

Notice de montage

Français



FS62RSS, FS63RTS

Capteurs de température et extensomètres
robustes

Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH
Im Tiefen See 45
D-64293 Darmstadt
Tel. +49 6151 803-0
Fax +49 6151 803-9100
info@hbm.com
www.hbm.com

HBM FiberSensing, S.A.
Optical Business
Rua Vasconcelos Costa, 277
4470-640 Maia
Portugal
Tel. +351 229 613 010
Fax +351 229 613 020
fibersensing@hbm.com
www.hbm.com/fs

Mat.:
DVS: A05158_02_F00_00 HBM: public
01.2020

© Hottinger Baldwin Messtechnik 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.

1	Généralités	4
1.1	Technologie newLight	4
2	Montage du capteur pour l'option à noyer	6
2.1	Liste de matériel	6
2.2	Préparation de la surface d'installation	7
2.3	Fixation du capteur	11
2.4	Identification du capteur	12
2.5	Bétonnage	14
3	Montage du capteur pour l'option à monter en surface	16
4	Configuration du capteur	25
4.1	Documentation relative aux capteurs	25
4.2	Calcul à partir des mesures	25
4.2.1	Température	25
4.2.2	Contrainte	26

1 Généralités

La présente notice se rapporte à la procédure de montage des extensomètres robustes FS62RSS et des capteurs de température robustes FS63RTS. Ces capteurs peuvent être livrés individuellement ou en réseaux de capteurs pré-assemblés dans des équipements HBM FiberSensing.

Numéros de commande	
Extensomètres	Capteurs de température
K-FS62RSS	K-FS63RTS
	1-FS63RTS-ARM/1515
	1-FS63RTS-ARM/1525
	1-FS63RTS-ARM/1535
	1-FS63RTS-ARM/1545
	1-FS63RTS-ARM/1555
	1-FS63RTS-ARM/1565
	1-FS63RTS-ARM/1575
	1-FS63RTS-ARM/1585
	1-FS63RTS-ARM/1595
Réseaux de capteurs	
K-FS76ARM	

1.1 Technologie newLight

Les FS62RSS et FS63RTS reposent sur la technologie **newLight®** qui a été développée par HBM FiberSensing afin de combiner des avantages spécifiques des FBG pour surmonter certains compromis techniques qui existaient jusqu'alors. Les capteurs newLight® mettent en œuvre des **revêtements de fibre à haute résistance** et **différentes techniques de fabrication de FBG** pour offrir des étendues de mesure plus grandes, une meilleure résistance à la fatigue et une plus grande exactitude de mesure. **La fibre à faibles pertes par courbures, compatible avec les systèmes télécom**, offre de nouvelles possibilités pour créer des capteurs au design

innovant et permet d'utiliser aisément des capteurs multiplexeurs sur la même fibre, même à des kilomètres d'intervalle. Cette technologie est entièrement **passive, auto-référencée et compatible avec la plupart des interrogateurs.**

2 Montage du capteur pour l'option à noyer

2.1 Liste de matériel

Matériel fourni
Extensomètre(s) robuste(s) FS62RSS
Capteur(s) de température robuste(s) FS63RTS

Matériel requis
Fixation : Attaches pour câbles en plastique
Protection : Silicone ou mousse Tube de protection flexible et résistant Boîtier de protection à intégrer (optionnel)
Identification : Ruban coloré/tube thermo-rétractable/...

2.2 Préparation de la surface d'installation

Les capteurs de température et extensomètres robustes sont conçus pour être intégrés dans le béton. La conception haute robustesse du capteur inclut des câbles protégés pour ce type d'environnement. Néanmoins, lorsque cela est possible, une protection supplémentaire des câbles doit être réalisée sur la trajectoire des câbles.

Préparer la trajectoire des câbles du capteur avec un tube approprié, souple et résistant allant de l'emplacement du connecteur jusqu'à celui du capteur.



Fig. 2.1 Tube de protection allant du point de collecte des câbles jusqu'à la surface d'installation du capteur



Fig. 2.2 Détails de la pose des câbles

HBM FiberSensing recommande deux approches différentes par rapport à l'accès aux connexions des capteurs :

Si le décoffrage peut être étroitement contrôlé, le tube de protection peut passer directement dans un trou du coffrage (Fig. 2.3 et Fig. 2.4).

