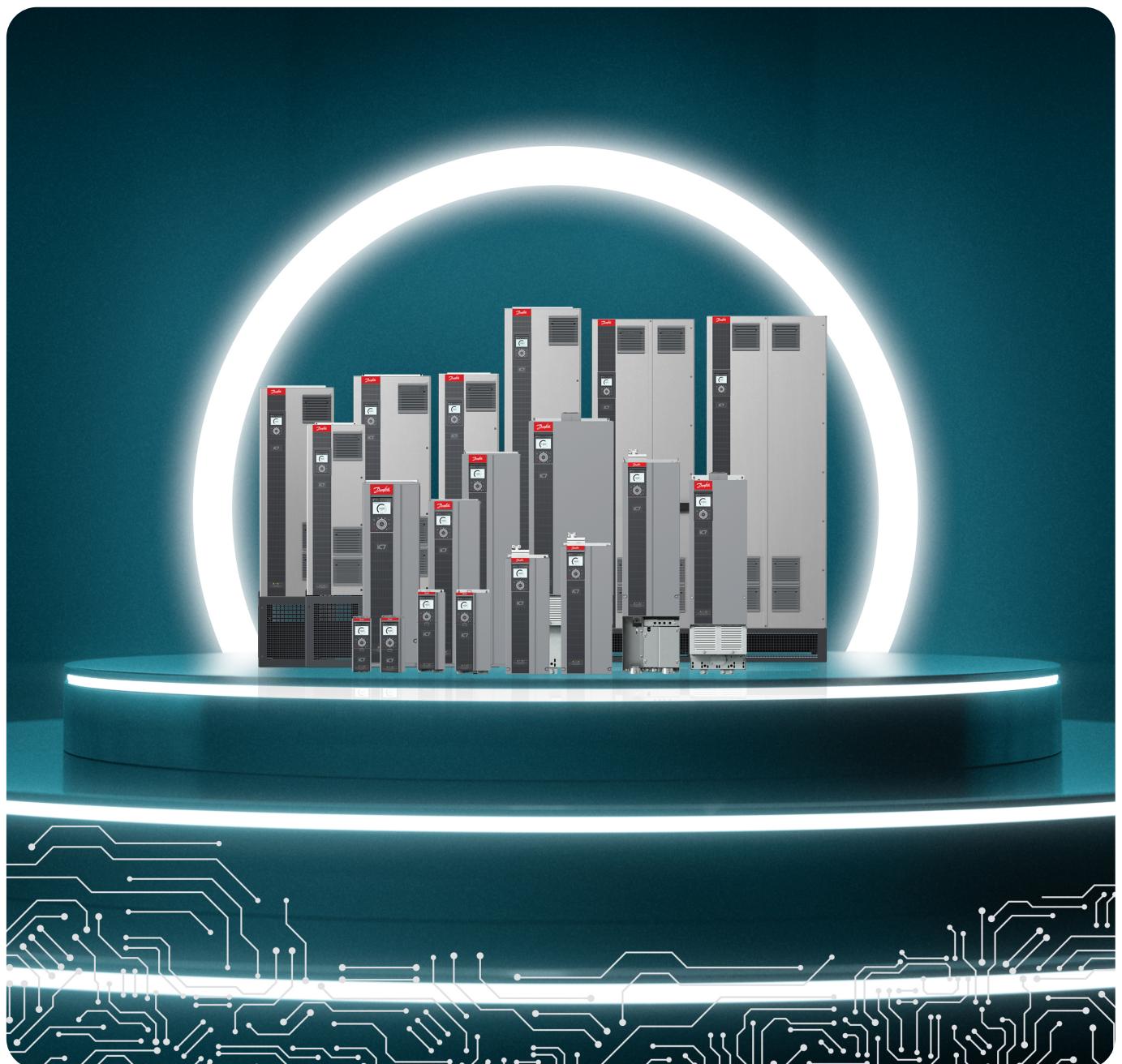


Sécurité fonctionnelle pour iC7-Automation

Variateurs de fréquence, 1,3-1 260 A



Explore our solutions
drives.danfoss.com

Table des matières

1 Présentation

1.1 Objet de ce manuel d'utilisation	7
1.2 Ressources supplémentaires	7
1.3 Abréviations	7
1.4 Marques	8
1.5 Historique des versions	8

2 Sécurité

2.1 Personnel qualifié travaillant dans le domaine de la sécurité fonctionnelle	9
2.2 Considérations générales de sécurité	9

3 Sécurité fonctionnelle pour variateurs de fréquence avec STO, non évolutive (+BEF1)

3.1 Sécurité fonctionnelle pour iC7	10
3.1.1 Vue d'ensemble	10
3.1.2 Sécurité relative à la configuration système	11
3.1.3 Safe Torque Off (STO)	11
3.1.4 Activation de la fonction STO	11
3.1.5 Comportement de redémarrage automatique/manuel	11
3.1.6 Propriétés de la fonction STO	12
3.1.7 Retour STO	13
3.2 Installation	14
3.2.1 Installation de la fonction STO pour les variateurs de fréquence avec groupe de sécurité fonctionnelle 1 (STO – non évolutive)	14
3.2.2 Exemples de raccordement	16
3.3 Mise en service	17
3.3.1 Consignes de sécurité pour la mise en service	17
3.3.2 Essai de mise en service	17
3.3.2.1 Vue d'ensemble	17
3.3.2.2 Essai de mise en service pour les applications STO en mode de redémarrage manuel	17
3.3.2.3 Essai de mise en service pour les applications STO en mode de redémarrage automatique	18
3.4 Fonctionnement et maintenance	19
3.4.1 Tests fonctionnels	19
3.4.1.1 Réalisation de tests fonctionnels	19
3.4.1.2 Test fonctionnel utilisant le signal de retour STO	19

3.4.1.3 Test fonctionnel sans utiliser le signal de retour STO	20
3.4.2 Tests de diagnostic	20
3.5 Spécifications	21
3.5.1 Normes et performances en matière de sécurité fonctionnelle	21
3.5.2 Caractéristiques techniques	23
3.5.3 Conditions de fonctionnement	23
3.5.4 Spécifications des câbles	24

4 Sécurité fonctionnelle pour variateurs de fréquence, évolutive (+BEF2)

4.1 Options de sécurité fonctionnelle	25
4.2 Description du système de sécurité fonctionnelle	25
4.3 Fonctions de sécurité	25
4.3.1 Vue d'ensemble des variateurs de fréquence avec STO et SS1-t (+BEF2)	25
4.3.2 Activation de la fonction STO	26
4.3.3 Configuration du comportement de redémarrage et d'acquittement	26
4.3.4 Propriétés des entrées de sécurité	27
4.3.5 Retour STO	28
4.4 Paramètres des fonctions de sécurité	29
4.4.1 Vue d'ensemble des paramètres de fonction de sécurité	29
4.4.2 Paramètres généraux de sécurité fonctionnelle	30
4.4.3 Configuration des pannes	31
4.4.4 Bus de terrain de sécurité	31
4.4.5 Safe Torque Off (STO)	32
4.4.6 Arrêt de sécurité 1 temporisé (SS1-t)	33
4.4.7 Sauvegarde sur l'appareil	34
4.4.8 Valider et générer un rapport de mise en service	35
4.5 Bus de terrain de sécurité	35
4.5.1 PROFIsafe	35
4.5.2 Système PROFIsafe	36
4.5.3 Trame PROFIsafe	36
4.5.4 Paramétrage pour PROFIsafe	37
4.5.5 Temps de surveillance PROFIsafe	38
4.5.6 Temps de réponse de la fonction de sécurité (SFRT) PROFIsafe	39
4.5.7 PROFIdrive sur PROFIsafe	40
4.5.8 Mot de contrôle PROFIsafe	40
4.5.9 Mot d'état PROFIsafe	41

4.6 Installation	41
4.6.1 Installation des variateurs de fréquence avec STO, SS1-t et prise en charge du bus de terrain de sécurité (+BEF2)	41
4.6.2 Exemples de raccordement	43
4.7 Outils de configuration	44
4.7.1 Vue d'ensemble	44
4.7.2 Sécurité relative à la configuration système	44
4.7.3 Préparation pour une connexion PC	44
4.7.4 MyDrive® Insight	45
4.7.4.1 Installation de MyDrive® Insight	45
4.7.4.2 Sauvegarde et restauration des paramètres	45
4.7.4.3 Réinitialiser aux réglages d'usine	45
4.7.4.4 Mise à jour du logiciel	46
4.8 Mise en service	47
4.8.1 Sécurité pour la mise en service	47
4.8.2 Essai de mise en service	47
4.8.3 Liste de contrôle de mise en service	48
4.8.4 Essai de mise en service de la fonction de sécurité STO	48
4.8.5 Essai de mise en service de la fonction de sécurité Arrêt de sécurité 1 temporisé (SS1-t)	49
4.8.6 Valider et générer un rapport de mise en service	50
4.9 Fonctionnement et maintenance	51
4.9.1 Vue d'ensemble des tests fonctionnels	51
4.9.2 Diagnostics	51
4.9.3 Installation et maintenance en haute altitude	51
4.9.4 Remplacement du variateur	52
4.10 Dépannage	52
4.10.1 Voyants d'état	52
4.10.2 Instances du signal de retour STO	52
4.10.3 Récupération des fonctions de sécurité après défaut	52
4.10.4 Liste des événements	53
4.11 Spécifications	55
4.11.1 Normes et performances en matière de sécurité fonctionnelle	55
4.11.2 Caractéristiques techniques	56
4.11.3 Conditions de fonctionnement	57
4.11.4 Spécifications des câbles	58

1 Présentation

1.1 Objet de ce manuel d'utilisation

Ce manuel d'utilisation fournit des informations sur les fonctions de sécurité fonctionnelle des variateurs iC7 et s'adresse aux utilisateurs connaissant déjà la série Danfoss iC7. Il complète les manuels spécifiques aux variateurs.

