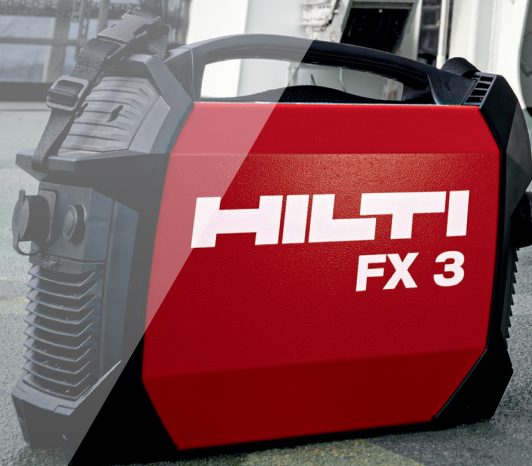




# FUSION DE GOUJON SANS FIL DE HILTI

Manuel technique  
Amérique du Nord





## CONTENU

PRÉFACE .....	4
1.0 INTRODUCTION .....	5
2.0 RENSEIGNEMENTS SUR L'UTILISATION .....	6
<b>2.1 Exemples d'applications</b> .....	6
3.0 TECHNOLOGIE CSF .....	7
<b>3.1 Équipement CSF</b> .....	7
<b>3.2 Préparation de la surface CSF</b> .....	11
<b>3.3 Procédé de soudage CSF</b> .....	13
<b>3.4 Paramètres de soudage CSF</b> .....	14
<b>3.5 Régulation de l'énergie du CSF</b> .....	15
<b>3.6 Contrôle de l'arc magnétique CSF</b> .....	16
<b>3.7 Protection contre le soudage CSF</b> .....	16
<b>3.8 Panneau de commande à touche unique avec indicateur de fusion active (AFI)</b> .....	17
4.0 DESCRIPTION DES GOUJONS F-BT .....	18
<b>4.1 Désignation des goujons</b> .....	18
<b>4.2 Principes de conception des goujons</b> .....	19
<b>4.3 Sélection et spécifications des goujons</b> .....	21
<b>4.4 Résistance à la corrosion et durabilité grâce à l'étanchéité</b> .....	24
<b>4.5 Choix des méthodes d'étanchéité pour la protection contre la corrosion</b> .....	25
<b>4.6 Types de charges structurelles</b> .....	26
5.0 DONNÉES TECHNIQUES POUR F-BT – MR SN. ....	27
<b>5.1 Spécifications des goujons</b> .....	27
<b>5.2 Spécifications pour l'installation</b> .....	30
5.2.1 Zone d'application .....	30
5.2.2 Matériau de fixation .....	30
5.2.3 Matériau de base .....	31
<b>5.3 Données sur le rendement</b> .....	32
<b>5.4 Recommandation d'installation</b> .....	34
5.4.1 Installation des goujons .....	34
5.4.2 Inspection de l'installation de la rondelle d'étanchéité .....	34
5.4.3 Couple d'installation .....	34

6.0	DONNÉES TECHNIQUES POUR F-BT – MR	35
6.1	<b>Spécification des goujons</b>	35
6.2	<b>Spécification pour l'installation</b>	36
6.2.1	Zone d'application	36
6.2.2	Matériau de fixation	36
6.2.3	Matériau de base	37
6.3	<b>Données de rendement</b>	38
6.3.1	Installation sur des matériaux de base minces	39
6.4	<b>Recommandation d'installation</b>	40
6.4.1	Installation des goujons	40
6.4.2	Couple d'installation	40
7.0	CONCEPTION	41
7.1	<b>Conception de facteur de charge et de résistance (LRFD)</b>	41
7.2	<b>Conception de contrainte admissible (ASD)</b>	41
7.3	<b>Interaction des charges</b>	42
8.0	FUSION DE GOUJONS SANS FIL (CSF) CONFORMÉMENT À AWS D1.6/D1.6M AND B2.1/B2.1M	43
8.1	<b>Qualification de la procédure de soudage des goujons</b>	44
8.1.1	Fiches de qualification des procédures (PQR)	44
8.1.2	Essais de qualification des modes opératoires de soudage	44
8.1.3	Spécifications des modes opératoires de soudage (WPS)	45
8.1.4	Conditions liées au matériau de base	45
8.1.5	Conditions liées au matériau de goujon	46
8.1.6	Conditions liées aux postes de soudage	47
8.2	<b>Contrôle de production</b>	47
8.2.1	Tests préalables à la production	48
8.2.2	Inspection	48
8.3	<b>Personnel CSF</b>	49
8.4	<b>Détails de l'examen visuel et des tests physiques</b>	50
8.4.1	Essais destructifs – essais de pliage	50
8.4.2	Essais destructifs – essais de traction	51
8.4.3	Essais non destructifs – essais de traction (HAT 28 – FX)	51
8.4.4	Essais non destructifs – essais de couple	52
9.0	RENSEIGNEMENTS SUR LES COMMANDES CSF	53
9.1	<b>Équipement de préparation de surface</b>	53
9.2	<b>Équipement de fusion des goujons</b>	53
9.3	<b>Équipement d'installation</b>	54
9.4	<b>Goujons</b>	54
9.5	<b>Plaque d'appui</b>	55
9.6	<b>Équipement d'essai</b>	55
10.0	RÉFÉRENCES	56

## PRÉFACE

À Hilti, nous nous engageons à investir dans la technologie pour soutenir et améliorer la productivité de l'industrie de la construction. La Fusion de goujons sans fil Hilti (CSF) offre aux clients un système entièrement sans fil, y compris des contrôles de processus intégrés pour installer des soudures de goujons de haute qualité de manière plus cohérente et plus sécuritaire.

Les objectifs de ce manuel technique sont les suivants :

- Présenter le système et la technologie CSF
- Fournir des conseils pour garantir la qualité de la préparation des surfaces
- Fournir des conseils pour garantir la qualité du soudage des goujons
- Proposer des spécifications techniques et des données de charge pour les goujons F-BT
- Fournir des conseils et des ressources pour la mise en œuvre de la CSF sur les chantiers

Ce manuel technique traite de la fusion de goujons Hilti F-BT avec des matériaux de base en acier soumis à une charge statique. Il fournit également des conseils relatifs à la fusion des goujons, y compris la préparation, l'installation, les spécifications du produit, la qualification et la spécification de la procédure de soudage, le contrôle du processus et les tests de qualification des opérateurs.

En outre, ce manuel fournit des conseils pour la mise en œuvre, la qualification et l'installation du projet sur la base des normes de soudage suivantes, mais la CSF n'est pas uniquement limitée à l'utilisation de ces normes :

- EN ISO 14555 Soudage – Soudage à l'arc de matériaux métalliques [6]
- AWS D1.6/D1.6M Code de soudage structurel – Acier inoxydable [2]

Les matériaux de base abordés dans le présent manuel technique sont les matériaux normalisés suivants :

- Groupes 1.1 et 1.2 conformément à CEN ISO/TR 15608 [3]
- ASTM A36 et ASTM A572 Grade 50 conformément à AWS B2.1 [1]



## 1.0 INTRODUCTION

Les ingénieurs, les fabricants, les entrepreneurs et plusieurs autres professionnels utilisent le soudage de goujons pour fixer des goujons à divers matériaux de base en acier de différentes épaisseurs.

Le procédé de fusion de goujon sans fil (CSF) est classé comme un procédé de soudage de goujons à l'arc étiré (DA) avec gaz de protection (procédé de soudage 783 conformément à la norme EN ISO 14555). Le procédé de soudage de goujons à l'arc utilise une alimentation de soudage pour créer un arc électrique le long d'un circuit créé entre le goujon et le matériau de base. L'arc électrique se propage entre les deux matériaux par l'intermédiaire d'un espace d'air, qui génère une chaleur intense et concentrée utilisée pour faire fondre la base du goujon et une petite partie du matériau de base. Une fois les matériaux fondus de manière appropriée, le goujon est plongé dans la zone fondue et maintenu en place pendant que les métaux se solidifient pour former la connexion soudée. Le temps, la tension, le courant, la plongée et d'autres aspects du processus de soudage sont entièrement contrôlés par le système CSF, qui coupe automatiquement l'alimentation, ce qui évite à l'opérateur d'avoir à effectuer des réglages précis. Le processus et les outils CSF sont utilisés pour installer les goujons en acier inoxydable F-BT de Hilti.

Avantages de la technologie CSF

- Système compact et portable, ne nécessitant pas de source d'alimentation externe
- Contrôle automatisé des paramètres pour simplifier le processus de soudage
- Outil manuel qui s'adapte à toutes les longueurs de goujons F-BT.
- Processus plus cohérent et sans étincelles
- Gaz de protection léger, portable et plus pratique
- Plus simple et plus facile à apprendre que les méthodes de soudage traditionnelles
- Aucun embout n'est nécessaire pour protéger le processus de soudage

Les codes et normes de soudage traitent de la conception et de la fabrication des composants de soudage, y compris la qualification des procédures de soudage, les méthodes d'essai, le contrôle des processus et les qualifications des opérateurs. Ce manuel technique fournit des conseils basés sur les normes AWS D1.6 et AWS B2.1. Pour plus de renseignements, voir la section 8.

## 2.0 INFORMATIONS SUR L'UTILISATION

L'objectif de la CSF est de souder des goujons à des pièces d'acier pour créer un point d'attache. La technologie de fixation moderne est de plus en plus importante dans la construction navale, les structures onshore et offshore, l'industrie de la construction et l'ingénierie structurelle dans le monde entier. La CSF est notamment utilisée dans les groupes d'application suivants :

- Soutien pluridisciplinaire
- Supports soudés pour plateaux de câbles
- Supports modulaires pour plateaux de câbles
- Soutien individuel
- Supports soudés pour plateaux d tuyaux
- Supports modulaires pour tuyaux
- Plafonds suspendus
- Fixation d'équipement
- Fixation pour la construction navale

### 2.1 Exemples d'applications

Figure 2.1-1 fournit des exemples visuels des types d'application mentionnés ci-dessus.

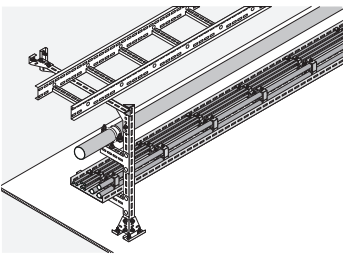
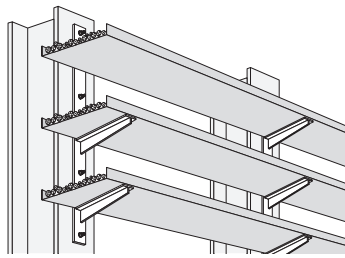
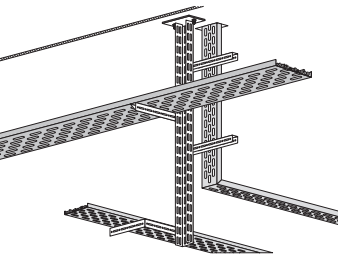
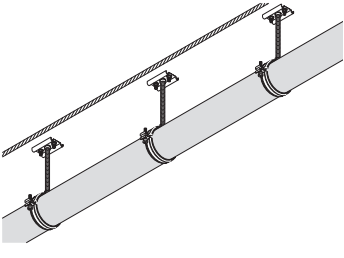
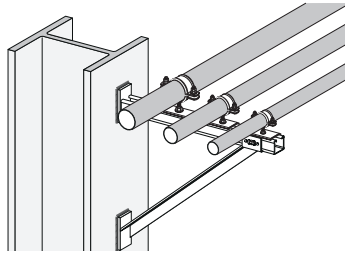
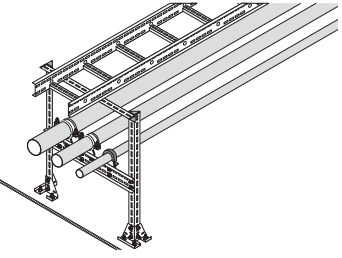
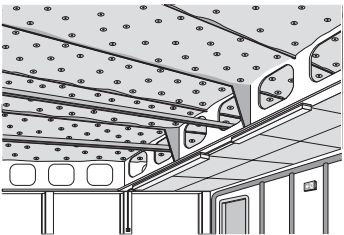
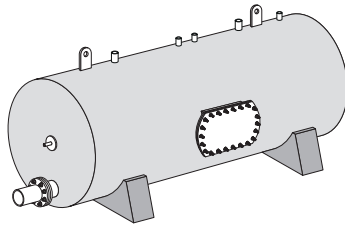
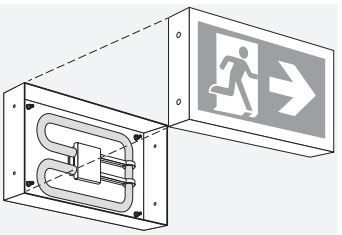
Exemples d'applications		
		
Soutien pluridisciplinaire	Supports soudés pour plateaux de câbles	Supports modulaires pour plateaux de câbles
		
Soutien individuel	Supports soudés pour plateaux de tuyaux	Supports modulaires pour tuyaux
		
Plafonds suspendus	Fixation pour la construction navale	Fixation d'équipement

Figure 2.1-1 : Exemples d'applications



## 3.0 TECHNOLOGIE CSF

Cette section donne un aperçu de la technologie CSF.

### 3.1 Équipement CSF

Cette section présente une vue d'ensemble de l'équipement de la CSF. Il est subdivisé comme suit :

- Équipement de préparation de surface
- Équipement de fusion des goujons
- Équipement d'installation post-soudure
- Matériel d'essai

---

#### Équipement de préparation de surface

---



Visseuse-perceuse sans fil SF 8M-A22 or  
 Perceuse-visseuse sans fil : SF 6H-22



Outil de surface FX 3-ST d14, pour la préparation des surfaces avec :

- Péllicules résiduelles de laminage sur acier nu (non revêtu)
- Primaire soudable d'une épaisseur maximale de 25 µm



Outil de surface FX 3-ST d20, pour préparer la surface avec :

- Primaire non soudable
  - Revêtement (HDG)
  - Revêtement multicouche
  - Épaisseur maximale du revêtement de 1000 µm
- 

Figure 3.1-1 : Équipement de préparation de surface

### Équipement de fusion des goujons



#### Fusion de goujons sans fil FX 3-A

- Alimentation à batterie
- Fournit des commandes de processus pour garantir des performances de soudage constantes
- Unité de fusion des goujons sans fil avec panneau de commande à touche unique



#### Bidon de gaz FX 3-GC à utiliser dans le FX 3-A

- Gaz de protection (SG) : ISO 14175 – M21 – ArC -18 :
  - 82 % Ar (CAS 7440-37-1)
  - 18 % CO<sub>2</sub> (CAS 124-38-9)



#### Outil manuel de fusion des goujons FX 3-HT

- Compatible avec toutes les tailles de goujons F-BT
- Le composant du support de goujon est modifié pour ajuster le diamètre du goujon.
- S'adapte à toutes les longueurs de goujons F-BT sans nécessiter d'ajustement.
- Fournit une rétroaction visuelle et des indicateurs à l'utilisateur.