Ultérieurement, lorsque le coffrage est retiré, un boîtier peut être placé au-dessus de la sortie des câbles pour que les connexions puissent être protégées aisément.



Fig. 2.3 Sortie directe du coffrage (vue intérieure)



Fig. 2.4 Sortie directe du coffrage (vue extérieure)



Fig. 2.5 Exemple de boîtier pour la protection des connexions optiques

Si le décoffrage ne peut pas être contrôlé, l'utilisation de boîtiers de protection intégrés est conseillée. Fixer le boîtier au coffrage à l'aide de vis qui pourront être retirées ultérieurement avant le décoffrage.



Fig. 2.6 Exemple de boîtier de protection intégré



Information

Vérifier que les ouvriers du chantier sont informés de la nécessité de déconnecter les boîtiers du coffrage avant de le retirer.

2.3 Fixation du capteur

Sortir le capteur du boîtier avec précaution.

Le placer sur la structure avec l'orientation souhaitée. Fixer le capteur en le suspendant entre les barres d'armature (*Fig. 2.8*) ou en l'attachant à une barre d'armature (*Fig. 2.7*). S'assurer que l'interface entre le capteur et les câbles ne soit pas contrainte.



Fig. 2.7 Positionnement du capteur



Fig. 2.8 Positionnement du capteur

2.4 Identification du capteur

Si plusieurs capteurs sont protégés par le même tube, il est conseillé de marquer l'extrémité des câbles pour que les capteurs puissent être identifiés ultérieurement. Utiliser par exemple un ruban coloré ou un tube thermo-rétractable.



Fig. 2.9 Identification du capteur



Information

Faire particulièrement attention lors de l'application de chaleur sur le tube rétractable, car le dispositif antichoc est sensible aux températures élevées.

Contrôler la trajectoire des dispositifs antichoc avec des attaches pour câbles en plastique en vérifiant que les dispositifs antichoc exposés (avant l'entrée dans le tube de protection) n'ont pas de courbes étroites et qu'ils sont protégés par le renforcement lors des opérations de bétonnage et lors de l'émission de vibrations (Fig. 2.10 et Fig. 2.11).



Fig. 2.10 Pose des câbles



Fig. 2.11 Pose des câbles

Fermer l'extrémité du tube de protection avec une mousse de polyuréthane, du silicone ou une autre matière similaire (Fig. 2.12).



Fig. 2.12 Scellement du tube de protection

2.5 Bétonnage

Le processus de bétonnage est une opération qui met les capteurs à rude épreuve, en particulier si des vibrations mécaniques sont appliquées au béton.



Fig. 2.13 Capteur pendant le bétonnage

Un moyen de protéger les capteurs de l'équipement vibrant ainsi que des agrégats plus lourds consiste à placer un filet au-dessus de l'emplacement des capteurs.



Fig. 2.14 Protection de la zone des capteurs



Information

Malgré toutes les protections envisageables, vérifier que les opérations sont étroitement surveillées et informer les ouvriers sur les capteurs qui sont installés.

3 Montage du capteur pour l'option à monter en surface

3.1 Liste de matériel

Matériel fourni
Extensomètre(s) durci(s) FS62RSS
Capteur(s) de température durci(s) FS63RTS
Équipement requis
Perceuse
Matériel requis
Fixation : Ancrages M6, rondelles plates, vis et produit frein-filet
Recommandation : Hilti HSA-R M6 5/-/- cpl ; frein-filet Loxeal 55-03
Protection : Boîtier ou couvercle de protection à noyer (optionnel)
Marteau
Foret diamètre 6 mm
Clé pour écrous cylindriques 10 mm

3.2 Préparation de la surface

Le capteur doit être installé sur une surface régulière.

S'assurer que la surface ne présente aucune irrégularité importante qui pourrait gêner la fixation du capteur sur la structure.



