

FRANÇAIS

Notice de montage



FS62CSS, FS63CTS

Capteurs de température et extensomètres
composites

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: A05023 02 F00 00
07.2022

© 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	5
2.3	Marquage du point de mesure	7
2.4	Positionnement et collage du capteur	9
2.5	Pose et protection des câbles	10
2.6	Protection du capteur	11
3	Configuration du capteur	12
3.1	Documentation relative aux capteurs	12
3.2	Calcul à partir des mesures	12
3.2.1	Température	12
3.2.2	Contrainte	13

1 GÉNÉRALITÉS

La présente notice se rapporte à la procédure de montage des extensomètres composites FS62CSS et des capteurs de température composites FS63CTS. Ces capteurs peuvent être livrés individuellement ou en réseaux de capteurs pré-assemblés dans des équipements HBK FiberSensing.

Numéros de commande	
Extensomètres	Capteurs de température
K-FS62CSS	K-FS63CTS
1-FS62CSS-ARM/1510	1-FS63CTS-ARM/1515
1-FS62CSS-ARM/1520	1-FS63CTS-ARM/1525
1-FS62CSS-ARM/1530	1-FS63CTS-ARM/1535
1-FS62CSS-ARM/1540	1-FS63CTS-ARM/1545
1-FS62CSS-ARM/1550	1-FS63CTS-ARM/1555
1-FS62CSS-ARM/1560	1-FS63CTS-ARM/1565
1-FS62CSS-ARM/1570	1-FS63CTS-ARM/1575
1-FS62CSS-ARM/1580	1-FS63CTS-ARM/1585
1-FS62CSS-ARM/1590	1-FS63CTS-ARM/1595
Réseaux de capteurs	
K-FS76ARD	K-FS76ARM

2 INSTALLATION DU CAPTEUR

2.1 Liste de matériel

Matériel fourni
Extensomètre(s) composite(s) FS62CSS
Capteur(s) de température composite(s) FS63CTS

Équipement requis
Machine d'ébavurage (facultatif)

Matériel requis
Colle. Recommandation d'HBK : 1-X60 (polymérisation rapide), 1-X280 Recommandation d'une autre marque : DP490 de 3M
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
Protection. Recommandation d'HBK : 1-ABM75 et/ou AK22

2.2 Préparation de la surface d'installation

Si le matériau comporte des couches de protection comme de la peinture ou de la rouille, ébavurer (*Fig. 2.1*) ou poncer (*Fig. 2.2*) la surface pour les enlever et assurer que la surface ne devienne pas irrégulière.



Fig. 2.1 Ébavurage de la surface pour retirer peinture ou rouille



Fig. 2.2 Ponçage de la surface pour retirer la peinture ou rouille restante

La surface doit être nettoyée pour garantir qu'aucune poussière ou graisse ne se trouve dans la zone de collage.

Nettoyer la surface avec du nettoyant RMS1 (Fig. 2.3) et du non-tissé (Fig. 2.4), comme recommandé.



Fig. 2.3 Pulvérisation de 1-RMS sur un spécimen

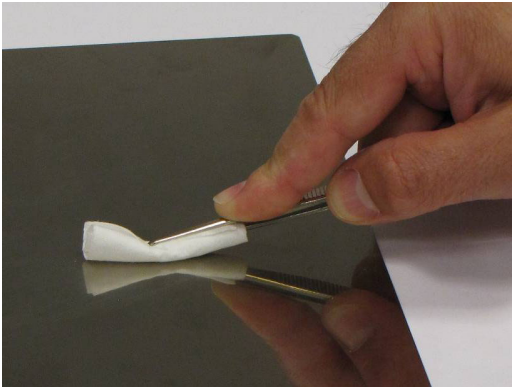


Fig. 2.4 Nettoyage avec un morceau de non-tissé

Toujours essuyer dans le même sens jusqu'à ce que le dernier morceau de non-tissé reste propre à l'issue de l'opération.

2.3 Marquage du point de mesure

Définir l'alignement du capteur en tenant compte de la direction de mesure et des guides du capteur.