Le manuel comprend des instructions sur la manière de vérifier que les fonctions de sécurité fonctionnelles intégrées sont actives, et de configurer les fonctions de sécurité.

1.2 Ressources supplémentaires

Des ressources supplémentaires sont disponibles pour permettre de mieux comprendre les caractéristiques, et d'installer et d'utiliser les produits de la série iC7 en toute sécurité :

- Guides de sécurité fournissant des informations de sécurité importantes relatives à l'installation des variateurs et convertisseurs de puissance de la série iC7.
- Guides d'installation couvrant l'installation mécanique et électrique des variateurs, convertisseurs de puissance ou options d'extension fonctionnelle.
- Manuels de configuration fournissant des informations techniques qui permettent de comprendre les capacités des variateurs ou convertisseurs de puissance de la série iC7 pour une intégration dans des systèmes de contrôle et de surveillance de moteur.
- Manuels d'utilisation, qui contiennent des instructions sur les options de commande et d'autres composants du variateur.
- Guides d'application fournissant des consignes sur la configuration du variateur ou convertisseur de puissance pour une utilisation finale spécifique. Des guides d'application pour les ensembles d'applications logicielles fournissent également une vue d'ensemble des paramètres et des plages de valeurs pour le fonctionnement des variateurs et convertisseurs de puissance, des exemples de configuration avec les réglages des paramètres recommandés, et des étapes de dépannage.
- *Bon à savoir sur les variateurs de fréquence*, téléchargeable sur www.danfoss.com.
- D'autres publications, schémas et guides supplémentaires sont disponibles sur www.danfoss.com.

Les dernières versions des manuels de produit Danfoss peuvent être téléchargées sur <https://www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/>.

1.3 Abréviations

Tableau 1: Abréviations liées à la sécurité fonctionnelle

Abréviation	Référence	Description
FIT	–	Taux de panne. 1 FIT correspond à une panne par 1E9 heures de fonctionnement.
HFT	EN CEI 61508-4	Tolérance aux défauts du matériel : HFT = n signifie que n+1 défauts peuvent entraîner une perte de la fonction de sécurité.
MTTFd	EN ISO 13849-1	Durée moyenne de fonctionnement avant une panne dangereuse. Unité : Années. Années divisées en faible, moyenne et élevée.
PFH	EN CEI 61508-4	Probabilité de panne dangereuse par heure. Prendre en compte cette valeur si le dispositif de sécurité fonctionne à forte sollicitation ou en mode de fonctionnement continu, lorsque la fréquence des demandes de fonctionnement sur un système lié à la sécurité est supérieure à une fois par an.
PFD	EN CEI 61508-4	Probabilité moyenne de panne à la sollicitation : valeur utilisée pour un fonctionnement à faible demande.

Tableau 1: Abréviations liées à la sécurité fonctionnelle - (suite)

Abréviation	Référence	Description
PL	EN ISO 13849-1	Niveau de performance utilisé pour spécifier la capacité de pièces liées à la sécurité des systèmes de contrôle à exécuter une fonction de sécurité dans des conditions prévisibles. Niveaux divisés de a à e.
PLr	EN ISO 13849-1	Niveau de performance requis (le niveau de performance requis propre à une fonction de sécurité).
SIL	EN CEI 61508-4	Niveau d'intégrité de sécurité
STO	EN CEI 61800-5-2	Safe Torque Off
SS1	EN CEI 61800-5-2	Arrêt de sécurité 1

1.4 Marques

PROFIBUS® et PROFINET® sont des marques déposées de PROFIBUS et PROFINET International (PI).

PROFIdrive® est une marque déposée sous licence de PROFIBUS et PROFINET International (PI).

PROFIsafe® est une marque déposée sous licence de PROFIBUS et PROFINET International (PI).

1.5 Historique des versions

Ce guide est régulièrement révisé et mis à jour. Toutes les suggestions d'amélioration sont les bienvenues.

L'original de ce guide a été rédigé en anglais.

Tableau 2: Historique des versions

Version	Remarques
AQ319741840653, version 0501	Mise à jour pour inclure plus d'informations sur les tests fonctionnels.
AQ319741840653, version 0401	Mise à jour pour inclure l'option de sécurité fonctionnelle +BEF2 pour les variateurs de fréquence iC7-Automation jusqu'à 1 260 A.
AQ319741840653, version 0301	Mises à jour mineures. Les informations de cette version sont valables pour les variateurs de fréquence iC7-Automation jusqu'à 1 260 A.
AQ319741840653, version 0201	Mises à jour mineures. Les informations de cette version sont valables pour les variateurs de fréquence iC7-Automation jusqu'à 106 A.
AQ319741840653, version 0101	Première version. Les informations de cette version sont valables pour les variateurs de fréquence iC7-Automation jusqu'à 43 A.

2 Sécurité

2.1 Personnel qualifié travaillant dans le domaine de la sécurité fonctionnelle

Seul du personnel qualifié peut installer, configurer, mettre en service, entretenir et mettre hors service les fonctions et fonctionnalités de sécurité fonctionnelle. Le personnel qualifié travaillant avec les fonctions de sécurité fonctionnelle se compose d'ingénieurs électriciens qualifiés ou de personnes ayant été formées par des ingénieurs électriciens qualifiés et possédant l'expérience adéquate pour exploiter des équipements, des systèmes, des installations ou des machines conformément aux normes et directives générales relatives à la technologie de sécurité.

De plus, ils doivent :

- maîtriser les réglementations de base concernant la santé, la sécurité et la prévention des accidents ;
- avoir lu et compris les consignes de sécurité fournies dans ce guide ;
- avoir une bonne connaissance des normes générales et spécialisées applicables à l'application spécifique.

Les installateurs et intégrateurs de systèmes intégrant des systèmes de variateur de puissance (liés à la sécurité) sont chargés :

- d'analyser les risques et les dangers de l'application ;
- de la sécurité globale de l'application ;
- d'identifier les fonctions de sécurité nécessaires, d'attribuer un niveau SIL ou PL à chacune des fonctions et autres sous-systèmes, et de valider les signaux et ordres de ceux-ci ;
- de concevoir des systèmes de commande liés à la sécurité appropriés, tels que le matériel, le logiciel et le paramétrage.

2.2 Considérations générales de sécurité

Lors de l'installation ou de l'utilisation du variateur de fréquence, respecter les informations de sécurité fournies dans les instructions. Pour plus d'informations sur les consignes de sécurité relatives à l'installation, consulter le guide de sécurité spécifique au produit inclus avec l'envoi du variateur. Pour plus d'informations sur les consignes de sécurité relatives à l'utilisation du variateur, consulter les guides spécifiques au produit.

REMARQUE

ESSAI DE MISE EN SERVICE

Après avoir installé les fonctions de sécurité, effectuer un essai de mise en service.

Un essai de mise en service réussi est nécessaire après l'installation initiale et après chaque modification de l'installation ou de l'application associée à la sécurité fonctionnelle.

Si l'essai de mise en service échoue, il n'est pas possible de garantir un fonctionnement sûr.

AVERTISSEMENT



RISQUE DE CHOC ÉLECTRIQUE

La fonction de sécurité STO ne garantit pas la sécurité électrique. La fonction STO elle-même ne suffit pas à mettre en œuvre la fonction d'arrêt d'urgence telle que définie par la norme CEI 60204-1:2018. L'utilisation de la fonction STO pour mettre en œuvre un arrêt d'urgence peut entraîner des blessures ou provoquer la mort.

- L'arrêt d'urgence nécessite des mesures d'isolation électrique comme, par exemple, la coupure du réseau par un contacteur supplémentaire.

3 Sécurité fonctionnelle pour variateurs de fréquence avec STO, non évolutive (+BEF1)

3.1 Sécurité fonctionnelle pour iC7

3.1.1 Vue d'ensemble

Les variateurs de fréquence dotés de la fonction **STO avec option de sécurité fonctionnelle non évolutive (+BEF1)** fournissent la fonction de sécurité Safe Torque Off (STO) avec une entrée à deux canaux isolée galvaniquement et un signal de retour STO à des fins de diagnostic.

Le variateur intègre la fonctionnalité STO via les bornes d'E/S de sécurité fonctionnelle, comme décrit au [Tableau 3](#).

