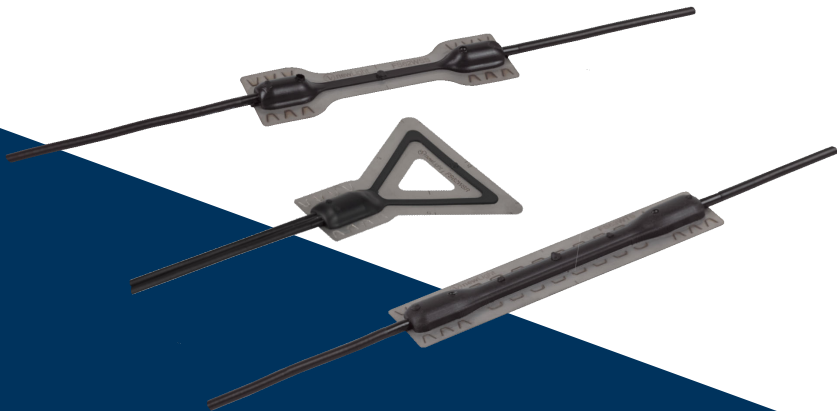


FRANÇAIS

Notice de montage



FS62WSS, FS62WSR, FS63WTS

Extensomètre, rosette d'extensométrie et
capteur de température soudables

HBK FiberSensing, S.A.
Via José Régio, 256
4485-860 Vilar do Pinheiro
Portugal
Tel. +351 229 613 010
Fax +351 229 613 020
info.fs@hbkworld.com
www.hbkworld.com

Mat.:
DVS: A05161 03 F00 00
02.2025

© 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
1.1	Considérations environnementales	5
1.1.1	Élimination de l'emballage	5
1.2	Marquage utilisé dans le présent document	7
2	Installation du capteur	9
2.1	Remarques préliminaires	9
2.2	Liste de matériel	9
2.3	Installation du FS62WSS	10
2.3.1	Préparation de la surface d'installation	10
2.3.2	Marquage du point de mesure	14
2.3.3	Positionnement du capteur	15
2.3.4	Procédure de soudage	16
2.4	Installation de la FS62WSR	23
2.4.1	Préparation de la surface d'installation	23
2.4.2	Marquage du point de mesure	23
2.4.3	Positionnement du capteur	24
2.4.4	Procédure de soudage	25
2.5	Installation du FS63WTS	29
2.5.1	Préparation de la surface d'installation	29
2.5.2	Marquage du point de mesure	29
2.5.3	Positionnement du capteur	29
2.5.4	Procédure de soudage	30
2.6	Pose et protection des câbles	32
2.7	Protection du capteur	33
3	Configuration du capteur	35
3.1	Documentation relative aux capteurs	35
3.2	Calcul à partir des mesures	35
3.2.1	Température	35
3.2.2	Déformation	37
4	Maintenance du capteur	45
4.1	Capteur	45
4.1.1	Extensomètre	45
4.1.2	Capteur de température	45
4.2	Câbles	45
4.3	Connecteurs	46

1 GÉNÉRALITÉS

La présente notice se rapporte à la procédure d'installation des extensomètres soudables FS62WSS, de la rosette d'extensométrie soudable FS62WSR et des capteurs de température soudables FS63WTS.

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

Numéros de commande

Extensomètres	Rosettes d'extensométrie	Capteurs de température
K-FS62WSS	K-FS62WSR	K-FS63WTS
1-FS62WSS-ARM/1510	1-FS62WSR-ARM/3505	1-FS63WTS-ARM/1515
1-FS62WSS-ARM/1520	1-FS62WSR-ARM/3520	1-FS63WTS-ARM/1525
1-FS62WSS-ARM/1530	1-FS62WSR-ARM/3535	1-FS63WTS-ARM/1535
1-FS62WSS-ARM/1540	1-FS62WSR-ARM/3550	1-FS63WTS-ARM/1545
1-FS62WSS-ARM/1550	1-FS62WSR-ARM/3565	1-FS63WTS-ARM/1555
1-FS62WSS-ARM/1560	1-FS62WSR-ARM/3580	1-FS63WTS-ARM/1565
1-FS62WSS-ARM/1570		1-FS63WTS-ARM/1575
1-FS62WSS-ARM/1580		1-FS63WTS-ARM/1585
1-FS62WSS-ARM/1590		1-FS63WTS-ARM/1595

Réseaux de capteurs ¹⁾	
K-FS76ARD	K-FS76ARM

¹⁾ Seuls les FS62WSS et FS63WTS comportent des réseaux de capteurs. Pour les réseaux de capteurs comprenant des rosettes d'extensométrie FS62WSR, contacter HBK FiberSensing.

Information

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

1.1 Considérations environnementales

1.1.1 Élimination de l'emballage

L'emballage de cet équipement a été conçu pour le protéger d'un endommagement quelconque pendant son transport et son stockage. Il a aussi été fabriqué à partir de matériaux recyclables ou réutilisables, conformément à la réglementation UE en matière de gestion des déchets, afin de réduire au minimum son impact sur l'environnement.

Si vous prévoyez de changer l'appareil d'endroit, il est conseillé de conserver l'emballage en vue d'une réutilisation ultérieure. Ceci permet de disposer d'une protection adéquate pour le transport, tout en réduisant la quantité de déchets produite.

Une inscription sur les cartons d'emballage indique les matériaux utilisés pour l'emballage concerné.



Fig. 1.1 Exemple d'inscription sur l'emballage

Veuillez suivre les instructions ci-dessous pour éliminer l'emballage de manière appropriée et responsable, et contribuer à la préservation de notre planète. Merci !

Pour éliminer l'emballage :

- Retirer les étiquettes, produits de collage, clous, agrafes ou capuchons qui ne sont pas constitués du même matériau.
- Rincer l'emballage à l'eau pour enlever tout résidu ou saleté.
- Aplatir ou plier l'emballage pour réduire son volume et gagner de la place (sauf pour le verre qui ne doit pas être brisé).
- Trier l'emballage par matériau et le mettre dans le bac ou sac de recyclage correspondant.

En papier et en matière plastique pour la plupart, nos emballages sont destinés à être réutilisés ou recyclés, mais ils ne sont pas appropriés au conditionnement de denrées alimentaires. Veuillez consulter le chapitre « Pictogrammes sur emballages » pour obtenir des informations supplémentaires sur les matériaux d'emballage utilisés par HBK FiberSensing et inscrits sur les emballages de tout produit livré aux clients.

Pictogrammes sur emballages

Les matériaux d'emballage sont munis du pictogramme correspondant, à titre d'aide.



