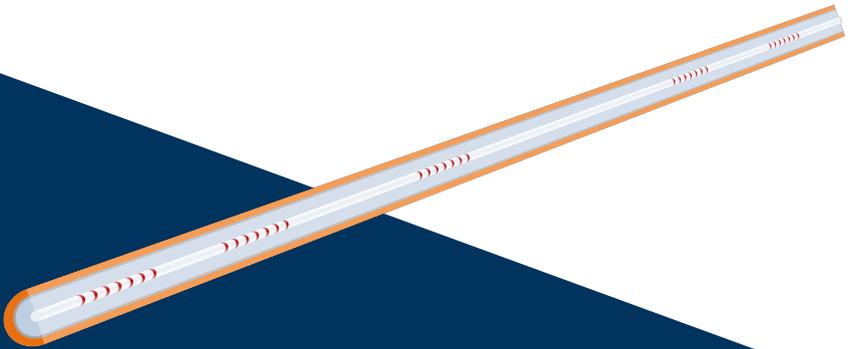


FRANÇAIS

Notice de montage



FS70PKF

Série de réseaux de Bragg avec fibre revêtue
de PEEK

Hottinger Brüel & Kjaer GmbH
Im Tiefen See 45
64293 Darmstadt
Germany
Tel. +49 6151 803-0
Fax +49 6151 803-9100
info@hbkworld.com
www.hbkworld.com

HBK FiberSensing, S.A.
Rua Vasconcelos Costa, 277
4470-640 Maia
Portugal
Tel. +351 229 613 010
Fax +351 229 613 020
info.fs@hbkworld.com
www.hbkworld.com

Mat.:
DVS: A05511 02 F00 00
11.2022

© Hottinger Brüel & Kjaer GmbH

Sous réserve de modifications.
Les caractéristiques indiquées ne décrivent nos
produits que sous une forme générale. Elles
n'impliquent aucune garantie de qualité ou de
durabilité.

TABLE DES MATIÈRES

1	Généralités	4
2	Installation du capteur	5
2.1	Liste de matériel	5
2.2	Préparation de la surface d'installation	6
2.3	Marquage du point de mesure	7
2.4	Collage du capteur avec de la colle époxy	9
2.4.1	Délimitation de la zone de collage (facultatif)	9
2.4.2	Application de la colle	9
2.4.3	Finition de la surface de la colle (facultatif)	13
2.4.4	Polymérisation de la colle	13
2.5	Protection du capteur	13
2.6	Pose et protection de la fibre	15
2.7	Pose et protection des câbles	17
3	Configuration du capteur	20
3.1	Contrainte	20

1 GÉNÉRALITÉS

La présente notice décrit la procédure d'installation de la série de réseaux de Bragg FS70PKF avec fibre revêtue de PEEK.

Numéros de commande
K-FS70PKF

2 INSTALLATION DU CAPTEUR

2.1 Liste de matériel

Matériel fourni
Série de réseaux de Bragg FS70PKF avec fibre revêtue de PEEK

Matériel requis
Feuilles abrasives
Produits de nettoyage de surface Recommandation d'HBK : 1-RMS1 ou 1-RMS1-SPRAY
Chiffons Recommandation d'HBK : 1-8402,0026
Ruban de masquage. Recommandation d'HBK : 1-KLEBEBAND
Colle Produit tiers recommandé : DP490 de 3M
Colle (pour la décharge de traction – facultatif) Recommandation d'HBK : 1-X60
Protection Recommandation d'HBK : 1-ABM75 et/ou 1-AK22
Pince à bouts arrondis
Ruban de fixation (facultatif) Recommandation : TESA POWERBOND 5 m x 19 mm
Petite spatule (facultatif)

2.2 Préparation de la surface d'installation

La surface de l'échantillon doit être lisse et doit être nettoyée avant de procéder à l'installation de la fibre FS70PKF.



Fig. 2.1 Pulvérisation du point de mesure avec 1-RMS-SPRAY

- ▶ Nettoyer soigneusement la zone autour du point de mesure. Utiliser pour cela le produit de nettoyage RMS1 et du non-tissé.

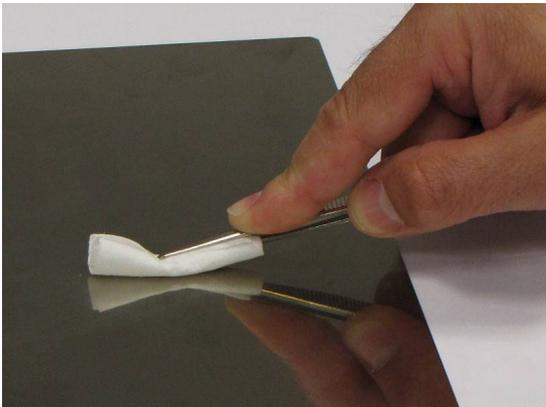


Fig. 2.2 Nettoyage soigneux du point de mesure avec du non-tissé

- ▶ Effectuer des mouvements linéaires répétés, toujours dans le même sens.