Le variateur de fréquence iC7 doté de la fonction STO a été conçu et approuvé comme acceptable pour les exigences suivantes :

- Catégorie 3 de la norme EN ISO 13849-1
- Niveau de performance « e » selon la norme EN ISO 13849-1
- SIL 3 selon les normes CEI 61508 et 61800-5-2

La fonction de sécurité STO est active si l'une ou les deux entrées STO ne sont pas raccordées à un signal +24 V. Le variateur de fréquence ne peut pas passer à l'état RUN. Pour plus d'informations, voir [Tableau 4](#).

Les conditions préalables au fonctionnement normal (fonction STO inactive) sont les suivantes :

- Les signaux STO A et STO B sont sous tension.
- Aucun défaut interne n'est actif.

Toutes les entrées et sorties de commande sont isolées galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV) et d'autres bornes haute tension, sauf indication contraire.

Tableau 3: Bornes d'E/S de sécurité fonctionnelle dans les variateurs de fréquence

Borne X31			Borne X32		
Numérotation	Nom de la borne	Fonctions	Numérotation	Nom de la borne	Fonctions
41	24 V	+ Sortie 24 V CC	45	GND	0 V/GND
42	S.INA+	+ Entrée STO canal A	46	S.INA-	- Entrée STO canal A
43	S.INB+	+ Entrée STO canal B	47	S.INB-	- Entrée STO canal B
44	S.FB+	+ Retour STO	48	S.FB-	- Retour STO

Tableau 4: instances de la fonction STO et de la sortie de retour STO

Entrées STO	Conditions de fonctionnement	Fonction STO	Signal de retour STO	Texte de défaut ou d'avertissement
Les deux entrées sont sous tension 24 V CC	Fonctionnement normal	Désactivée	Désactivée	Aucun défaut ou avertissement
Alimentation coupée aux deux entrées	Demande STO	Activée	Activée	« STO activée » ⁽¹⁾
Une seule entrée sous tension	Panne demandée ou due à un défaut interne	Activée	Désactivée	« STO – Défaut [nom du canal] » ⁽²⁾

1) Demande STO normale : Il peut s'agir d'un défaut ou d'un avertissement en fonction des réglages de redémarrage.

2) Panne demandée ou due à un défaut interne (toujours un « défaut », non configurable). Indiqué après l'expiration de la temporisation d'écart (500 ms).

3.1.2 Sécurité relative à la configuration système

Les variateurs iC7 sont équipés de fonctions de sécurité obligatoires et configurables qui empêchent tout accès non autorisé au variateur, garantissent une connectivité sécurisée au variateur et protègent le variateur contre toute modification logicielle non autorisée.

Pour plus de détails sur les fonctions de sécurité incluses dans l'application logicielle, se reporter à la documentation de l'application logicielle.

Les fonctions de sécurité configurables peuvent être adaptées aux exigences de l'application. Les paramètres liés à la sécurité sont protégés par mot de passe.

3.1.3 Safe Torque Off (STO)

REMARQUE

- Sélectionner et appliquer correctement les composants du système de contrôle de la sécurité pour obtenir le niveau requis de sécurité fonctionnelle. Avant d'intégrer et d'utiliser la STO dans une installation, procéder à une analyse approfondie des risques de l'installation afin de déterminer si la fonctionnalité STO et les niveaux de sécurité sont appropriés et suffisants.

La fonction Safe Torque Off (STO) est un composant du système de contrôle de la sécurité. La fonction STO empêche l'unité de générer la puissance requise pour faire tourner le moteur.

Les variateurs iC7 sont disponibles avec :

- Safe Torque Off (STO), selon la norme EN CEI 61800-5-2:2017
- Catégorie d'arrêt 0, selon la norme EN CEI 60204-1:2018

La fonction STO est disponible pour les variateurs iC7-Automation avec code plus de sécurité fonctionnelle +BEF1. Les révisions matérielles spécifiques sont répertoriées dans l'annexe du certificat de sécurité fonctionnelle.

3.1.4 Activation de la fonction STO

La fonction STO est activée par suppression des tensions au niveau des entrées STO du variateur de fréquence. En raccordant le variateur de fréquence à des dispositifs de sécurité externes fournissant une temporisation de sécurité, une installation d'arrêt de sécurité 1 peut être obtenue. Les dispositifs de sécurité externes doivent être conformes à la Cat./au niveau PL ou SIL requis(e) lorsqu'ils sont connectés aux entrées STO.

Selon les réglages par défaut, le variateur de fréquence émet un défaut, disjoncte l'unité et met le moteur en roue libre lorsque la fonction STO est activée. Un redémarrage manuel est nécessaire.

Utiliser la fonction STO pour arrêter le variateur de fréquence dans les situations nécessitant une fonction de sécurité. En mode d'exploitation normal lorsque la fonction STO n'est pas nécessaire, utiliser plutôt la fonction d'arrêt habituelle.

3.1.5 Comportement de redémarrage automatique/manuel

L'état par défaut de la fonction STO empêche tout redémarrage imprévu (comportement de prévention de redémarrage).

REMARQUE

La prévention contre tout redémarrage imprévu après la désactivation de la fonction STO ne répond pas aux exigences SIL 2 ou SIL 3.

- Si un redémarrage imprévu est critique pour l'installation, il doit être contrôlé par le biais de la fonction STO, aussi bien suite à l'activation de la fonction STO que dans le cadre de démarriages normaux, après un cycle de puissance par exemple.

ATTENTION

- Le comportement de redémarrage par défaut est défini sur *Manuel*. Avant de passer en mode **Automatique**, s'assurer que les exigences de la norme EN ISO 12100:2011, paragraphe 6.3.3.2.5, sont respectées.

Arrêt de la fonction STO et reprise du fonctionnement normal

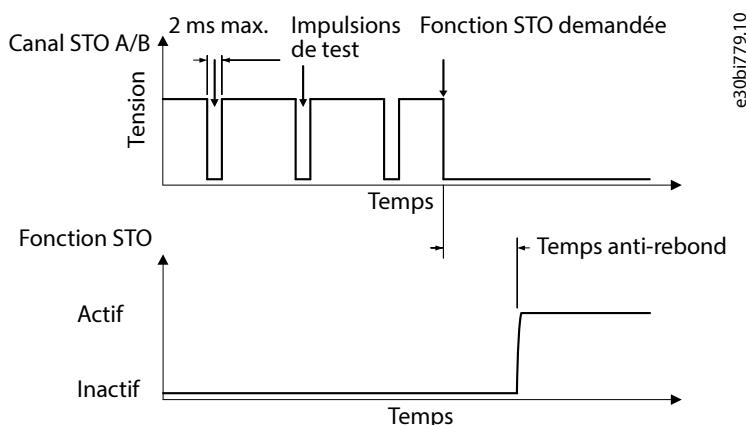
- Appliquer à nouveau l'alimentation 24 V CC aux entrées de sécurité.
- Envoyer un signal de reset via le bus de terrain, l'E/S numérique ou le panneau de commande.

Régler la fonction STO sur redémarrage automatique en réglant la valeur du paramètre **7.3.1 Safe Torque Off Response** de la valeur par défaut **Fault** (reset manuel) à la valeur **Warning** (reset automatique). Le reset automatique signifie que la fonction STO prend fin et que le fonctionnement normal reprend dès que l'alimentation 24 V CC est appliquée aux entrées STO. Aucun signal de reset n'est requis.

3.1.6 Propriétés de la fonction STO

Pour s'adapter facilement au système de sécurité, les entrées STO présentent les propriétés suivantes :

- Isolation galvanique des bornes** : Les borniers d'E/S de sécurité fonctionnelle sur la carte de commande (X31, X32) comportent des entrées séparées isolées galvaniquement pour permettre, par exemple, d'intervertir les polarités des bornes d'entrée STO comme indiqué dans [Illustration 1](#) et [Illustration 2](#).
- Filtrage des impulsions de test** : Plusieurs modules de commande testent leurs sorties de sécurité à l'aide d'un diagramme d'impulsions de test (tests marche/arrêt) afin d'identifier les défauts causés par des courts-circuits. Lors du raccordement des entrées STO à une sortie de sécurité d'un module de commande, les impulsions de test ne doivent pas activer la fonction STO. Pour cette raison, les impulsions de test de moins de 2 ms sont ignorées sur les lignes d'entrée STO.



- Tolérance d'entrée asynchrone** : Les signaux d'entrée aux bornes STO ne sont pas toujours synchrones. Si la différence entre les deux signaux est supérieure à 500 ms, le variateur indique un défaut STO comme décrit dans [Tableau 4](#). Cette fonction ne tempore pas l'activation de la fonction STO.