#### Les supports à goujons, qui peuvent être échangés dans l'outil manuel FX 3-HT pour s'adapter aux différents diamètres des goujons F-BT :

- X- SH F3 M6-1/4 po pour utilisation avec les goujons F-BT ayant un diamètre de filetage de M6 ou 1/4
- X-SH F3 M8-5/16 po pour utilisation avec les goujons F-BT ayant un diamètre de filetage M8
- X-SH F3 M10-3/8 po pour une utilisation avec des goujons F-BT ayant un diamètre de filetage de M10 ou 3/8 po.
- X-SH F3 M12-1/2 po pour l'utilisation de goujons F-BT avec des diamètres de filetage M12 ou 1/2



#### Pied de support X-SL F3

- Pied de support pour maintenir l'outil perpendiculaire à l'acier de base pendant le soudage



#### Chargeur C 53

- Pour recharger l'unité de fusion des goujons sans fil
- Bouton de charge rapide disponible

Figure 3.1-2 : Équipement de fusion des goujons – partie I



### Équipement de fusion des goujons



Câble de masse X-GC F3

- Pour connecter FX 3-A au point de mise à la terre sur une plaque d'acier



Pince de mise à la terre magnétique X-MC F3

- Peut être utilisé comme point de mise à la terre installé temporairement



Outil de changement de porte-étalon X-SHT F3

- Utilisé pour remplacer le support de goujon sur le FX 3-HT

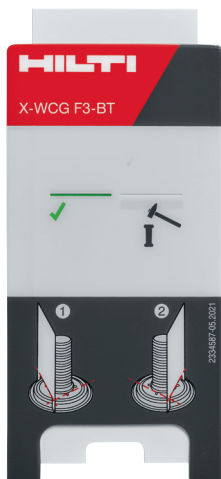
Figure 3.1-3 : Équipement de fusion des goujons – partie II

### Équipement d'installation post-soudure



Outil de réglage de la rondelle d'étanchéité X-WST F3-BT

- L'outil de réglage avec différents adaptateurs peut être utilisé pour les goujons métriques (M6, M8, M10, M12) et impériaux (3/8 po, 1/2 po).
  - M6 : vert
  - M8 : jaune
  - M10/ 3/8 po : rouge
  - M12/ 1/2 po : bleu

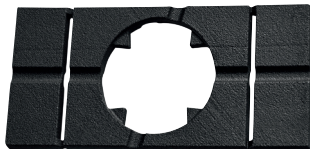


Jauge de contrôle du lave-glace X-WCG F3-BT

- Pour vérifier l'installation de la rondelle d'étanchéité

Figure 3.1-4 : Équipement d'installation post-soudure

### Plaque d'appui



Des plaques d'appui sont disponibles en option pour faciliter la répartition de la charge sur les goujons SN F-BT-MR avec rondelles d'étanchéité. La plaque est installée à la base du goujon, autour de la rondelle, afin de fournir une surface plane sur laquelle le matériau fixé peut agir. Ce processus permet de transférer les effets du moment de flexion à la base ou au matériau de base.

Figure 3.1-5 : Plaque d'appui

### Rondelle d'étanchéité



Rondelle d'étanchéité

- Inclus avec les goujons SN F-BT-MR pour assurer l'étanchéité de la surface préparée et du joint de soudure afin d'éviter la corrosion. Pour plus de renseignements sur la résistance à la corrosion et l'étanchéité, voir les sections 4.4 et 4.5.

Figure 3.1-6 : Rondelle d'étanchéité

### Matériel de mesure et d'essai



Testeur de traction HAT 28-FX

- Le HAT 28-FX est un système permettant d'appliquer des charges de traction sur des goujons installés. Il se compose d'un vérin à vis passant par un capteur hydraulique, qui mesure directement la charge appliquée au goujon. Pour plus de renseignements concernant l'essai des goujons, voir la section 8.



Barre de flexion X-BB F3

- Pour tester la courbure des goujons pendant les activités de qualification et de production. Pour plus de renseignements concernant l'essai des goujons, voir la section 8.

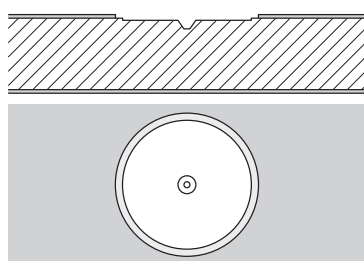
Figure 3.1-7 : Matériel de mesure et d'essai



### 3.2 Préparation de la surface de la CSF

La préparation de la surface avant le soudage est une étape obligatoire pour garantir l'intégrité du joint soudé. Il est nécessaire de s'assurer que la surface du matériau de base est propre, exempte de calamine et de revêtement, sèche et exempte de matières organiques. Le processus de préparation de la surface permet non seulement de nettoyer l'acier, mais également d'obtenir un profil de surface approprié afin de garantir des résultats de soudage homogènes. Pour obtenir un rendement de soudage fiable sur différents revêtements et surfaces d'acier, la surface de soudage doit être préparée à l'aide des outils de surface Hilti. Cette section présente les étapes de préparation de la surface, la sélection des outils de surface et les directives d'inspection de la surface pour différents types de revêtements de matériaux de base.

#### Préparation de la surface



La surface doit être préparée conformément à l'IFU et au catalogue d'examen visuel afin de fournir une surface appropriée pour le soudage.

Figure 3.2-1 : Préparation de la surface

Figure 3.2-2 montre la sélection de l'outil de surface pour différents matériaux de base, types de revêtement et épaisseurs pour les goujons correspondants.

#### Sélection des outils de surface

Outil de surface	FX 3-ST d14	FX 3-ST d20	FX 3-ST d20
Revêtement du matériau de base	Type I Apprêt soudable Acier noir avec péllicules résiduelles de laminage	Type II Apprêt non soudable Revêtement HDG Revêtement Duplex Revêtement multicouche	Type II Apprêt non soudable Revêtement HDG Revêtement Duplex Revêtement multicouche
Épaisseur du revêtement du matériau de base	$t_c \leq 25 \mu\text{m}$	$t_c \leq 1000 \mu\text{m}$	$t_c \leq 1000 \mu\text{m}$
Type de goujon	F-BT-MR	F-BT-MR	F-BT-MR SN

Figure 3.2-2 : Sélection des outils de surface

**Dimensions de la préparation de la surface**

Revêtement du matériau de base type II		Designation	Diamètre de la surface préparée, $d_p$
		FX 3-ST d14	14 mm (0,551 po)
Revêtement du matériau de base type II		Designation	Diamètre de la surface préparée, $d_p$
		FX 3-ST d20	20 mm (0,787 po)

**Figure 3.2-3 : Dimensions de la préparation de la surface**

La préparation de la surface n'enlève qu'une petite partie du matériau de l'acier de base, avec une profondeur typique,  $x$ , de 0.2 mm par rapport à la surface de l'acier de base. Toutes les préparations de surface doivent faire l'objet d'un contrôle visuel conformément aux documents techniques suivants : Catalogue d'examen visuel Hilti F-BT [7] et instructions d'utilisation (IFU).

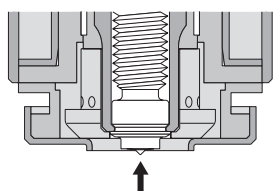
### 3.3 Procédé de soudage CSF

Le système CSF permet de simplifier le soudage des goujons par rapport aux méthodes traditionnelles en offrant les avantages suivants :

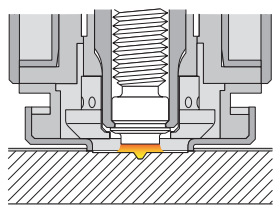
- Paramètres de soudage préprogrammés contrôlés par le FX 3-A
- Capteurs et contrôles de processus intégrés
- Ergonomie plus facile à utiliser et besoin réduit d'ajustements manuels

La figure 3.3-1 ci-dessous détaille le processus de la CSF. Pour plus de détails sur l'installation, voir les Instructions d'utilisation (IFU). Section 3.4 fournit des renseignements supplémentaires sur les paramètres de soudage.

#### Fusion des goujons

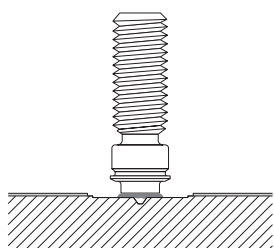
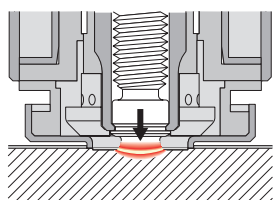


Chaque goujon F-BT comporte un code de soudure (H-Code) sur le dessus de sa tête. Une fois identifié, le code H ((H-Code)) est sélectionné sur l'unité FX 3-A, qui définit les paramètres de soudage pour le processus de soudage. Après avoir sélectionné le code de soudure, le goujon est inséré dans l'outil manuel FX 3-HT.



Une fois que la configuration est terminée et que l'outil manuel FX 3-HT est déclenché, les opérations suivantes se déroulent sans qu'il soit nécessaire de procéder à d'autres réglages de la part de l'utilisateur :

- Le processus de soudage est automatiquement lancé
- Le goujon est automatiquement soulevé
- L'arc s'allume automatiquement
- L'arc fait fondre la base et le matériau de la base
- Le goujon est automatiquement plongé dans le matériau en fusion
- L'arc s'éteint et le métal se refroidit.



Une fois le processus de soudage terminé, l'outil manuel peut être retiré et le goujon soudé reste sur le matériau de base. Pour plus de détails concernant l'inspection de la soudure, se référer au catalogue d'examen visuel Hilti F-BT.

Figure 3.3-1: Procédé de soudage CSF

### 3.4 Paramètres de soudage CSF

Les paramètres de base décrivant le processus de fusion des goujons sans fil (CSF) sont les suivants :

- **Polarité** : En soudage, la polarité est la propriété de chaque pièce de métal utilisée pour former un circuit, qui détermine le flux d'électrons à l'intérieur d'un circuit. Le système CSF est un système à courant continu (DC) dans lequel le goujon agit comme un pôle négatif et le matériau de base comme un pôle positif, ce qui entraîne un flux d'électrons du goujon vers le matériau de base.
- **Courant de soudage** : Le courant électrique est le taux de flux de charge dans un circuit électrique, mesuré en ampères (A).
- **Temps de soudage** : La durée pendant laquelle le courant de soudage est appliqué.
- **Protrusion** : La distance entre la pointe du goujon F-BT faisant face au matériau de base et l'endroit où l'outil FX 3-HT saisit le goujon à l'interface du support à goujon. Voir la figure 3.4-1.
- **Soulèvement** : La distance entre la pointe du goujon et le matériau de base pendant le processus de soudage. L'outil manuel FX 3-HT soulève automatiquement le goujon à la distance appropriée avant d'allumer l'arc électrique.
- **Protection de soudure** : La méthode utilisée pour protéger le processus de soudage de l'influence environnementale extérieure. Le système CSF utilise une combinaison de gaz de protection et de champ magnétique pour protéger la soudure.

#### Paramètres de base du processus de soudage CSF

Designation	Code H	Courant de soudage	Temps de soudage	Protrusion	Soulèvement
Métrique					
F-BT-MR M6xL (6)	H2	250 à 280 A	150 à 180 ms	4,2 à 4,6 mm	2,3 à 2,8 mm
F-BT-MR M8xL (8)	H3		245 à 285 ms	4,4 à 4,8 mm	
F-BT-MR M10xL (10)	H10		390 à 440 ms	4,4 à 4,8 mm	
F-BT-MR M12xL (10)	H10		390 à 440 ms	4,4 à 4,8 mm	
F-BT-MR M6xL SN (4)	H1	250 à 280 A	80 à 110 ms	4,2 à 4,6 mm	2,3 à 2,8 mm
F-BT-MR M8xL SN (4)	H1		80 à 110 ms	4,2 à 4,6 mm	
F-BT-MR M6xL SN (6)	H2		150 à 180 ms	4,2 to 4,6 mm	
F-BT-MR M8xL SN (8)	H3		245 à 285 ms	4,4 to 4,8 mm	
F-BT-MR M10xL SN (10)	H10		390 à 440 ms	4,4 à 4,8 mm	
F-BT-MR M12xL SN (10)	H10		390 à 440 ms	4,4 à 4,8 mm	
Imperial					
F-BT-MR 3/8xL SN (5/32)	H1	250 à 280 A	80 à 110 ms	4,2 à 4,6 mm	2,3 to 2,8 mm
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	H10		390 à 440 ms	4,4 à 4,8 mm	
F-BT-MR 1/2xL (3/8)	H10		390 à 440 ms	4,4 à 4,8 mm	
F-BT-MR 3/8xL SN (3/8)	H10	250 à 280 A	390 à 440 ms	4,4 à 4,8 mm	2,3 à 2,8 mm
F-BT-MR 1/2xL SN (3/8)	H10		390 à 440 ms	4,4 à 4,8 mm	

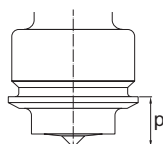
Tableau 3.4-1 : Paramètres de base



---

**Protrusion**


---



Protrusion, p

---

**Figure 3.4-1 : Protrusion**


---

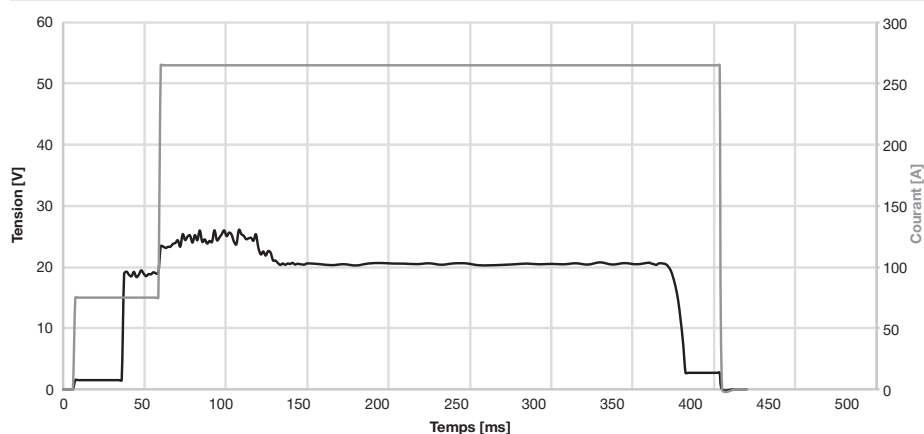
### 3.5 Régulation de l'énergie de la CSF

La source d'énergie FX 3-A fournit une puissance constante tout au long du processus de soudage afin de faire fondre suffisamment les matériaux à souder. En cas de variation de la résistance, la source d'énergie réagit automatiquement en ajustant le courant et la tension en conséquence, ce qui permet de réguler la puissance fournie. Vous trouverez ci-dessous un exemple de régulation de l'énergie, en ajustant la puissance via la tension et le courant.

---

**Régulation de la puissance dans le temps pour le processus de soudage**


---



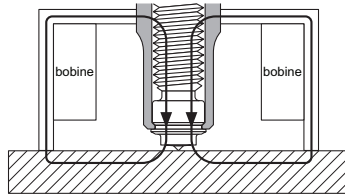

---

**Figure 3.5-1 : Exemple de régulation de la puissance en fonction du temps pour le processus de soudage**


---

### 3.6 Contrôle de l'arc magnétique CSF

#### Contrôle de l'arc par champ magnétique



Lors du soudage de goujons, les effets de soufflage magnétique dus à une distribution irrégulière du courant dans le matériau de base peuvent réduire la qualité de la soudure. Pour minimiser et contrôler les effets de soufflage magnétique, le système CSF permet de contrôler l'arc électrique grâce à l'utilisation d'un champ magnétique.

Figure 3.6-1 : Contrôle de l'arc par champ magnétique

### 3.7 Protection contre le soudage CSF

La protection du soudage est assurée par un système de gaz de protection. Les principales caractéristiques du système de gaz de protection sont le gaz lui-même, la distribution du flux de gaz et l'anneau de distribution.