Ne convient pas aux denrées alimentaires



Recyclable

Les pictogrammes de recyclage des différents matériaux comportent des nombres et des caractères alphabétiques identifiant le type de matériau. Par exemple, le PET (polyéthylène téréphthalate) est désigné par le nombre 1 et le PE-HD (polyéthylène haute densité) par le nombre 2. Pour le papier (PAP), 20 correspond au carton ondulé et 22 au papier tel que celui utilisé pour les journaux, les livres...

PLASTICS													
BATTERIES													
PAPER													
METALS													
ORGANIC													
GLASS													
COMPOSITES													

Fig. 1.2 Pictogrammes de recyclage

Matières plastiques

Les emballages en matière plastique sont généralement des sachets, des films, des plateaux, des blisters ou des conteneurs.

Piles

Les piles ne font pas partie de l'emballage, mais elles peuvent être incluses dans l'équipement ou ses accessoires. Les capteurs HBK FiberSensing ne comportent pas de piles.

Papier

Les emballages en papier sont généralement des boîtes, des cartons, des enveloppes ou des étiquettes.

Métaux

Les emballages en métal sont généralement des canettes, des feuilles, des bouchons ou des fils.

Matériaux organiques

Les matériaux d'emballage organiques, tels que le bois, le liège ou le coton, sont constitués de matières naturelles ou biodégradables qui peuvent être compostées ou réutilisées.

Verre

Les bouteilles, les bocaux et les flacons sont des emballages en verre.

Matériaux composites

Les matériaux d'emballage composites sont constitués de couches de différents matériaux, tels que du papier, des matières plastiques et de l'aluminium. Ils sont munis d'un pictogramme de recyclage et d'un caractère alphabétique indiquant la composition de l'emballage. Exemple : PAP pour le papier et la matière plastique, ALU pour l'aluminium.

1.2 Marquage utilisé dans le présent document

Les instructions importantes pour votre sécurité sont repérées de façon spécifique. Il est impératif de suivre ces instructions pour éviter les accidents et les dommages matériels.

Symbole	Signification
 ATTENTION	Ce marquage signale un risque <i>potentiel</i> qui, si les dispositions relatives à la sécurité ne sont pas respectées, <i>peut avoir</i> pour conséquence des blessures corporelles de gravité minime ou moyenne.
 Note	Ce marquage attire votre attention sur une situation qui, si les dispositions relatives à la sécurité ne sont pas respectées, <i>peut entraîner</i> des dégâts matériels.
 Important	Ce marquage attire votre attention sur des informations <i>importantes</i> concernant le produit ou sa manipulation.
 Conseil	Ce marquage signale des conseils d'application ou autres informations utiles.

Symbole	Signification
 Information	Ce marquage attire votre attention sur des informations concernant le produit ou sa manipulation.
<i>Mise en valeur</i> <i>Voir ...</i>	L'écriture en italique est utilisée pour mettre en valeur le texte et identifier des références à des sections, diagrammes ou à des documents et fichiers externes.
	Ce marquage indique une action dans une procédure.

2 INSTALLATION DU CAPTEUR

2.1 Remarques préliminaires

Lors du montage de capteurs FS62WSS, FS62WSR et FS63WTS, tenir compte de ce qui suit :

- Manipuler avec précaution.
Il s'agit de capteurs de précision, leur précision dépendant fortement d'un montage correct.
- Ne pas surcharger les capteurs.
- Éviter les forces transverses ou les moments.
- Manipuler les câbles avec précaution préalablement à la fixation pour éviter tout endommagement. Ne pas tenir le capteur par les câbles.
- Utiliser les outils et les machines adéquats pour souder correctement le capteur.
La lecture d'extensomètres mal soudés n'est pas correcte.

Note

Les capteurs FS62WSS, FS62WSR et FS63WTS sont des éléments sensibles de précision à manipuler avec précaution. Un choc ou une chute risque de provoquer un endommagement irréversible des capteurs. S'assurer qu'une surcharge des capteurs n'est pas possible, également au cours du montage de ces derniers.

2.2 Liste de matériel

Matériel fourni

FS62WSS	FS62WSR	FS63WTS
Capteur Attaches de câble soudables Échantillon(s) de plaque soudable	Rosette Attaches de câble soudables Échantillon(s) de plaque soudable	Capteur Attaches de câble soudables 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

2.3 Installation du FS62WSS



Fig. 2.1 Extensomètre soudable FS62WSS

2.3.1 Préparation de la surface d'installation

Retirer toute peinture et rouille de la surface d'installation jusqu'à atteindre un matériau soudable (Fig. 2.2). 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. 2.2 Ébavurage de la surface



Conseil

Utiliser la plaque factice pour définir la zone à préparer.



Fig. 2.3 Surface non plane et rouillée ne permettant pas le soudage du capteur



Fig. 2.4 Ponçage de la surface



Fig. 2.5 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. 2.6 et Fig. 2.7).



Fig. 2.6 Utilisation du nettoyant RMS1 et de morceaux de non-tissé



Fig. 2.7 Nettoyage de la surface

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

2.3.2 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.

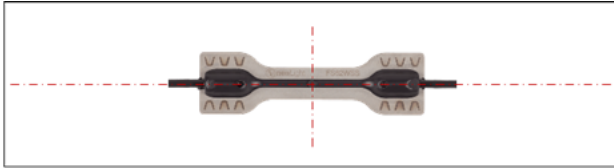


Fig. 2.8 Marquages d'alignement du capteur



Conseil

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

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. 2.8 et Fig. 2.9.



Fig. 2.9 Marquage de la position du capteur

2.3.3 Positionnement du capteur

Préparer quatre morceaux d'un ruban adhésif approprié (par exemple, du ruban de masquage) : deux suffisamment longs pour fixer les câbles et deux pour fixer le capteur sur sa longueur.



Fig. 2.10 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. 2.11).



Fig. 2.11 Premier alignement

Utiliser les plus grands morceaux de ruban adhésif pour fixer le capteur, sur son côté le plus long, en utilisant les plus grandes zones de décharge de traction du câble. 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.

