai normalisée pour l'essai d'ablation oxyacétylénique des matériaux d'isolation thermique<br>• Essais sur bancs en combustion (turbomachines, moteurs-fusées, réacteurs hydrogène…)<br>• Energies vertes (concentrateurs solaires, …) |

/

| | |
|---|---|
| **Installation** | Recherche académique, R&D et industrie<br>Systèmes exposés à des flux thermiques élevés pendant de courtes périodes<br>Connecté à un équipement d'acquisition de données fourni par l'utilisateur. |
| Conditions d'utilisation typique | Inspection régulière de la surface, du corps du capteur et du câblage<br>Surveillance continue de la température du capteur.<br>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)<br>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 | 250, 500, 1 000 et 5 000 kW/m². Plus sur demande. |
| Option flux radiatif | Hublot saphir épaisseur 1mm sans traitement anti-reflet. Transmitivité 85% sur la plage [0.2-4.2] µm |
| Option connecteur TC vers BNC | Convertisseur fiches plates vers coaxial (BNC) |

/

# 4. Référence produit

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

**GHF-GG-FF-MM-OPTION**

Avec le codage correspondant :

- **GG** : gamme de flux thermique (250, 500, 1 000, 10 000 kW/m²)
- **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/m² avec un montage à bride (M1), avec en option une sortie température de contrôle :*

⇨ *GHF-500-TF-M1-TC*

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 | GHF |
| Type de produit : | Capteur de flux thermique non refroidi |
| 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.