#### Gaz de protection

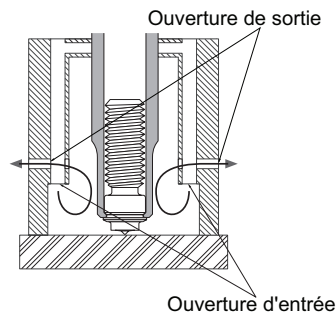
M21-ArC-18  
 Conformément à  
 EN ISO 14175 [5]

Le gaz de protection a une composition de 18 % de dioxyde de carbone dans l'argon. Le gaz est désigné sous le nom de M21-ArC-18 et est normalisé selon la norme EN ISO 14175 groupe M21, L'argon est un gaz noble à faible réactivité, qui contribue à protéger le processus de soudage de toute réaction avec l'atmosphère environnante.

Tableau 3.7-1 : Gaz de protection

Le débit de gaz est de 3 L / min. La Figure 3.7-1 montre la distribution du débit de gaz.

#### Débit de gaz



Le débit de gaz est constant et s'écoule comme indiqué dans le diagramme de gauche. Il couvre la zone de soudage pendant toute la durée du processus de soudage. Le débit de gaz en forme d'arc empêche l'oxydation en évitant les turbulences du gaz.

Un anneau de distribution à l'intérieur de l'outil sert de diffuseur de gaz pour assurer une distribution uniforme du gaz sur l'élément de goujon relié au matériau de base.

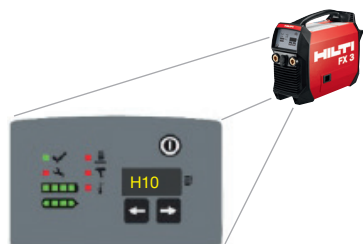
Figure 3.7-1 : Débit de gaz

### 3.8 Panneau de commande à touche unique avec indicateur de fusion active (AFI)

---

#### Panneau de commande à touche unique avec indicateur de fusion active (AFI)

---



Le FX-3 A est doté d'un panneau de commande à touche unique qui offre les fonctions suivantes :

- Permet à l'utilisateur de sélectionner le code H requis, qui est estampillé sur le dessus de chaque goujon.
- Les paramètres électriques et mécaniques du processus de soudage sont prédéfinis en fonction du code H sélectionné.
- Fournit aux utilisateurs une rétroaction sur l'installation et l'état de la situation par l'intermédiaire du système AFI.



Code H estampillé sur le goujon

Le système AFI fournit les éléments suivants :

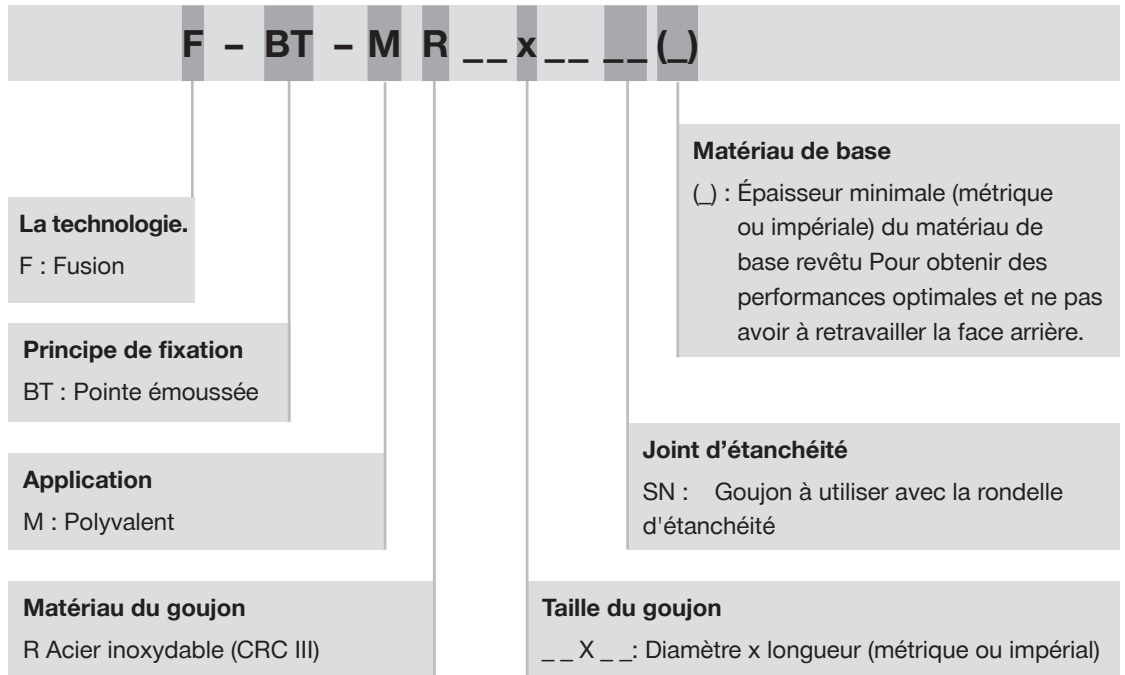
- Le contrôle des processus et les capteurs intégrés permettent de détecter les erreurs et les défaillances avant, pendant ou après le processus de soudage.
- La défaillance est indiquée par des voyants d'état et/ou un code F sur l'écran. Veuillez consulter le mode d'emploi du FX-3 A pour obtenir plus de renseignements.

---

Figure 3.8-1 : Panneau de commande à touche unique avec indicateur de fusion active (AFI)

## 4.0 DESCRIPTION DE GOUJONS F-BT

### 4.1 Désignation des goujons





## 4.2 Principes de conception de goujon

La terminologie du goujon F-BT est présentée dans la figure 4.2-1 ci-dessous.

### Terminologie du goujon F-BT

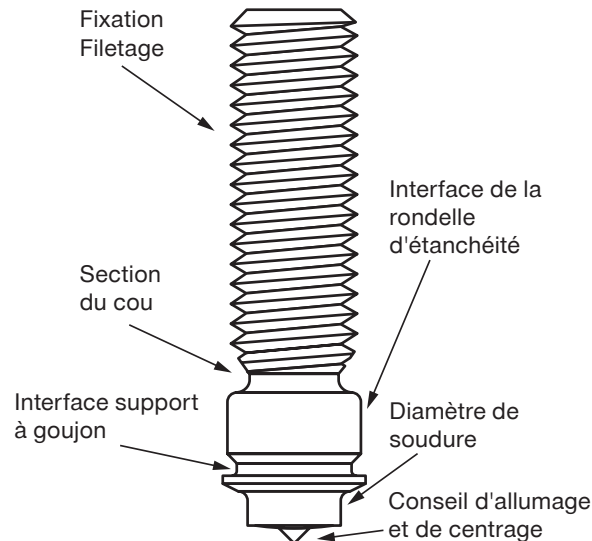
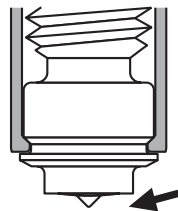


Figure 4.2-1 : Terminologie du goujon F-BT

Les caractéristiques suivantes des goujons F-BT, combinées à l'outillage et aux accessoires CSF, permettent d'obtenir un soudage et une installation plus cohérents :

### Pointe de centrage et d'allumage

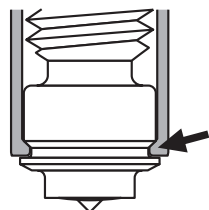


La pointe du goujon a deux fonctions :

- Fournit une interface mécanique pour centrer le goujon dans la surface préparée afin d'assurer un positionnement approprié.
- Fonctionne comme une pointe d'allumage pour amorcer l'arc électrique pendant le processus de soudage.

Figure 4.2-2 : Pointe de centrage et d'allumage

### Interface de support à goujon



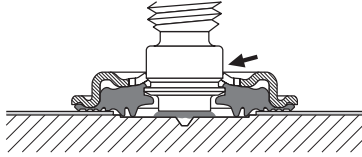
- Permet un verrouillage mécanique et électrique avec l'outil manuel FX 3- HT
- La connexion frontale permet la compatibilité du FX 3-HT avec toutes les longueurs de goujons F-BT.

Figure 4.2-3 : Interface de support à goujon

---

**Interface de la rondelle d'étanchéité**

---



- Les goujons SN F-BT-MR comportent une interface pour la rondelle d'étanchéité.
- L'interface de la rondelle d'étanchéité est une extension du collier au-dessus de l'interface du support de goujon et fournit une fonction de verrouillage pour empêcher le soulèvement de la rondelle après l'installation.
- La rondelle d'étanchéité permet de protéger le matériau de base contre la corrosion.

---

**Figure 4.2-4 : Interface de la rondelle d'étanchéité**

### 4.3 Sélection et spécifications des goujons<sup>426</sup>

Les goujons F-BT sont divisés en deux catégories principales :

- Les goujons F-BT-MR SN, qui sont disponibles avec des rondelles d'étanchéité et des écrous avec rondelle intégrée fournis par Hilti, sont destinés à être installés sur des matériaux enduits, l'étanchéité étant assurée par la rondelle d'étanchéité fournie. Ces goujons sont destinés à être utilisés uniquement avec les écrous avec rondelle intégrée fournis.
- Les goujons F-BT-MR, qui ne comprennent pas les écrous et les rondelles, sont destinés à être utilisés sur des matériaux de base non enduits ou sur des matériaux de base pour lesquels un enduit sera utilisé pour l'étanchéité après l'installation des goujons.

La gamme F-BT-MR SN comprend des goujons destinés à être utilisés avec des matériaux de base minces d'une épaisseur minimale de 4 mm (5/32 po). Ces goujons présentent des diamètres de col et de soudure plus petits et sont conçus pour éviter d'endommager les revêtements sur la face arrière du matériau de base lors de l'installation.

Les dessins à l'échelle des goujons F-BT sont fournis dans les figures suivantes :

- Figure 4.3-2 pour F-BT-MR SN pour les matériaux de base minces
- Figure 4.3-3 pour les goujons SN F-BT-MR pour des épaisseurs de matériau de base standard
- Figure 4.3-4 pour les goujons F-BT-MR

Pour des informations complètes sur les dimensions des portefeuilles F-BT-MR SN et F-BT-MR, veuillez vous référer aux sections 5.1 et 6.1 respectivement.

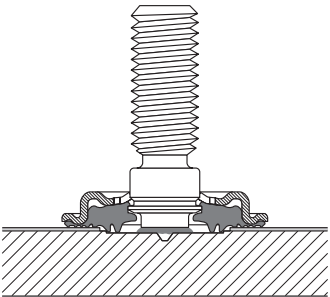
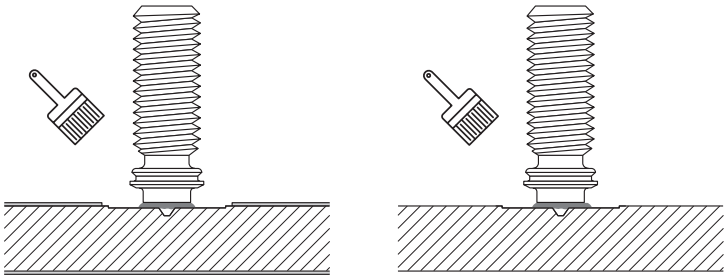
Goujon avec rondelle d'étanchéité pour fixation sur matériau enduit	Goujon sans rondelle d'étanchéité pour fixation sur matériau enduit ou non enduit
F-BT-MR SN	F-BT-MR
Tailles métriques : M6, M8, M10, M12	Tailles métriques : M6, M8, M10, M12
Mesures impériales : 3/8 po	Mesures impériales : 3/8 po, 1/2 po
Rondelle d'étanchéité	Peinture d'étanchéité
	

Figure 4.3-1 : Sélection du type de goujon

**Goujons en acier inoxydable F-BT-MR SN avec rondelle d'étanchéité pour les matériaux de base de faible épaisseur**

Matériau de base	Coated material, minimum base material thickness $t_{II} = 4$ mm		
Dimensions			
L	25 mm	25 mm	1 po
Designation	F-BT-MR M6x25 SN (4)	F-BT-MR M8x25 SN (4)	F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)

**Figure 4.3-2 : Goujons en acier inoxydable F-BT-MR SN avec rondelle d'étanchéité pour les matériaux de base de faible épaisseur**
**Goujons en acier inoxydable F-BT-MR SN avec rondelle d'étanchéité pour les matériaux de base de faible épaisseur**

Matériau de base	Matériau revêtu et non revêtu, épaisseur minimale standard du matériau de base $t_{II}$				
Dimensions					
L	25 mm	25 mm	25 et 50 mm	1, 1-1/2, 2 et 4 po	25 et 50 mm
Designation	F-BT-MR M6x25 SN (6)	F-BT-MR M8x25 SN (8)	F-BT-MR M10x25 SN (10) F-BT-MR M10x50 SN (10)	F-BT-MR 3/8x1 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x1-1/2 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x2 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x4 SN (3/8)	F-BT-MR M12x25 SN (10) F-BT-MR M12x50 SN (10)

**Figure 4.3-3 : Goujons en acier inoxydable F-BT-MR SN avec rondelle d'étanchéité pour les matériaux de base de faible épaisseur**



### Goujon en acier inoxydable F-BT-MR sans rondelle d'étanchéité

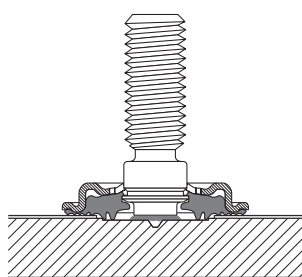
Matériau de base	Matériau revêtu et non revêtu, épaisseur minimale standard du matériau de base $t_{II}$					
Dimensions						
L	25 mm	25 mm	25 et 50 mm	1, 1-1/2, 2 et 4 po	25 et 50 mm	1-1/2 et 2 po
Designation	F-BT-MR M6x25 (6)	F-BT-MR M8x25 (8)	F-BT-MR M10x25 (10) F-BT-MR M10x50 (10)	F-BT-MR 3/8x1 (3/8) F-BT-MR 3/8x1-1/2 (3/8) F-BT-MR 3/8x2 (3/8) F-BT-MR 3/8x4 (3/8)	F-BT-MR M12x25 (10) F-BT-MR M12x50 (10)	F-BT-MR 1/2x1-1/2 (3/8) F-BT-MR 1/2x2 (3/8)

Figure 4.3-4 : Goujon en acier inoxydable F-BT-MR sans rondelle d'étanchéité

## 4.4 Résistance à la corrosion et durabilité grâce à l'étanchéité

La résistance à la corrosion et la durabilité en fonction de l'environnement d'application doivent être prises en compte lors de la conception des points de fixation. L'installation appropriée de la rondelle d'étanchéité est le meilleur moyen de résister à la corrosion. La peinture est une méthode d'étanchéité courante au lieu de l'utilisation de rondelles d'étanchéité.

### Rondelle d'étanchéité

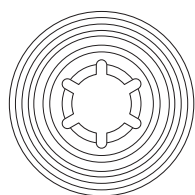


La rondelle d'étanchéité permet de protéger le matériau de base contre la corrosion. Elle se compose d'un caoutchouc chloroprène collé à une rondelle en acier inoxydable spécialement formée. La rondelle d'étanchéité crée une solution d'étanchéité robuste et durable pour les goujons.

Plage de température en service : -40 °C à 60 °C (-40 °F à 140 °F)

Rondelle d'étanchéité étanchéité à l'eau : essai au brouillard salin selon 56d conformément à EN ISO 9227

Rondelle d'étanchéité résistnt à : UV, eau salée, ozone de l'eau, huiles, etc.