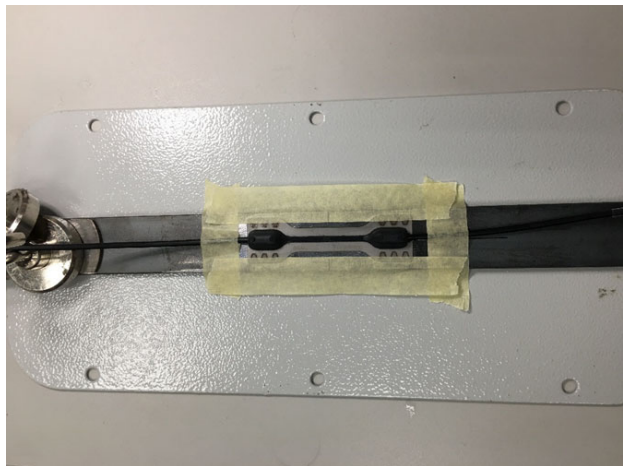


Fig. 2.12 Soigneuse fixation du capteur pour assurer un bon processus de soudage

2.3.4 Procédure de soudage

HBK FiberSensing recommande d'utiliser un modèle semblable au c33 de VBS Fuegetechnik.



Fig. 2.13 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.

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. 2.14.



Fig. 2.14 Confirmation que les paramètres de soudage sont corrects



Conseil

Les paramètres courants sont normalement réalisés à une tension comprise entre 40 V et 60 V.

Il est recommandé de couper l'extrémité de l'électrode bien plate, avec un diamètre d'environ 1 mm (Fig. 2.15).



Fig. 2.15 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. 2.16) en tenant le pistolet d'une main et en appuyant avec force sur le pistolet avec le talon de l'autre main.



Fig. 2.16 Position de soudage correcte

Soudage du capteur

L'extensomètre soudable doit être soigneusement soudé à la structure le long de la zone centrale où se situe le réseau de Bragg détecteur. Sur son câble en aramide ou blindé en option, le FS62WSS est doté d'un ancrage aux extrémités, permettant sa fixation à la structure, tout en fournissant une décharge de traction si une telle traction devait être exercée sur les câbles.

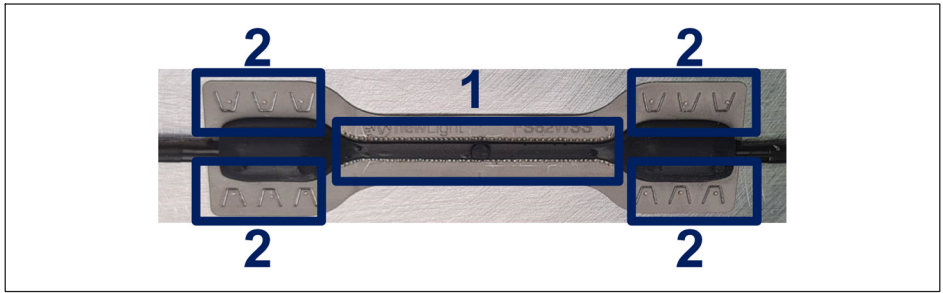


Fig. 2.17 Zones de soudage du FS62WSS

- 1 Zone de soudage de transfert de contrainte capteur
- 2 Zone de soudage de décharge de traction du câble

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. 2.18.

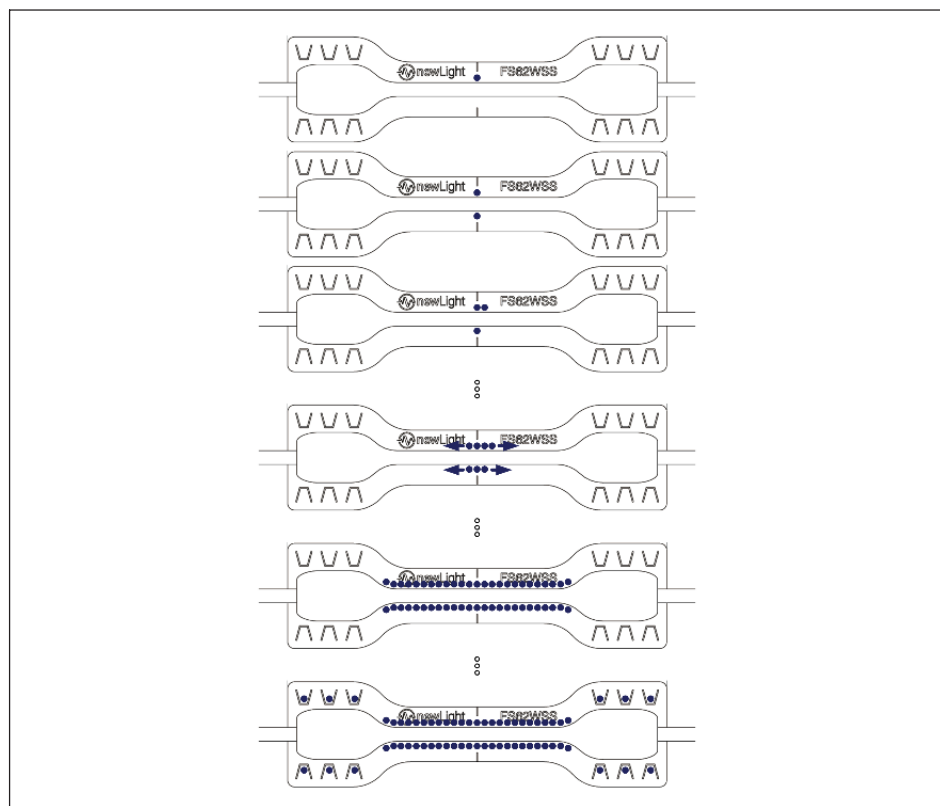


Fig. 2.18 Procédure de soudage du FS62WSS

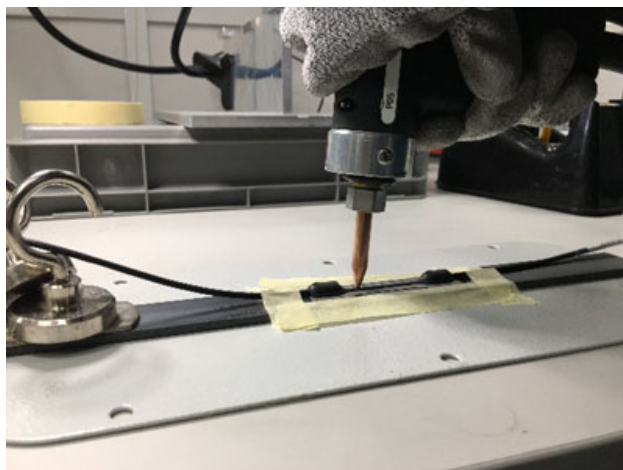


Fig. 2.19 Soudage du capteur



Conseil

Une fois complètement soudé, le FS62WSS, dans sa version avec câble aramide ou armé, devrait avoir environ 31 points de soudage par ligne.