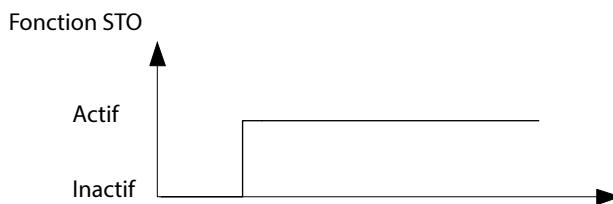
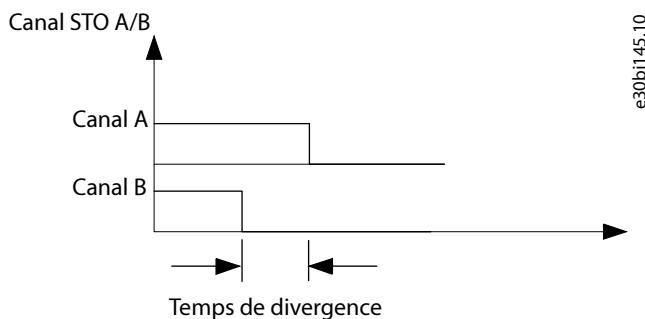


Illustration 2: Durée de l'écart

3.1.7 Retour STO

Le retour STO est un signal de retour à canal unique qui peut être utilisé à des fins de diagnostic et pour indiquer qu'une fonction STO est active. Il peut aider à améliorer la sécurité au niveau du système, par exemple dans les cas de mise à niveau, où un retour diagnostique vers le système de sécurité est nécessaire.

ATTENTION

- Le signal de retour n'est pas conçu pour faire partie de la fonction de sécurité et n'a pas de niveau d'intégrité de sécurité.

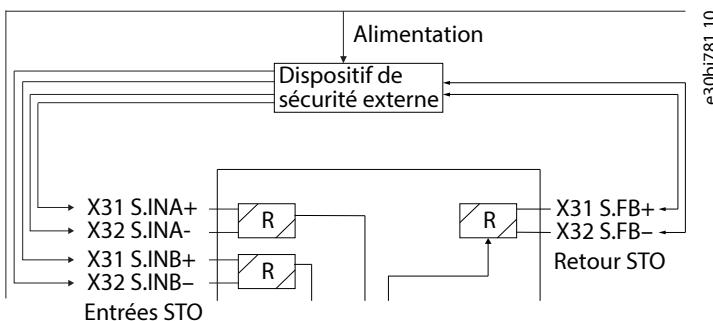


Illustration 3: Exemple de retour STO pour les variateurs de fréquence iC7

Il peut également être utilisé comme sortie digitale pour fournir un signal d'état. Dans ce cas, la charge peut être une entrée digitale d'un PLC.

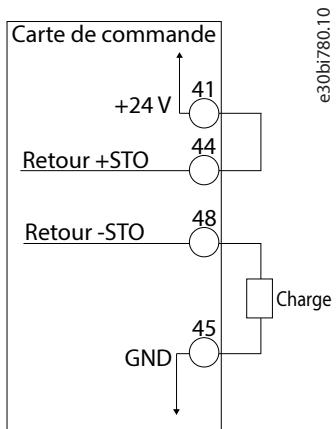


Illustration 4: Exemple de retour STO pour les variateurs de fréquence iC7

Le retour STO fonctionne comme un contacteur qui se ferme dès que les deux canaux d'entrée STO sont mis hors tension.

3.2 Installation

3.2.1 Installation de la fonction STO pour les variateurs de fréquence avec groupe de sécurité fonctionnelle 1 (STO – non évolutive)

Conditions préalables:

Pour le raccordement du moteur, la connexion au réseau CA et le câblage de commande, suivre les consignes d'installation sûre se trouvant dans la documentation fournie avec le variateur.

Tous les câblages associés à la sécurité fonctionnelle doivent être effectués sur les borniers X31 et X32. Voir l'[Illustration 5](#) pour connaître l'emplacement des bornes.

REMARQUE

Si des câbles multibrins sont utilisés au cours de l'installation, des embouts ou d'autres moyens appropriés doivent être utilisés pour éviter qu'un seul brin ne court-circuite les broches voisines.

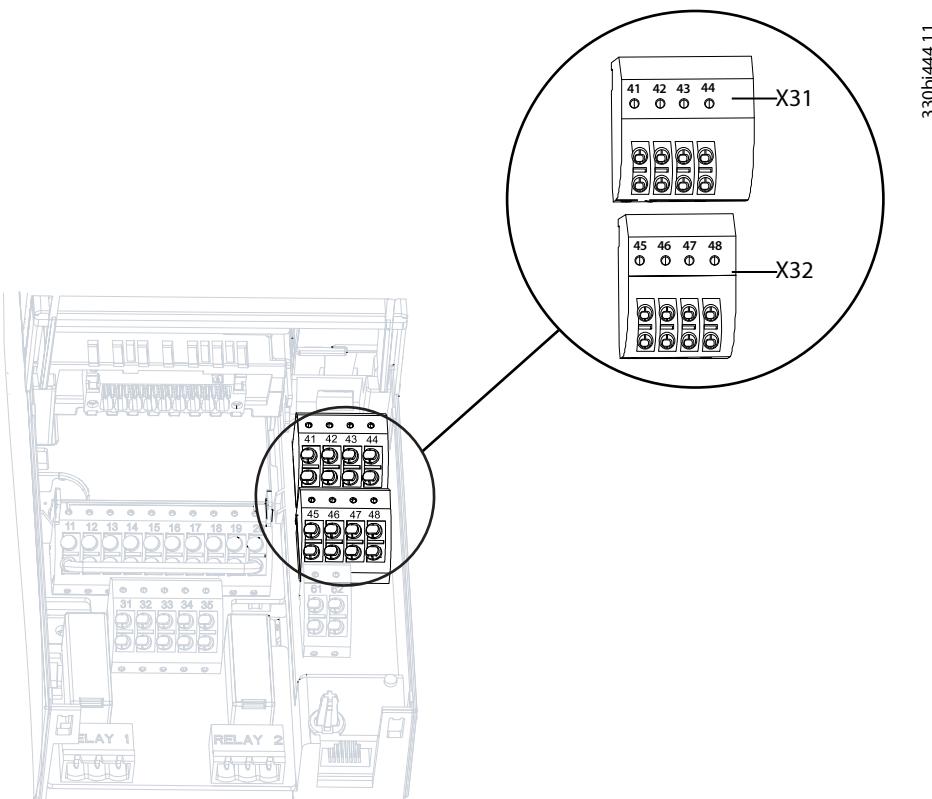


Illustration 5: Bornes de sécurité fonctionnelle

Tableau 5: Bornes d'E/S de sécurité fonctionnelle dans les variateurs de fréquence

Borne X31			Borne X32		
Numérotation	Nom de la borne	Fonctions	Numérotation	Nom de la borne	Fonctions
41	24 V	+ Sortie 24 V CC	45	GND	0 V/GND
42	S.INA+	+ Entrée STO canal A	46	S.INA-	- Entrée STO canal A
43	S.INB+	+ Entrée STO canal B	47	S.INB-	- Entrée STO canal B
44	S.FB+	+ Retour STO	48	S.FB-	- Retour STO

Le variateur de fréquence est livré sans aucun câble aux bornes d'E/S de sécurité fonctionnelle. Par conséquent, toutes les entrées de sécurité sont mises hors tension et la fonction STO est active.

- Si la fonction de sécurité STO n'est pas nécessaire, câbler le bornier comme indiqué dans l'[Illustration 6](#) ou utiliser les cavaliers STO du sac d'accessoires et les monter sur X31 et X32. Cela garantit que les deux entrées STO sont alimentées en 24 V CC pour permettre un fonctionnement normal.

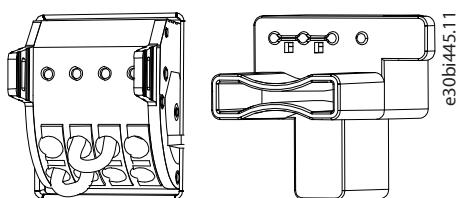


Illustration 6: Bornier câblé (à gauche) et cavalier STO (à droite)

3.2.2 Exemples de raccordement

En raison de l'isolation galvanique des entrées STO, divers raccordements et différentes polarités sont possibles dans le câblage.

Par exemple, raccorder un actionneur de sécurité aux bornes d'entrée STO, et régler les références de tension comme indiqué sur l'[Illustration 7](#) et l'[Illustration 8](#). Les configurations avec le même niveau de tension sur les deux canaux (+24 V) sont prises en charge, mais aussi celles avec des niveaux de tension différents (+24 V et GND).

REMARQUE

NIVEAU DE TENSION DANGEREUX

- Pour éviter l'accumulation et le décalage des tensions à un niveau dangereux, la PELV GND du variateur et le dispositif de sécurité externe doivent être interconnectés.