Fig. 3.1 Élimination des irrégularités de la surface

- ▶ Éliminer les irrégularités importantes qui pourraient interférer avec le bon positionnement du capteur à l'aide d'un marteau et d'un burin ou équivalent.
- ▶ Marquer la position des trous à percer en fonction de la direction de mesure et des caractéristiques du capteur.

3.3 Préparation des points d'ancrage

Pour fixer le capteur, il faut quatre points d'ancrage, deux de chaque côté du capteur, avec un écart de 120 mm.

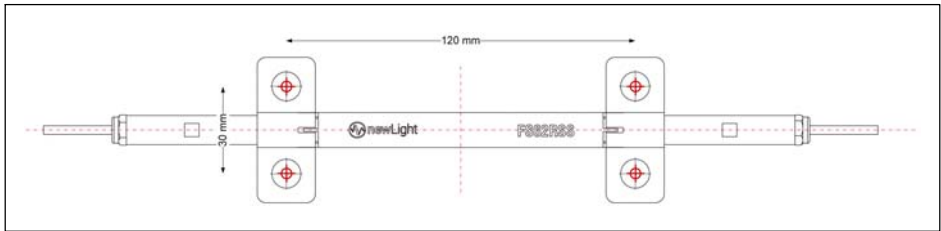


Fig. 3.2 Marquage des points de fixation

- Marquer les quatre points en les alignant avec la direction de mesure souhaitée et en les centrant par rapport au point de mesure.



Conseil

Un calibre en papier est fourni pour aider à déterminer la position de perçage. L'aligner avec la direction souhaitée et le centrer sur le point de mesure marqué, puis le fixer à la surface. Percer à travers le papier.



Information

La procédure suivante décrit le montage sur une surface en béton (fissuré / non fissuré). Pour d'autres matériaux supports, il peut s'avérer nécessaire d'adapter la procédure ou d'utiliser des accessoires spécialement conçus à cet effet.

- Percer les trous en fonction des ancrages choisis.
(Profondeur des trous conseillée : 55 mm)
- Nettoyer les trous et retirer la poussière qui se trouve à l'intérieur.

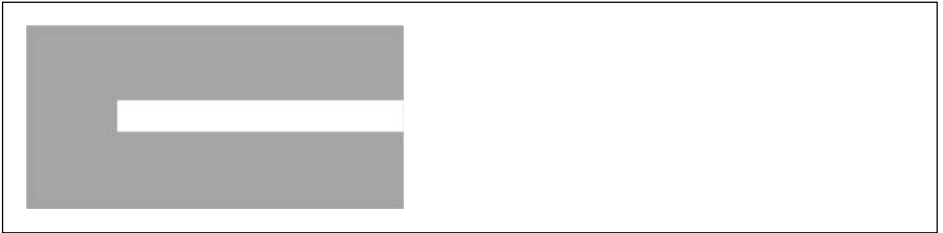


Fig. 3.3 Trou percé et nettoyé

- ▶ Installer les ancrages dans les trous en laissant 10 mm dépasser à l'extérieur.



Information

Un marteau peut être nécessaire pour cette opération.

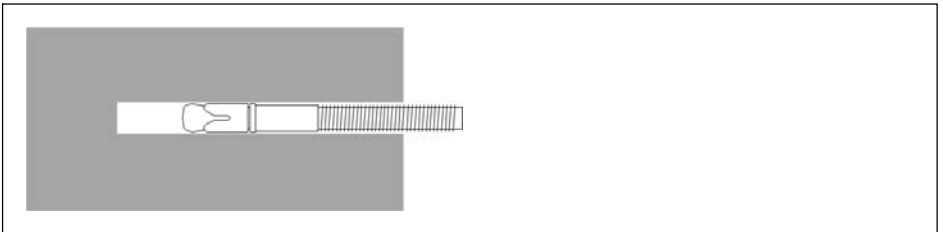


Fig. 3.4 Ancrage inséré

- ▶ Vérifier la position des vis à l'aide d'un mètre ruban.
- ▶ Installer les rondelles et écrous.