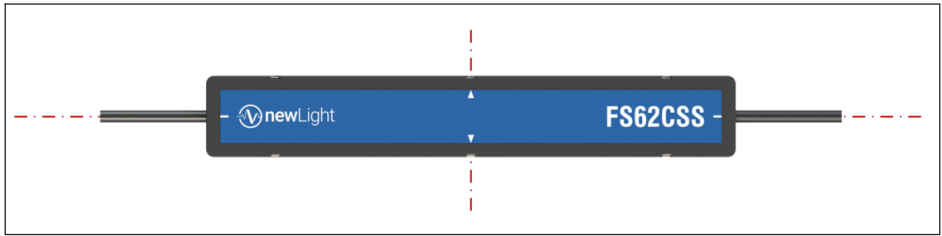


Fig. 2.5 Marquages d'alignement du capteur

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 150 mm dans la direction de mesure. Une ligne de marquage verticale d'environ 50 mm doit être tracée en partant du centre du point d'installation, voir Fig. 2.6.

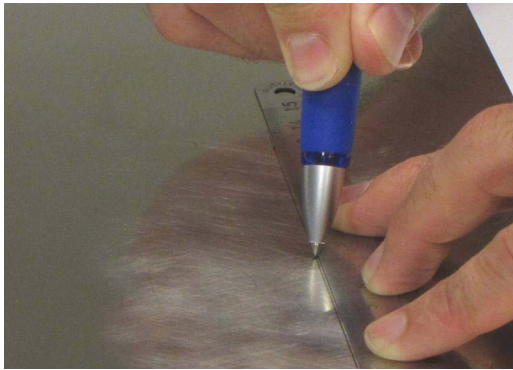


Fig. 2.6 Traçage des lignes de marquage

Une fois que la zone est repérée, le point d'installation doit être nettoyé très soigneusement, voir Fig. 2.7. Noter qu'il faut utiliser un nouveau morceau de non-tissé à chaque fois que le point est essuyé. Répéter l'opération jusqu'à ce qu'il n'y ait plus aucun résidu sur le morceau de non-tissé.



Fig. 2.7 Nettoyage final du point d'installation

2.4 Positionnement et collage du capteur

Retirer le capteur de sa boîte et préparer les câblages de façon à ce que les mouvements du capteur ne soient pas entravés. Répartir la colle choisie de manière homogène le long du capteur et suivre les instructions données pour la colle choisie.

Pour utiliser des colles nécessitant un long temps de polymérisation (par ex. DP490) sur des matériaux et/ou à des endroits où aucun poids ou aimant ne peut être utilisé, associer la colle sélectionnée à une colle époxy à polymérisation rapide (Fig. 2.8).

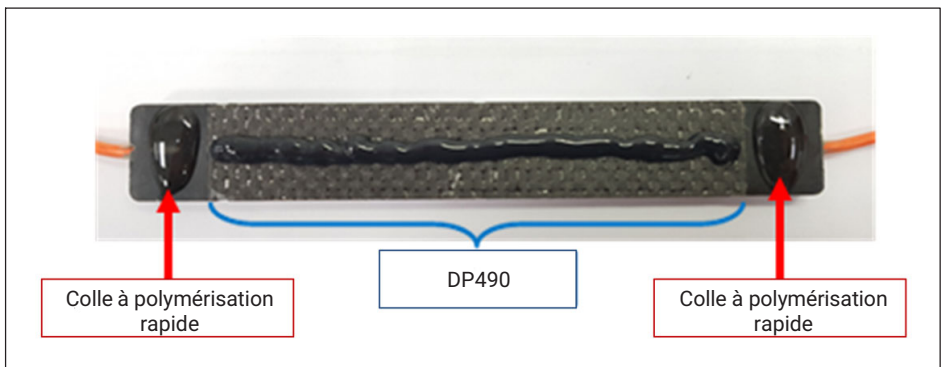


Fig. 2.8 Application de la colle

Après avoir immobilisé le capteur dans sa position et l'avoir fixé, utiliser le ruban de masquage pour immobiliser les câbles et réduire l'effet de leur poids.