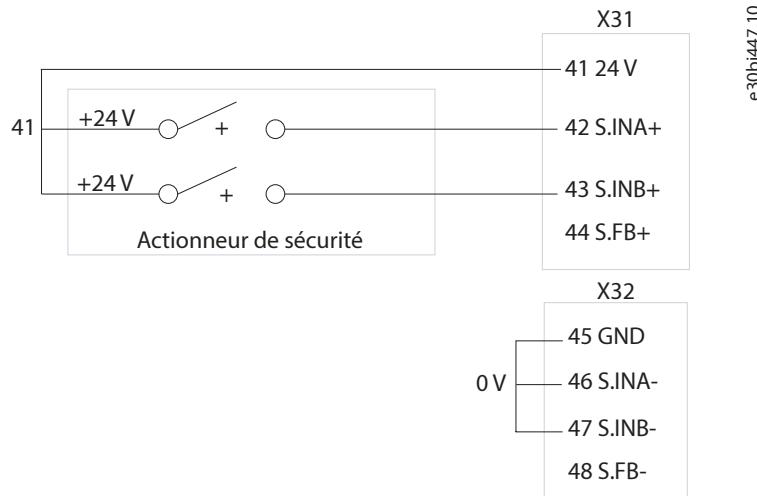


Illustration 7: Exemple de raccordement STO utilisant les mêmes polarités (canal A et canal B = 24 V)

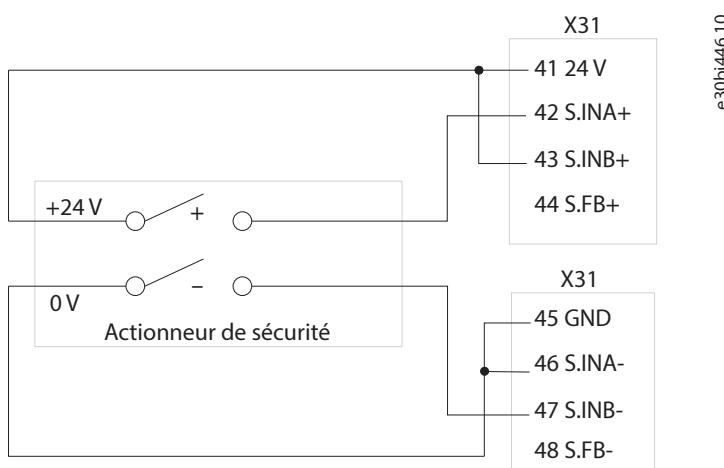


Illustration 8: Exemple de raccordement STO utilisant différentes polarités

Pour d'autres exemples de câblage, se reporter à la documentation de l'application logicielle.

3.3 Mise en service

3.3.1 Consignes de sécurité pour la mise en service

Voir [2.2 Considérations générales de sécurité](#) et consulter les guides spécifiques aux produits correspondants pour plus d'informations sur la sécurité. Toujours respecter les consignes fournies par le fabricant du moteur.

AVERTISSEMENT

ROTATION RÉSIDUELLE

La fonction STO peut être utilisée pour les moteurs à induction, les moteurs synchrones et les moteurs à aimants permanents. Deux défauts peuvent survenir dans le semi-conducteur de puissance du variateur. Lorsque des moteurs synchrones ou des moteurs à aimants permanents sont utilisés, une rotation résiduelle peut provenir de défauts. La rotation peut être calculée comme suit : angle = $360/(nombre\ de\ paires\ de\ pôles)$.

- L'application utilisant des moteurs synchrones ou à aimants permanents doit tenir compte de cette rotation résiduelle et veiller à ce qu'il n'y ait pas de risque en termes de sécurité. Cette situation ne concerne pas les moteurs à induction.

3.3.2 Essai de mise en service

3.3.2.1 Vue d'ensemble

Après l'installation et avant le premier fonctionnement, un essai de mise en service faisant usage de la fonction STO est requis. L'essai de mise en service est également requis après chaque modification de l'installation ou de l'application relative à la STO.

REMARQUE

ESSAI DE MISE EN SERVICE

Après avoir installé les fonctions de sécurité, effectuer un essai de mise en service.

Un essai de mise en service réussi est nécessaire après l'installation initiale et après chaque modification de l'installation ou de l'application associée à la sécurité fonctionnelle.

Si l'essai de mise en service échoue, il n'est pas possible de garantir un fonctionnement sûr.

Pour réaliser un essai de mise en service :

- Voir [3.3.2.2 Essai de mise en service pour les applications STO en mode de redémarrage manuel](#) si la fonction STO est réglée sur le mode de redémarrage manuel (paramètre **7.3.1 Réaction STO (Arrêt sécurisé du couple)** réglé sur le réglage par défaut **Défaut, réinitialisation requise**) (reset manuel).
- Voir [3.3.2.3 Essai de mise en service pour les applications STO en mode de redémarrage automatique](#) si la fonction STO est réglée sur le mode de redémarrage automatique (paramètre **7.3.1 Réaction STO (Arrêt sécurisé du couple)** réglé sur **Avertissement, aucune réinitialisation requise**) (reset automatique).

3.3.2.2 Essai de mise en service pour les applications STO en mode de redémarrage manuel

Tableau 6: Essai de mise en service en mode de redémarrage manuel

Procédure d'essai	Approuvé
1 Mettre le variateur de fréquence sous tension.	<input type="checkbox"/>
2 Vérifier qu'il n'y a pas de défaut de sécurité.	<input type="checkbox"/>
3 Démarrer le moteur.	<input type="checkbox"/>

Tableau 6: Essai de mise en service en mode de redémarrage manuel - (suite)

Procédure d'essai	Approuvé
4 Couper l'alimentation 24 V CC des deux bornes d'entrée STO à l'aide du dispositif de sécurité, pendant que le moteur est entraîné par le variateur de fréquence (c.-à-d. que l'alimentation réseau n'est pas interrompue).	<input type="checkbox"/>
5 Vérifier que le moteur tourne en roue libre. Cela peut prendre beaucoup de temps avant que le moteur s'arrête.	<input type="checkbox"/>
6 Si un panneau de commande est installé, vérifier si STO activée s'affiche sur le panneau de commande. Si le panneau de commande n'est pas installé, vérifier si STO activée est répertorié dans le journal des événements.	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>
7 Si le retour STO est utilisé, vérifier que la fonction STO est activée en vérifiant l'état du retour STO. Voir Illustration 12 .	<input type="checkbox"/>
8 Appliquer à nouveau 24 V CC aux entrées STO.	<input type="checkbox"/>
9 S'assurer que le moteur demeure en état de roue libre et que tous les relais raccordés restent activés.	<input type="checkbox"/>
10 Envoyer un signal de reset via le bus de terrain, l'E/S numérique ou le panneau de commande.	<input type="checkbox"/>
11 S'assurer que le moteur se met à fonctionner, et ce, dans la plage de vitesse d'origine.	<input type="checkbox"/>

3.3.2.3 Essai de mise en service pour les applications STO en mode de redémarrage automatique

Tableau 7: Essai de mise en service en mode de redémarrage automatique

Procédure d'essai	Approuvé
1 Mettre le variateur de fréquence sous tension.	<input type="checkbox"/>
2 Vérifier qu'il n'y a pas de défaut de sécurité.	<input type="checkbox"/>
3 Démarrer le moteur.	<input type="checkbox"/>
4 Couper l'alimentation 24 V CC des deux bornes d'entrée STO à l'aide du dispositif de sécurité, pendant que le moteur est entraîné par le variateur de fréquence (c.-à-d. que l'alimentation réseau n'est pas interrompue).	<input type="checkbox"/>
5 Vérifier que le moteur tourne en roue libre. Cela peut prendre beaucoup de temps avant que le moteur s'arrête.	<input type="checkbox"/>
6 Si un panneau de commande est installé, vérifier si STO activée s'affiche sur le panneau de commande. Si le panneau de commande n'est pas installé, vérifier si STO activée est répertorié dans le journal des événements.	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>
7 Si le retour STO est utilisé, vérifier que la fonction STO est activée en vérifiant l'état du retour STO. Voir Illustration 12 .	<input type="checkbox"/>
8 Appliquer à nouveau 24 V CC aux entrées STO.	<input type="checkbox"/>
9 S'assurer que le moteur se met à fonctionner, et ce, dans la plage de vitesse d'origine.	<input type="checkbox"/>

3.4 Fonctionnement et maintenance

3.4.1 Tests fonctionnels

3.4.1.1 Réalisation de tests fonctionnels

Pour se conformer à la norme EN CEI 61800-5-2 et aux normes de sécurité au niveau du système et pour éviter l'accumulation de défauts de veille potentiels dans le variateur, il est nécessaire d'effectuer un test périodique de la fonction STO, sur demande.

- Il est **obligatoire** pour PL e ou SIL 3 de réaliser un test fonctionnel tous les 3 mois afin de détecter toute panne ou tout dysfonctionnement de la fonction STO.
- Il est **obligatoire** pour PL d ou SIL 2 de réaliser un test fonctionnel tous les 12 mois afin de détecter toute panne ou tout dysfonctionnement de la fonction STO.
- Il est **recommandé**, mais pas obligatoire, pour PL c ou SIL 1 de réaliser un test fonctionnel tous les 12 mois afin de détecter toute panne ou tout dysfonctionnement de la fonction STO.

REMARQUE

Si le test fonctionnel échoue, un fonctionnement sûr ne peut pas être garanti.

- Effectuer le test fonctionnel en suivant les étapes décrites dans [3.4.1.2 Test fonctionnel utilisant le signal de retour STO](#) ou [3.4.1.3 Test fonctionnel sans utiliser le signal de retour STO](#).