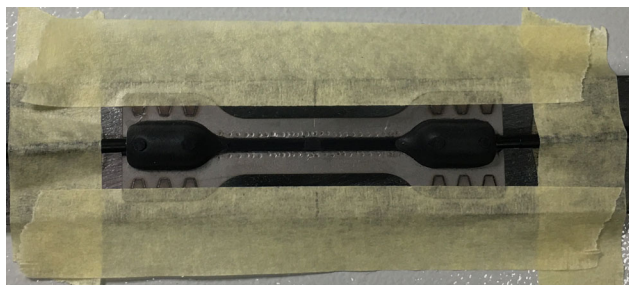


Fig. 2.20 Soudage terminé

Retirer les morceaux de ruban adhésif et fixer les câbles à fibre optique avec les clips en acier fournis (voir Fig. 2.21).



Fig. 2.21 Capteur soudé avec clips en acier

2.4 Installation de la FS62WSR

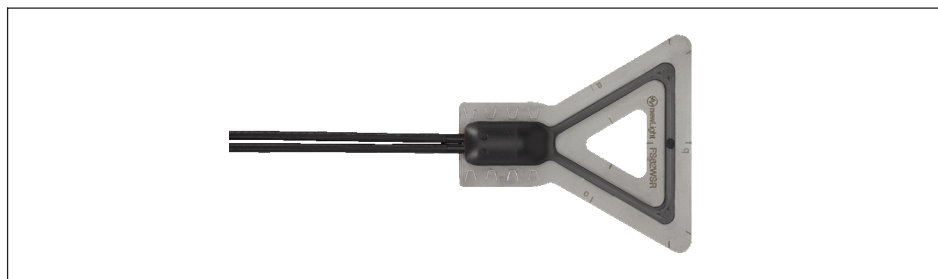


Fig. 2.22 Rosette d'extensométrie soudable FS62WSR

2.4.1 Préparation de la surface d'installation

Procéder au nettoyage de la surface comme décrit au *paragraphe 2.3.1 "Préparation de la surface d'installation"*, page 10, en utilisant la plaque factice comme référence pour définir la zone qui doit être nettoyée.

2.4.2 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. 2.23.

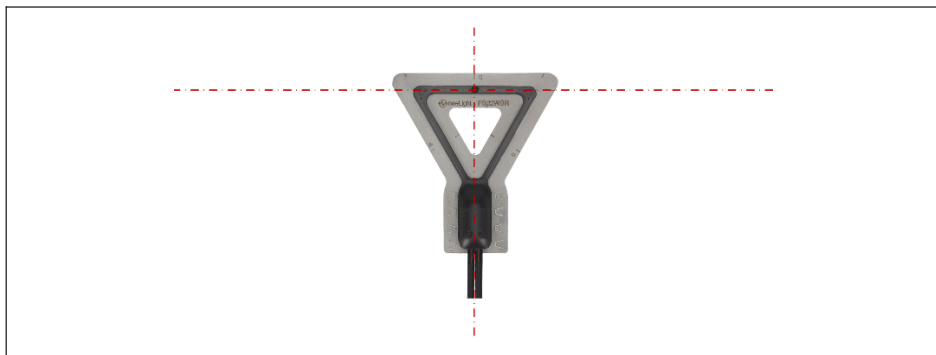


Fig. 2.23 Marquages d'alignement de la rosette

2.4.3 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. 2.24 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. 2.25 FS62WSR alignée et fixée avec du ruban adhésif

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.

2.4.4 Procédure de soudage

Test des paramètres de soudage

Commencer par tester les paramètres de soudage en suivant la procédure décrite au paragraphe 2.3.4 "Procédure de soudage", page 16.

Soudage de la rosette

La rosette d'extensométrie soudable doit être soigneusement soudée à la structure le long des trois axes de mesure où se situent les réseaux de Bragg détecteurs. Sur son câble en aramide ou blindé en option, la FS62WSR est dotée d'un ancrage du câble à la sortie de ce dernier, permettant sa fixation à la structure, tout en fournissant une décharge de traction si une telle traction devait être exercée sur les câbles.

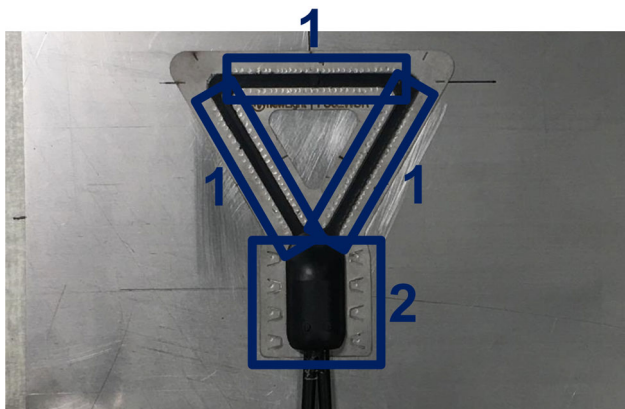


Fig. 2.26 Zones de soudage du FS62WSR

- 1 Zone de soudage de transfert de contrainte capteur
- 2 Zone de soudage de décharge de traction du câble

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. 2.27. Répéter l'opération pour les autres directions de mesure (Fig. 2.28). Ensuite, procéder au soudage des points de décharge de tension (Fig. 2.29).