Fig. 2.3 Ponçage de la surface de l'échantillon

- Poncer la surface autour du point de mesure avec des feuilles abrasives.



Fig. 2.4 Nettoyage de la surface d'installation poncée

- Nettoyer à nouveau la surface d'installation poncée avec du RMS1 et des morceaux de non-tissé.

2.3 Marquage du point de mesure

Définir l'alignement de chaque réseau de Bragg en fonction de la direction de mesure. Le réseau de Bragg doit être centré entre les deux repères foncés.

L'étape suivante est particulièrement importante car le positionnement de la fibre détermine la direction de mesure.

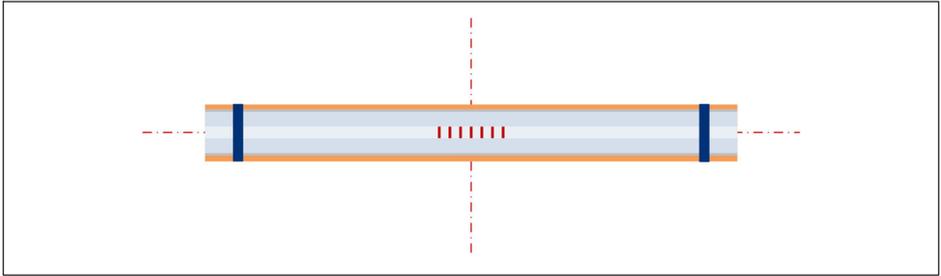


Fig. 2.5 Marquages d'alignement du réseau de Bragg

Dans l'idéal, il est conseillé d'utiliser une cartouche de stylo à bille vide pour marquer le point d'installation. La ligne de marquage doit avoir une longueur d'environ 10 cm dans la direction de mesure. Une ligne de marquage verticale d'environ 2 cm doit être tracée en partant du centre du point de mesure (Fig. 2.6).



Fig. 2.6 Traçage des lignes de marquage

Une fois que la zone est repérée, le point d'installation doit être nettoyé très soigneusement (Fig. 2.7).



Important

Utiliser un nouveau morceau de non-tissé à chaque essuyage du point afin d'éviter de re-contaminer le point de mesure. Le nettoyage est terminé lorsqu'il ne reste aucun résidu visible sur le morceau de non-tissé.



Fig. 2.7 *Nettoyage final du point d'installation*

2.4 Collage du capteur avec de la colle époxy

2.4.1 Délimitation de la zone de collage (facultatif)

Pour une plus belle finition, il est conseillé de créer un cadre autour de la zone de collage à l'aide d'un ruban de fixation (recommandation : TESA Powerbond).



Fig. 2.8 *Cadre de collage formé avec un ruban de fixation (facultatif)*

2.4.2 Application de la colle

Appliquer la colle (recommandation : DP490 de 3M) de manière régulière le long de la ligne de marquage, sur une longueur d'au moins 90 mm centrée sur la croix de repère.

L'embout mélangeur doit être positionné perpendiculairement à la surface durant l'application (Fig. 2.9).

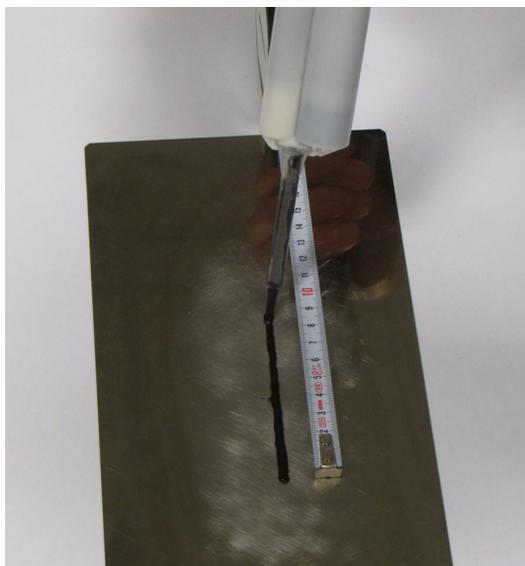


Fig. 2.9 Application de la colle époxy

- ▶ Tendre légèrement la fibre des deux mains afin qu'elle soit aussi droite que possible.
- ▶ L'aligner avec la direction de mesure marquée, la zone du réseau de Bragg étant centrée sur la croix de repère.
- ▶ L'approcher de la colle.