Capuchon de rondelle

- Capuchon en acier inoxydable qui abrite et protège le matériau d'étanchéité
- Fixe le joint en caoutchouc contre le matériau de base et le goujon.
- Assure le positionnement approprié de la rondelle d'étanchéité
- Résistant à la compression



Matériau d'emballage

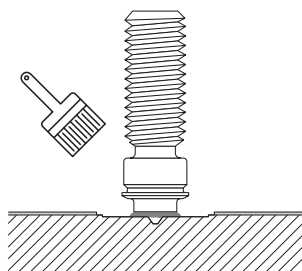
- Chloroprene rubber (CR)



- Pour plus de détails sur l'installation de la rondelle d'étanchéité, veuillez vous référer au mode d'emploi. (IFU).

Figure 4.4-1 : Rondelle d'étanchéité

### Peinture d'étanchéité



- La résistance à la corrosion et la durabilité de la peinture varient et doivent être déterminées séparément.







Figure 4.4-2 : Peinture d'étanchéité

## 4.5 Choix des méthodes d'étanchéité pour la protection contre la corrosion

Pour que les fixations soient satisfaisantes et fiables pendant toute leur durée de vie, tous les facteurs d'influence doivent être identifiés avant qu'une fixation appropriée puisse être sélectionnée. Par exemple, le potentiel de corrosion est beaucoup plus élevé dans les environnements contenant de l'eau de mer que dans la plupart des autres régions.

Les fixations F-BT-MR SN et F-BT-MR sont fabriquées en acier inoxydable 1,4571 (A5, 316Ti), un matériau de classe de résistance à la corrosion 3 (CRC III). En raison de l'installation unique impliquant la préparation de la surface et le soudage, il est important d'assurer la protection contre la corrosion de la surface préparée et des zones de soudage.

La figure 4.5-1 compare les deux principales méthodes de scellement associées aux goujons F-BT. La figure sert uniquement de guide initial pour la sélection des fixations et ne garantit pas qu'un goujon sera exempt de corrosion dans un environnement donné.

	Goujon avec rondelle d'étanchéité pour la fixation sur des matériaux enduits	Goujon sans rondelle d'étanchéité pour la fixation sur des matériaux enduits
Conditions environnementales	F-BT-MR SN	F-BT-MR
 Sec, intérieur	■	■
 Intérieur avec condensation temporaire	■	■
 Extérieur à faible pollution	■	■
 Extérieur avec concentration modérée de polluants 1 à 10 km	■	■
 Zones côtières 0 à 1 km	■	■
 Extérieur, zones à forte pollution industrielle	■	■

- Solution recommandée pour la protection contre la corrosion lorsque l'installation est conforme à l'IFU.
- Peut convenir pour la protection contre la corrosion avec un revêtement approprié et un scellement de la zone de soudure. Peinture fournie par d'autres.


-  La résistance à la corrosion des pièces fixées doit être évaluée séparément.
- Pour plus de détails, veuillez vous référer au document technique suivant : Manuel Hilti sur la corrosion.

Figure 4.5.1 : Sélection des goujons pour différentes conditions environnementales

## 4.6 Types de charges structurales

Les types de direction de charge peuvent être classés en cinq groupes : charge de traction, charge de compression, charge de cisaillement, moment de flexion et interaction de charge. Des exemples de ces types de charge sont présentés dans la figure 4.6.1.

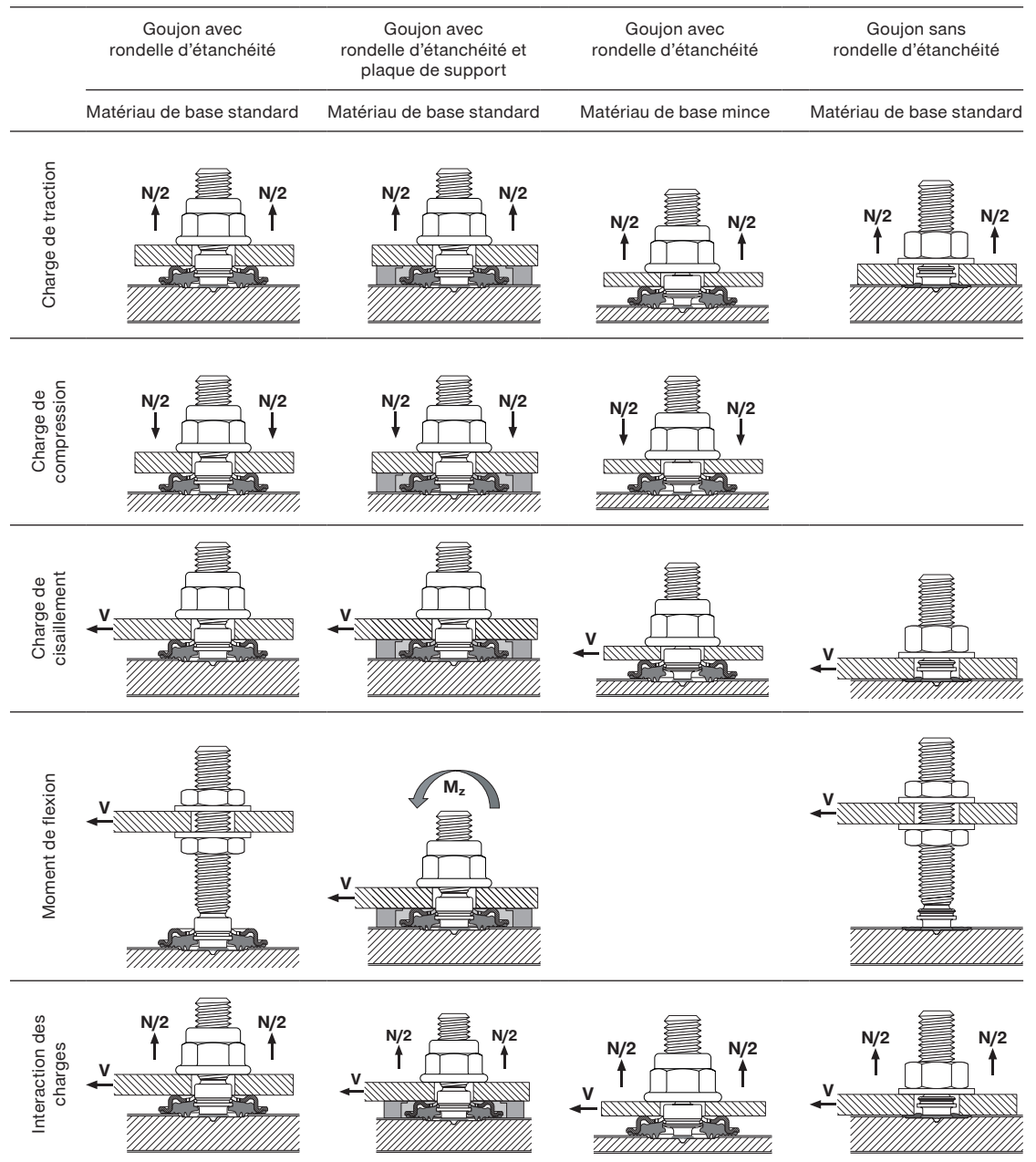


Figure 4.6-1 : Types de direction de la charge



## 5.0 DONNÉES TECHNIQUES POUR F-BT-MR SN

### 5.1 Spécification des goujons

#### Dimensions du goujon

	L L <sub>1</sub> d <sub>1</sub> d <sub>2</sub> d <sub>h1</sub> d <sub>h2</sub> d <sub>n</sub>		Longueur du filetage Résistance nominale Diamètre nominal, diamètre du filetage Diamètre de la zone de soudure Diamètre de l'interface de la rondelle d'étanchéité Diamètre de l'interface du support à goujon Diamètre de la zone de collet du goujon				
	Designation	L	L <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>h1</sub>	d <sub>h2</sub>

#### Taille métrique

F-BT-MR M6x25 SN (4)	25 mm	34 mm	M6	5 mm	7 mm	7,6 mm	4 mm
F-BT-MR M8x25 SN (4)	25 mm	34 mm	M8	5 mm	8,6 mm	9,2 mm	4 mm
F-BT-MR M6x25 SN (6)	25 mm	34 mm	M6	5 mm	7 mm	7,6 mm	4,4 mm
F-BT-MR M8x25 SN (8)	25 mm	34 mm	M8	6 mm	8,6 mm	9,2 mm	6 mm
F-BT-MR M10x25 SN (10)	25 mm	34 mm	M10	7,2 mm	10,6 mm	11,2 mm	6,8 mm
F-BT-MR M10x50 SN (10)	50 mm	59 mm	M10	7,2 mm	10,6 mm	11,2 mm	6,8 mm
F-BT-MR M12x25 SN (10)	25 mm	34 mm	M12	7,2 mm	13,4 mm	14 mm	6,8 mm
F-BT-MR M12x50 SN (10)	50 mm	59 mm	M12	7,2 mm	13,4 mm	14 mm	6,8 mm

#### Taille impériale

F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)	1 po	1,339 po/ 34 mm	3/8 po	0,197 po/ 5 mm	0,417 po/ 10,6 mm	0,441 po/ 11,2 mm	0,157 po/ 4 mm
F-BT-MR 3/8x1 SN (3/8)	1 po	1,339 po/ 34 mm	3/8 po	0,283 po/ 7,2 mm	0,417 po/ 10,6 mm	0,441 po/ 11,2 mm	0,268 po/ 6,8 mm
F-BT-MR 3/8x1 1/2 SN (3/8)	1 1/2 po	1,850 po/ 47 mm	3/8 po	0,283 po/ 7,2 mm	0,417 po/ 10,6 mm	0,441 po/ 11,2 mm	0,268 po/ 6,8 mm
F-BT-MR 3/8x2 SN (3/8)	2 po	2,362 po/ 60 mm	3/8 po	0,283 po/ 7,2 mm	0,417 po/ 10,6 mm	0,441 po/ 11,2 mm	0,268 po/ 6,8 mm
F-BT-MR 3/8x4 SN (3/8)	4 po	4,252 po/ 108 mm	3/8 po	0,283 po/ 7,2 mm	0,417 po/ 10,6 mm	0,441 po/ 11,2 mm	0,268 po/ 6,8 mm

Tableau 5.1-1 : Dimensions du goujon

#### Spécification des matériaux des goujons et propriétés des matériaux pour les pièces en acier inoxydable

Designation	Élément	Matériau	Qualité de l'acier	Standard	Résistance à la corrosion	Résistance à la corrosion
F-BT-MR SN	Goujon	Acier inoxydable	1,4571 (A5)	EN 10088-3	CRC III	EN 1993-1-4
			316Ti	ASTM A240/A276	-	-

Tableau 5.1-2 : Spécification des matériaux des goujons et propriétés des matériaux pour les pièces en acier inoxydable

### Dimensions de la rondelle d'étanchéité

	Diamètre extérieur de la rondelle d'étanchéité D	Diamètre intérieur de la rondelle d'étanchéité d	Goujon	Outil de réglage de la rondelle d'étanchéité / Taille de l'adaptateur
	Taille métrique			
	31,5 mm	6,1 mm	F-BT-MR M6xL SN	X-WST F3-BT (M6-1/4 po)
	31,5 mm	7,4 mm	F-BT-MR M8xL SN	X-WST F3-BT (M8-5/16 po)
	31,5 mm	9,2 mm	F-BT-MR M10xL SN	X-WST F3-BT (M10-3/8 po)
	35,1 mm	12,2 mm	F-BT-MR M12xL SN	X-WST F3-BT (M12-1/2 po)
	Taille impériale			
1,24 po/31,5 mm	0,362 po/9,2 mm	F-BT-MR 3/8xL SN	X-WST F3-BT (M10-3/8 po)	

Figure 5.1-3 : Dimensions de la rondelle d'étanchéité

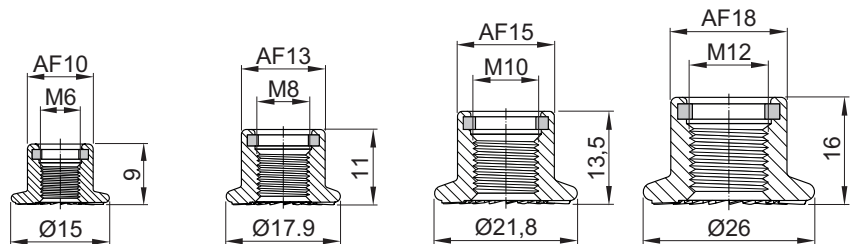
### Spécifications et propriétés des matériaux des rondelles d'étanchéité

Designation	Élément	Matériau	Qualité de l'acier	Standard	Résistance à la corrosion	Résistance à la corrosion
Bague d'étanchéité	Capuchon métallique	Acier inoxydable	1,4404 (A4)	EN 10088-2	CRC III	EN 1993-1-4
		Acier inoxydable	316L	ASTM A240	-	-
Bague d'étanchéité	Elastomère d'étanchéité	Caoutchouc chloroprène (CR)				

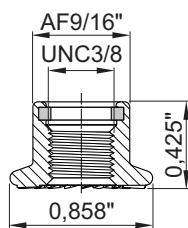
Tableau 5.1-4 : Spécifications et propriétés des matériaux des rondelles d'étanchéité

### Dimensions de l'écrou de blocage de la bride

Taille métrique



Taille impériale



• F-BT-MR SN ne doit être utilisé qu'avec le contre-écrou de bride four.

Figure 5.1-5 : Dimensions de l'écrou de blocage de la bride

**Dimensions de la plaque de support**

	Designation	Longueur l	Largeur w	de la paroi t
	FX 3-SP S	100 mm	44 mm	5,5 mm
	FX 3-SP L	100 mm	47 mm	5,5 mm

Figure 5.1-6: Dimensions de la plaque d'appui

**Spécification du matériau de la plaque d'appui**

Designation	Élément	Matériau
FX 3-SP	Plaque d'appui	PA66-GF50

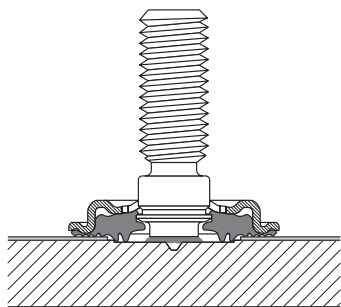
Tableau 5.1-7 : Spécification du matériau de la plaque de support

- Le FX 3-SP S est compatible avec tous les goujons F-BT-MR SN, à l'exception des tailles M12, qui nécessitent le FX 3-SP L pour accueillir la rondelle plus grande.