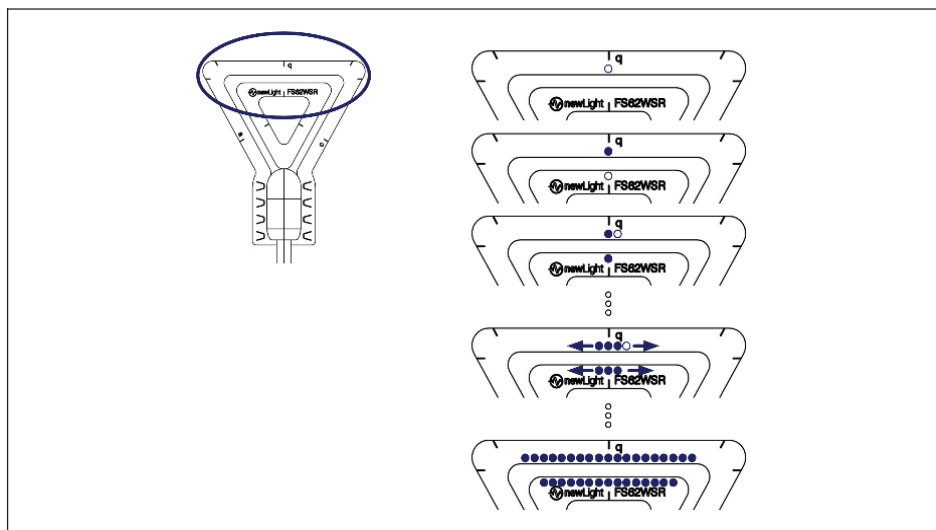


Fig. 2.27 FS62WSR - parcours de soudage 1

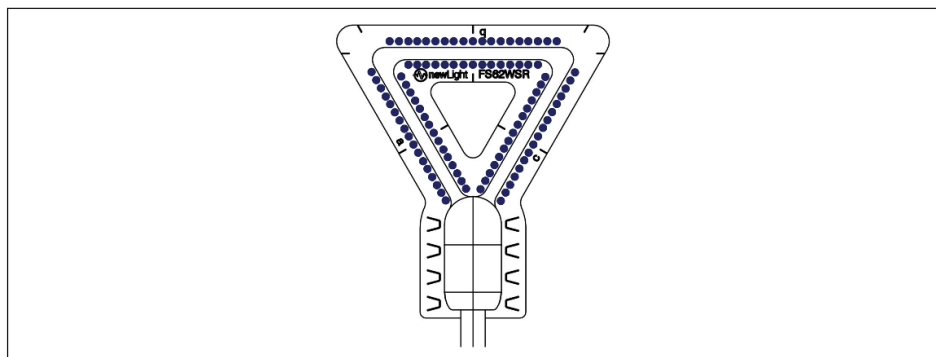


Fig. 2.28 FS62WSR - parcours de soudage 2

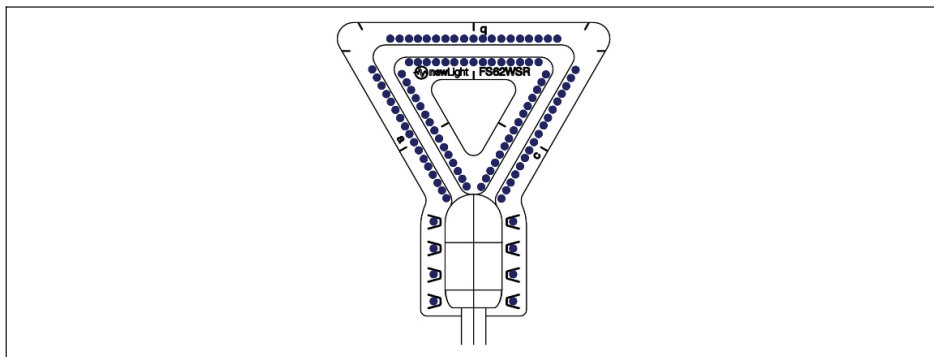


Fig. 2.29 FS62WSR - parcours de soudage 3



Conseil

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



Fig. 2.30 Procédure de soudage de la FS62WSR

Enfin, fixer les câbles à fibre optique avec les clips en acier fournis (Fig. 2.31).



Fig. 2.31 FS62WSR avec clips en acier

2.5 Installation du FS63WTS

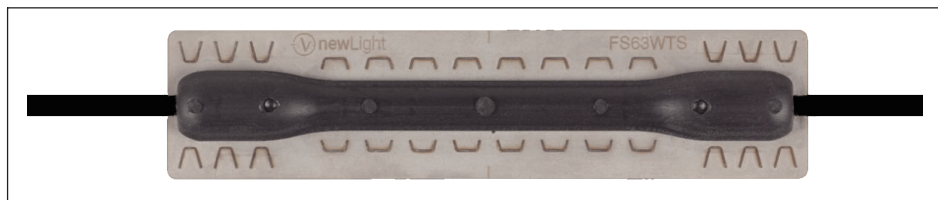


Fig. 2.32 Capteur de température soudable FS63WTS

2.5.1 Préparation de la surface d'installation

Pour installer le capteur de température soudable FS63WTS, la surface doit être propre et exempte d'irrégularités. Suivre les procédures décrites au *paragraphe 2.3.1 "Préparation de la surface d'installation", page 10.*

2.5.2 Marquage du point de mesure

Suivre les procédures décrites au *paragraphe 2.3.2 "Marquage du point de mesure", page 14.*

2.5.3 Positionnement du capteur

Suivre les procédures décrites au *paragraphe 2.3.3 "Positionnement du capteur", page 15.*

2.5.4 Procédure de soudage

Test des paramètres de soudage

Commencer par tester les réglages de soudage en suivant la procédure décrite au paragraphe 2.3.4 "Procédure de soudage", page 16.

Soudage du capteur

Le capteur de température soudable n'a pas besoin d'être entièrement soudé, car l'ajout d'une contrainte au corps du capteur n'est pas nécessaire. Tout le long du corps du capteur et aux extrémités, ce dernier est doté de points de décharge en traction.

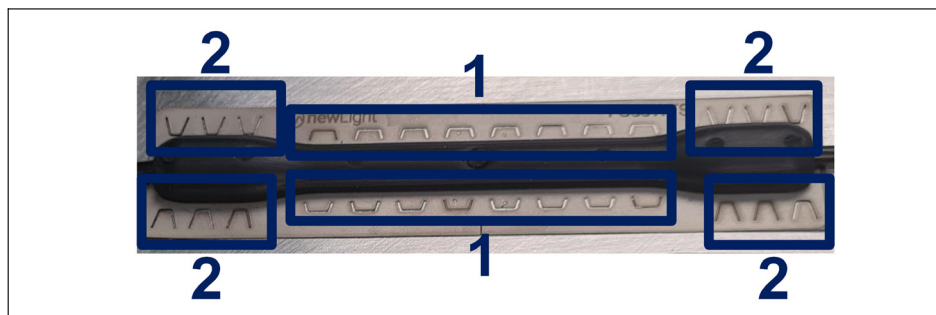


Fig. 2.33 Zones de soudage du FS63CTS

- 1 Zone de soudage de décharge de traction du corps du capteur
- 2 Zone de soudage de décharge de traction du câble

La séquence de soudage doit être réalisée du centre vers l'extérieur des capteurs au niveau des languettes de décharge de traction.

Suivre le parcours illustré sur la Fig. 2.23. Lorsque le capteur est soudé sur toute sa longueur des deux côtés, procéder au soudage des points de décharge de traction des câbles.

