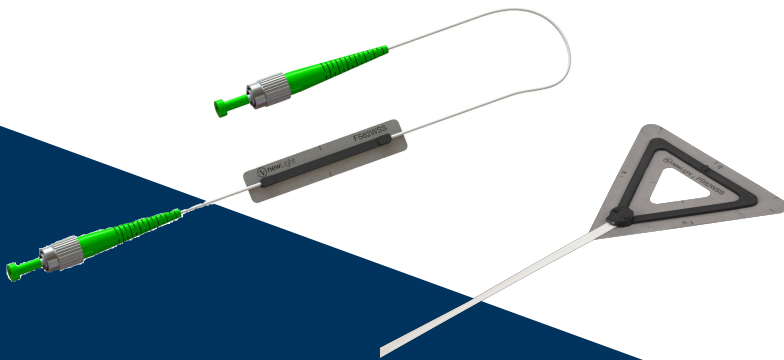


FRANÇAIS

## Notice de montage



# FS62WSS, FS62WSR (BRD)

Extensomètre soudable (câble à tresse)

Rosette d'extensométrie soudable (câble à tresse)

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: A05405 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

---

<b>1</b>	<b>Généralités</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Installation du capteur</b> .....	<b>5</b>
2.1	Liste de matériel .....	5
2.2	Installation du FS62WSS .....	5
2.2.1	Préparation de la surface d'installation .....	5
2.2.2	Marquage du point de mesure .....	8
2.2.3	Positionnement du capteur .....	10
2.2.4	Soudage du capteur .....	11
2.3	Installation de la FS62WSR .....	16
2.3.1	Préparation de la surface d'installation .....	16
2.3.2	Marquage du point de mesure .....	16
2.3.3	Positionnement du capteur .....	17
2.3.4	Soudage du capteur .....	18
2.4	Pose et protection des câbles .....	20
2.5	Protection du capteur .....	21
<b>3</b>	<b>Configuration du capteur</b> .....	<b>25</b>
3.1	Documentation relative aux capteurs .....	25
3.2	Calcul à partir des mesures .....	25
3.2.1	Température .....	25
3.2.2	Déformation .....	26

# 1 GÉNÉRALITÉS

La présente notice se rapporte à la procédure d'installation des extensomètres soudables FS62WSS et de la rosette d'extensométrie soudable FS62WSR dotés de l'option câble à tresse.

Ces capteurs peuvent être livrés individuellement ou en réseaux de capteurs pré-assemblés dans des équipements HBK FiberSensing.

Numéros de commande	
<b>Extensomètres</b>	<b>Rosette d'extensométrie</b>
K-FS62WSS	K-FS62WSR
<b>Réseaux de capteurs<sup>1)</sup></b>	
K-FS76BRD	

<sup>1)</sup> Seul le FS62WSS peut être configuré avec des capteurs FS62PSS et FS63LTS en utilisant le matériel K-FS76BRD. Pour les réseaux de capteurs comprenant des rosettes d'extensométrie FS62WSR, contacter HBK FiberSensing.

## Information

*Ce document concerne l'installation des FS62WSS et FS62WSR avec câble à tresse. L'installation de ces capteurs dans leurs versions à câble aramide ou armé est similaire, si ce n'est quelques différences visibles dans la forme, la taille et la manipulation des câbles. Pour avoir des instructions de montage détaillées de l'extensomètre soudable FS62WSS ou de la rosette d'extensométrie soudable FS62WSR avec câble aramide ou armé, se reporter à la notice de montage correspondante.*

## 2 INSTALLATION DU CAPTEUR

### 2.1 Liste de matériel

Matériel fourni
Capteur(s)
Échantillon(s) de plaque soudable

Équipement requis
Machine d'ébavurage (facultatif)
Poste à souder par impulsion
Recommandation : semblable au c33 de VBS Fuegetechnik

Matériel requis
Papier abrasif.
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 Installation du FS62WSS

#### 2.2.1 Préparation de la surface d'installation

La surface de l'échantillon doit tout d'abord être nettoyée et égalisée avant d'installer des jauges ou capteurs optiques. Retirer toute peinture et rouille de la surface d'installation jusqu'à atteindre un matériau soudable (*Fig. 2.1*). S'assurer qu'il ne reste plus d'irrégularités ou de débris sur la surface car cela compromettrait le processus de soudage. Si besoin, bien régulariser la surface à l'aide d'un papier abrasif.



Fig. 2.1 *Ébavurage de la surface*



### Conseil

*Utiliser la plaque factice pour définir la zone à préparer.*



Fig. 2.2 *Surface non plane et rouillée ne permettant pas le soudage du capteur*



*Fig. 2.3 Ponçage de la surface*



*Fig. 2.4 Surface prête pour le soudage*

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

Nettoyer la surface avec un nettoyant dégraissant approprié (nous conseillons le RMS1) et des morceaux de non-tissé (*Fig. 2.5* et *Fig. 2.6*).



Fig. 2.5 Utilisation du nettoyant RMS1 et de morceaux de non-tissé



Fig. 2.6 Nettoyage de la surface

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

### 2.2.2 Marquage du point de mesure

Définir l'alignement du capteur en tenant compte de la direction de mesure et des guides centraux du capteur. Cette étape est particulièrement importante car le positionnement de l'extensomètre détermine la direction de mesure.



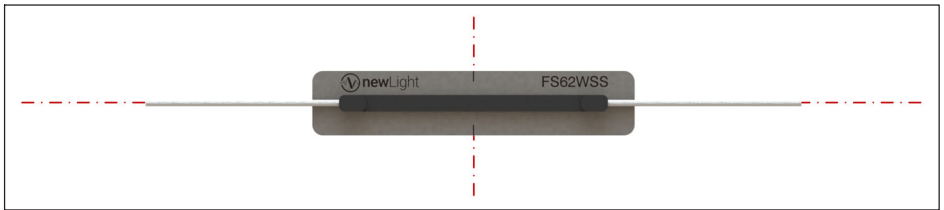


Fig. 2.7 Marquages d'alignement du capteur



### Conseil

Utiliser un outil pointu ou un stylo, selon le matériau de la surface, pour marquer la position du capteur.