## 5.2 Spécifications pour l'installation

### 5.2.1 Zone d'application

#### Utilisation prévue



- Pour la fixation polyvalente de composants non structurels
- Il est recommandé d'utiliser plusieurs attaches pour toute fixation
- Pour une fixation sur acier au carbone non allié revêtu
- Conditions lors de l'installation :
  - La surface à souder doit être maintenue sèche et exempte de toute condensation
  - La température du goujon et la température du matériau de base :
    - > 0 °C (32 °F)
- Températures de service
  - 40 °C à 60°C (-40 °F à 140 °F)

Figure 5.2.1-1 : Utilisation prévue

### 5.2.2 Matériau de fixation

#### Propriétés des matériaux fixés

Designation	Épaisseur du matériau fixé		Tolérance du trou	
	$t_{i,min}$	$t_{i,max}$	$d_{f,min}$	$d_{f,max}$
Taille métrique				
F-BT-MR M6x25 SN (4)	3,5 mm	10 mm	8 mm	9,5 mm
F-BT-MR M8x25 SN (4)		10 mm	9,5 mm	12 mm
F-BT-MR M6x25 SN (6)		10 mm	8 mm	9,5 mm
F-BT-MR M8x25 SN (8)		10 mm	9,5 mm	12 mm
F-BT-MR M10x25 SN (10)		10 mm	12 mm	15 mm
F-BT-MR M10x50 SN (10)		20 mm	12 mm	15 mm
F-BT-MR M12x25 SN (10)		10 mm	15 mm	18,5 mm
F-BT-MR M12x50 SN (10)		20 mm	15 mm	18,5 mm
Taille impériale				
F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)	1/8 po/ 3,5 mm	3/8 po/ 10 mm	0,472 po/ 12 mm	0,571 po/ 14,5 mm
F-BT-MR 3/8x1 SN (3/8)		3/8 po/ 10 mm		
F-BT-MR 3/8x1 1/2 SN (3/8)		3/4 po/ 20 mm		
F-BT-MR 3/8x2 SN (3/8)		3/4 po/ 20 mm		
F-BT-MR 3/8x4 SN (3/8)		3/4 po/ 20 mm		



· épaisseur minimale du matériau fixé  $t_{i,min}$  peut être obtenue par l'utilisation de plusieurs couches.

Tableau 5.2.2-2 : Propriétés des matériaux fixés

### 5.2.3 Matériau de base

#### Spécification du matériau de base Sous-groupe 1.1, 1.2 conformément à CEN ISO/TR 15608

Norme/ domaine d'application	Qualité de l'acier
EN 10025-2	S235JR +N (or +AR) to S355K2 +N (or +AR)
EN 10025-3	S275N/NL to S355N/NL
ASTM	ASTM A36, ASTM 572 Grade 50
Acier de construction navale	A, B, D, E, AH 32, DH 32, AH 36, DH 36, EH 36
Valeur de l'équivalent carbone : CEV ≤ 0,45	$CEV=C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$

Tableau 5.2.3-1 Spécification du matériau de base

#### Épaisseur du matériau

	Épaisseur minimale du matériau de base (mm)	Épaisseur minimale du matériau de base (mm)
	$t_{II,min}$	$t_{II,max}$
Taille métrique		
F-BT-MR M6xL SN (4)	4 mm	30 mm
F-BT-MR M8xL SN (4)		
F-BT-MR M6xL SN (6)	6 mm	30 mm
F-BT-MR M8xL SN (8)	8 mm	30 mm
F-BT-MR M10xL SN (10)	10 mm	30 mm
F-BT-MR M12xL SN (10)		
Taille impériale		
F-BT-MR 3/8xL SN (5/32)	5/32 po/ 4 mm	1 1/8 po/ 30 mm
F-BT-MR 3/8xL SN (3/8)	3/8 po/ 10 mm	1 1/8 po/ 30 mm

Tableau 5.2.3-2 : Propriétés du matériau de base

#### Type de matériau de base

Formes admissibles du matériau de base	Acier plat ou acier courbé avec un rayon de courbure minimal, R, de 23,5 po (600 mm)
--	--

Tableau 5.2.3-3 : Type de matériau de base

### Positionnement des goujons sur le matériau de base

Designation	Espacement minimum entre les montants $s_{min}$	Distance minimale du bord, $c_{min}$
Taille métrique		
F-BT-MR M6xL SN (4)	35 mm	38 mm
F-BT-MR M8xL SN (4)		
F-BT-MR M6xL SN (6)		
F-BT-MR M8xL SN (8)		
F-BT-MR M10xL SN (10)		
F-BT-MR M12xL SN (10)		
Taille impériale		
F-BT-MR 3/8xL SN (5/32)	1 3/8 po/ 35 mm	1 1/2 po/ 38 mm
F-BT-MR 3/8xL SN (3/8)		

Tableau 5.2.3-4 : Positionnement des goujons sur le matériau de base

## 5.3 Données de rendement

### Résistance de calcul (LRFD) pour la tension, le cisaillement et le moment de flexion

Designation	Épaisseur du matériau $t_{II}$	Charge de traction $N_{LRFD}$	Charge de compression $N_{LRFD}$	Charge de cisaillement $V_{LRFD}$	Moment de flexion $M_{LRFD}$
Taille métrique					
F-BT-MR M6xL SN (4)	$4 \leq t_{II} < 30$ mm	605 lb/ 2,7 kN	2700 lb/ 12 kN	335 lb/ 1,5 kN	S.O.
F-BT-MR M8xL SN (4)	$4 \leq t_{II} < 30$ mm	605 lb/ 2,7 kN	2700 lb/ 12 kN	335 lb/ 1,5 kN	
F-BT-MR M6xL SN (6)	$6 \leq t_{II} < 30$ mm	1050 lb/ 4,7 kN	2700 lb/ 12kN	470 lb/ 2,1 kN	
F-BT-MR M8xL SN (8)	$8 \leq t_{II} < 30$ mm	1515 lb/ 6,7 kN	2700 lb/ 12 kN	675 lb/ 3,0 kN	
F-BT-MR M10xL SN (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	2700 lb/ 12 kN	2700 lb/ 12 kN	1215 lb/ 5,4 kN	22,2 pi-lb/ 30,1 Nm
F-BT-MR M12xL SN (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	2700 lb/ 12 kN	2700 lb/ 12 kN	1215 lb/ 5,4 kN	22,2 pi-lb/ 30,1 Nm
Taille impériale					
F-BT-MR 3/8xL SN (5/32)	$5/32$ po $\leq t_{II} < 1$ 1/8 po/ $4 \leq t_{II} < 30$ mm	605 lb/ 2,7 kN	2700 lb/ 12 kN	335 lb/ 1,5 kN	22,2 pi-lb/ 30,1 Nm
F-BT-MR 3/8xL SN (3/8)	$3/8$ po $\leq t_{II} < 1$ 1/8 po/ $10 \leq t_{II} < 30$ mm	2700 lb/ 12 kN	2700 lb/ 12 kN	1215 lb/ 5,4 kN	22,2 pi-lb/ 30,1 Nm

Tableau 5.3-1 : Résistance de calcul (LRFD) pour la tension, le cisaillement et le moment de flexion

**Charges admissibles (ASD) pour la traction, le cisaillement et le moment de flexion**

Designation	Épaisseur du matériau $t_{II}$	Charge de traction N	Charge de compression N	Charge de cisaillement V	Moment de flexion M
Taille métrique					
F-BT-MR M6xL SN (4)	$4 \leq t_{II} < 30$ mm	405 lb/ 1,8 kN	1800 lb/ 8,0 kN	225 lb/ 1,0 kN	S.O.
F-BT-MR M8xL SN (4)	$4 \leq t_{II} < 30$ mm	405 lb/ 1,8 kN	1800 lb/ 8,0 kN	225 lb/ 1,0 kN	
F-BT-MR M6xL SN (6)	$6 \leq t_{II} < 30$ mm	700 lb/ 3,1 kN	1800 lb/ 8,0 kN	315 lb/ 1,4 kN	
F-BT-MR M8xL SN (8)	$8 \leq t_{II} < 30$ mm	1010 lb/ 4,5 kN	1800 lb/ 8,0 kN	450 lb/ 2,0 kN	
F-BT-MR M10xL SN (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	1800 lb/ 8,0 kN	1800 lb/ 8,0 kN	810 lb/ 3,6 kN	14,7 pi-lb/ 20 Nm
F-BT-MR M12xL SN (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	1800 lb/ 8,0 kN	1800 lb/ 8,0 kN	810 lb/ 3,6 kN	14,7 pi-lb/ 20 Nm
Taille impériale					
F-BT-MR 3/8xL SN (5/32)	$5/32$ po $\leq t_{II} < 1$ 1/8 po/ $4 \leq t_{II} < 30$ mm	405 lb/ 1,8 kN	1800 lb/ 8,0 kN	225 lb/ 1,0 kN	14,7 pi-lb/ 20 Nm
F-BT-MR 3/8xL SN (3/8)	$3/8$ po $\leq t_{II} < 1$ 1/8 po/ $10 \leq t_{II} < 30$ mm	1800 lb/ 8,0 kN	1800 lb/ 8,0 kN	810 lb/ 3,6 kN	14,7 pi-lb/ 20 Nm

**Tableau 5.3-2 : Charges admissibles (ASD) pour la traction, le cisaillement et le moment de flexion**
**Fixations / heure**

Le comportement du groupe est influencé par la ductilité du goujon et l'espace libre entre les trous. Afin de couvrir une position défavorable des goujons en rangées ou des plaques rectangulaires, les éléments suivants doivent être pris en considération lors de la conception :

	<p>Goujons en rangées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un montant d'une rangée de n (ici : n = 4) montants est considéré pour la charge de cisaillement totale de la rangée.</li> </ul>
	<p>Goujons dans les plaques rectangulaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plaque rectangulaire avec 4 montants dans les coins et introduction d'une charge de cisaillement au centre de la plaque.</li> <li>• Deux montants d'un groupe de quatre montants sont pris en compte pour la charge de cisaillement totale du groupe.</li> </ul>

**Figure 5.3-3 : Fixations / heure**



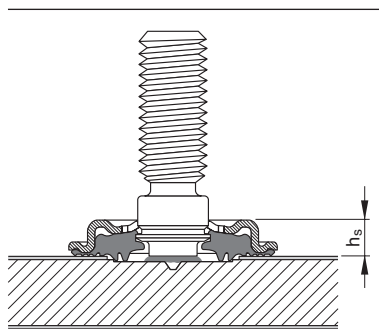
## 5.4 Recommandation d'installation

### 5.4.1 Installation plus rapide

Les directives suivantes s'appliquent à la pose des montants CSF. En règle générale, l'installation est réalisée conformément à un code ou à une norme de soudage tel que EN ISO 14555 ou AWS D1,6, qui comporte des exigences supplémentaires en matière d'installation. Voir la section 8 pour plus de renseignements sur les processus basés sur la norme AWS D1,6,

### 5.4.2 Inspection de l'installation de la rondelle d'étanchéité

#### Inspection de la rondelle d'étanchéité



La hauteur entre le haut de la rondelle d'étanchéité installée et la surface du revêtement,  $h_s$ , doit être au maximum de 6 mm (0,236 po), ce qui doit être vérifié à l'aide de la jauge de contrôle de rondelle X-WCG F3-BT.



Pour plus de détails, veuillez vous référer au mode d'emploi (IFU).

Figure 5.4.2-1 : Inspection de la rondelle d'étanchéité

### 5.4.3 Couple d'installation

#### Couple d'installation

Designation	Installation torque $T_{inst}$
Taille métrique	
F-BT-MR M8xL SN (4)	6 Nm
F-BT-MR M8xL SN (4)	6 Nm
F-BT-MR M6xL SN (6)	8 Nm
F-BT-MR M8xL SN (8)	20 Nm
F-BT-MR M10xL SN (10)	30 Nm
F-BT-MR M12xL SN (10)	30 Nm
Taille impériale	
F-BT-MR 3/8xL SN (5/32)	4,4 pi-lb/6 Nm
F-BT-MR 3/8xL SN (3/8)	22,1 pi-lb/30 Nm



- F-BT-MR SN ne doit être utilisé qu'avec le contre-écrou de bride fourni.
- Pour plus de détails, veuillez vous référer au mode d'emploi (IFU).
- Seuls les outils de serrage dotés de fonctions de contrôle du couple doivent être utilisés. Il est interdit d'utiliser un outil de serrage motorisé.

Tableau 5.4.3-1 : Couple d'installation

## 6.0 DONNÉES TECHNIQUES POUR F-BT-MR

### 6.1 Spécification des goujons

#### Dimensions du goujon

	L L <sub>1</sub> d <sub>1</sub> d <sub>2</sub> d <sub>h1</sub> d <sub>h2</sub> d <sub>n</sub>		Longueur du filetage Résistance nominale Diamètre nominal, diamètre du filetage Diamètre de la zone de soudure Diamètre de la surface de l'axe Diamètre de l'interface du support à goujon Diamètre de la zone de collet du goujon				
	Designation	L	L <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>h1</sub>	d <sub>h2</sub>
Taille métrique							
F-BT-MR M6x25 (6)	25 mm	31 mm	M6	5 mm	7 mm	7,6 mm	4,4 mm
F-BT-MR M8x25 (8)	25 mm	31 mm	M8	6 mm	8,6 mm	9,2 mm	6 mm
F-BT-MR M10x25 (10)	25 mm	31 mm	M10	7,2 mm	10,6 mm	11,2 mm	6,8 mm
F-BT-MR M10x50 (10)	50 mm	56 mm	M10	7,2 mm	10,6 mm	11,2 mm	6,8 mm
F-BT-MR M12x25 (10)	25 mm	31 mm	M12	7,2 mm	13,4 mm	14 mm	6,8 mm
F-BT-MR M12x50 (10)	50 mm	56 mm	M12	7,2 mm	13,4 mm	14 mm	6,8 mm
Taille impériale							
F-BT-MR 3/8x1 (3/8)	1 po	1,220 po/ 31 mm	3/8 po	0,283 po/ 7,2 mm	0,417 po/ 10,6 mm	0,441 po/ 11,2 mm	0,268 po/ 6,8 mm
F-BT-MR 3/8x1 1/2 (3/8)	1 1/2 po	1,732 po/ 44 mm	3/8 po	0,283 po/ 7,2 mm	0,417 po/ 10,6 mm	0,441 po/ 11,2 mm	0,268 po/ 6,8 mm
F-BT-MR 3/8"x2 (3/8)	2 po	2,205 po/ 56 mm	3/8 po	0,283 po/ 7,2 mm	0,417 po/ 10,6 mm	0,441 po/ 11,2 mm	0,268 po/ 6,8 mm
F-BT-MR 3/8x4 (3/8)	4 po	4,094 po/ 104 mm	3/8 po	0,283 po/ 7,2 mm	0,417 po/ 10,6 mm	0,441 po/ 11,2 mm	0,268 po/ 6,8 mm
F-BT-MR 1/2x1 1/2 (3/8)	1 1/2 po	1,732 po/ 44 mm	1/2 po	0,283 po/ 7,2 mm	0,528 po/ 13,4 mm	0,441 po/ 14 mm	0,268 po/ 6,8 mm
F-BT-MR 1/2x2 (3/8)	2 po	2,205 po/ 56 mm	1/2 po	0,283 po/ 7,2 mm	0,528 po/ 13,4 mm	0,441 po/ 14 mm	0,268 po/ 6,8 mm

Tableau 6.1-1 Dimensions des goujons

#### Spécifications matérielles

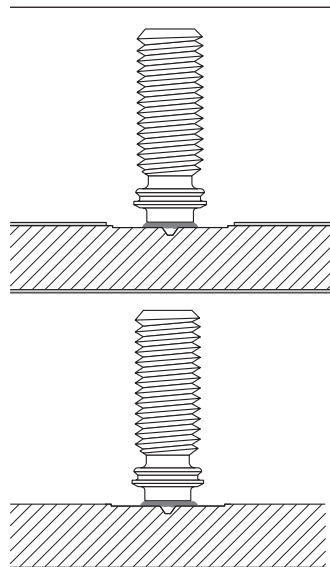
Designation	Élément	Matériau	Qualité de l'acier	Standard	Classe de résistance à la corrosion	Résistance à la corrosion
F-BT-MR	Goujon	Acier inoxydable	1.4571 (A5)	EN 10088-3	CRC III	EN 1993-1-4
			316Ti	ASTM A240/A276	-	-

Tableau 6.1 – 2 Spécification des matériaux des goujons

## 6.2 Spécifications pour l'installation

### 6.2.1 Domaine d'application

#### Utilisation prévue



- Pour la fixation polyvalente de composants non structurels
- Il est recommandé d'utiliser plusieurs attaches pour toute fixation
- Pour fixation sur acier au carbone non allié, revêtu ou non revêtu
- Conditions lors de l'installation :
  - La surface à souder doit être maintenue sèche et exempte de condensation.
  - Température du goujon et température du matériau de base :
    - > 0 °C (32 °F)
- Températures de service
  - 40 °C à 60 °C (-40 °F à 140 °F)

Figure 6.2.1-1 Utilisation prévue

### 6.2.2 Matériau de fixation

#### Propriétés des matériaux fixés

Designation	Épaisseur du matériau fixé X-BT :		Tolérance du trou	
	$t_{i,min}$	$t_{i,max}$	$d_{f,min}$	$d_{f,max}$
Taille métrique				
F-BT-MR M6x25 (6)	4,5 mm	10 mm	8,5 mm	10 mm
F-BT-MR M8x25 (8)		10 mm	10 mm	12,5 mm
F-BT-MR M10x25 (10)		10 mm	12,5 mm	15,5 mm
F-BT-MR M10x50 (10)		20 mm	12,5 mm	15,5 mm
F-BT-MR M12x25 (10)		10 mm	15,5 mm	19 mm
F-BT-MR M12x50 (10)		20 mm	15,5 mm	19 mm
Taille impériale				
F-BT-MR 3/8x1 (3/8)	3/16 po / 4,5 mm	3/8 po / 10 mm	0,492 po / 12,5 mm	0,591 po / 15 mm
F-BT-MR 3/8x1 1/2 (3/8)		3/4 po / 20 mm		
F-BT-MR 3/8x2 (3/8)		3/4 po / 20 mm		
F-BT-MR 3/8x4 (3/8)		3/4 po / 20 mm	0,591 po / 15 mm	0,768 po / 19,5 mm
F-BT-MR 1/2x1 1/2 (3/8)		3/4 po / 20 mm		
F-BT-MR 1/2x2 (3/8)		3/4 po / 20 mm		



Épaisseur du matériau fixé  $t_{i,min}$  peut être obtenue par l'utilisation de plusieurs couches.