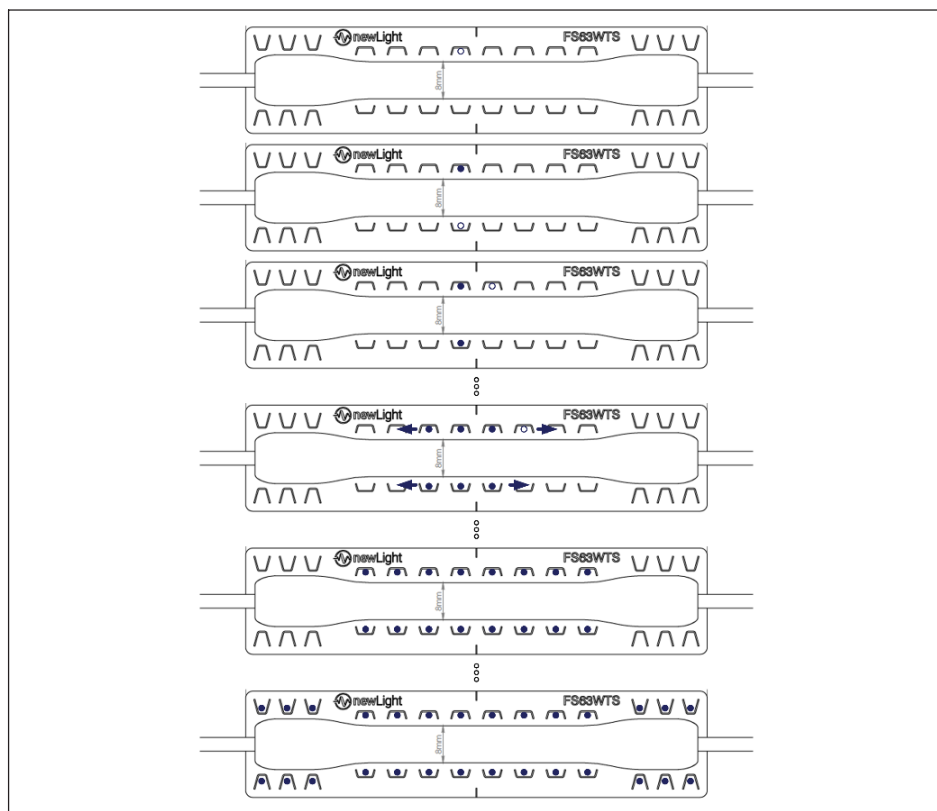


Fig. 2.34 Parcours de soudage du FS63WTS

Après le soudage, fixer les câbles à fibre optique avec les clips en acier fournis (voir Fig. 2.21, page 23), puis procéder à la pose et à la protection des câbles.

2.6 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. Le câble doit être fixé à l'aide d'attaches ou d'un ruban adhésif solide, par exemple (Fig. 2.35). En présence de protections d'épissure, s'assurer que les épissures sont également bien fixées.



Fig. 2.35 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'interrogeur (Fig. 2.36).



Fig. 2.36 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. 2.37).



Fig. 2.37 Boîtiers de protection pour l'excédent de câble et les connexions

2.7 Protection du capteur

Les capteurs FS62WSS, FS62WSR et FS63WTS sont des capteurs robustes fabriqués en acier inoxydable. La surface de la structure et les points de soudage sont néanmoins des zones sensibles où une corrosion est susceptible de se produire. Il est donc conseillé de protéger davantage les zones du capteur et la zone ébavurée de l'humidité.

À titre de protection, nous recommandons la colle mastic HBK AK22 (Fig. 2.38) et/ou ABM75 (Fig. 2.39).



Fig. 2.38 Capteur protégé avec de l'AK22



Fig. 2.39 Capteur protégé avec de l'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 le site Internet de HBK (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
- λ est la longueur d'onde de Bragg mesurée du capteur de température en nm
- λ_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/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.

Mesure avec correction de l'effet de distance

En cas de mesure avec des interrogateurs axés sur un laser à balayage, tels que le BraggMETER de HBK FiberSensing, la longueur de câble entre l'interrogateur et le capteur altère la mesure des signaux réfléchis. Cette erreur de distance est importante pour les capteurs axés sur des valeurs absolues de longueur d'ondes, tels que les capteurs de température.

Le laser à balayage émet une longueur d'ondes qui varie dans le temps. La méthode pour mesurer la longueur d'ondes réfléchie par le capteur à réseau de Bragg consiste à identifier la longueur d'ondes émise à la détection du pic réfléchi par le réseau de Bragg. Lorsque la vitesse d'échantillonnage augmente, le retard dû à la distance que la lumière parcourt dans les deux sens augmente également, ce qui rend la longueur d'ondes absolue mesurée moins précise. Le même effet se produit, lorsque les distances augmentent.

L'effet lié à la longueur de câble se manifeste sous forme d'une dérive constante dans la mesure de longueur d'ondes dépendant de la vitesse d'échantillonnage du module optique et de la distance entre le capteur et l'interrogateur. La dérive dans la longueur d'ondes mesurée est négligeable pour les faibles vitesses d'échantillonnage ou les courtes distances, mais devient significative pour les vitesses d'échantillonnage élevées ou les longues distances.

$$\Delta\lambda_{error} = \frac{d \cdot 2 \cdot n \cdot RepRate \cdot FullRange}{SweepDirection \cdot DutyCycle \cdot c}$$

Fig. 3.2 Dérive de la longueur d'ondes due à la vitesse de balayage du laser

Où :

- $\Delta\lambda_{error}$ est "l'erreur" de longueur d'ondes, en nm ;
- d est la distance (en m) entre le capteur et l'interrogateur ;
- n est l'indice de réfraction de la fibre (1.446 pour une fibre SMF28 standard) ;
- $RepRate$ est la vitesse d'échantillonnage effective du module optique (pour les interrogateurs BraggMETER à la vitesse d'échantillonnage sélectionnée en éch/s) ;
- $FullRange$ est la longueur de la plage de longueurs d'ondes mesurées (102 nm pour les interrogateurs BraggMETER) ;
- $SweepDirection$ est le signal du sens de balayage : 1 pour un balayage de la longueur d'ondes la plus faible vers la longueur d'ondes la plus élevée et -1 pour un balayage de la longueur d'ondes la plus élevée à la plus faible ;
- $DutyCycle$ est la section de balayage du cycle sans retour.
- c est la vitesse de la lumière (3x10⁸ m/s).

Le calcul d'une dérive en température fixe causée par la distance est possible :

$$T_{error} = S_2 \times \Delta\lambda_{error}^2 + \Delta\lambda_{error}$$

Ainsi que son application à la formule d'étalonnage en vue d'une correction :

$$T = S_2(\lambda - \lambda_0)^2 + S_1(\lambda - \lambda_0) + S_0 - T_{error}$$

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. 3.3.