2.5 Pose et protection des câbles

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. 2.9).

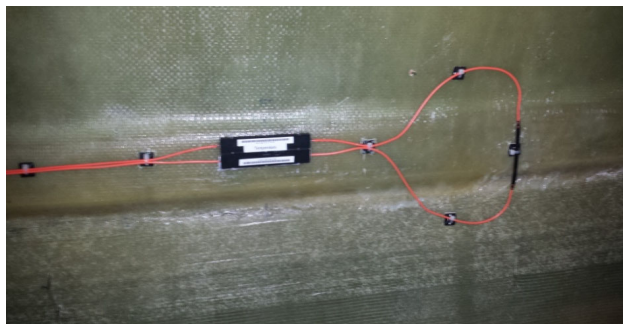


Fig. 2.9 Câble fixé avec des attaches en plastique

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. 2.10).



Fig. 2.10 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. 2.11).



Fig. 2.11 Boîtiers de protection pour l'excédent de câble et les connexions

2.6 Protection du capteur

Les capteurs FS62CSS et FS63CTS sont des capteurs renforcés, conçus avec des protections contre les effets mécaniques et environnementaux. Ils n'ont donc besoin d'aucune protection supplémentaire.

En revanche, les colles peuvent être soumises à de l'humidité ou autres facteurs environnementaux susceptibles d'accélérer leur dégradation.

À titre de protection, nous recommandons la colle mastic HBK AK22 et/ou ABM75.

3 CONFIGURATION DU CAPTEUR

3.1 Documentation relative aux capteurs

Les capteurs HBK 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 notre site Internet.

3.2 Calcul à partir des mesures

3.2.1 Température

Les calculs à réaliser pour convertir une mesure de longueur d'ondes en température sont indiqués sur la *Fig. 3.1*. 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. 3.1 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 la sensibilité d'ordre zéro (température de référence) en °C
- S_1 est la sensibilité de premier ordre en °C/nm
- S_2 est la sensibilité 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.

3.2.2 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. 3.2.

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

Fig. 3.2 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_{Load} 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. 3.3.

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

Fig. 3.3 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. 3.4.

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

Fig. 3.4 Calcul de la contrainte avec compensation thermique en utilisant un capteur de température

Où

- ε_{Load} 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 au coefficient de dilatation du matériau du spécimen sur lequel l'extensomètre est fixé en $(\mu\text{m}/\text{m})/^{\circ}\text{C}$
- T est la température réelle mesurée par le capteur de température utilisé en $^{\circ}\text{C}$
- T_0 est la température mesurée par le capteur de température utilisé pour la compensation à l'instant de référence en $^{\circ}\text{C}$

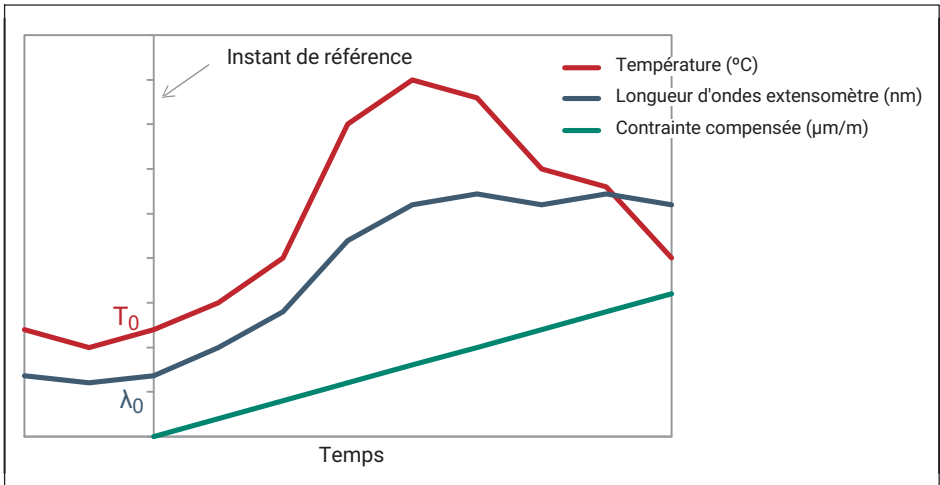


Fig. 3.5 Instant de référence pour la mesure de contrainte avec compensation thermique en cas d'utilisation d'un capteur de température pour la compensation

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. 3.6.