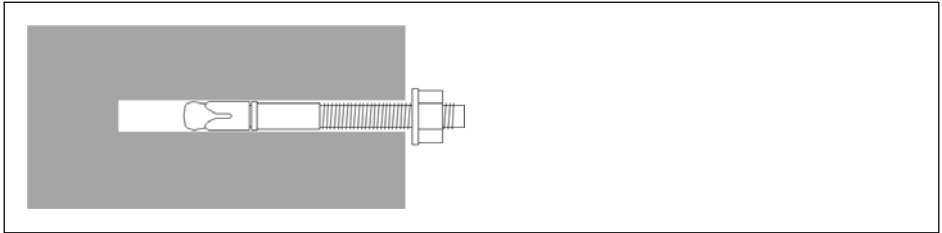


Fig. 3.5 Fixation de l'écrou

- ▶ Insérer les rondelles et serrer les écrous à fond.
(Couple de serrage conseillé : 5 Nm)

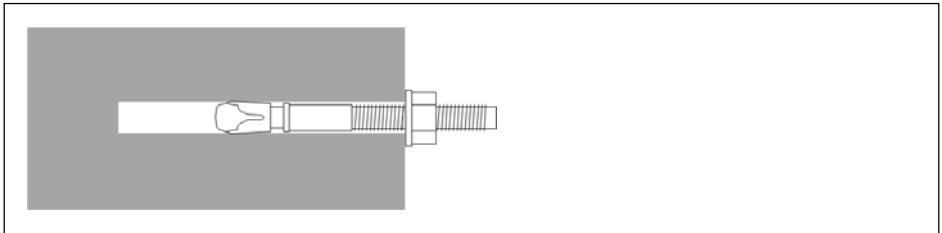


Fig. 3.6 Serrage de l'écrou pour ouvrir et immobiliser l'ancrage

- ▶ Retirer les écrous et les rondelles.

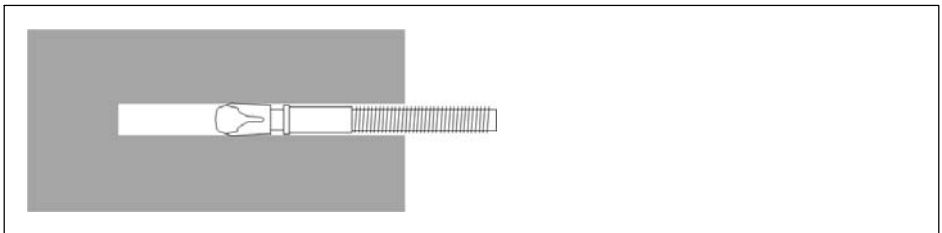


Fig. 3.7 Ancrage immobilisé

3.4 Montage du capteur

- ▶ Sortir avec précaution le capteur de sa boîte de transport et le placer sur les supports.

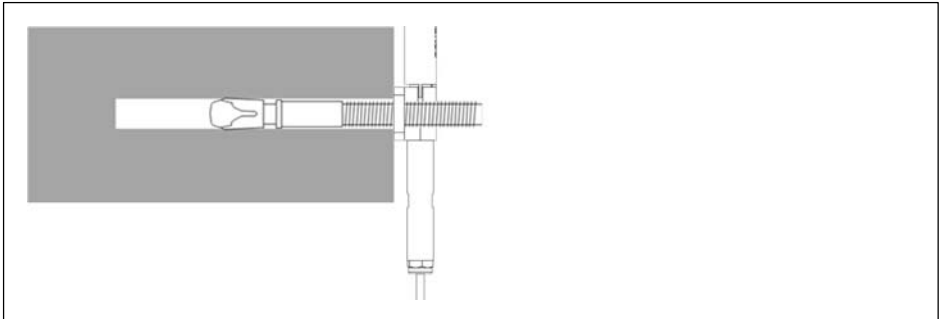


Fig. 3.8 Mise en place du capteur sur les ancrages

- ▶ Serrer légèrement les écrous en diagonale (d'abord écrou 1, puis 4, puis 3 et enfin 2).



Fig. 3.9 Position des écrous

- ▶ Ajuster le capteur dans la direction appropriée.
- ▶ Serrer fermement les écrous selon la même procédure. Couple de serrage minimum conseillé : 5 Nm.