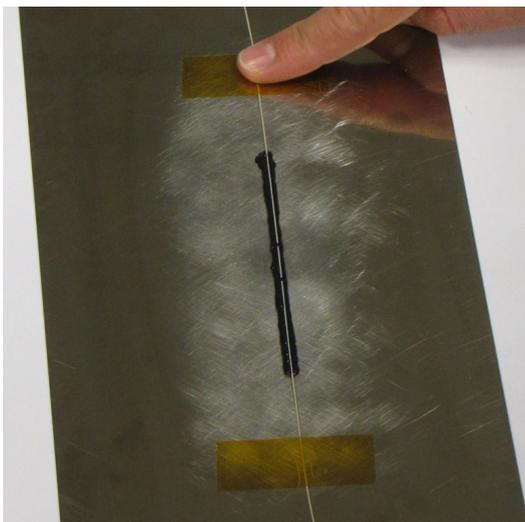


Fig. 2.10 Fixation de la fibre optique incorporée FS70PKF

- Fixer la fibre dans cette position avec du ruban adhésif (ruban adhésif polyimide recommandé : 1-KLEBEBAND) de chaque côté de la zone de collage (Fig. 2.10).

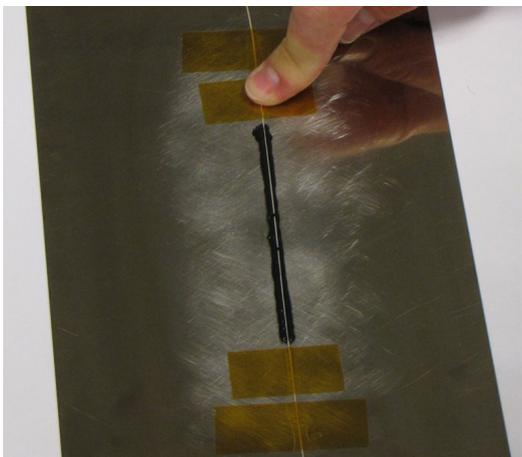


Fig. 2.11 Application de deux bandes de ruban adhésif supplémentaires aux extrémités de la zone de collage

- Appliquer deux bandes de ruban adhésif supplémentaires à chaque extrémité de la zone de collage (Fig. 2.11).

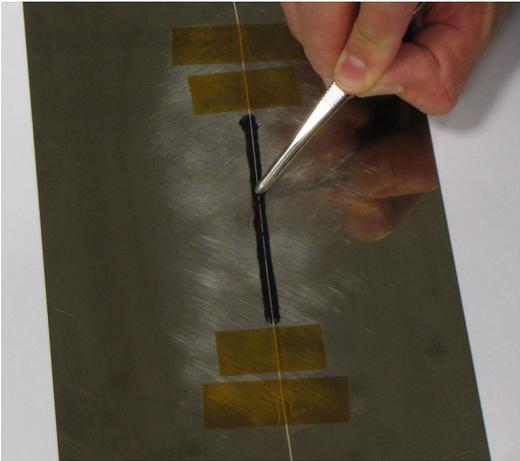


Fig. 2.12 Enfoncement de la fibre optique FS70PKF avec une pince à bouts arrondis

- ▶ Presser délicatement la fibre optique sur la colle époxy avec une pince à bouts arrondis afin que la fibre s'incorpore intégralement dans la colle et qu'elle reste aussi près que possible de la surface du composant (Fig. 2.12).

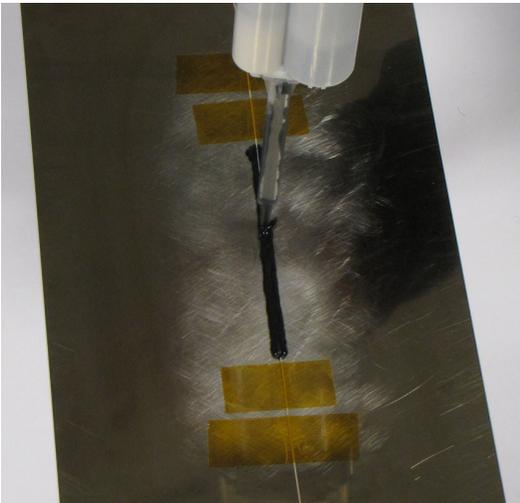


Fig. 2.13 Recouvrement de la fibre optique avec de la colle époxy

- ▶ Appliquer une seconde couche de colle sur la fibre incorporée afin de la recouvrir complètement. Pour éviter les inclusions d'air, placer l'embout mélangeur très près de la fibre et perpendiculairement à la surface du composant (Fig. 2.13).

2.4.3 Finition de la surface de la colle (facultatif)

En présence d'un cadre de collage, il est possible de niveler la surface de la zone de collage en raclant celle-ci avec une spatule et en se servant du ruban de fixation comme guide.