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

Fig. 3.6 Calcul de la contrainte avec compensation thermique en utilisant un élément de compensation à réseau de Bragg

Où

- ε_{Load} est la contrainte mécanique appliquée à la structure en $\mu\text{m/m}$
- 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 au coefficient de dilatation 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. 3.7.

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

Fig. 3.7 Calcul du facteur de compensation thermique

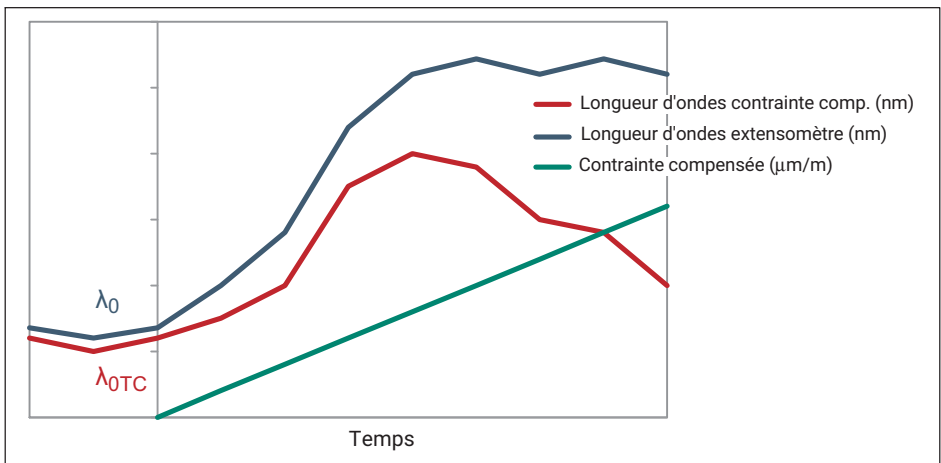


Fig. 3.8 Instant de référence pour la mesure de contrainte avec compensation thermique en cas d'utilisation d'un élément de compensation à réseau de Bragg

Où

- k est le facteur d'intensité de contrainte k de l'extensomètre fixé à l'élément de compensation thermique (sans dimension)

- CTE_{TC} correspond au coefficient de dilatation du matériau de l'élément de compensation thermique en $(\mu\text{m}/\text{m})/^\circ\text{C}$

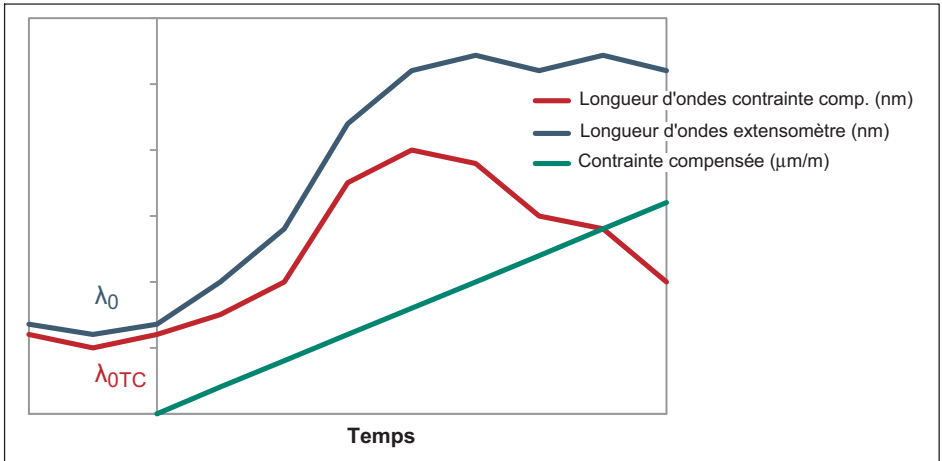


Fig. 3.9 Instant de référence pour la mesure de contrainte avec compensation thermique en cas d'utilisation d'un élément de compensation à réseau de Bragg

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.