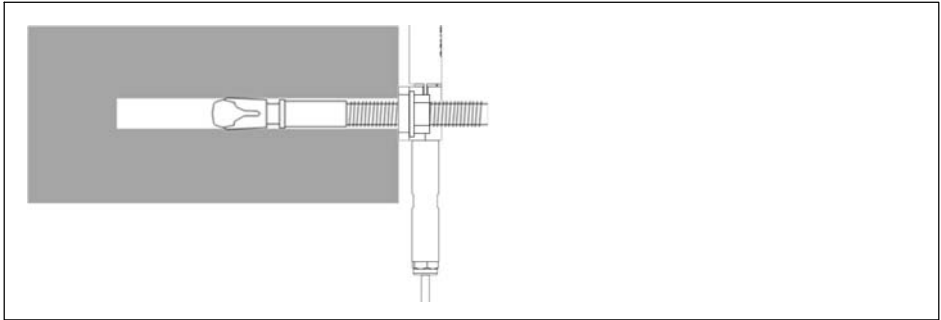


Fig. 3.10 Capteur fixé

3.5 Pose et protection des câbles

Le câble capteur doit être posé en s'assurant que les câbles ne pendent pas et que les courbures restent dans les limites spécifiées pour le câble utilisé. Le câble doit être fixé à l'aide de serre-câbles ou d'un ruban solide, par exemple (Fig. 3.11). En présence de protections d'épissure, s'assurer que les épissures sont également bien fixées.



Fig. 3.11 Pose des câbles

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. 3.12*).



Fig. 3.12 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. 3.13*).



Fig. 3.13 Boîtiers de protection pour l'excédent de câble et les connexions

3.6 Protection du capteur

La version à monter en surface de l'extensomètre est conçue pour résister aux conditions extérieures. Il peut toutefois s'avérer nécessaire de fournir une protection mécanique supplémentaire, en utilisant par exemple un cache en matière plastique ou métallique. Les accessoires de protection ne sont pas fournis.

4 Configuration du capteur

4.1 Documentation relative aux capteurs

Les capteurs HBM FiberSensing étalonnés sont fournis avec un certificat d'étalonnage. Les autres capteurs sont fournis avec une fiche de caractéristiques contenant des informations importantes pour la configuration du capteur.

Si les capteurs sont fournis en réseaux de capteurs pré-assemblés, un tableau récapitulatif contenant les informations d'étalonnage pertinentes est fourni.

La présente notice de montage est fournie en version papier dans l'emballage du capteur. La notice de montage peut également être téléchargée sur le site Internet de HBM (www.hbm.com).

4.2 Calcul à partir des mesures

4.2.1 Température

Les calculs à réaliser pour convertir une mesure de longueur d'ondes en température sont indiqués sur la *Fig. 4.1*. La valeur de température d'un capteur de température est donnée par une équation polynômiale de second ordre dont les coefficients sont obtenus à partir de l'étalonnage du capteur.

$$T = S_2(\lambda - \lambda_0)^2 + S_1(\lambda - \lambda_0) + S_0$$

Fig. 4.1 Formule de calcul de la température

Où

- T est la température mesurée en °C

- λ est la longueur d'ondes de Bragg mesurée du capteur de température en nm
- λ_0 est la longueur d'ondes de Bragg du capteur de température à la température de référence en nm
- S_0 est le facteur d'étalonnage d'ordre zéro (température de référence) en °C
- S_1 est le facteur d'étalonnage de premier ordre en °C/nm
- S_2 est le facteur d'étalonnage de second ordre en °C/nm²

Avec catman®, les valeurs λ_0 , S_0 , S_1 et S_2 doivent être saisies dans le menu de configuration des capteurs de température.

4.2.2 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'ondes prenant en compte l'effet de la température est donnée par l'équation illustrée sur la Fig. 4.2.

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

Fig. 4.2 Variation de la longueur d'ondes d'un réseau de Bragg due à la contrainte et aux effets de la température

Où

- λ est la longueur d'ondes de Bragg mesurée de l'extensomètre en nm
- λ_0 est la longueur d'ondes 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. 4.3*.