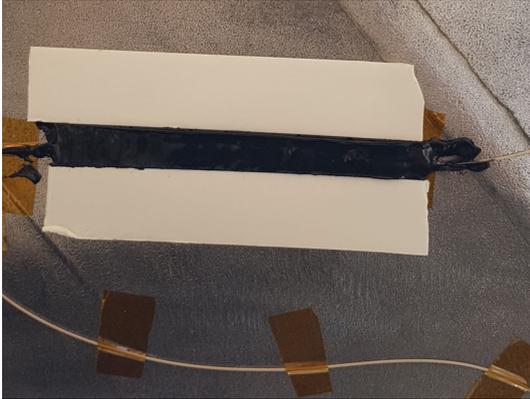


Fig. 2.14 Lissage de la zone de collage (facultatif).

- ▶ Presser légèrement une surface droite de la spatule contre le ruban de fixation (à l'une des extrémités de la zone de collage) en l'inclinant légèrement vers le centre du capteur.
- ▶ La faire glisser lentement dans un sens sur la gorge créée.

2.4.4 Polymérisation de la colle

Laisser la colle durcir avant de procéder aux mesures. La polymérisation de la colle recommandée prend beaucoup de temps à température ambiante (40 h à 20 °C [68 °F]), mais le processus peut être beaucoup plus rapide à des températures plus élevées (2 h à 65 °C [149 °F]). Dès que cela est nécessaire et possible, il est donc conseillé de chauffer pour accélérer le processus.

Pour plus d'informations sur les caractéristiques de la colle, se reporter à la documentation la concernant.

2.5 Protection du capteur

La colle DP490 recommandée offre une première protection de la zone du capteur. Il peut cependant s'avérer judicieux d'assurer une protection supplémentaire des capteurs et de la colle contre l'humidité ou les dommages mécaniques.

- ▶ Retirer le ruban de fixation de la zone du capteur.



Fig. 2.15 Zone de collage une fois le ruban enlevé



Fig. 2.16 Protection du capteur avec de l'AK22.

- ▶ Appliquer une couche de mastic AK22 par-dessus le capteur et la presser contre la surface du composant.
- ▶ Recouvrir la zone d'ABM75.



Fig. 2.17 Protection avec de l'ABM75

2.6 Pose et protection de la fibre

La fibre de la série FS70PKF doit être posée avec soin entre les emplacements des réseaux de Bragg afin qu'elle ne présente pas de rayons de courbure supérieurs aux valeurs spécifiées.

Comme la longueur entre les réseaux de Bragg est fixe, il peut être nécessaire, le cas échéant, de faire une boucle avec la longueur de fibre en excès.



Fig. 2.18 Boucle avec la longueur de fibre en excès

Une façon simple et efficace pour protéger la fibre entre les points de mesure consiste à la recouvrir de colle époxy.

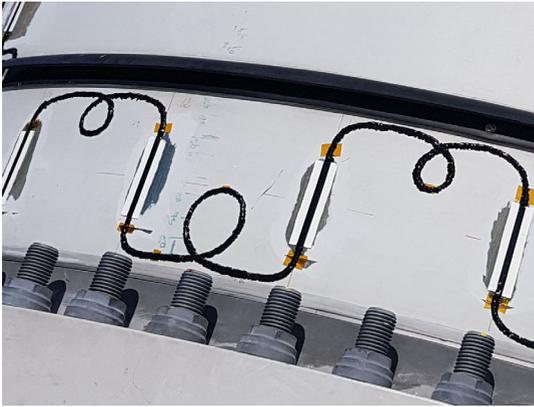


Fig. 2.19 Protection de la longueur de fibre en excès avec de la colle époxy (facultatif)

- ▶ Appliquer une couche de colle époxy sur le dessus de la fibre pour la recouvrir (facultatif).

Si aucune protection supplémentaire de la fibre n'est requise, il est conseillé d'utiliser une décharge de traction près de la zone du capteur.

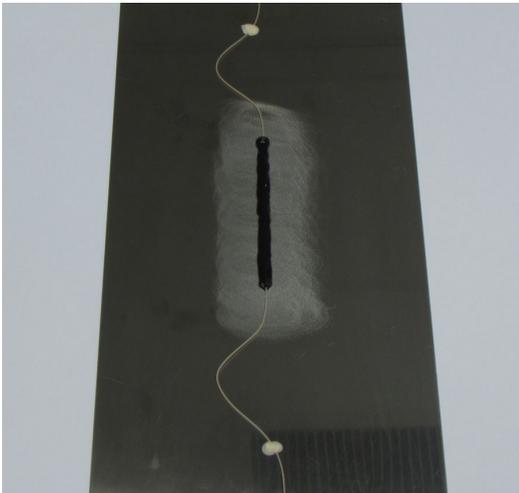


Fig. 2.20 Décharge de traction pour la fibre de la série FS70PKF

- ▶ Faire une boucle assez large avec la fibre aux extrémités de la zone de collage et fixer ces boucles à la surface du composant avec une colle à polymérisation rapide (par ex. colle X60).

2.7 Pose et protection des câbles

Le capteur FS70PKF peut être fourni avec ou sans câble, et avec différents types de câbles.