3.4.1.2 Test fonctionnel utilisant le signal de retour STO

Le signal de retour est actif chaque fois que la fonction STO est activée en interne par les deux canaux STO redondants (A+B). Il permet d'indiquer facilement que les deux canaux fonctionnent.

Tableau 8: Test fonctionnel utilisant le signal de retour STO

Procédure d'essai	Approuvé
1 Mettre le variateur de fréquence sous tension.	<input type="checkbox"/>
2 Vérifier qu'il n'y a pas de défaut de sécurité.	<input type="checkbox"/>
3 Démarrer le moteur.	<input type="checkbox"/>
4 Vérifier que la sortie de retour STO n'indique pas une STO active.	<input type="checkbox"/>
5 Activer la fonction STO en coupant l'alimentation 24 V CC des canaux d'entrée STO A et B pendant que le moteur est entraîné par le variateur de fréquence (c.-à-d. que l'alimentation réseau n'est pas interrompue).	<input type="checkbox"/>
6 Vérifier que le moteur tourne en roue libre. Cela peut prendre beaucoup de temps avant que le moteur s'arrête.	<input type="checkbox"/>
7 Vérifier que la sortie de retour STO indique une STO active. La sortie indique une STO complète uniquement lorsque les deux canaux sont appelés.	<input type="checkbox"/>
8 Donner une commande de démarrage pour s'assurer que la fonction STO bloque le fonctionnement du variateur. Le moteur ne doit pas démarrer.	<input type="checkbox"/>
9 Appliquer à nouveau 24 V CC aux entrées STO.	<input type="checkbox"/>
10 Étape optionnelle, uniquement avec le réglage du mode reset manuel : Envoyer un signal de reset via le bus de terrain, l'E/S digitale ou le panneau de commande.	<input type="checkbox"/>
11 S'assurer que le moteur se met à fonctionner, et ce, dans la plage de vitesse d'origine.	<input type="checkbox"/>

3.4.1.3 Test fonctionnel sans utiliser le signal de retour STO

Il est également possible de vérifier la fonction STO sans signal de retour. Dans ce cas, les deux canaux doivent être testés séparément.

Tableau 9: Test fonctionnel sans utiliser le signal de retour STO

Procédure d'essai	Approuvé
1 Mettre le variateur de fréquence sous tension.	<input type="checkbox"/>
2 Vérifier qu'il n'y a pas de défaut de sécurité.	<input type="checkbox"/>
3 Démarrer le moteur.	<input type="checkbox"/>
4 Couper l'alimentation 24 V CC des bornes du canal d'entrée STO A tandis que le moteur est entraîné par le variateur de fréquence (c.-à-d. que l'alimentation réseau n'est pas interrompue).	<input type="checkbox"/>
5 Vérifier que le moteur tourne en roue libre. Cela peut prendre beaucoup de temps avant que le moteur s'arrête.	<input type="checkbox"/>
6 Si un panneau de commande est installé, vérifier si STO – Défaut canal A s'affiche sur le panneau de commande.	<input type="checkbox"/>
7 Si le panneau de commande n'est pas installé, vérifier si STO – Défaut canal A est répertorié dans le journal des événements.	<input type="checkbox"/>
8 Donner une commande de démarrage pour s'assurer que la fonction STO bloque le fonctionnement du variateur. Le moteur ne doit pas démarrer.	<input type="checkbox"/>
9 Appliquer à nouveau 24 V CC aux entrées STO.	<input type="checkbox"/>
10 Envoyer un signal de reset via le bus de terrain, l'E/S digitale ou le panneau de commande.	<input type="checkbox"/>
11 S'assurer que le moteur se met à fonctionner, et ce, dans la plage de vitesse d'origine.	<input type="checkbox"/>
12 Couper l'alimentation 24 V CC des bornes du canal d'entrée STO B tandis que le moteur est entraîné par le variateur de fréquence (c.-à-d. que l'alimentation réseau n'est pas interrompue).	<input type="checkbox"/>
13 Vérifier que le moteur tourne en roue libre. Cela peut prendre beaucoup de temps avant que le moteur s'arrête.	<input type="checkbox"/>
14 Si un panneau de commande est installé, vérifier si STO – Défaut canal B s'affiche sur le panneau de commande.	<input type="checkbox"/>
15 Si le panneau de commande n'est pas installé, vérifier si STO – Défaut canal B est répertorié dans le journal des événements.	<input type="checkbox"/>
16 Donner une commande de démarrage pour s'assurer que la fonction STO bloque le fonctionnement du variateur. Le moteur ne doit pas démarrer.	<input type="checkbox"/>
17 Appliquer à nouveau 24 V CC aux entrées STO.	<input type="checkbox"/>
18 Envoyer un signal de reset via le bus de terrain, l'E/S digitale ou le panneau de commande.	<input type="checkbox"/>
19 S'assurer que le moteur se met à fonctionner, et ce, dans la plage de vitesse d'origine.	<input type="checkbox"/>

3.4.2 Tests de diagnostic

Si le signal de retour STO est utilisé, effectuer un test supplémentaire pour SIL 3 tous les 24 mois afin de détecter d'éventuelles pannes de la fonctionnalité de retour STO.

Tableau 10: Test de diagnostic du signal de retour STO

Procédure d'essai	Approuvé
1 Mettre le variateur de fréquence sous tension.	<input type="checkbox"/>
2 Vérifier qu'il n'y a pas de défaut de sécurité.	<input type="checkbox"/>

Tableau 10: Test de diagnostic du signal de retour STO - (suite)

Procédure d'essai	Approuvé
3 Démarrer le moteur.	<input type="checkbox"/>
4 Vérifier que la sortie de retour STO n'indique pas une STO active.	<input type="checkbox"/>
5 Couper l'alimentation 24 V CC des bornes du canal d'entrée STO A tandis que le moteur est entraîné par le variateur de fréquence (c.-à-d. que l'alimentation réseau n'est pas interrompue).	<input type="checkbox"/>
6 Vérifier que le moteur tourne en roue libre. Cela peut prendre beaucoup de temps avant que le moteur s'arrête.	<input type="checkbox"/>
7 Si un panneau de commande est installé, vérifier si STO – Défaut canal A s'affiche sur le panneau de commande.	<input type="checkbox"/>
8 Si le panneau de commande n'est pas installé, vérifier si STO – Défaut canal A est répertorié dans le journal des événements.	<input type="checkbox"/>
9 Vérifier que la sortie de retour STO n'indique pas une STO active. (La sortie indique une STO complète uniquement lorsque les deux canaux sont appelés.)	<input type="checkbox"/>
10 Donner une commande de démarrage pour s'assurer que la fonction STO bloque le fonctionnement du variateur. Le moteur ne doit pas démarrer.	<input type="checkbox"/>
11 Appliquer à nouveau 24 V CC aux entrées STO.	<input type="checkbox"/>
12 Envoyer un signal de reset via le bus de terrain, l'E/S digitale ou le panneau de commande.	<input type="checkbox"/>
13 S'assurer que le moteur se met à fonctionner, et ce, dans la plage de vitesse d'origine.	<input type="checkbox"/>
14 Couper l'alimentation 24 V CC des bornes du canal d'entrée STO B tandis que le moteur est entraîné par le variateur de fréquence (c.-à-d. que l'alimentation réseau n'est pas interrompue).	<input type="checkbox"/>
15 Vérifier que le moteur tourne en roue libre. Cela peut prendre beaucoup de temps avant que le moteur s'arrête.	<input type="checkbox"/>
16 Si un panneau de commande est installé, vérifier si STO – Défaut canal B s'affiche sur le panneau de commande.	<input type="checkbox"/>
17 Si le panneau de commande n'est pas installé, vérifier si STO – Défaut canal B est répertorié dans le journal des événements.	<input type="checkbox"/>
18 Vérifier que la sortie de retour STO n'indique pas une STO active. (La sortie indique une STO complète uniquement lorsque les deux canaux sont appelés.)	<input type="checkbox"/>
19 Donner une commande de démarrage pour s'assurer que la fonction STO bloque le fonctionnement du variateur. Le moteur ne doit pas démarrer	<input type="checkbox"/>
20 Appliquer à nouveau 24 V CC aux entrées STO.	<input type="checkbox"/>
21 Envoyer un signal de reset via le bus de terrain, l'E/S digitale ou le panneau de commande.	<input type="checkbox"/>
22 S'assurer que le moteur se met à fonctionner, et ce, dans la plage de vitesse d'origine.	<input type="checkbox"/>

3.5 Spécifications

3.5.1 Normes et performances en matière de sécurité fonctionnelle

Toutes les fonctions de sécurité des variateurs iC7 répondent aux exigences des normes répertoriées dans ce chapitre.