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

Fig. 4.3 Formule de calcul de la contrainte sans compensation thermique

Où

- ε est la contrainte mesurée en $\mu\text{m}/\text{m}$
- λ est la longueur d'ondes de Bragg mesurée de l'extensomètre en nm
- λ_0 est la longueur d'ondes 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. 4.4*.

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

Fig. 4.4 Calcul de la contrainte avec compensation thermique en utilisant un capteur de température

Où

- $\varepsilon_{\text{Charge}}$ est la contrainte mécanique appliquée à la structure en $\mu\text{m}/\text{m}$
- λ est la longueur d'ondes de Bragg mesurée de l'extensomètre en nm
- λ_0 est la longueur d'ondes 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 $^{\circ}\text{C}$

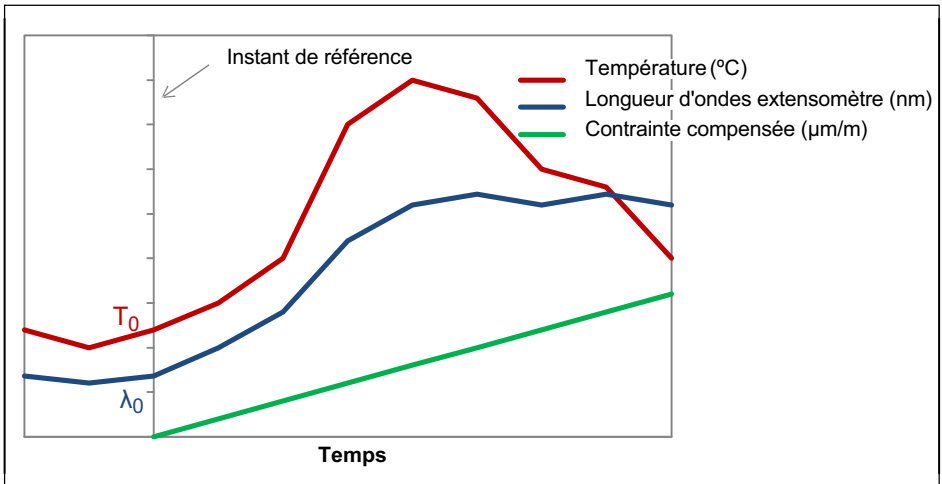


Fig. 4.5 Instant de référence pour la mesure de contrainte avec compensation thermique en cas d'utilisation d'un capteur de température pour la compensation

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. 4.6.

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

Fig. 4.6 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'ondes de Bragg mesurée de l'extensomètre en nm
- λ_0 est la longueur d'ondes 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'ondes de Bragg mesurée de l'élément de compensation en nm
- λ_{0TC} est la longueur d'ondes 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. 4.7.

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

Fig. 4.7 Calcul du facteur de compensation thermique

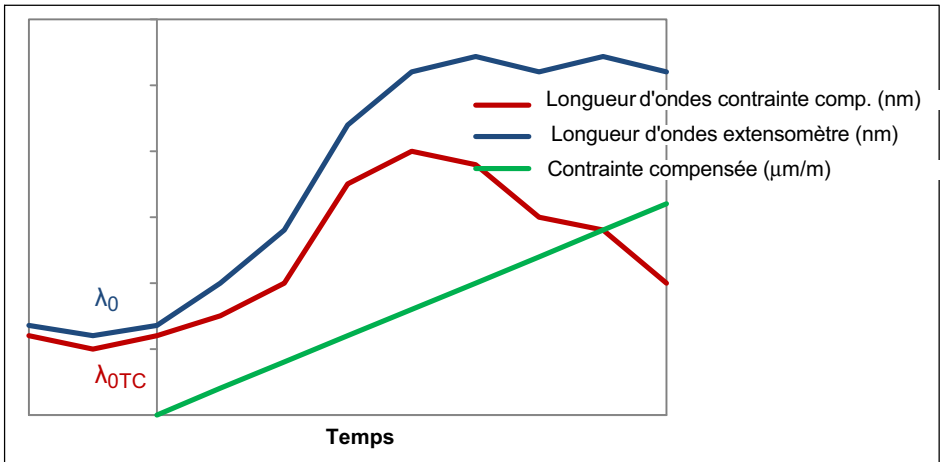


Fig. 4.8 Instant de référence pour la mesure de contrainte avec compensation thermique en cas d'utilisation d'un élément de compensation à réseau de Bragg

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.