Fig. 2.8 Traçage des lignes de marquage

### 2.2.3 Positionnement du capteur

Préparer quatre morceaux de ruban adhésif : deux d'environ 3 cm et deux d'environ 7 cm (Fig. 2.9)

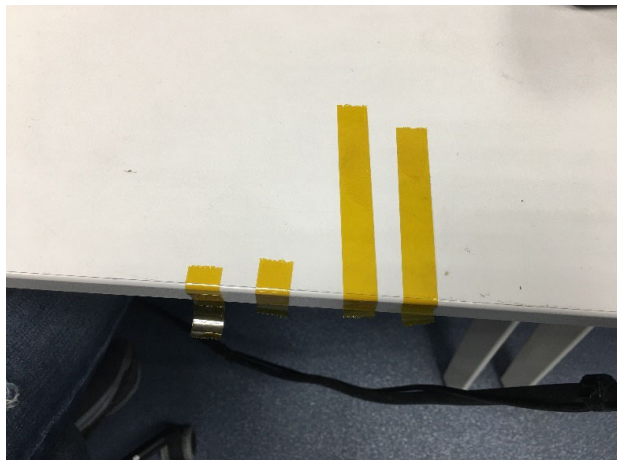


Fig. 2.9 Préparation du ruban de fixation

Retirer délicatement le capteur de son emballage et l'aligner avec les marquages dessinés.

À l'aide des petits morceaux de ruban adhésif préparés, immobiliser les câbles du capteur (Fig. 2.10).

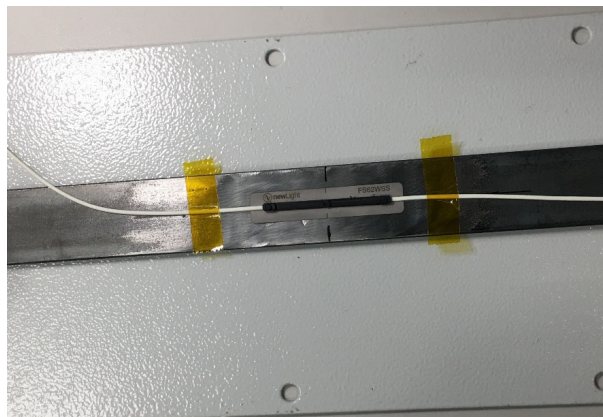


Fig. 2.10 Premier alignement

Utiliser les plus longs morceaux de ruban adhésif pour fixer les bords longs du capteur sur l'échantillon, en couvrant environ un millimètre de la plaque du capteur (Fig. 2.11). Cela empêchera le capteur de bouger durant le processus de soudage.

### Note

*Veiller à ce que la zone de soudage ne comporte pas de ruban adhésif. Le fait de souder sur des zones comportant du ruban adhésif ou de la colle créera une interférence sur la décharge qui pourrait détruire le capteur.*

---



Fig. 2.11 Soigneuse fixation du capteur pour assurer un bon processus de soudage

#### 2.2.4 Soudage du capteur

HBK FiberSensing recommande d'utiliser un modèle semblable au c33 de VBS Fuegetechnik ([www.vbs-fuegetechnik.de](http://www.vbs-fuegetechnik.de)).



Fig. 2.12 Poste à souder par impulsion recommandé

### Test des paramètres de soudage

Les paramètres idéaux pour la soudure peuvent varier (non seulement en fonction de la machine à souder par points, mais aussi de l'épaisseur du matériau, de la position de l'électrode...). C'est pourquoi des plaques soudables factices sont fournies pour ajuster les réglages. Ajuster les paramètres de soudage en effectuant des essais sur la surface nettoyée, loin de la position du capteur.



#### Conseil

*Souder par points la plaque factice et la tirer pour la détacher de la surface. Si le soudage est bon, cela devrait être difficile à réaliser et, une fois la plaque détachée, les points de soudage devraient être devenus des trous sur la plaque factice, comme illustré sur la Fig. 2.13. Les paramètres courants sont normalement réalisés à une tension comprise entre 40 V et 60 V.*



Fig. 2.13 Confirmation que les réglages de soudage sont corrects

Il est recommandé de couper l'extrémité de l'électrode bien plate, avec un diamètre d'environ 1 mm (Fig. 2.14).



Fig. 2.14 Extrémité d'électrode



### Conseil

Couper fréquemment l'électrode pendant la procédure de soudage pour obtenir les meilleurs résultats.

Pendant le soudage, appliquer le pistolet à souder verticalement (comme illustré sur la Fig. 2.15) en tenant le pistolet d'une main et en appuyant avec force sur le pistolet avec le talon de l'autre main.

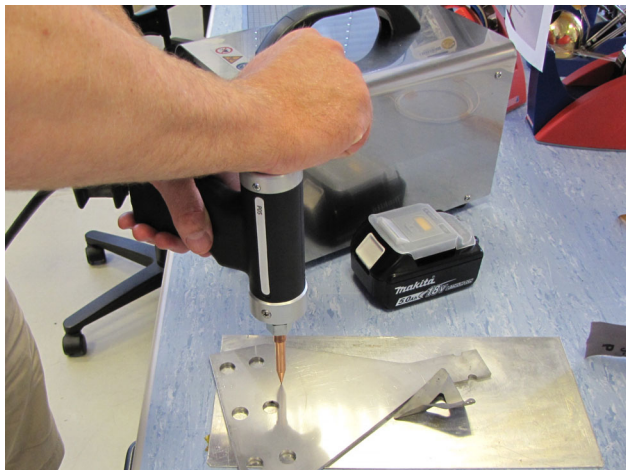


Fig. 2.15 Position de soudage correcte

### Procédure de soudage

La séquence de soudage doit être réalisée du centre vers l'extérieur des capteurs à des points espacés d'environ 1 mm.

Suivre le parcours illustré sur la Fig. 2.16.