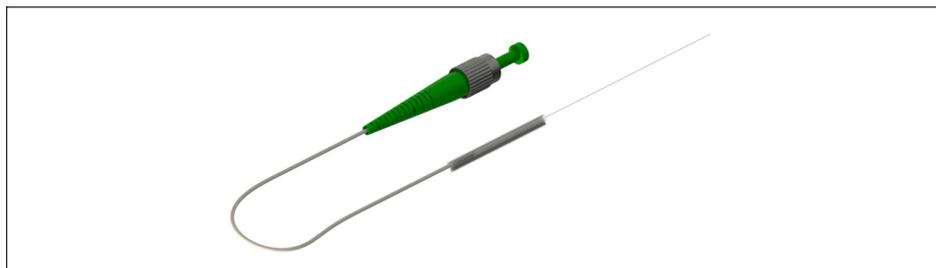


Fig. 2.21 Extrémité de câble à tresse

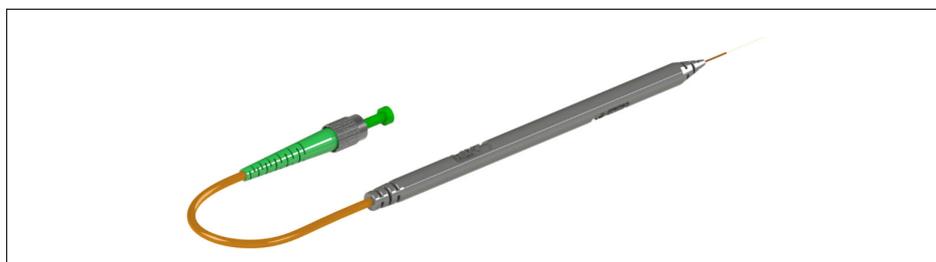


Fig. 2.22 Extrémité de câble en aramide

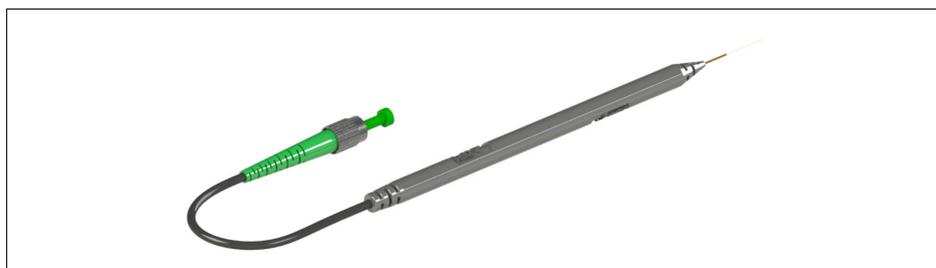


Fig. 2.23 Extrémité de câble armé

Poser le câble capteur en ne le laissant pendre à aucun endroit. Le câble doit être fixé à l'aide d'attaches en plastique, par exemple (Fig. 2.24).

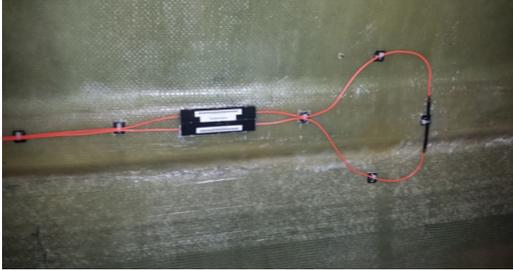


Fig. 2.24 Câble fixé avec des attaches en plastique

Il est également possible d'utiliser des tuyaux en plastique ondulé pour acheminer les câbles de dérivation plus longs qui seront ensuite raccordés à l'interrogateur (Fig. 2.25).



Fig. 2.25 Câble protégé par des tuyaux ondulés

L'excédent de câble doit être enroulé et stocké dans un boîtier IP approprié afin de pouvoir être utilisé en cas de rénovation du réseau (Fig. 2.26).



Fig. 2.26 Boîtiers de protection pour l'excédent de câble et les connexions

Les protections d'épissures doivent également être bien fixées. La zone des épissures située entre la fibre en PEEK et la protection d'épissure est un endroit fragile en raison des rigidités différentes. Cela est particulièrement vrai pour les câbles de 3 mm (armés ou en aramide).

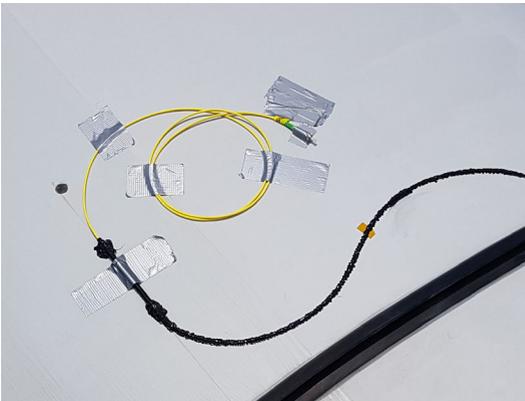


Fig. 2.27 Protection d'épissure collée

3 CONFIGURATION DU CAPTEUR

3.1 Contrainte

Les extensomètres ne sont pas des capteurs étalonnés. La fiche de caractéristiques fournie avec le capteur indique les données du capteur requises pour un calcul correct de la contrainte.