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

Fig. 3.3 Variation de la longueur d'onde d'un extensomètre optique 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 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. 3.4.

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

Fig. 3.4 Formule simple de calcul de contrainte (sans compensation thermique)

Où

- ε est la contrainte mesurée 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. 3.5.

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

Fig. 3.5 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 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 $^{\circ}\text{C}$

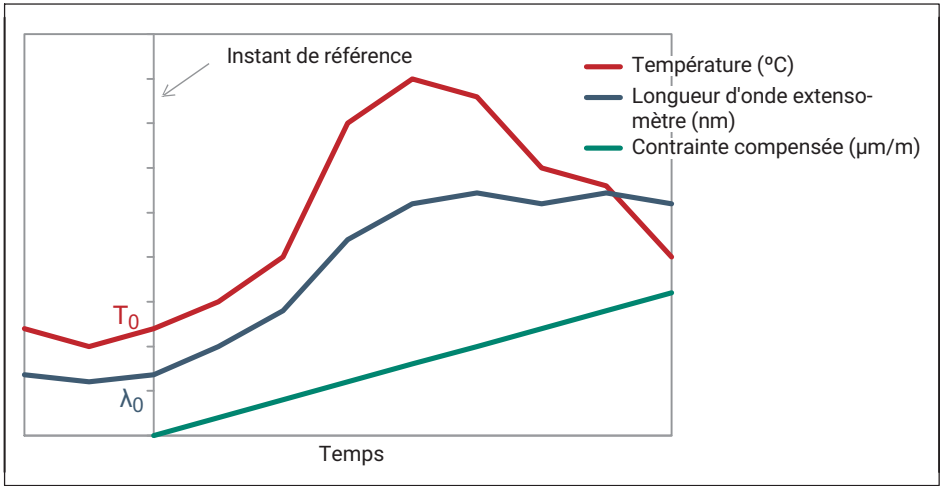


Fig. 3.6 Instant de référence pour la mesure de contrainte avec compensation thermique en cas d'utilisation d'un capteur de température pour la compensation

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. 3.7.

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

Fig. 3.7 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 $\mu\text{m/m}$
- 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 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, 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. 3.8.

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

Fig. 3.8 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 $(\mu\text{m}/\text{m})/^{\circ}\text{C}$

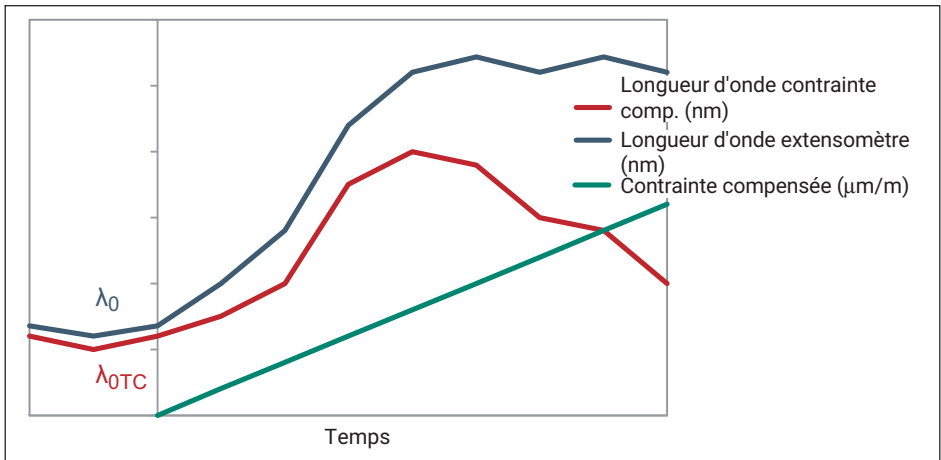


Fig. 3.9 Instant de référence pour la mesure de contrainte avec compensation thermique en cas d'utilisation d'un élément de compensation à réseau de Bragg

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.

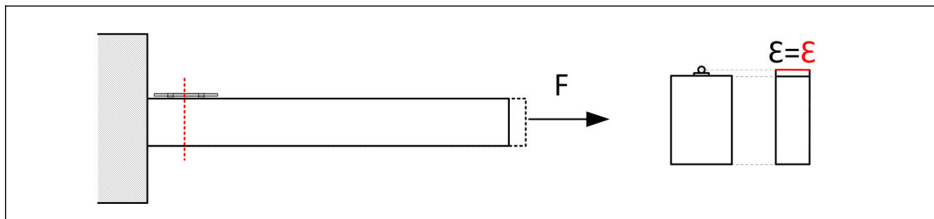


Fig. 3.10 Contrainte en présence uniquement d'une déformation axiale

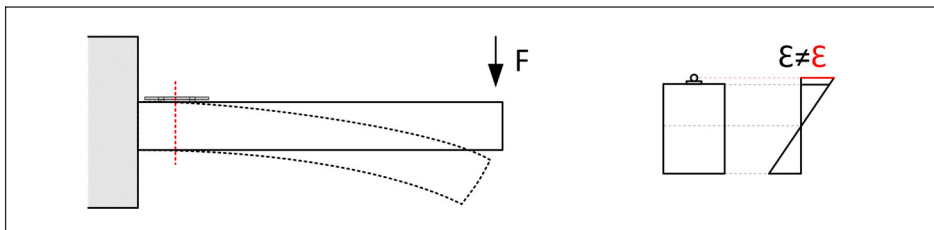


Fig. 3.11 Contrainte en présence uniquement d'un moment de flexion

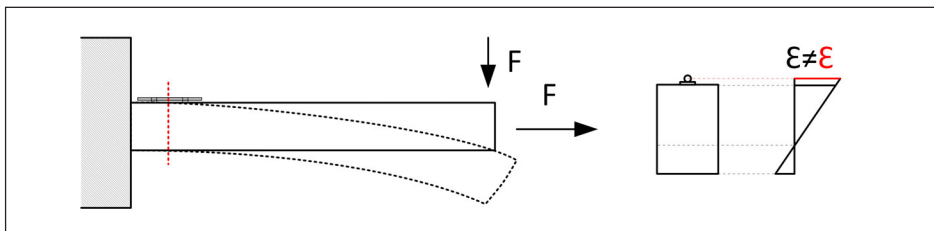


Fig. 3.12 Contrainte en cas de charge axiale et de moment de flexion

Cela devient très important lorsque la distance entre l'élément sensible du capteur et la surface de fixation n'est pas négligeable, ou si le spécimen est très fin. Cette distance est de 0,25 mm (h_2 sur la Fig. 3.12) pour l'extensomètre soudable FS62WSS et pour la rosette d'extensométrie soudable FS62WSR.