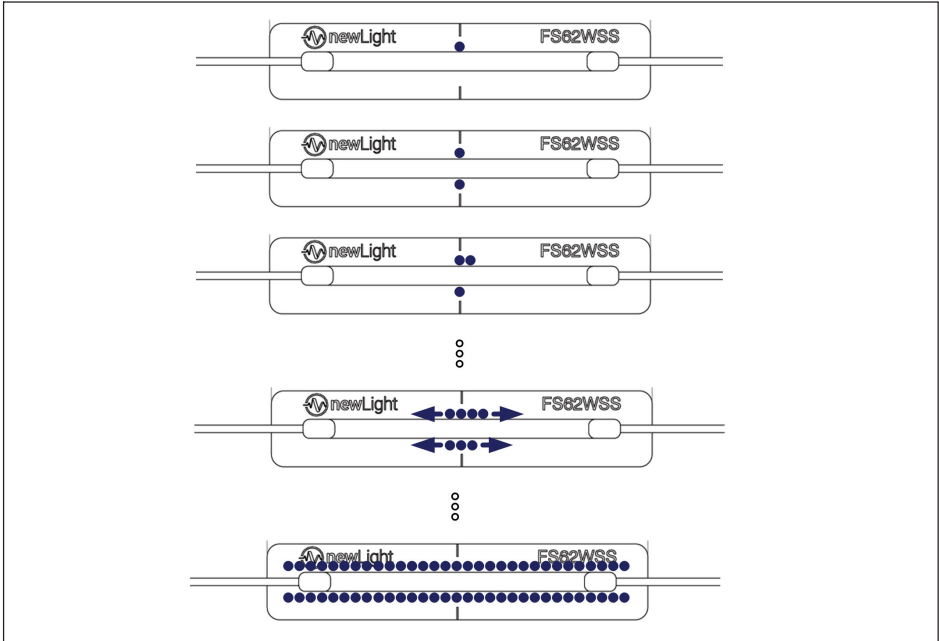


Fig. 2.16 Procédure de soudage du FS62WSS BRD



Fig. 2.17 Soudage du capteur



## Conseil

Une fois complètement soudé, le FS62WSS, dans sa version avec câble à tresse, devrait avoir environ 35 points de soudage par ligne.

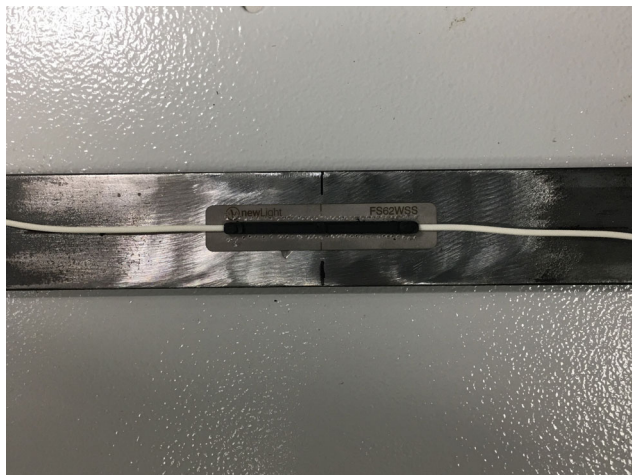


Fig. 2.18 Soudage terminé

## 2.3 Installation de la FS62WSR

### 2.3.1 Préparation de la surface d'installation

Procéder au nettoyage de la surface comme décrit au *paragraphe 2.2.1 à la page 5*, en utilisant la plaque factice comme référence pour définir la zone qui doit être nettoyée.

### 2.3.2 Marquage du point de mesure

La rosette FS62WSR comporte trois réseaux de Bragg placés à  $0^\circ/60^\circ/120^\circ$ . L'alignement de chaque réseau de Bragg est mis en évidence par les guides présents à chaque coin de la rosette et définis comme directions "a", "b" et "c", tel qu'illustré sur la *Fig. 2.19*.



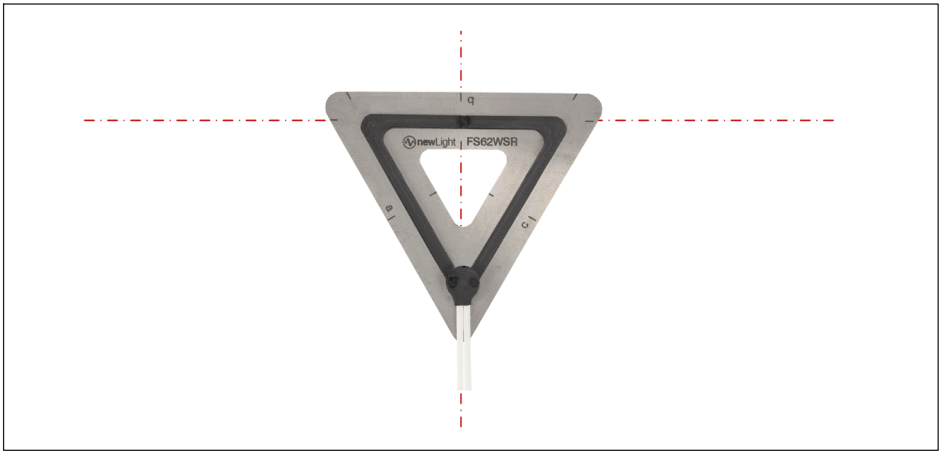


Fig. 2.19 Marquages d'alignement de la FS62WSR

Commencer par dessiner la croix repère, d'une manière similaire à celle décrite au *paragraphe 2.2.2 à la page 8*, en prenant en compte l'un des alignements de réseaux de Bragg, par exemple "b", et sa perpendiculaire.

### 2.3.3 Positionnement du capteur

Préparer quatre morceaux d'un ruban adhésif approprié (par exemple, du ruban de masquage) : trois suffisamment longs pour fixer les trois côtés du triangle de la rosette, et le quatrième pour fixer les câbles.