Tableau 6.2.2-1: Propriétés des matériaux fixés

## 6.2.3 Matériau de base

### Base material specification : sous-groupe 1.1, 1.2 conformément à CEN ISO/TR 15608

Norme/domaine d'application	Qualité de l'acier
EN 10025-2	S235JR +N (or +AR) to S355K2 +N (ou +AR)
EN 10025-3	S275N/NL à S355N/NL
ASTM	ASTM A36, ASTM 572 Grade 50
Acier de construction navale	A, B, D, E, AH 32, DH 32, AH 36, DH 36, EH 36
Valeur de l'équivalent carbone : CEV ≤ 0,45	$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$

Tableau 6.2.3-1: Spécifications matérielles

### Propriétés du matériau de base

Designation	Épaisseur minimale du matériau de base (mm)	Épaisseur minimale du matériau de base (mm)	Épaisseur minimale du matériau de base (mm)	Épaisseur minimale du matériau de base (mm)
	$t_{II,min}$	$t_{II,max}$	$t_{II,min}$	$t_{II,max}$
	(pour l'acier de base non revêtu)		(pour l'acier de base revêtu)	
Taille métrique				
F-BT-MR M6xL (6)	2 mm	30 mm	6 mm	30 mm
F-BT-MR M8xL (8)	2 mm	30 mm	8 mm	30 mm
F-BT-MR M10xL (10)	2 mm	30 mm	10 mm	30 mm
F-BT-MR M12xL (10)	2 mm	30 mm	10 mm	30 mm
Taille impériale				
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	0,0787 po/ 2 mm	1 1/8 po/ 30 mm	3/8 po/ 10 mm	1 1/8 po/ 30 mm
F-BT-MR 1/2xL (3/8)	0,0787 po/ 2 mm	1 1/8 po/ 30 mm	3/8 po/ 10 mm	1 1/8 po/ 30 mm

Table 6.2.3-2: Propriétés du matériau de base

### Type de matériau de base

Formes admissibles du matériau de base	Acier plat ou acier courbé avec un rayon de courbure minimal, R, de 23,5 po (600 mm)
--	--

Tableau 6.2.3-3: Type de matériau de base

### Positionnement des goujons sur le matériau de base

Designation	Espacement minimum entre les montants $s_{min}$	Distance minimale du bord, $c_{min}$
Taille métrique		
F-BT-MR M6xL (6)	35 mm	38 mm
F-BT-MR M8xL (8)		
F-BT-MR M10xL (10)		
F-BT-MR M12xL (10)		
Taille impériale		
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	1 3/8 po/ 35 mm	1 1/2 po/ 38 mm
F-BT-MR 1/2xL (3/8)		

Table 6.2.3-4: Positionnement des goujons sur le matériau de base

### 6.3 Données de rendement

#### Résistance de calcul (LRFD) pour la tension, le cisaillement et le moment de flexion

Designation	Épaisseur du matériau $t_{II}$	Charge de traction $N_{LRFD}$	Charge de cisaillement $V_{LRFD}$	Moment de flexion $M_{LRFD}$
Taille métrique				
F-BT-MR M6xL (6)	$6 \leq t_{II} < 30$ mm	1050 lb/ 4,7 kN	605 lb/ 2,7 kN	S.O.
F-BT-MR M8xL (8)	$8 \leq t_{II} < 30$ mm	1515 lb/ 6,7 kN	875 lb/ 3,9 kN	
F-BT-MR M10xL (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	2700 lb/ 12 kN	1515 lb/ 6,7 kN	22,2 pi-lb/ 30,1 Nm
F-BT-MR M12xL (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	2700 lb/ 12 kN	1515 lb/ 6,7 kN	22,2 pi-lb/ 30,1 Nm
Taille impériale				
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	$3/8$ po $\leq t_{II} < 1$ 1/8 po/ $10 \leq t_{II} < 30$ mm	2700 lb/ 12 kN	1515 lb/ 6,7 kN	22,2 pi-lb/ 30,1 Nm
F-BT-MR 1/2xL (3/8)	$3/8$ po $\leq t_{II} < 1$ 1/8 po/ $10 \leq t_{II} < 30$ mm	2700 lb/ 12 kN	1515 lb/ 6,7 kN	22,2 pi-lb/ 30,1 Nm

Tableau 6.3-1 : Résistance de calcul (LRFD) pour la tension, le cisaillement et le moment de flexion

Pour l'installation des montants sur des matériaux de base plus minces que ceux énumérés dans le tableau, voir la section 6.3.1.

#### Charges admissibles (ASD) pour la traction, le cisaillement et le moment de flexion

Designation	Épaisseur du matériau $t_{II}$	Charge de traction $N$	Charge de cisaillement $V$	Moment de flexion $M$
Taille métrique				
F-BT-MR M6xL (6)	$6 \leq t_{II} < 30$ mm	700 lb/ 3,1 kN	405 lb/ 1,8 kN	S.O.
F-BT-MR M8xL (8)	$8 \leq t_{II} < 30$ mm	1010 lb/ 4,5 kN	585 lb/ 2,6 kN	
F-BT-MR M10xL (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	1800 lb/ 8,0 kN	1010 lb/ 4,5 kN	14,7 pi-lb/ 20 Nm
F-BT-MR M12xL (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	1800 lb/ 8,0 kN	1010 lb/ 4,5 kN	14,7 pi-lb/ 20 Nm
Taille impériale				
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	$3/8$ po $\leq t_{II} < 1$ 1/8 po/ $10 \leq t_{II} < 30$ mm	1800 lb/ 8,0 kN	1010 lb/ 4,5 kN	14,7 pi-lb/ 20 Nm
F-BT-MR 1/2xL (3/8)	$3/8$ po $\leq t_{II} < 1$ 1/8 po/ $10 \leq t_{II} < 30$ mm	1800 lb/ 8,0 kN	1010 lb/ 4,5 kN	14,7 pi-lb/ 20 Nm

Table 6.3-2 : Charges admissibles (ASD) pour la traction, le cisaillement et le moment de flexion

Pour l'installation des montants sur des matériaux de base plus minces que ceux énumérés dans le tableau, voir la section 6.3.1.

**Fixations / heure**

Le comportement du groupe est influencé par la ductilité du goujon et le dégagement du trou. Afin de couvrir la position défavorable des goujons dans les rangées ou les plaques rectangulaires, les éléments suivants doivent être pris en considération lors de la conception :

	Goujons en rangées : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un montant d'une rangée de n (ici : n = 4) montants est considéré pour la charge de cisaillement totale de la rangée.</li> </ul>
	Goujons dans les plaques rectangulaires : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plaque rectangulaire avec 4 montants dans les coins et introduction d'une charge de cisaillement au centre de la plaque.</li> <li>• Deux montants d'un groupe de quatre montants sont pris en compte pour la charge de cisaillement totale du groupe.</li> </ul>

**Figure 6.3-3 : Fixations / heure**

### 6.3.1 Installation sur des matériaux de base minces

Lors du soudage sur les épaisseurs minimales définies du matériau de base, le collet du goujon est le point le plus faible et détermine donc la charge de rupture.

Cependant, lors du soudage sur un matériau de base plus fin, c'est le matériau de base plutôt que le col qui constitue généralement le point le plus faible. Les valeurs de charge sont donc réduites.

Par conséquent, lors du soudage sur un matériau de base mince, un facteur de réduction de la charge doit être pris en compte lors du calcul de la résistance LRFD ou des charges admissibles.

Exemple :

$\alpha N_{LRFD}$  = Résistance LRFD réduite

$\alpha$  = Facteur de réduction de la charge

$N_{LRFD}$  = Résistance LRFD (sur l'épaisseur définie du matériau de base)

À partir des données d'essai obtenues en utilisant des épaisseurs de matériau de base distinctes, la formule du facteur de réduction de la charge  $\alpha$  a été dérivée pour chacun des types de goujons.

**Facteur de réduction de la charge pour un matériau de base mince**

Designation	Faible épaisseur du matériau de base $t_{II}$	Facteur de réduction de charge pour		
		Charge de traction	Charge de cisaillement	Flexion
Taille métrique				
F-BT-MR M6xL (6)	$2 \leq t_{II} < 4$ mm	$\alpha = (t_{II} + 4)/8$		S.O.
F-BT-MR M8xL (8)	$2 \leq t_{II} < 4$ mm	$\alpha = (t_{II} + 1)/5$		
F-BT-MR M10xL (10)	$2 \leq t_{II} < 6$ mm	$\alpha = (t_{II} + 1,5)/7,5$		
F-BT-MR M12xL (10)	$2 \leq t_{II} < 6$ mm			
Taille impériale				
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	$0,0787 \text{ po} \leq t_{II} < 0,236 \text{ po}$	$\alpha = (t_{II} + 0,059)/0,295$		



Pour les tailles métriques  $t_{II}$  doit être introduite dans l'équation en mm et en pouces pour les tailles impériales.

**Tableau 6.3.1-1 : Facteur de réduction de la charge pour un matériau de base mince**

## 6.4 Recommandation d'installation

### 6.4.1 Installation plus rapide

Les directives suivantes fournissent les spécifications pour l'installation des montants CSF. En règle générale, l'installation est réalisée conformément à un code/une norme de soudage tel que EN ISO 14555 ou AWS D1.6. qui comporte des exigences supplémentaires en matière d'installation. Voir la section 8 pour plus de renseignements sur les processus basés sur la norme AWS D1.6.

### 6.4.2 Couple d'installation

#### Couple d'installation avec écrou de blocage de la bride

Designation	Couple d'installation $T_{inst}$	Type d'écrou recommandé
Taille métrique		
F-BT-MR M6xL (6)	8 Nm	Écrou de blocage de la bride selon EN 1663
F-BT-MR M8xL (8)	20 Nm	
F-BT-MR M10xL (10)	30 Nm	
F-BT-MR M12xL (10)	30 Nm	
Taille impériale		
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	22,1 pi-lb/30 Nm	Écrou de blocage de la bride avec dents de blocage selon ASME B 18,16,4
F-BT-MR 1/2xL (3/8)	22,1 pi-lb/30 Nm	

- Pour plus de détails, veuillez vous référer au mode d'emploi (IFU).
- Seuls les outils de serrage dotés de fonctions de contrôle du couple doivent être utilisés. Il est interdit d'utiliser un outil de serrage motorisé.

**Table 6.4.2-1 : Couple d'installation avec écrou de blocage de la bride**

#### Couple d'installation avec écrou galvanisé à chaud (HDG)

Designation	Couple d'installation $T_{inst}$	Type d'écrou recommandé
Taille métrique		
F-BT-MR M6xL (6)	8 Nm	Écrou HDG
F-BT-MR M8xL (8)	20 Nm	
F-BT-MR M10xL (10)	27 Nm	
F-BT-MR M12xL (10)	27 Nm	
Taille impériale		
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	20 pi-lb/ 27 Nm	Écrou HDG
F-BT-MR 1/2xL (3/8)	20 pi-lb/ 27 Nm	

- Pour plus de détails, veuillez vous référer au mode d'emploi (IFU).
- Seuls les outils de serrage dotés de fonctions de contrôle du couple doivent être utilisés. Il est interdit d'utiliser un outil de serrage motorisé.

**Table 6.4.2-2 : Couple d'installation avec écrou galvanisé à chaud (HDG)**



## 7.0 CONCEPT DE DESIGN

L'ASD et la LRFD sont toutes deux largement utilisées dans la conception des fixations sur acier, et le choix de la méthode de conception dépend de plusieurs facteurs, notamment l'application, le niveau de sécurité requis et le niveau de variabilité des charges et des résistances des matériaux. Il est important de noter que la conception des fixations doit être effectuée par un ingénieur ou un concepteur qualifié qui connaît les codes et les normes applicables.

### 7.1 Conception de facteur de charge et de résistance (LRFD)

Selon les tableaux 5.3-1 et 6.3-1 de la Conception des facteurs de charge et de résistance (LRFD), les charges ont été calculées en appliquant un facteur,  $\Phi$ , à la charge ultime moyenne de tous les résultats d'essais ou à la résistance nominale calculée du goujon, selon l'approche la plus conservatrice.

Les facteurs  $\Phi$  appliqués aux résistances F-BT LRFD sont  $\Phi = 0,75$  ou moins.

La charge a donc été dérivée du minimum entre :

$$F_{LRFD} = \Phi_{test} * F_{test,avg}$$

ou

$$F_{LRFD} = \Phi_{nominal} * F_{nominal}$$

### 7.2 Conception de contrainte admissible (ASD)

Les charges des tableaux 5.3-3 et 6.3-2 ont été calculées en appliquant un facteur de sécurité global,  $\Omega$ , à la charge ultime moyenne de tous les résultats d'essai ou à la résistance nominale calculée du goujon, selon l'approche la plus conservatrice. Le facteur de sécurité est supposé couvrir les variations attendues dans les conditions d'installation sur le terrain.

Les facteurs de sécurité appliqués aux charges admissibles F-BT sont  $\Omega = 2,0$  ou plus.