Tableau 11: Normes et performances en matière de sécurité fonctionnelle

Directive ou norme	Version
Directives européennes	Directive Machines (2006/42/CE)
	EN ISO 13849-1:2015, EN ISO 13849-2:2012
	EN CEI 61800-5-2:2007
	Directive CEM (2014/30/UE)
Normes de sécurité	EN CEI 61800-3:2018 – second environnement
	EN CEI 61326-3-1:2017
Directive basse tension (2014/35/UE)	EN CEI 61800-5-1:2017
Normes de sécurité	Sécurité des machines
	EN ISO 13849-1:2015, CEI 60204-1:2018
Fonction de sécurité	Sécurité fonctionnelle
	CEI 61508-1:2010, CEI 61508-2:2010, EN CEI 61800-5-2:2017
	EN CEI 61800-5-2:2017 Safe Torque Off (STO)
Performance de sécurité	CEI 60204-1:2018 Catégorie d'arrêt 0
	EN ISO 13849-1:2015
	Catégorie
	Cat. 3
	Couverture du test (fonctionnel) de diagnostic
	> 90 % (moyen)
	Niveau de performance
CEI 61508:2010	Jusqu'à PL e
	Intervalle maximal des tests de diagnostic pour le niveau de performance associé
	PL e : 3 mois
	PL d : 12 mois
	Durée moyenne de fonctionnement avant une panne dangereuse
CEI 61508:2010	Élevée (100 ans par canal)
	Niveau d'intégrité de sécurité
	Jusqu'à SIL 3
	Intervalle maximal des test de diagnostic pour le niveau d'intégrité de sécurité associé
	SIL 3 : 3 mois
	SIL 2 : 12 mois
	Probabilité de panne dangereuse par heure
	PFH : < 8 FIT
	Probabilité de panne dangereuse sur demande
	PFD : < 5·10 ⁻⁴
Temps de réaction	HFT
	Tolérance aux défauts du matériel = 1
	Classement du sous-système
	Type A
	Intervalle des tests de validité T1
Mode de fonctionnement	20 ans
	Durée de mission TM
Temps de réaction	20 ans
	Temps de réponse de l'entrée à la sortie
Mode de fonctionnement	<30 ms
	Temps de réaction en cas de défaut
Mode de fonctionnement	Forte demande, faible demande et continu

1) Temps de réponse entre l'entrée et la sortie avec des câbles blindés. Sinon, un maximum de 20 ms peut être ajouté à cette valeur dans les conditions CEM les plus défavorables.

3.5.2 Caractéristiques techniques

L'entrée et les sorties de commande sont isolées galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV) et d'autres bornes haute tension, sauf indication contraire.

Tableau 12: Entrée digitale 24 V pour entrée STO

Fonction	Données
Type d'entrée	À une seule extrémité/flottante
Logique	PNP
Niveau de tension	0-24 V CC
Niveau de tension, logique 0 PNP	<5 V
Niveau de tension, logique 1 PNP	>11 V
Tension maximale sur l'entrée au niveau de l'état fonctionnel	30 V
Tension maximale sur l'entrée au niveau de l'état de sécurité	60 V
Courant d'entrée	8 mA > I _c > 5 mA à 24 V
Résistance interne équivalente	3 kΩ < R _i < 4,7 kΩ à 24 V
Isolation	Fonctionnel
Protection contre l'inversion de polarité	Oui
Courant d'entrée maximal à l'état désactivé	0,1 mA

Tableau 13: Sorties digitales 24 V pour retour STO

Fonction	Données
Type de sortie	Radiateur/source
Tension nominale	Collecteur ouvert 24 V CC/60 V maximum
Courant nominal	50 mA
Isolation	Oui
Protection surcharge	Oui
Protection contre l'inversion de polarité	Oui
Tension à l'état ON	>17,4 V
Courant de fuite dans l'état désactivé	0,1 mA

Tableau 14: Tensions auxiliaires

Fonction	Données
Sortie 24 V, sécurité fonctionnelle (X31, X32)	Tension de sortie
	Charge maximale

3.5.3 Conditions de fonctionnement

Tableau 15: Conditions de fonctionnement pour la sécurité fonctionnelle

Fonction	Données
Température de fonctionnement	Selon les spécifications du variateur de fréquence.
Température de stockage	-40 °C...+70 °C (-40 °F...+158 °F)

Tableau 15: Conditions de fonctionnement pour la sécurité fonctionnelle - (suite)

Fonction	Données
Humidité relative de l'air	Selon les spécifications du variateur de fréquence (sans condensation).
Altitude de fonctionnement	Selon les spécifications du variateur de fréquence.
Conditions environnementales	Le produit doit être installé dans un environnement conforme à la norme EN CEI 61800-5-1:2017 Degré de pollution 2 – sans condensation. Pour les environnements de degré de pollution 2 avec condensation, le produit doit être installé dans une armoire IP54/NEMA 12 conformément à la norme EN CEI 60529 AMD 2:2013 ou équivalente.

Vérifier les conditions de fonctionnement de chaque variateur dans le manuel de configuration ou le manuel d'utilisation spécifique au produit. Les dernières versions des manuels de produit Danfoss peuvent être téléchargées sur <https://www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/>.

3.5.4 Spécifications des câbles

Tableau 16: Dimensionnement des câbles pour les connecteurs X31, X32

Type de fil	Section [mm ² (AWG)]	Longueur de dénudage [mm (po)]
Solide	0,5-1,5 (24-16)	10 (0,4)
Flexible	0,5-1,5 (24-16)	10 (0,4)
Flexible avec embout sans manchon en plastique	0,5-1,5 (24-16)	10 (0,4)
Flexible avec embout et manchon en plastique	0,5 (24)	10 (0,4)

4 Sécurité fonctionnelle pour variateurs de fréquence, évolutive (+BEF2)

4.1 Options de sécurité fonctionnelle

L'option de sécurité fonctionnelle +BEF2 comprend les fonctions de sécurité Safe Torque Off (STO) et arrêt de sécurité 1 temporisé (SS1-t). Les variateurs avec +BEF2 incluent également une unité de sécurité avancée, qui permet de configurer les paramètres de sécurité fonctionnelle à l'aide de MyDrive® Insight.

4.2 Description du système de sécurité fonctionnelle

Une unité de sécurité avancée supplémentaire est utilisée pour mettre en œuvre des fonctions de sécurité conformément à la norme EN CEI 61800-5-2 dans les variateurs de fréquence iC7-Automation avec +BEF2.

L'unité de sécurité avancée gère les E/S de sécurité et assure la surveillance des fonctions de sécurité actives. L'unité de sécurité avancée ne gère pas les commandes du variateur de fréquence. Le variateur de fréquence peut être commandé, par exemple, à l'aide de l'application de variateur ou du système de contrôle de process externe. L'unité de sécurité avancée prend actuellement en charge les variateurs de fréquence connectés aux réseaux de type TN ou TT. Il est prévu de prendre en charge d'autres types de réseaux dans les futures versions.

L'unité de sécurité avancée peut être commandée avec les E/S numériques et via le bus de terrain de sécurité, le cas échéant.

4.3 Fonctions de sécurité

4.3.1 Vue d'ensemble des variateurs de fréquence avec STO et SS1-t (+BEF2)

Les variateurs de fréquence avec STO et SS1-t (+BEF2) offrent les fonctions de sécurité suivantes :

- Safe Torque Off (STO) selon la norme EN CEI 61800-5-2:2017.
- Catégorie d'arrêt 0, selon la norme EN CEI 60204-1:2018.
- Arrêt de sécurité 1 temporisé (SS1-t), selon la norme EN CEI 61800-5-2:2017.
- Catégorie d'arrêt 1, selon la norme EN CEI 60204-1:2018.

La fonction Safe Torque Off (STO) est un composant du système de contrôle de la sécurité. La fonction STO empêche l'unité de générer la puissance requise pour faire tourner le moteur.

Avec SS1-t, le moteur décélère dans un temps de décélération spécifié. La fonction STO est activée à la fin d'un temps de décélération.

Les fonctions de sécurité sont conçues et approuvées comme acceptables pour les exigences suivantes :

- Catégorie 3 de la norme EN ISO 13849-1
- Niveau de performance « e » selon la norme EN ISO 13849-1
- SIL 3 selon les normes CEI 61508 et EN 61800-5-2

Les fonctions sont disponibles pour les variateurs iC7 avec code plus de sécurité fonctionnelle +BEF2. Les révisions matérielles spécifiques sont répertoriées dans l'annexe du certificat de sécurité fonctionnelle.

Les variateurs de fréquence sont équipés d'une entrée à deux canaux isolée galvaniquement et d'un signal de retour STO à des fins de diagnostic.

Toutes les entrées et sorties de commande sont isolées galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV) et d'autres bornes haute tension, sauf indication contraire.

REMARQUE

Sélectionner et appliquer correctement les composants du système de contrôle de la sécurité pour obtenir le niveau requis de sécurité fonctionnelle. Avant d'intégrer et d'utiliser la STO dans une installation, procéder à une analyse approfondie des risques de l'installation afin de déterminer si la fonctionnalité STO et les niveaux de sécurité sont appropriés et suffisants.

4.3.2 Activation de la fonction STO

La fonction STO est activée pour l'une des raisons suivantes :

- Demande externe.
- Violation d'une autre fonction de sécurité.
- Défaut détecté par le diagnostic interne.

La fonction d'arrêt de sécurité 1 (SS1-t) active la fonction STO lorsqu'une temporisation spécifique à l'application s'est écoulée (surveillance du temps).