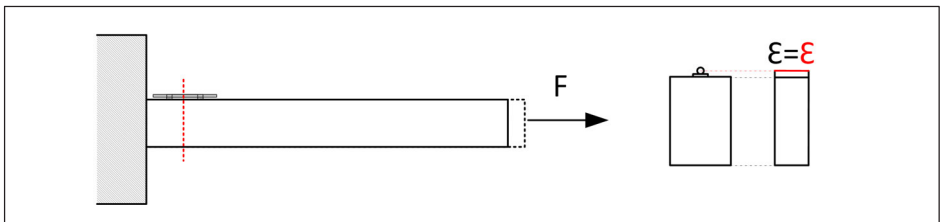


Fig. 3.10 Contrainte en présence uniquement d'une déformation axiale

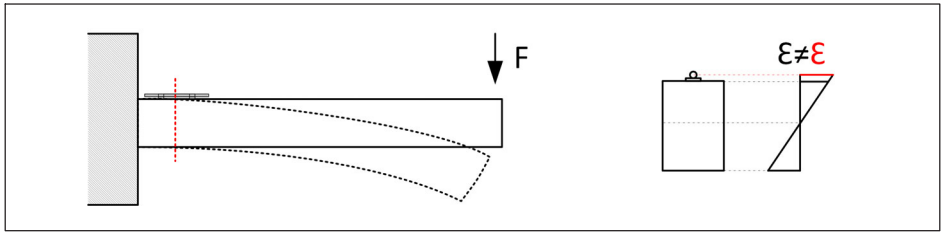


Fig. 3.11 Contrainde en présence uniquement d'un moment de flexion

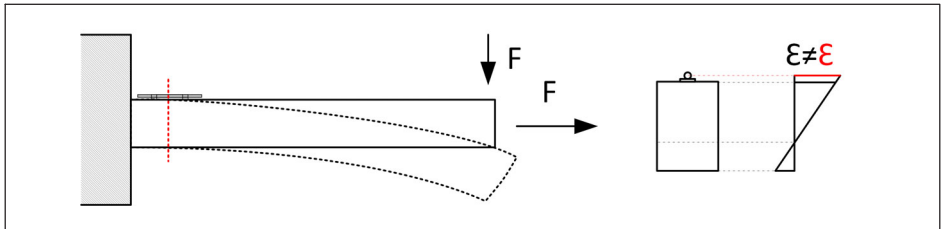


Fig. 3.12 Contrainde en cas de charge axiale et de moment de flexion

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 0,143 mm (h_2 sur la Fig. 3.12) sur l'extensomètre composite FS62CSS.

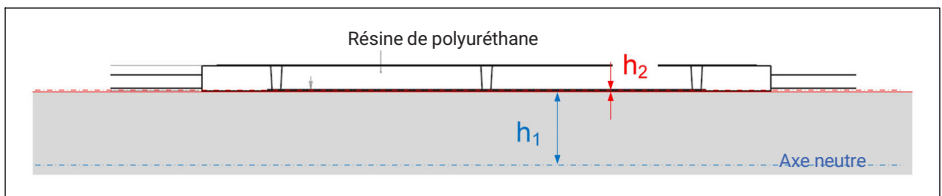


Fig. 3.13 Distance entre le réseau de Bragg et la surface de montage sur le FS62CSS

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. 3.14 Correction calculée de l'effet de flexion sur la contrainte

Où

- $\varepsilon_{surface}$ est la contrainte mécanique sur la surface de mesure en $\mu\text{m}/\text{m}$
- 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)
- 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 (0,143 mm pour le FS62CSS)