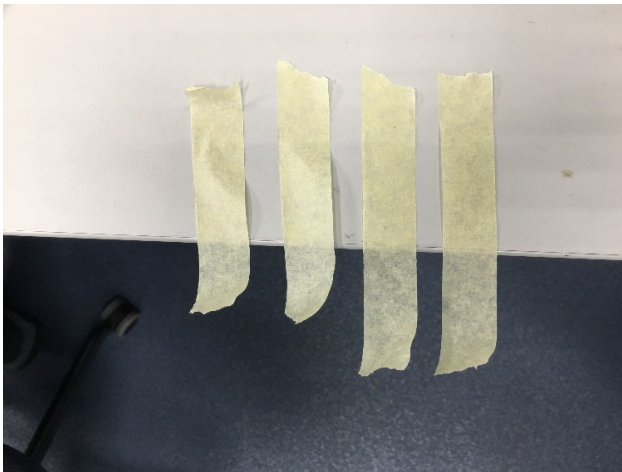


Fig. 2.20 Préparation du ruban de fixation

Positionner la rosette optique sur la croix repère. Aligner la direction souhaitée, par exemple "b", avec le marquage horizontal. Se reporter aux marquages d'alignement sur la base du capteur pour aider au positionnement. Aligner ensuite la direction perpendiculaire, par exemple entre les lignes pointant vers le centre de la direction "b" et le câble sortant entre les directions "a" et "c".

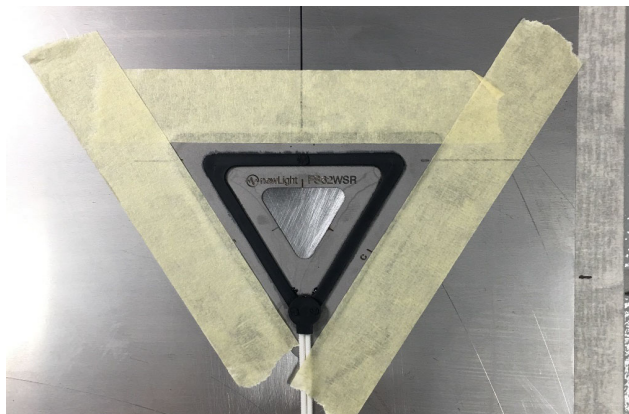


Fig. 2.21 Alignement et fixation de la rosette optique

Fixer la rosette à l'aide du ruban adhésif en appliquant le ruban le long des côtés sur environ un millimètre.

#### Note

Veiller à ce que la zone de soudage ne comporte pas de ruban adhésif. Le fait de souder sur des zones comportant du ruban adhésif ou de la colle créera une interférence sur la décharge qui pourrait détruire le capteur.

### 2.3.4 Soudage du capteur

#### Test des paramètres de soudage

Commencer par tester les réglages de soudage en suivant la procédure décrite au paragraphe 2.2.4 "Soudage du capteur" à la page 11.

#### Procédure de soudage

La séquence de soudage doit être réalisée du centre vers l'extérieur de chacun des alignements de réseaux de Bragg à des points espacés d'environ 1 mm.

Suivre le parcours illustré sur la Fig. 2.22. Répéter l'opération pour les autres directions de mesure.

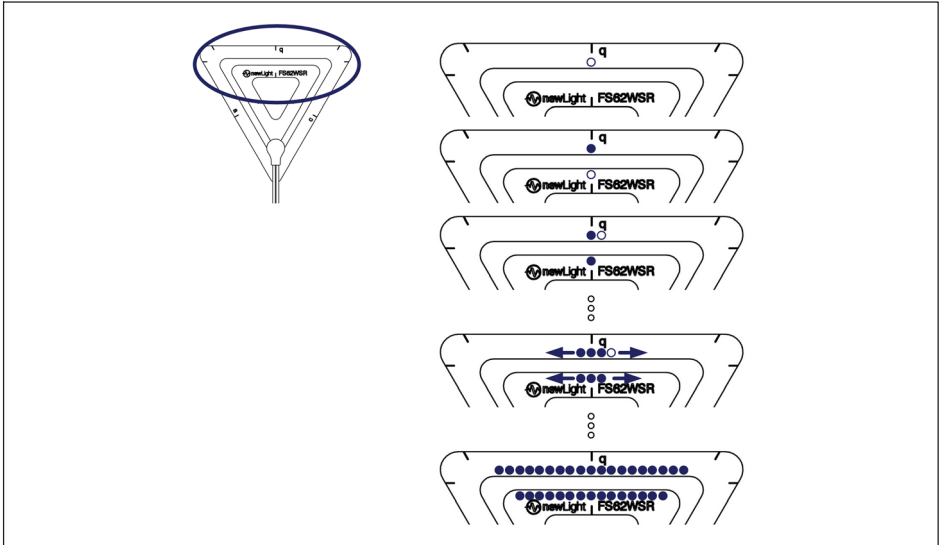


Fig. 2.22 Procédure de soudage de la FS62WSR BRD dans chaque direction de mesure.

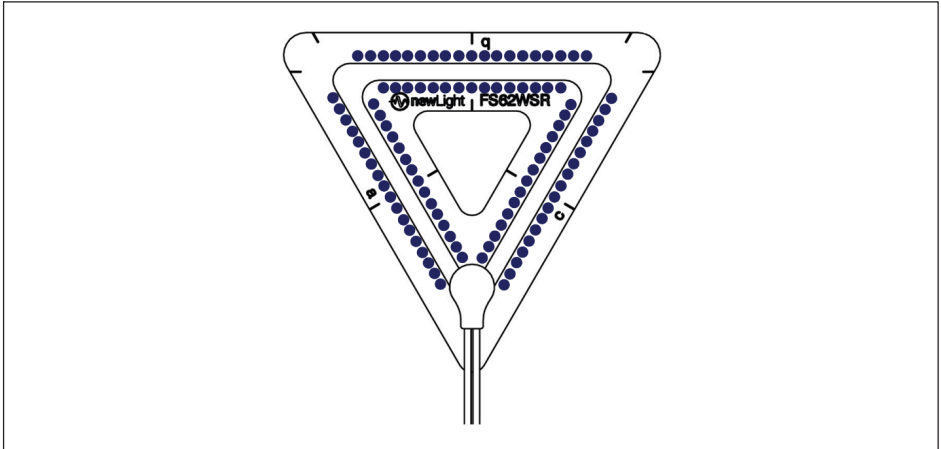


Fig. 2.23 Modèle de soudage terminé de la FS62WSR BRD.



**Conseil**

Une fois complètement soudée, la FS62WSR, dans sa version avec câble à tresse, devrait avoir environ 35 points de soudage sur la ligne extérieure (par orientation).

## 2.4 Pose et protection des câbles

Le câble capteur doit être posé en s'assurant qu'il ne pende pas et que les courbures restent dans les limites spécifiées pour le câble utilisé.