La charge a donc été dérivée du minimum entre :

$$F_{LRFD} = F_{test,avg} / \Omega_{test}$$

ou

$$F_{LRFD} = F_{nominal} / \Omega_{nominal}$$

### 7.3 Interaction des charges

Les tableaux 7.3-1 et 7.3-2 fournissent des équations d'interaction lorsque les montants sont chargés simultanément en traction, en cisaillement et/ou en moments.

combinaisons de charges, profil,	Équation d'interaction des charges
Tension/Cisaillement	$\frac{V}{V_{LRFD}} + \frac{N}{N_{LRFD}} \leq 1,0$
Cisaillement - Moment de flexion	$\frac{V}{V_{LRFD}} + \frac{M}{M_{LRFD}} \leq 1,0$
Tension - Moment de flexion	$\frac{N}{N_{LRFD}} + \frac{M}{M_{LRFD}} \leq 1,0$
Cisaillement - Tension - Moment de flexion	$\frac{V}{V_{LRFD}} + \frac{N}{N_{LRFD}} + \frac{M}{M_{LRFD}} \leq 1,0$

Tableau 7.3-1 : Équations d'interaction des charges pour la norme LRFD

La où :

V = Charge de cisaillement pondérée

N = Charge de traction pondérée

M = Moment de flexion pondéré

$V_{LRFD}$  = Résistance au cisaillement du tableau 5.3-1 ou 6.3-1

$N_{LRFD}$  = Résistance à la traction du tableau 5.3-1 ou 6.3-1

$M_{LRFD}$  = Résistance aux moments du tableau 5.3-1 ou 6.3-1

combinaisons de charges, profil,	Équation d'interaction des charges
Tension/Cisaillement	$\frac{V}{V_{ASD}} + \frac{N}{N_{ASD}} \leq 1,0$
Cisaillement - Moment de flexion	$\frac{V}{V_{ASD}} + \frac{M}{M_{ASD}} \leq 1,0$
Tension - Moment de flexion	$\frac{N}{N_{ASD}} + \frac{M}{M_{ASD}} \leq 1,0$
Cisaillement - Tension - Moment de flexion	$\frac{V}{V_{ASD}} + \frac{N}{N_{ASD}} + \frac{M}{M_{ASD}} \leq 1,0$

Tableau 7.3-2 : Équations d'interaction des charges pour la DMPS

La où :

V = Charge de cisaillement appliquée

N = Charge de tension appliquée

M = Moment de flexion appliqué

$V_{ASD}$  = Charge de cisaillement admissible du tableau 5.3-2 ou 6.3-2

$N_{ASD}$  = Charge de traction admissible du tableau 5.3-2 ou 6.3-2

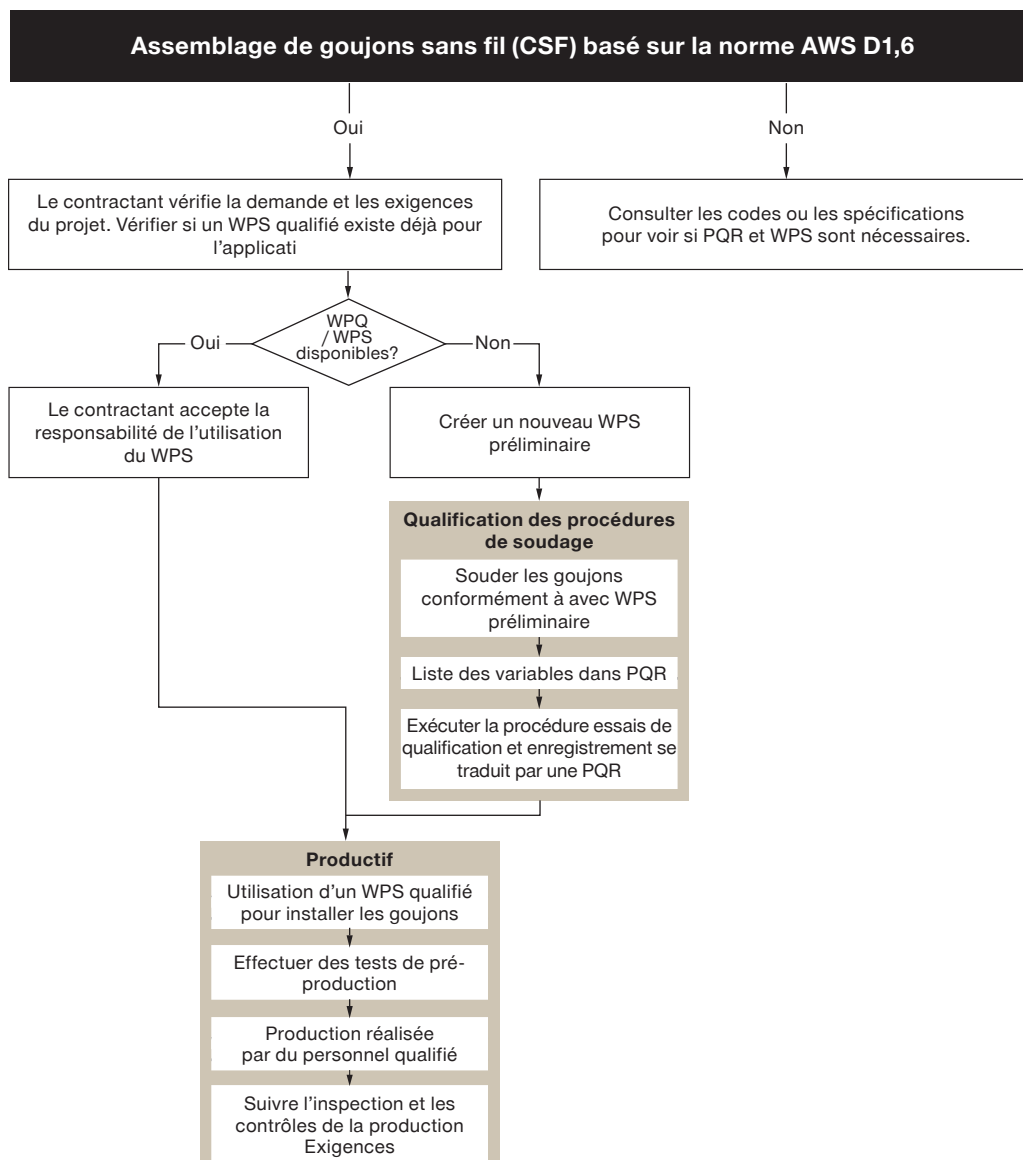
$M_{ASD}$  = Moment admissible du tableau 5.3-2 ou 6.3-2

## 8.0 FUSION DE GOUJONS SANS FIL (CSF) SELON AWS D1,6/D1,6M AND B2,1/B2,1M43

L'objectif de cette section est d'aider les utilisateurs à intégrer le système de fusion des goujons sans fil dans les processus du chantier et de fournir des renseignements de base concernant les spécifications des procédures de soudage (WPS), les fiches de qualification des procédures (PQR) et la qualification des performances de l'opérateur de soudage de goujons (WPQ). Cette section se concentre sur l'utilisation des produits basés sur la norme AWS D1.6 et, par extension, sur la norme AWS B2.1.

La norme AWS D1,6/D1,6M, Structural Welding Code – Stainless Steel, traite du soudage de goujons en acier inoxydable sur des matériaux de base en acier inoxydable, mais ne spécifie pas les matériaux de base en acier au carbone. C'est pourquoi la norme AWS B2.1, qui couvre un éventail plus large de matériaux de base, est généralement citée en référence. Conformément à la norme AWS D1.6, section 6.3.2, les modes opératoires de soudage qualifiés conformément à la norme AWS B2.1/B2.1M, Specification for Welding Procedure and Performance Qualification, peuvent être utilisés dans le cadre de la norme AWS D1.6

Les renseignements contenus dans cette section ne remplacent pas les exigences définies par l'autorité compétente (AHJ) ou les exigences spécifiques au projet, au chantier et à l'employeur.



Hilti soutient les entrepreneurs en leur offrant

- Catalogue d'examen visuel Hilti F-BT [7]
- ICC-ES ESR-4647

Modèle d'enregistrement de fusion de goujons sans fil pour la création de nouveaux goujons de Hilti :

- Spécifications des procédures de soudage
- Fiches de qualification des procédures (FQP)
- Registres de qualification des performances des soudeurs
- Enregistrements des tests de préproduction

Figure 8-1: Mise en œuvre du processus de fusion des goujons sans fil (CSF) jusqu'à la production

## 8.1 Qualification de la procédure de soudage des goujons

### 8.1.1 Fiches de qualification des procédures (FQP)

En règle générale, les procédures de soudage sont qualifiées par le biais de tests et documentées dans une fiche de qualification de procédure (PQR). Un PQR est un document qui fournit un enregistrement des paramètres de soudage et des résultats des tests de qualification de la procédure de soudage. Le PQR est préparé pour démontrer qu'une procédure de soudage particulière répond aux exigences d'une norme de soudage spécifique, telle que la norme AWS D1.6 ou B2.1.

### 8.1.2 Essais de qualification des modes opératoires de soudage

Lorsque la qualification d'un mode opératoire de soudage est requise, des essais sont réalisés et les résultats sont consignés dans une fiche de qualification du mode opératoire de soudage. Les méthodes d'essai doivent être convenues entre les parties contractantes. Les méthodologies typiques peuvent inclure

#### Tests de qualification des procédures de soudage basés sur AWS D1.6 ou AWS B2.1

Type de goujon	Catégorie de test	Nombre d'échantillons	Critères d'acceptation	
Examen visuel	Examen de surface	10	Catalogue d'examen visuel Hilti F-BT [7]	
	Examen du goujon			
Test physique	Selon AWS D1.6. clause 9.4	Essais destructifs - essais de pliage	10	Voir la figure 8.4.1-2
		ou		
		Essais destructifs - essais de tension	10	Voir la figure 8.4.2-1
	ou			
	Selon AWS B2.1. clause 4.11	Essais destructifs - essais de pliage	5	Voir la figure 8.4.1-3
		et		
Essais non destructifs - essais de traction		5	Voir la figure 8.4.3-1	

Table 8.1.2-1: Essais de qualification des modes opératoires de soudage

### 8.1.3 Spécifications des modes opératoires de soudage (WPS)

Les spécifications des modes opératoires de soudage sont des documents qui fournissent les directives spécifiques pour effectuer une opération de soudage. Le WPS décrit les paramètres de soudage, les matériaux et les autres exigences nécessaires pour garantir que l'opération de soudage produit une soudure saine qui répond aux critères de qualité spécifiés. Les documents PQR sont utilisés pour qualifier la création de nouveaux WPS. Il est possible de créer un seul WPS en utilisant plusieurs documents PQR, et un PQR peut être conservé comme preuve pour plusieurs documents WPS.

Conformément à la norme AWS D1,6, chaque contractant est responsable de la qualification des procédures de soudage à utiliser, mais il est permis de sous-traiter tout ou partie des travaux à condition que le contractant en assume l'entière responsabilité. Pour plus de détails sur ces exigences, veuillez vous référer à la norme AWS D1.6 Section 6.3.1.

Il convient de noter que le PQR fournit un enregistrement des variables précises testées, tandis qu'un WPS peut contenir une série de variables. Les variables suivantes sont généralement enregistrées, mais en fonction de l'application et des exigences, il peut être nécessaire de compléter ou de réduire la liste.

- Identification du contractant
- Préparation de la surface
- Processus de soudage et outils/accessoires associés
- Conditions environnementales
- Conditions liées au matériau de base
- Conditions liées au matériau du goujon
- Orientation de l'installation de soudage

Pour plus de renseignements sur la qualification des procédures de soudage de goujons, veuillez vous référer à la clause 9 de la norme AWS D1.6 et aux clauses 4.11 et 4.13 de la norme AWS B2.1.

### 8.1.4 Conditions liées au matériau de base

Pour le matériau de base à utiliser, la preuve de la conformité doit être disponible. En l'absence de cette preuve, le matériau de base doit être soumis à des essais supplémentaires avant le soudage.

L'assemblage sans fil (CSF) couvre les groupes de matériaux 1.1 ou 1.2 conformément à la norme ISO/TR 15608, Pour plus de détails, voir le tableau 6.2.3-1 : Spécifications matérielles L'ICC-ES Evaluation Service Report (ESR) 4647 qualifie l'installation du F-BT-MR sur les matériaux de base ASTM A36 et ASTM A572 Gr50, qui sont des matériaux AWS B2.1 Annexe C Material (M-Number) 1 Group 1.

#### État du matériau de base

Code/Norme	Spécification	Matériau/Numéro du groupe
AWS B2.1	ASTM A36	Annex C, M-Number 1, Group 1
	ASTM A572 Grade 50	Annex C, M-Number 1, Group 1
CEN ISO/TR 15608		Sous-groupe 1.1
		Sous-groupe 1.2

Tableau 8.1.4-1 : État du matériau de base

Selon la norme AWS B2.1, le regroupement en catégories n'implique pas que les métaux de base puissent être remplacés par d'autres métaux de base au sein du même numéro de matériau (numéro M) sans tenir compte de la soudabilité.

Le tableau 8.1.4-2 indique les épaisseurs minimales du matériau de base qui ont été étudiées par Hilti dans le cadre d'essais de procédure de soudage.

**Épaisseur minimale du matériau de base (mm)**

Procédé de soudage	Designation	Désignation de l'épaisseur du matériau de base sans endommagement du revêtement de la face arrière
Soudage de goujons à l'arc étiré avec gaz de protection (procédé de soudage 783 selon la norme EN ISO 14555).	F-BT-MR M6x25 SN (4)	4 mm
	F-BT-MR M8x25 SN (4)	4 mm
	F-BT-MR M6x25 SN (6) F-BT-MR M6x25 (6)	6 mm
	F-BT-MR M8x25 SN (8) F-BT-MR M8x25 (8)	8 mm
	F-BT-MR M10x25 SN (10) F-BT-MR M10x50 SN (10) F-BT-MR M10x25 (10) F-BT-MR M10x50 (10) F-BT-MR M12x25 SN (10) F-BT-MR M12x50 SN (10) F-BT-MR M12x25 (10) F-BT-MR M12x50 (10)	10 mm
	F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)	5/32 po/4mm
	F-BT-MR 3/8x1 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x1 1/2 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x2 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x4 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x1 (3/8) F-BT-MR 3/8x1 1/2 (3/8) F-BT-MR 3/8x2 (3/8) F-BT-MR 3/8x4 (3/8) F-BT-MR 1/2x1 1/2 (3/8) F-BT-MR 1/2x2 (3/8)	3/8 po/10 mm

Tableau 8.1.4-2 : Épaisseur minimale du matériau de base (mm)

### 8.1.5 Conditions liées au matériau de colombage

Pour le matériel de fixation, la preuve de la conformité sera fournie par Hilti sur demande. Pour les spécifications des matériaux de colombage, veuillez vous référer aux tableaux 5.1-2 et 6.1-2.

## 8.1.6 Conditions liées aux postes de soudage

Le processus de fusion des goujons sans fil (CSF), y compris la préparation de la surface et la fusion des goujons sans fil elle-même, peut être exécuté dans n'importe laquelle des positions mentionnées dans la norme AWS D1.6, figure 9.3.