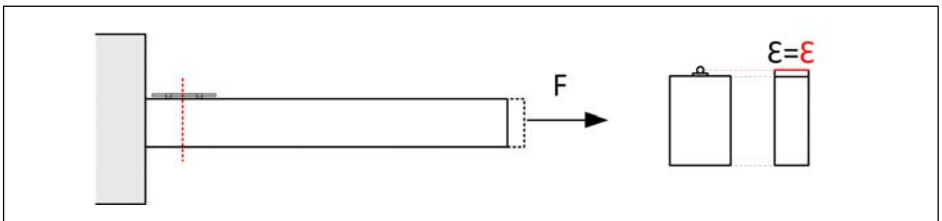


Fig. 4.9 Contrainte en présence uniquement d'une déformation axiale

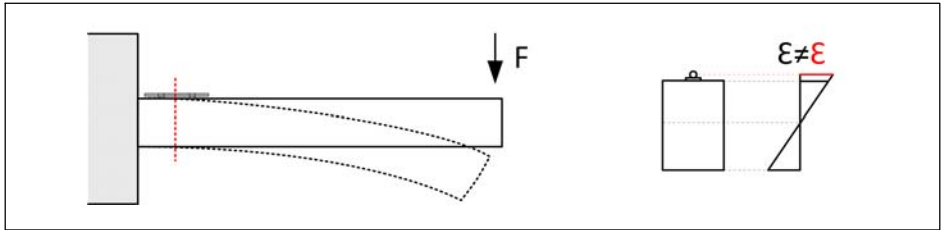


Fig. 4.10 Contrainte en présence uniquement d'un moment de flexion

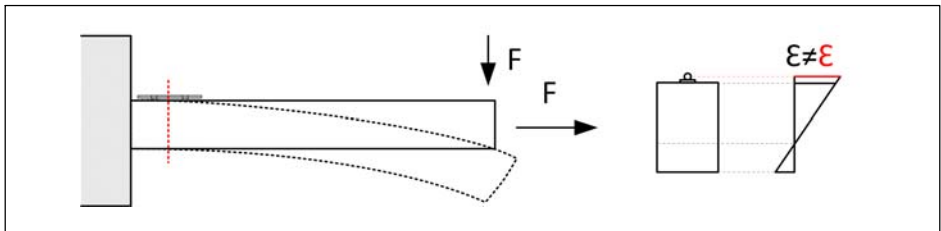


Fig. 4.11 Contrainte en cas de charge axiale et de moment de flexion

Cela devient très important lorsque la distance entre l'élément sensible du capteur et la surface de fixation n'est pas négligeable. Cette distance est de 10 mm (h_2 sur la Fig. 4.11) sur l'extensomètre durci FS62RSS à monter en surface.

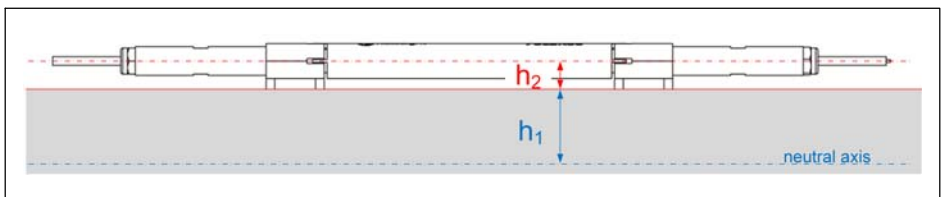


Fig. 4.12 Distance entre le réseau de Bragg et la surface de montage sur le FS62RSS à monter en surface

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. 4.13 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 (10 mm pour le FS62RSS à monter en surface)

HBM Test and Measurement

Tel. +49 6151 803-0

Fax +49 6151 803-9100

info@hbm.com

measure and predict with confidence



A05158_02_F00_00 HBM: public

www.hbm.com