Nous recommandons d'utiliser une décharge de traction pour la fibre optique (voir Fig. 2.24). Plaquer les fibres qui dépassent contre la surface en leur faisant adopter des courbes douces et les fixer avec du ruban adhésif polyimide. Il est également possible d'utiliser de la colle (par exemple X60).

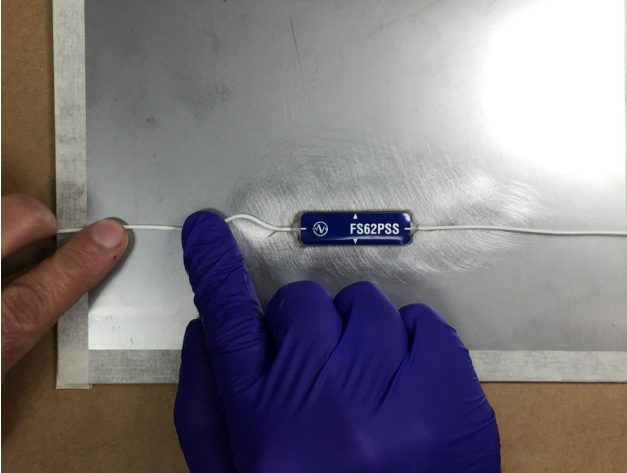


Fig. 2.24 Décharge de traction pour les fibres optiques

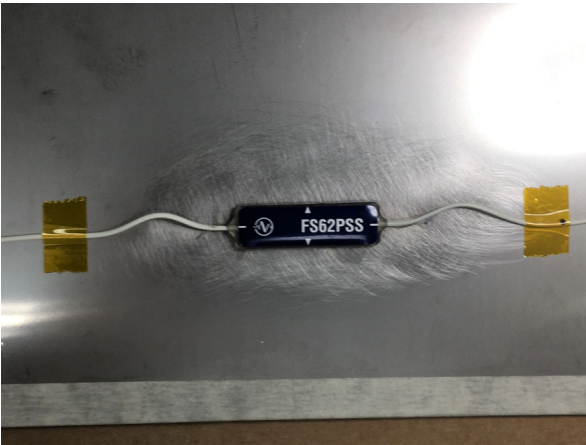


Fig. 2.25 Fixation de la décharge de traction avec du ruban

En présence de protections d'épissure, s'assurer que l'épissure est également bien fixée.

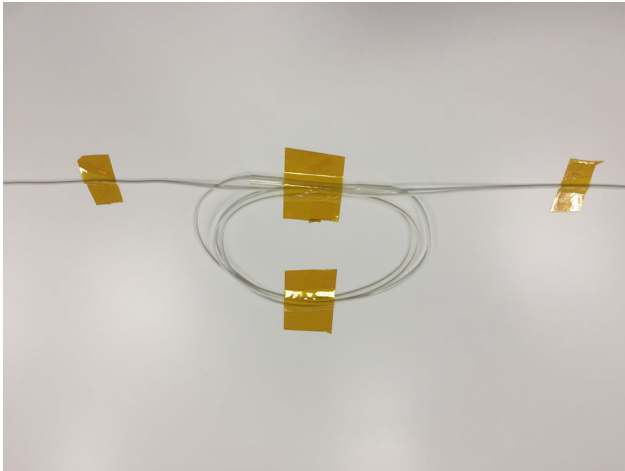


Fig. 2.26 Pose du câble à tresse

Pour les applications en extérieur, il est également conseillé de protéger les chemins de câbles contre l'humidité et les dommages mécaniques. Cela peut être réalisé en utilisant des conduits de câble ou en recouvrant les câbles sur toute leur longueur de silicone ou d'une autre pâte d'étanchéité (par exemple DP490 de 3M).



### Information

*Le câble à tresse est conçu pour les installations de laboratoire en milieux contrôlés. Il peut résister à une large plage de température, mais n'est pas entièrement protégé contre les dommages mécaniques. Si les capteurs sont utilisés dans des environnements difficiles, il est conseillé d'assurer une protection supplémentaire des câbles (en utilisant des tubes en plastique, des conduits ou en recouvrant les câbles d'un matériau protecteur).*

## 2.5 Protection du capteur

Le FS62WSS et le FS62WSR sont des capteurs conçus pour des applications en laboratoire. Ils peuvent néanmoins être utilisés dans d'autres environnements s'ils sont correctement protégés.

Les capteurs doivent être protégés contre les effets de l'humidité au moyen des produits de protection AK22 et ABM75.

Recouvrir tout d'abord généreusement tous les résidus de colle (Z70 dans ce cas) de mastic de recouvrement. Presser avec précaution le mastic vers le capteur, de tous les côtés (Fig. 2.27).

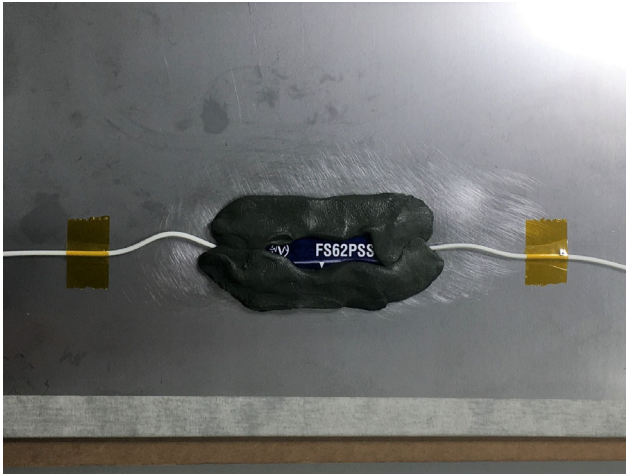


Fig. 2.27 Recouvrement des bords du capteur avec l'AK22

Toujours ajouter de l'AK22 sous les câbles pour garantir un recouvrement complet. Cela doit être effectué à côté du capteur, mais aussi au niveau de l'interface avec les couches de protection restantes (Fig. 2.28).