Pour les extensomètres optiques, la variation de la longueur d'onde prenant en compte l'effet de la température est donnée par l'équation illustrée sur la Fig. 3.1.

$$\frac{(\lambda - \lambda_0)}{\lambda_0} = k \cdot (\varepsilon_{Load} + (TCS + CTE) \cdot (T - T_0)) \cdot 10^{-6}$$

Fig. 3.1 Variation de la longueur d'onde d'un réseau de Bragg due à la contrainte et aux effets de la température

Où

- λ est la longueur d'onde de Bragg mesurée de l'extensomètre en nm
- λ_0 est la longueur d'onde de Bragg de l'extensomètre à l'instant de référence en nm
- k est le facteur d'intensité de contrainte k de l'extensomètre (sans dimension)
- ε_{charge} est la contrainte mécanique appliquée à la structure en $\mu\text{m}/\text{m}$
- TCS indique l'influence de la température sur la sensibilité de l'extensomètre en $(\mu\text{m}/\text{m})/^\circ\text{C}$
- CTE correspond à la dilatation thermique du matériau du spécimen sur lequel l'extensomètre est fixé en $(\mu\text{m}/\text{m})/^\circ\text{C}$
- $T-T_0$ est la variation de température entre l'instant de référence et l'instant de mesure en $^\circ\text{C}$

Mesure sans compensation

Si aucune compensation thermique n'est requise, le calcul de contrainte peut être effectué comme indiqué sur la Fig. 3.2.

$$\varepsilon = \frac{(\lambda - \lambda_0)}{k \cdot \lambda_0} \cdot 10^6$$

Fig. 3.2 Formule de calcul de la contrainte sans compensation thermique

Où

- ε est l'allongement mesuré en $\mu\text{m}/\text{m}$

- λ est la longueur d'onde de Bragg mesurée de l'extensomètre en nm
- λ_0 est la longueur d'onde de Bragg de l'extensomètre à l'instant de référence en nm
- k est le facteur d'intensité de contrainte k de l'extensomètre (sans dimension)

Mesure avec compensation thermique en utilisant un capteur de température

Il est facile de calculer la contrainte compensée, en $\mu\text{m}/\text{m}$, en utilisant un capteur de température car la sortie d'un capteur de température est une valeur de température en $^{\circ}\text{C}$. Le calcul est présenté sur la Fig. 3.3.

$$\varepsilon_{Load} = \frac{(\lambda - \lambda_0)}{k \cdot \lambda_0} \cdot 10^6 - (TCS + CTE)(T - T_0)$$

Fig. 3.3 Calcul de la contrainte avec compensation thermique en utilisant un capteur de température

Où

- ε_{charge} est la contrainte mécanique appliquée à la structure en $\mu\text{m}/\text{m}$
- λ est la longueur d'onde de Bragg mesurée de l'extensomètre en nm
- λ_0 est la longueur d'onde de Bragg de l'extensomètre à l'instant de référence en nm
- k est le facteur d'intensité de contrainte k de l'extensomètre (sans dimension)
- TCS indique l'influence de la température sur la sensibilité de l'extensomètre en $(\mu\text{m}/\text{m})/^{\circ}\text{C}$
- CTE correspond à la dilatation thermique du matériau du spécimen sur lequel l'extensomètre est fixé en $(\mu\text{m}/\text{m})/^{\circ}\text{C}$
- T est la température mesurée par le capteur de température utilisé en $^{\circ}\text{C}$
- T_0 est la température mesurée par le capteur de température à l'instant de référence en $^{\circ}\text{C}$