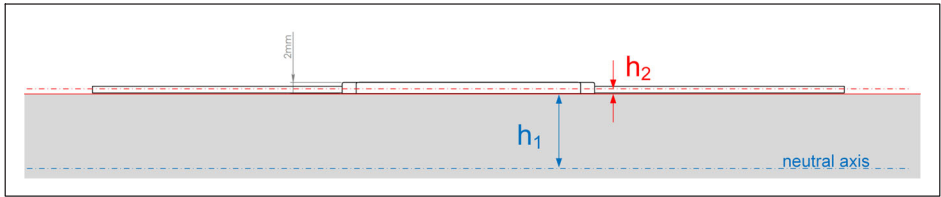


Fig. 3.13 Distance entre le réseau de Bragg et la surface de montage sur le FS62WSS

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 $\mu\text{m/m}$
- 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 (0,225 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
- ν 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 σ_1 et σ_2 apparaissent conformément au calcul effectué à l'aide de l'équation ci-dessus. Les directions des contraintes principales sont définies par l'angle φ qui se réfère aux directions de mesure de la rosette, qui peuvent être déterminées à l'aide de relations géométriques à partir des contraintes ε_a , ε_b et ε_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 ψ :

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

En considérant les signaux du numérateur et du dénominateur, l'angle φ 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 φ 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 φ . L'autre côté correspond à la première direction principale. Il s'agit de la direction de la contrainte principale σ_1 (identique à la direction de la contrainte principale ε_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 σ_2) présente l'angle $\varphi + 90^\circ$.

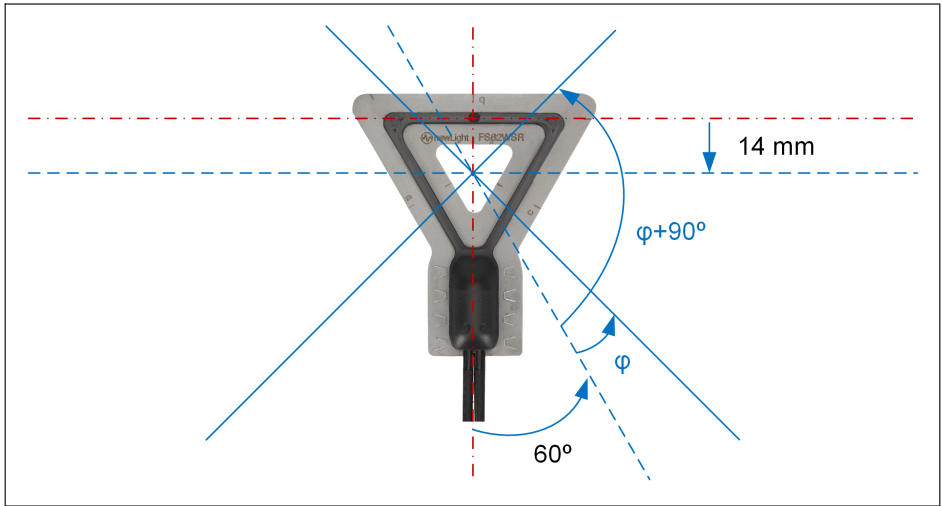


Fig. 3.15 Directions des contraintes principales

4 MAINTENANCE DU CAPTEUR

4.1 Capteur

4.1.1 Extensomètre

En principe, les extensomètres soudables ne peuvent pas être réparés à l'issue de l'installation. Si un extensomètre, linéaire ou rosette, est endommagé pendant ou après installation, la solution consiste à remplacer entièrement le capteur. Dans des conditions de fonctionnement normales, un endommagement d'extensomètre est invraisemblable. Un endommagement se produit plus communément au niveau des connexions plutôt que sur le capteur proprement dit.

4.1.2 Capteur de température

Pour les capteurs de température, il se peut que le retrait et la réinstallation d'un même capteur sans aucun endommagement soit possible, suivant la méthode de fixation utilisée. S'il a été soudé, le retrait du capteur sans endommagement irréversible est assez improbable. Toutefois, s'il a été fixé à l'aide de ruban adhésif polyimide ou d'attaches de câble, il se peut qu'un retrait du capteur sans endommagement quelconque soit possible.



Conseil

Retirez délicatement tout recouvrement risquant de coller et d'endommager le capteur pendant son retrait.

Les capteurs de température risquent d'être irréversiblement endommagés de façon irréparable, lors d'incidents graves (chocs mécaniques, températures extrêmement élevées, etc.). Cependant, un recalibrage peut être nécessaire, si le capteur a été exposé pendant de courtes périodes à des températures supérieures à celles spécifiées.

Si le retrait du capteur installé est possible et qu'un décalage est constaté, veuillez contacter HBK FiberSensing pour discuter des options de recalibrage. Notez qu'un recalibrage effectué par HBK FiberSensing peut être payant.

4.2 Câbles

Si un câble est endommagé lors de l'installation ou de l'utilisation, une réparation locale peut éventuellement être possible. Cela dépend toutefois de l'emplacement du dommage. Si le dommage est trop proche du capteur, il se peut que la longueur de câble disponible ne soit pas suffisante pour utiliser les outils d'épissage, ce qui rend la réparation impossible.

Lorsqu'une réparation est réalisable et que la longueur de câble est suffisante, vous pouvez couper le câble pour retirer la section endommagée et réaliser une épissure sur le

câble à fibre optique. Si la longueur de câble n'est pas suffisante, vous devrez insérer une rallonge et effectuer deux épissures. Veuillez contacter HBK FiberSensing pour obtenir de l'aide en ce qui concerne les épissures.

Si les capteurs fournis font partie d'une série et qu'un câble est endommagé entre deux capteurs, vous allez perdre les signaux de tous les capteurs situés en aval de l'endommagement. Les câbles peuvent être réparés de la manière indiquée plus haut.



Conseil

Si une réparation est impossible, il peut s'avérer possible de récupérer certains signaux en présence d'une redondance de connexion. Si la fibre peut être interrogée à partir des deux extrémités, assurez-vous qu'il n'y ait pas de propagation de lumière à l'endroit du dommage (en coupant complètement la connexion par fibre) et insérez un répartiteur entre le connecteur optique de l'interrogateur et les deux extrémités de la série de capteurs.

4.3 Connecteurs

Si un connecteur est endommagé, il peut être remplacé soit en réalisant une épissure locale, soit en renvoyant le capteur pour qu'il soit reconnecté. Notez que les réparations effectuées par HBK FiberSensing peuvent être payantes.