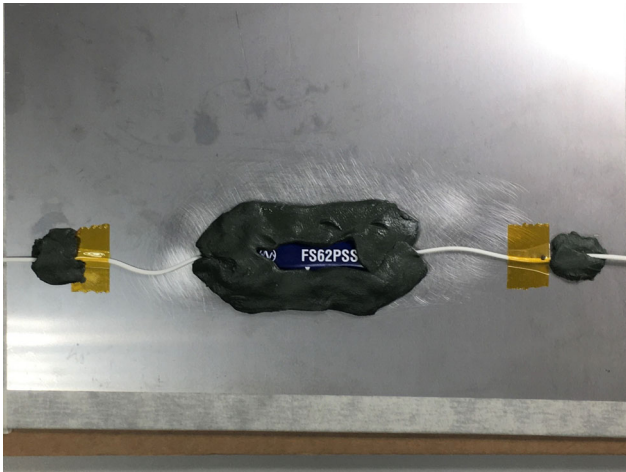
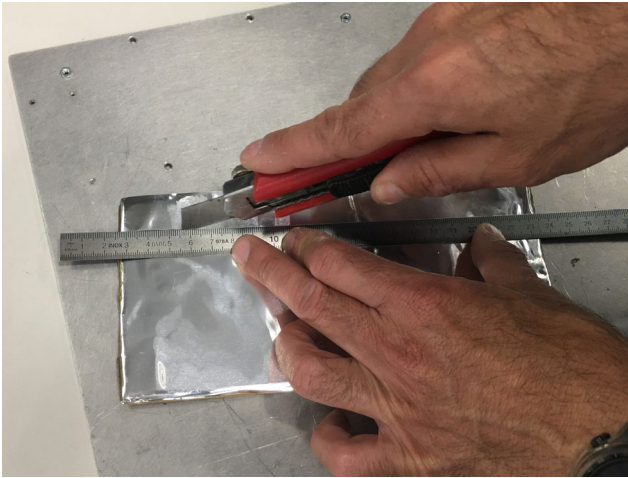


Fig. 2.28

Découper un morceau de la feuille de recouvrement ABM75 (Fig. 2.29) suffisamment grand pour couvrir toute la zone du ou des capteur(s) (un seul capteur ou plusieurs capteurs rapprochés, par ex. un FS62WSS et un FS62LTS pour la compensation thermique) et placer ce morceau sur le ou les capteur(s).



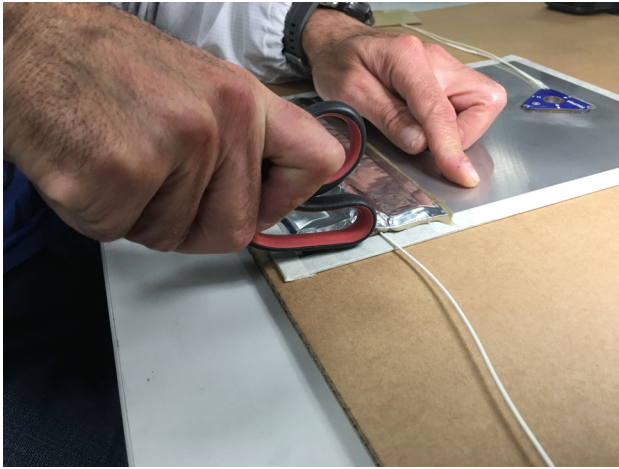
*Fig. 2.29 Découpe de l'ABM75 aux dimensions de la zone du ou des capteur(s)*

Presser la feuille de recouvrement sur ses bords avec un élément rigide pour la plaquer contre la surface de l'échantillon.

#### **Note**

*Veiller particulièrement à ne pas appliquer cette pression sur la zone du câble car cela pourrait endommager les fibres et compromettre les indications du capteur. L'étanchéification au niveau de la zone du câble doit être assurée à la main (avec les doigts).*

---



*Fig. 2.30 Application de la feuille de recouvrement ABM75*



*Fig. 2.31 Point de mesure entièrement recouvert*



## 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 le site Internet de HBK ([www.hbm.com](http://www.hbm.com)).

### 3.2 Calcul à partir des mesures

#### 3.2.1 Température

Les calculs à réaliser pour convertir une mesure de longueur d'onde en température sont indiqués sur la *Fig. 3.1*. La valeur de température mesurée par 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
- $\lambda$  est la longueur d'onde de Bragg mesurée du capteur de température en nm
- $\lambda_0$  est la longueur d'onde de Bragg du capteur de température à la température de référence en nm
- $S_0$  est la constante d'étalonnage d'ordre zéro (température de référence) en °C
- $S_1$  est la constante d'étalonnage de premier ordre en °C/nm
- $S_2$  est la constante d'étalonnage de second ordre en °C/nm<sup>2</sup>

Avec catman®, les valeurs  $\lambda_0$ ,  $S_0$ ,  $S_1$  et  $S_2$  doivent être saisies dans le menu de configuration des capteurs de température.

### 3.2.2 Déformation

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. 3.2.

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

Fig. 3.2 Variation de la longueur d'onde d'un extensomètre optique due à la contrainte et aux effets de la température

Où

- $\lambda$  est la longueur d'onde de Bragg mesurée de l'extensomètre en nm
- $\lambda_0$  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)
- $\varepsilon_{charge}$  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 au coefficient de dilatation du matériau du spécimen sur lequel l'extensomètre est fixé en  $(\mu\text{m}/\text{m})/^\circ\text{C}$
- $T - T_0$  est la différence entre la température réelle et la température à l'instant de référence 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 simple de calcul de contrainte (sans compensation thermique)

Où

- $\varepsilon$  est la contrainte mesurée en  $\mu\text{m}/\text{m}$
- $\lambda$  est la longueur d'onde de Bragg mesurée de l'extensomètre en nm
- $\lambda_0$  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. 3.4.