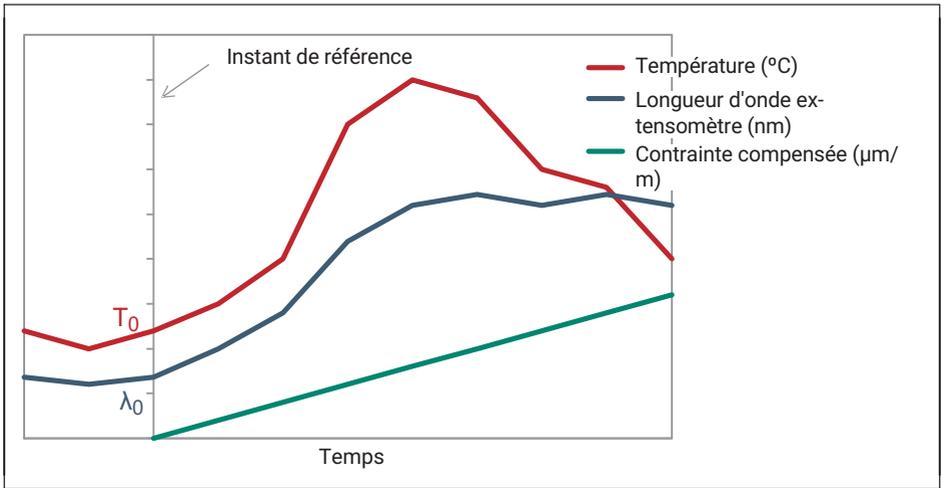


Fig. 3.4 Instant de référence pour la mesure de contrainte avec compensation thermique en cas d'utilisation d'un capteur de température pour la compensation

Mesure avec compensation thermique en utilisant un élément de compensation

La mesure de contrainte peut également être compensée correctement en utilisant un élément de compensation reposant sur la technologie FBG. Différentes approches peuvent être utilisées :

- Un capteur de température sans certificat d'étalonnage
- Un extensomètre installé sur une zone sans contrainte du même matériau
- Un extensomètre installé sur un matériau sans contrainte présentant un coefficient de dilatation thermique connu

Le calcul de la contrainte peut ensuite être réalisé à l'aide de l'équation de la Fig. 3.5.

$$\varepsilon_{Load} = \frac{\lambda - \lambda_0}{k \cdot \lambda_0} \cdot 10^6 - \frac{\lambda_{Tc} - \lambda_{0Tc}}{\lambda_{0Tc}} \frac{(TCS + CTE)}{TCF}$$

Fig. 3.5 Calcul de la contrainte avec compensation thermique en utilisant un élément de compensation à réseau de Bragg

Où

- ε_{charge} est la contrainte mécanique appliquée à la structure en $\mu\text{m}/\text{m}$
- λ est la longueur d'onde de Bragg mesurée de l'extensomètre en nm
- λ_0 est la longueur d'onde de Bragg de l'extensomètre à l'instant de référence en nm

- k est le facteur d'intensité de contrainte k de l'extensomètre (sans dimension)
- λ_{TC} est la longueur d'onde de Bragg mesurée de l'élément de compensation en nm
- λ_{0TC} est la longueur d'onde de Bragg de l'élément de compensation à l'instant de référence en nm
- TCS indique l'influence de la température sur la sensibilité de l'extensomètre en $(\mu\text{m}/\text{m})/^\circ\text{C}$
- CTE correspond à la dilatation thermique du matériau du spécimen sur lequel l'extensomètre est fixé en $(\mu\text{m}/\text{m})/^\circ\text{C}$
- TCF est le facteur de compensation thermique de l'élément de compensation en $(\mu\text{m}/\text{m})/^\circ\text{C}$. Pour un capteur de température non étalonné, la valeur est indiquée sur la fiche de caractéristiques du capteur. Pour un extensomètre fixé à un matériau particulier, le TCF peut être calculé comme illustré sur la Fig. 3.6.

$$TCF = (5.7 + k \cdot CTE_{TC})$$

Fig. 3.6 Calcul du facteur de compensation thermique

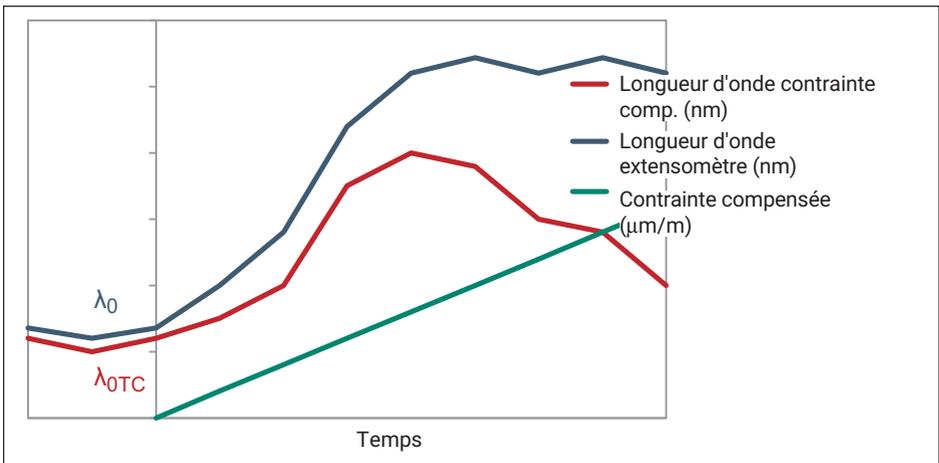


Fig. 3.7 Instant de référence pour la mesure de contrainte avec compensation thermique en cas d'utilisation d'un élément de compensation à réseau de Bragg

Mesure avec correction du moment de flexion

En cas de mesure sur un élément à l'aide d'un capteur placé très loin de la surface de fixation, il peut y avoir une "erreur" de mesure car la distance entre le point de mesure / l'alignement et l'axe neutre est différente de la distance entre la surface d'installation et l'axe neutre.