Le tableau 8.1.6 ci-dessous donne un aperçu des positions d'installation de soudage :

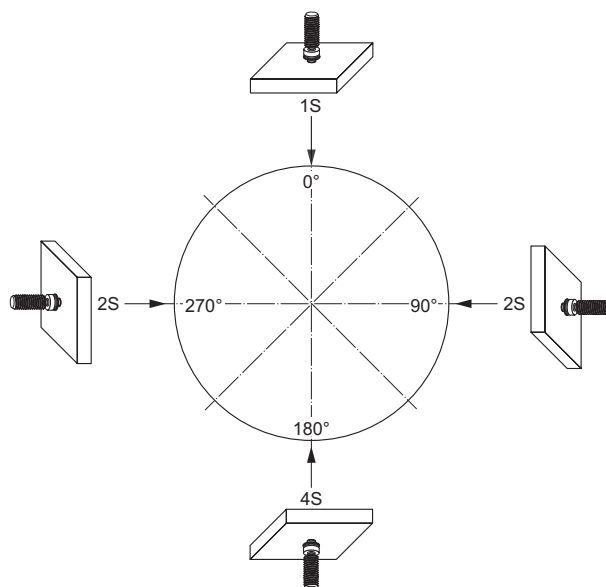
**Positions de soudage selon AWS D1.6**

Désignation AWS D1.6	AWS D1.6 Designation	Tolérance de plage
Vers le bas (sol)	1S	±45°
Horizontal (mur)	2S	
Incliné vers le haut (plafond)	4S	

**Tableau 8.1.6-1: Postes de soudage et d'essai**

Les positions se réfèrent à l'orientation du goujon et de l'outil manuel au moment de l'installation.

Pour la qualification des procédures, l'orientation de l'installation est un aspect de la qualification. Les tests effectués sur les goujons installés en position 2S ou 4S sont également valables pour les installations en position 1S.



**Figure 8.1.6-1: Postes de soudage et d'essai**

## 8.2 Contrôleur de production

La clause 9.6 de la norme AWS D1.6 définit les exigences en matière de contrôle du soudage en production, y compris les essais préalables à la production, la technique, l'exécution, la réparation et l'enlèvement.

Les exigences spécifiques en matière d'exécution et de technique de la fusion de goujons sans fil, telles que celles concernant l'espacement des goujons, la préparation de la surface et l'utilisation de l'outil, sont détaillées dans le présent manuel et dans les instructions d'utilisation (IFU).



## 8.2.1 Tests de pré-production

Selon la norme AWS D1.6, des essais de pré – production sont requis au début de chaque équipe pour un montage particulier avec une taille et un type de goujon donnés. Un minimum de deux goujons doit être soudé et testé. Ces essais peuvent être réalisés à l'aide de pièces de production réelles ou d'éprouvettes. Si des éprouvettes sont utilisées, celles-ci et les méthodes d'installation doivent correspondre aux conditions de production. Voir la clause 9.6.1 de la norme AWS D1.6 obtenir plus de renseignements.

### Tests de pré-production basés sur la norme AWS D1.6

Type de goujon		Catégorie de test	Nombre d'échantillons	Critères d'acceptation
Examen visuel		Examen de surface	2 po	Catalogue d'examen visuel Hilti F-BT [7]
		Examen du goujon		
Test physique	Selon AWS D1.6, clause 9.6	Essais destructifs - essais de pliage	2 po	Voir la figure 8.4.1-2
		ou		
		Essais non destructifs-essai de couple	2 po	Voir la figure 8.4.4-1

**Table 8.2.1-1: Tests de pré-production**

En cas d'échec des essais ci-dessus, deux goujons supplémentaires doivent être installés et testés jusqu'à ce que deux goujons consécutifs soient jugés satisfaisants avant que la production ne puisse commencer.

## 8.2.2 Inspection

Toutes les préparations de surface et les soudures doivent faire l'objet d'un contrôle visuel. En raison de l'outillage unique et de la forme de la soudure, Hilti fournit le catalogue d'examen visuel F-BT [7] pour aider à vérifier que l'installation est correcte.

Pour les goujons qui ne passent pas l'examen visuel, prendre les mesures correctives indiquées dans le catalogue d'examen visuel Hilti F-BT ou dans la norme AWS D1.6. Des registres d'inspection peuvent être exigés en fonction des exigences du chantier.

### 8.3 Personnel de la CSF

Les opérateurs de fusion de goujons sans cordon doivent effectuer des essais de qualification des performances à l'aide d'un WPS qualifié. L'objectif du test de qualification des performances des opérateurs de soudage est de s'assurer que ces derniers sont capables de produire une soudure de qualité.

Les opérateurs peuvent être qualifiés à l'issue des essais de préproduction décrits au point 8.2.1 ou selon les méthodes décrites dans la clause 9.5 de la norme AWS D1.6 en utilisant des éprouvettes correspondant aux conditions de production.

#### Tests de qualification des performances des opérateurs de soudage de goujons basés sur la norme AWS D1.6

Type de goujon		Catégorie de test	Nombre d'échantillons	Critères d'acceptation
Examen visuel		Examen de surface	2 po	Catalogue d'examen visuel Hilti F-BT [7]
		Examen du goujon		
Test physique	Selon AWS D1.6, clause 9.5	Essais destructifs - essais de pliage	2 po	Voir la figure 8.4.1-2
		ou		
		Essais non destructifs-essai de couple	2 po	Voir la figure 8.4.4-1

Tableau 8.3-1: Tests de qualification des performances des opérateurs de soudage de goujons

## 8.4 Détails de l'examen visuel et des tests physiques

### 8.4.1 Essais destructifs - essais de pliage

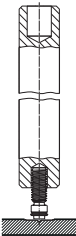
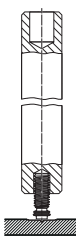
Type de goujon F-BT-MR SN	Type de goujon F-BT-MR	Description
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliser le dispositif de pliage FX 3-SP S</li> </ul> ou <ul style="list-style-type: none"> <li>Positionner le dispositif de pliage alternatif au-dessus du col au niveau de la section fileté</li> <li>Le dispositif de cintrage doit être positionné de manière à permettre le cintrage de la section à collet. Le dispositif de pliage ne doit pas entrer en contact avec la partie non fileté du goujon au cours de ce processus</li> </ul>

Figure 8.4.1-1: Dispositif de pliage

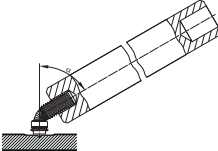
Numéro d'article et description		Critères d'acceptation
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plier le goujon d'avant en arrière jusqu'à l'obtention d'un angle <math>30^\circ</math> ou plier le goujon à <math>90^\circ</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le test est réussi s'il n'y a pas de rupture dans la soudure/la zone affectée thermiquement (HAZ).</li> </ul>

Figure 8.4.1-2: Essai de pliage PQR selon AWS D1.6

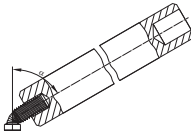
Numéro d'article et description		Critères d'acceptation
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plier le goujon à un angle <math>\alpha \geq 15^\circ</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le test est réussi s'il n'y a pas de séparation ou de fracture visible</li> </ul>

Figure 8.4.1-3: Essai de pliage PQR selon AWS B2.1

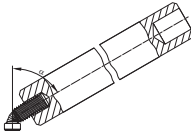
Numéro d'article et description		Critères d'acceptation
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plier le goujon à un angle de <math>\alpha \geq 30^\circ</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le test est réussi s'il n'y a pas de rupture dans la soudure / HAZ</li> </ul>

Figure 8.4.1-4: Essai de pliage avant production et qualification de l'opérateur selon la norme AWS D1.6

### 8.4.2 Essais destructifs - essais de tension

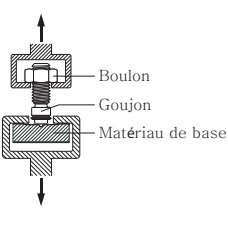
Numéro d'article et description	Critères d'acceptation
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tirer sur le goujon soudé jusqu'à la rupture</li> <li>Le test est réussi s'il n'y a pas de rupture dans la soudure / HAZ</li> <li>Une rupture dans le goujon ou le matériau de base en dehors de la ZHA est acceptable.</li> </ul>

Figure 8.4.2-1: Essai de traction PQR selon AWS D1.6

### 8.4.3 Essais non destructifs-essai de traction(HAT 28-FX)


Numéro d'article et description	Critères d'acceptation
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tirer le goujon soudé jusqu'à ce que la charge de résistance à la traction soit atteinte</li> <li>Charge d'épreuve de traction standard pour les codes H <ul style="list-style-type: none"> <li>H1: 1690 lb/ 7.5 kN</li> <li>H2: 1225 lb/ 9 kN</li> <li>H3: 3820 lb/ 17 kN</li> <li>H10: 4950 lb/ 22 kN</li> </ul> </li> <li>Ces charges de résistance à la traction sont basées sur 87 000 psi (600 MPa), ce qui est supérieur à l'exigence minimale de 35 000 psi (241 MPa) de la norme AWS B2.1 4.11.4</li> </ul>

Figure 8.4.3-1: Essai de traction PQR selon AWS B2.1

La charge de résistance à la traction standard indiquée dans le tableau s'applique aux goujons F-BT installés dans les spécifications et épaisseurs de matériaux de base standard. Pour s'assurer que toutes les variables sont prises en compte, les charges d'épreuve doivent être vérifiées avec l'ingénieur chargé du projet (Engineer of Record. EoR) avant l'application de la charge.

### 8.4.4 Essais non destructifs-essai de couple

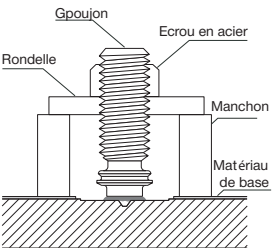
Numéro d'article et description	Critères d'acceptation
 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Serrer l'écrou jusqu'à ce que la charge de résistance au couple soit atteinte.</li> <li>• Charge à l'épreuve du couple pour les tailles de goujons            H1: 4,4 pi-lb (6 Nm)            H2: 5,9 pi-lb (8 Nm)            H3: 14,7 pi-lb (20 Nm)            H10: 22,1 pi-lb (30 Nm)</li> <li>• Ces valeurs de couple d'épreuve sont basées sur le diamètre réduit du col des goujons F-BT par rapport au diamètre du filetage et dépassent les valeurs équivalentes fournies dans les tableaux 9.2 et 9.3 de la norme AWS D1.6</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de rupture jusqu'à ce que les valeurs de couple des goujons soient dépassées.</li> </ul>

Figure 8.4.4-1: Essai de couple PQR selon AWS D1.6

## 9.0 INFORMATIONS POUR LA COMMANDE DE CSF

### 9.1 Équipement de préparation de surface

#### Numéro d'article et description de l'équipement de fusion des goujons

Designation	N° d'article	Description
SF 8M-A22	Article local : 2061288, 2061305, 2123924	Visseuse - perceuse sans fil
SF 6H-22	2254917	Perceuse à percussion sans fil
FX 3-ST d14	2270514	Outil de surface pour matériau de base non revêtu ou apprêt soudable sur matériau de base
FX 3-ST d20	2270512	Outil de surface pour matériau de base revêtu

### 9.2 Équipement de fusion des goujons

#### Numéro d'article et description de l'équipement de fusion des goujons

Designation	N° d'article	Description
FX 3-BC	2257272	Pince de base
C 53	Article local : 2270521	Chargeur CSF
FX 3-HT	Article local : 2270527	Outil manuel sans fil pour la fusion des goujons
FX 3-A	Article local : 2270478	Unité de fusion de goujons sans fil
FX 3-GC	2241926	Bidon de gaz
X-SR F3	2331667	Anneau de protection pour outils à main
X-SL F3	2331668	Pied de support pour outils à main
X-GC F3	2257272	Câble de mise à la terre FX
X-MC F3	2259030	Pince de mise à la terre magnétique
X-SH F3 M6 - 1/4 po	2257273	Support à goujon
X-SH F3 M8 - 5/16 po	2257274	
X-SH F3 M10 - 3/8 po	2257275	
X-SH F3 M12 - 1/2 po	2257271	
X-SH F3-MIX	2294502	Mélange de support à goujon
X-SHT F3	2293828	Outil de changement de support à goujon

## 9.3 Équipement d'installation

### Numéro d'article et description de l'équipement d'installation

Designation	N° d'article	Description
X-WST F3-BT	2278582	Outil de réglage des rondelles SCF et adaptateurs pour métriques (M6, M8, M10, M12) et impérial (3/8 po, 1/2 po) studs
X-WCG F3-BT	2331669	Jauge de contrôle des rondelles

## 9.4 à tête

### N° d'article et description pour les goujons F-BT – MR sans rondelle d'étanchéité

Designation	N° d'article	Description
Taille métriques :		
F-BT-MR M6x25 (6)	2293866	Pour la fixation sur des matériaux de base d'épaisseur standard
F-BT-MR M8x25 (8)	2293867	
F-BT-MR M10x25 (10)	2293868	
F-BT-MR M10x50 (10)	2293869	
F-BT-MR M12x25 (10)	2293870	
F-BT-MR M12x50 (10)	2293871	
Taille impériales :		
F-BT-MR 3/8x1 (3/8)	2293890	Pour la fixation sur des matériaux de base d'épaisseur standard
F-BT-MR 3/8x1 1/2 (3/8)	2293891	
F-BT-MR 3/8x2 (3/8)	2293892	
F-BT-MR 3/8x4 (3/8)	2293893	
F-BT-MR 1/2x1 1/2 (3/8)	2293895	
F-BT-MR 1/2x2 (3/8)	2293896	



### Référence et description pour les goujons F-BT-MR S avec rondelle d'étanchéité

Designation	N° d'article	Description
Taille métriques :		
F-BT-MR M6x25 SN (4)	2346394	Pour la fixation sur un matériau de base mince
F-BT-MR M8x25 SN (4)	2293865	
F-BT-MR M6x25 SN (6)	2293829	Pour la fixation sur un matériau de base mince
F-BT-MR M8x25 SN (8)	2293860	
F-BT-MR M10x25 SN (10)	2293861	
F-BT-MR M10x50 SN (10)	2293862	
F-BT-MR M12x25 SN (10)	2293863	
F-BT-MR M12x50 SN (10)	2293864	
Taille impériales :		
F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)	2293887	Pour la fixation sur un matériau de base mince
F-BT-MR 3/8x1 SN (3/8)	2293880	Pour la fixation sur des matériaux de base d'épaisseur standard
F-BT-MR 3/8x1 1/2 SN (3/8)	2293881	
F-BT-MR 3/8x2 SN (3/8)	2293882	
F-BT-MR 3/8x4 SN (3/8)	2293883	

## 9.5 Plaque d'appui

### N° d'article et description de la plaque de support

Designation	N° d'article	Description
FX 3-SP S	2360102	Plaque d'appui CSF pour M6, M8, M10
FX 3-SP L	2360103	Plaque d'appui CSF pour M12

## 9.6 Équipement de test

### Numéro d'article et description de l'équipement d'essai

Designation	N° d'article	Description
X-BB F3	2401712	Barre de flexion
HAT 28-FX	2369734	Testeur d'ancrage

## 10.0 RÉFÉRENCES

- [1] AWS B2.1: Spécification pour la qualification des procédures et des performances de soudage, 2014,
- [2] AWS D1.6/D1.6M : Code de soudage structurel – Acier inoxydable, 2017.
- [3] CEN ISO/TR 15608: Soudage + Directives pour un système de regroupement des matériaux métalliques
- [4] EN 1993-1-4: 2005: Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 1-4 : Règles générales – Règles complémentaires pour les aciers inoxydables.
- [5] EN ISO 14175: Produits consommables pour le soudage – Gaz et mélanges de gaz pour le soudage par fusion et procédés connexes, 2018,
- [6] EN ISO 14555: Soudage à l’arc de matériaux métalliques, 2007.
- [7] Hilti F-BT visual examination catalogue, OTR 5724148/02, November 14, 2022,
- [8] Hilti, Weld Procedure Specification : CSF-WPS F-BT-MR (EU), Version : 01/2022-11-02.





Hilti Corporation  
9494 Schaan | Liechtenstein  
P +423-234 2965

[www.facebook.com/hiltigroup](https://www.facebook.com/hiltigroup)  
[www.hilti.group](https://www.hilti.group)