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

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

Où

- $\varepsilon_{charge}$  est la contrainte mécanique appliquée à la structure en  $\mu\text{m}/\text{m}$
- $\lambda$  est la longueur d'onde de Bragg mesurée de l'extensomètre en nm
- $\lambda_0$  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 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 pour la compensation 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  $^{\circ}\text{C}$

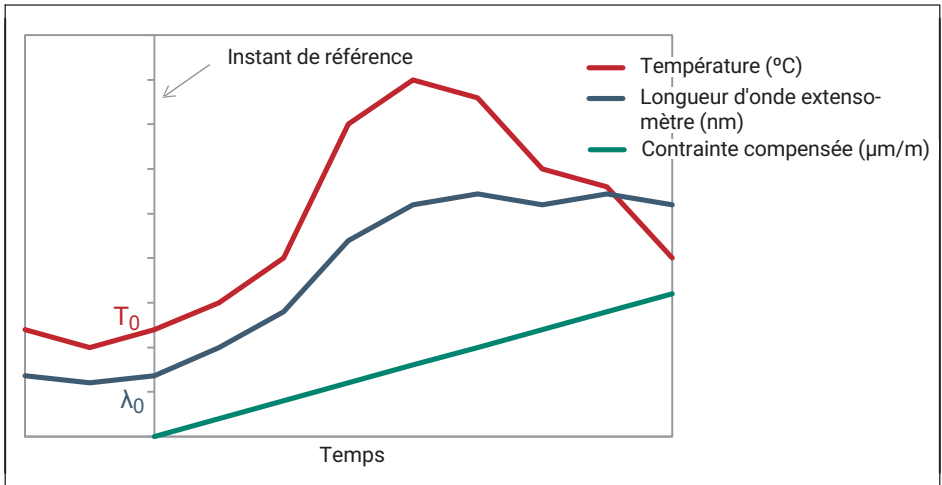


Fig. 3.5 Instant de référence pour la mesure de contrainte avec compensation thermique en cas d'utilisation d'un capteur de température pour la compensation

### 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.

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

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

Où

- $\varepsilon_{charge}$  est la contrainte mécanique appliquée à la structure en  $\mu\text{m/m}$
- $\lambda$  est la longueur d'onde de Bragg mesurée de l'extensomètre en nm
- $\lambda_0$  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)
- $\lambda_{TC}$  est la longueur d'onde de Bragg mesurée de l'élément de compensation en nm
- $\lambda_{0TC}$  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  $(\mu\text{m}/\text{m})/\text{°C}$
- $CTE$  correspond au coefficient de dilatation du matériau du spécimen sur lequel l'extensomètre est fixé en  $(\mu\text{m}/\text{m})/\text{°C}$
- $TCF$  est le facteur de compensation thermique de l'élément de compensation en  $(\mu\text{m}/\text{m})/\text{°C}$ . Pour un capteur de température non étalonné, cette 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

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  $(\mu\text{m}/\text{m})/\text{°C}$

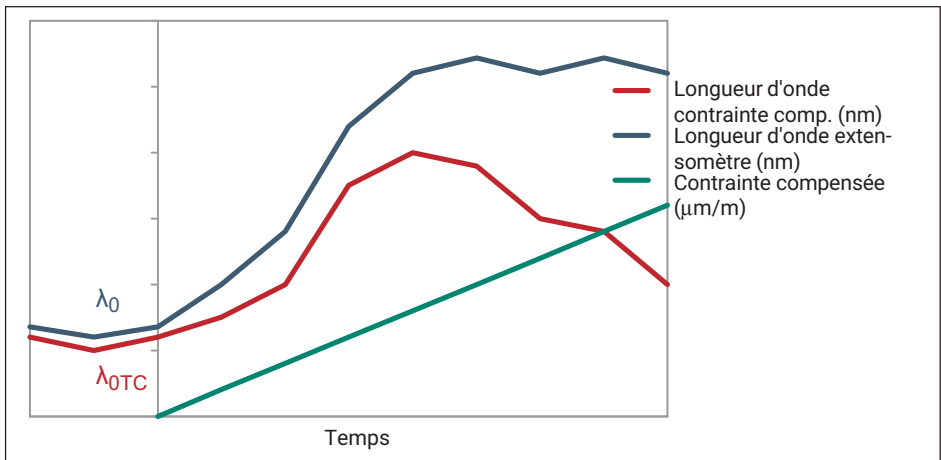


Fig. 3.8 Instant de référence pour la mesure de contrainte avec compensation thermique en cas d'utilisation d'un élément de compensation à réseau de Bragg

### 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.

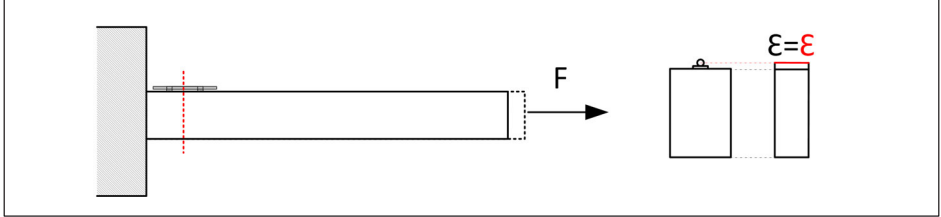


Fig. 3.9 Conainte en présence uniquement d'une déformation axiale

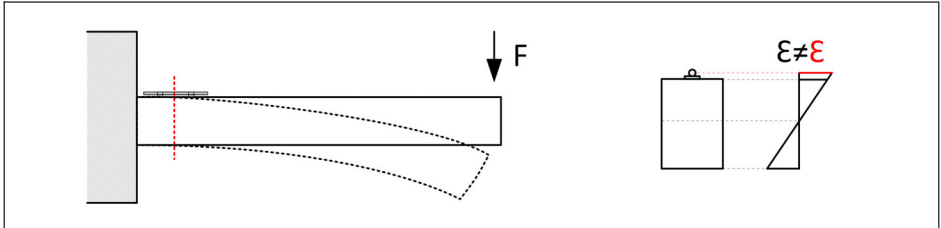


Fig. 3.10 Conainte en présence uniquement d'un moment de flexion

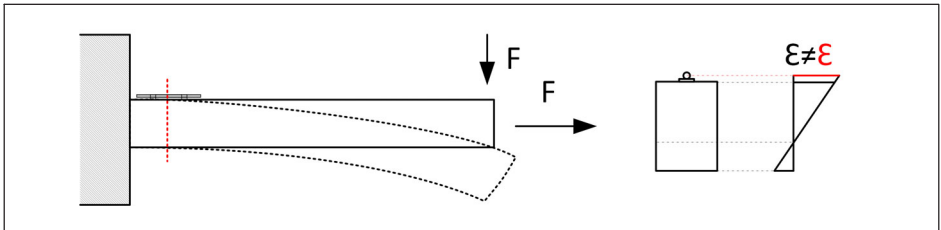


Fig. 3.11 Conainte en cas de charge axiale et de moment de flexion

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 0,25 mm ( $h_2$  sur la Fig. 3.11) pour l'extensomètre sur patch FS62PSS et pour la rosette d'extensométrie sur patch FS62PSR.