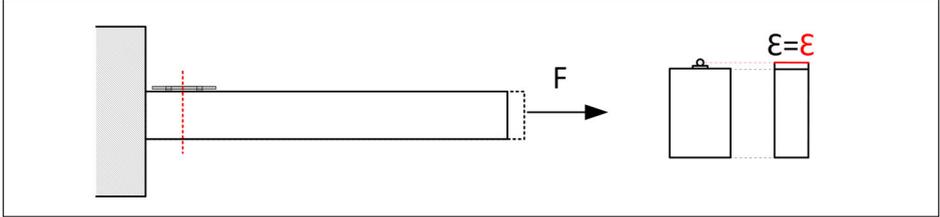


Fig. 3.8 Conainte en présence uniquement d'une déformation axiale

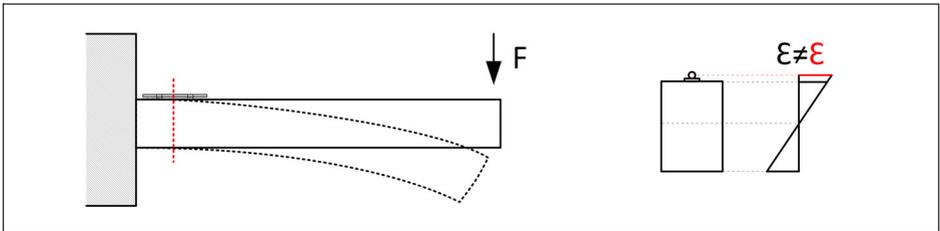


Fig. 3.9 Conainte en présence uniquement d'un moment de flexion

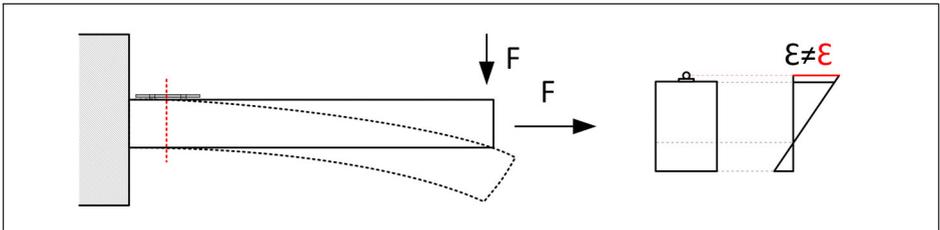


Fig. 3.10 Conainte en cas de charge axiale et de moment de flexion

Cela devient très important lorsque la distance entre l'élément sensible du capteur et la surface de fixation n'est pas négligeable, ou si le spécimen est très fin. Cette distance est de 0,35 mm sur les réseaux de Bragg revêtus de PEEK de la FS70PKF (h_2 sur la Fig. 3.11).

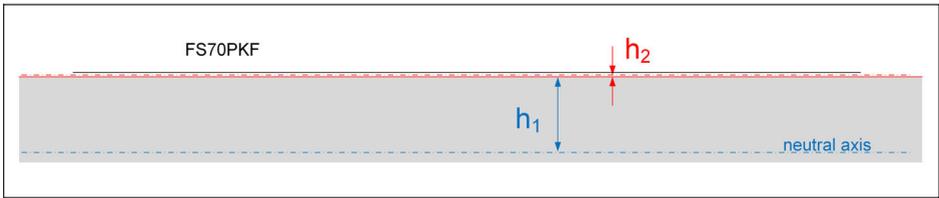


Fig. 3.11 Distance entre le réseau de Bragg et la surface de montage sur le FS70PKF

Toutefois, comme la distance par rapport à l'axe neutre (h_1) est connue, la contrainte mesurée par le capteur peut être corrigée en contrainte sur la surface à l'aide d'un facteur géométrique :

$$\varepsilon_{surface} = \frac{\lambda - \lambda_0}{k \cdot \lambda} \cdot \frac{h_1}{h_2 + h_1} \cdot 10^6$$

Fig. 3.12 Correction calculée de l'effet de flexion sur la contrainte

Où

- $\varepsilon_{surface}$ est la contrainte mécanique sur la surface de mesure en $\mu\text{m/m}$
- λ est la longueur d'onde de Bragg mesurée de l'extensomètre en nm
- λ_0 est la longueur d'onde de Bragg de l'extensomètre à l'instant de référence en nm
- k est le facteur d'intensité de contrainte k de l'extensomètre (sans dimension)
- h_1 est la distance entre la surface de mesure et l'axe neutre en mm
- h_2 est la distance entre la surface de mesure et le réseau de Bragg en mm (0,35 mm pour le FS70PKF)