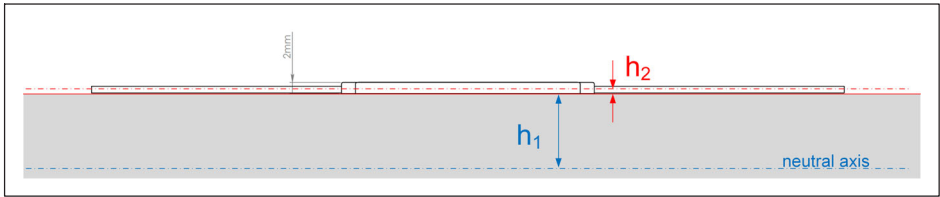


Fig. 3.12 Distance entre le réseau de Bragg et la surface de montage sur le FS62PSS

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

Où

- $\varepsilon_{surface}$  est la contrainte mécanique sur la surface de mesure en  $\mu\text{m/m}$
- $\lambda$  est la longueur d'onde de Bragg mesurée de l'extensomètre en nm
- $\lambda_0$  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 (0,225 mm pour le FS62WSS et la FS62WSR).

### Contraintes de mesure principales

Les contraintes principales pour la rosette d'extensométrie soudable FS62WSR peuvent être calculées selon l'équation suivante :

$$\sigma_{1/2} = \frac{E}{1 - \nu^2} \cdot \frac{\varepsilon_a + \varepsilon_b + \varepsilon_c}{3} \pm \frac{E}{1 + \nu} \sqrt{\left(\frac{2\varepsilon_a - \varepsilon_b - \varepsilon_c}{3}\right)^2 + \frac{1}{3} \cdot (\varepsilon_b - \varepsilon_c)^2}$$

Où :

- $\sigma_{1/2}$  sont les contraintes principales, en MPa
- $E$  est le module de Young, en GPa
- $\nu$  est le coefficient de Poisson (sans dimension)
- $\varepsilon_{a/b/c}$  sont les contraintes mesurées par la rosette dans les trois directions, en  $\mu\text{m/m}$

Les directions principales sont les directions dans lesquelles les contraintes principales  $\sigma_1$  et  $\sigma_2$  apparaissent conformément au calcul effectué à l'aide de l'équation ci-dessus. Les directions des contraintes principales sont définies par l'angle  $\varphi$  qui se réfère aux directions de mesure de la rosette, qui peuvent être déterminées à l'aide de relations géométriques à partir des contraintes  $\varepsilon_a$ ,  $\varepsilon_b$  et  $\varepsilon_c$  mesurées à l'aide de la rosette.

Le but du traitement suivant est de fournir à l'ingénieur une méthode pratique et fiable. Les aspects théoriques du cercle de Mohr, qui constitue la base de ce traitement, sont décrits dans la littérature générale.

Il s'agit tout d'abord de calculer une tangente d'un angle auxiliaire  $\psi$  :

$$\tan \psi = \frac{\sqrt{3} \cdot (\varepsilon_b - \varepsilon_c)}{2\varepsilon_a - \varepsilon_b - \varepsilon_c}$$

En considérant les signaux du numérateur et du dénominateur, l'angle  $\varphi$  doit être déterminé selon le schéma suivant :

		Numérateur $\sqrt{3} \cdot (\varepsilon_b - \varepsilon_c)$	
		Négatif	Positif
Dénominateur $2\varepsilon_a - \varepsilon_b - \varepsilon_c$	Positif	$\varphi = \frac{1}{2} \cdot (180^\circ -  \psi )$	$\varphi = \frac{1}{2} \cdot (0^\circ +  \psi )$
	Négatif	$\varphi = \frac{1}{2} \cdot (180^\circ +  \psi )$	$\varphi = \frac{1}{2} \cdot (360^\circ -  \psi )$

L'angle  $\varphi$  déterminé de cette manière doit être appliqué à partir de l'axe de la position de mesure de référence dans la direction qui est positive mathématiquement (sens anti-horaire). L'axe de la direction de mesure "a" représente un côté de l'angle  $\varphi$ . L'autre côté correspond à la première direction principale. Il s'agit de la direction de la contrainte principale  $\sigma_1$  (identique à la direction de la contrainte principale  $\varepsilon_1$ ). L'extrémité de l'angle se situe à l'intersection entre les axes perpendiculaires aux directions de mesure. La seconde direction principale (direction de la contrainte principale  $\sigma_2$ ) présente l'angle  $\varphi + 90^\circ$ .



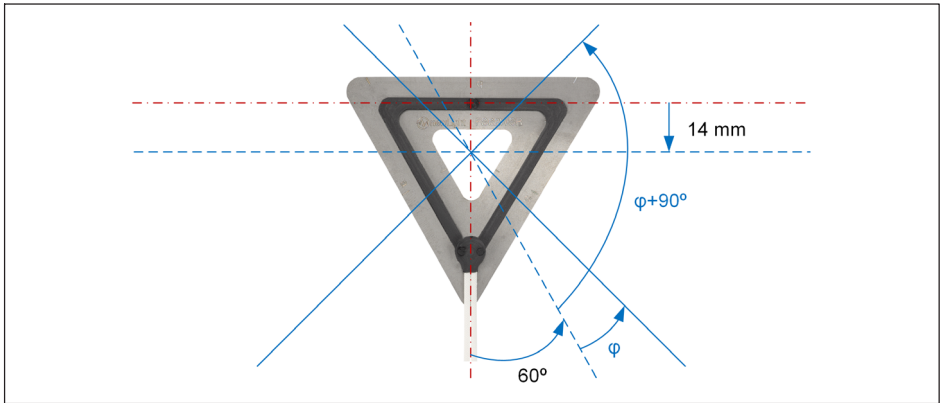


Fig. 3.14 Directions des contraintes principales