Utiliser la fonction STO pour arrêter le variateur dans les situations nécessitant une fonction de sécurité. En mode d'exploitation normal lorsque la fonction STO n'est pas nécessaire, utiliser plutôt la fonction d'arrêt habituelle.

4.3.3 Configuration du comportement de redémarrage et d'acquittement

Les fonctions de sécurité peuvent être configurées pour exiger un acquittement des événements liés à la sécurité. Ces événements incluent la mise sous tension de l'appareil ou la désactivation d'une fonction de sécurité.

Les options de configuration sont les suivantes :

- **Direct restart** : Le passage à l'état opérationnel ne nécessite aucune action.
- **Nonsafe Acknowledge required** : Un acquittement via une entrée ou un bus de terrain non sécurisé sélectionné est requis.
- **Safe Acknowledge required** : Un acquittement via une entrée ou un bus de terrain de sécurité sélectionné est requis.



IMPORTANT : Si le problème persiste et que l'appareil reste en mode erreur, contacter Danfoss.

REMARQUE

La prévention par défaut de tout redémarrage imprévu après la désactivation de la fonction STO ne répond pas aux exigences SIL 2 ou SIL 3. Cela s'applique lors de la configuration du redémarrage manuel à l'aide du paramètre **7.3.1 Safe Torque Off Response**.

- Si un redémarrage imprévu est critique pour l'installation, il doit être contrôlé par le biais de la fonction STO, aussi bien suite à l'activation de la fonction STO que dans le cadre de démarrages normaux, après un cycle de puissance par exemple.
- Si l'acquittement de la fonction STO fait partie de la fonction de sécurité, l'acquittement du démarrage manuel doit être défini par un paramètre général de sécurité fonctionnelle. Voir [4.4.2 Paramètres généraux de sécurité fonctionnelle](#) pour plus d'informations sur le paramètre **Manual startup acknowledge**.

ATTENTION

Le comportement de redémarrage par défaut est réglé sur manuel (paramètre **7.3.1 Safe Torque Off Response = « Fault »**).

Étant donné que le variateur démarre toujours dans un état de sécurité, l'acquittement du déclenchement de la fonction STO est également nécessaire après la mise sous tension de l'appareil.

- Cela peut être évité en sélectionnant le redémarrage automatique, qui efface l'état de sécurité une fois le démarrage terminé (paramètre **7.3.1 Safe Torque Off Response = « Warning »**). Avant de passer en mode Automatique, s'assurer que les exigences de la norme EN ISO 12100:2011, paragraphe 6.3.3.2.5, sont respectées. L'acquittement manuel du démarrage peut également être défini par un paramètre général de sécurité fonctionnelle. Voir [4.4.2 Paramètres généraux de sécurité fonctionnelle](#) pour plus d'informations.

Arrêt de la fonction STO et reprise du fonctionnement normal

1. Supprimer la demande de fonction STO.

Selon la configuration, cela peut être réalisé en appliquant de nouveau une alimentation 24 V CC aux entrées de sécurité ou en supprimant la demande de fonction STO via le bus de terrain de sécurité.

2. Envoyer un signal de reset via le bus de terrain, l'E/S numérique ou le panneau de commande.

Régler la fonction STO sur ***Warning*** en réglant la valeur du paramètre **7.3.1 Safe Torque Off Response** de la valeur par défaut **Fault** (reset manuel) à la valeur ***Warning*** (reset automatique). ***Warning*** signifie que la fonction STO prend fin et que le fonctionnement normal reprend dès que l'alimentation 24 V CC est appliquée aux entrées de sécurité. Aucun signal de reset n'est requis.

4.3.4 Propriétés des entrées de sécurité

Pour s'adapter facilement au système de sécurité, les entrées de sécurité présentent les propriétés suivantes :

- **Isolation galvanique des bornes** : Les borniers d'E/S de sécurité fonctionnelle sur la carte de commande comportent des entrées séparées isolées galvaniquement pour permettre, par exemple, d'intervertir les polarités des bornes d'entrée de sécurité comme indiqué dans l'[Illustration 9](#) et l'[Illustration 10](#).
- **Filtrage des impulsions de test** : Plusieurs modules de commande testent leurs sorties de sécurité à l'aide d'un diagramme d'impulsions de test (tests marche/arrêt) afin d'identifier les défauts causés par des courts-circuits ou des courts-circuits transversaux. Lors de l'interconnexion de l'entrée de sécurité du variateur et d'une sortie de sécurité du module de commande, le variateur peut répondre aux signaux d'essai. Un changement de signal pendant un diagramme d'impulsions de test est configuré avec le paramètre **Stable Signal Time** (Temps de signal stable) (plage de 1 à 5 000 ms). Les impulsions de test de la longueur configurée dans le paramètre **Stable Signal Time** (Temps de signal stable) sont ignorées sur les lignes d'entrée de sécurité. Il est également possible de filtrer les impulsions courtes, ce qui pourrait mener à l'activation incorrecte des fonctions de sécurité.

Voir [4.4.2 Paramètres généraux de sécurité fonctionnelle](#) pour plus d'informations sur le paramètre **Stable Signal Time** (Temps de signal stable).

REMARQUE

- Le temps de signal stable rallonge le temps de réponse de la fonction de sécurité. La fonction de sécurité est activée après l'expiration du temps de réponse.
- Si le signal envoyé à l'entrée de sécurité n'est pas stable, le variateur répond avec un défaut.

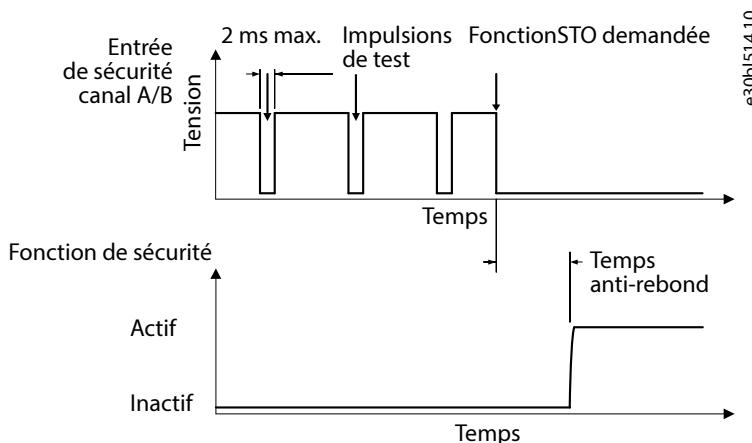


Illustration 9: Filtrage des impulsions de test

- **Tolérance d'entrée asynchrone** : Les signaux d'entrée aux bornes d'entrée de sécurité ne sont pas toujours synchrones. Si l'écart entre les deux signaux est supérieur à 500 ms, le variateur indique une panne d'E/S comme décrit dans le [4.10.2 Instances du signal de retour STO](#). Cette fonction ne tempore pas l'activation de la fonction de sécurité.

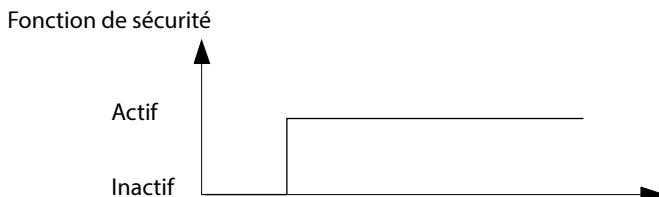
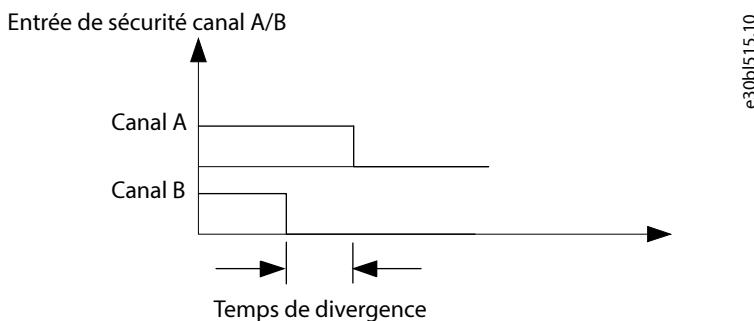


Illustration 10: Durée de l'écart

4.3.5 Retour STO

Le retour STO est un signal de retour à canal unique qui peut être utilisé à des fins de diagnostic et pour indiquer qu'une fonction STO est active. Il peut aider à améliorer la sécurité au niveau du système, par exemple dans les cas de mise à niveau, où un retour diagnostique vers le système de sécurité est nécessaire.

ATTENTION

- Le signal de retour n'est pas conçu pour faire partie de la fonction de sécurité et n'a pas de niveau d'intégrité de sécurité.

Tableau 17: Instances de retour STO

État	État de retour ⁽¹⁾	Informations complémentaires
Fonction standard	Hors tension	Le moteur fonctionne et aucune fonction de sécurité n'est active. Le retour STO est hors tension.
L'état STO est atteint	Sous tension	La fonction STO est demandée et l'état de sécurité est atteint. L'état STO est atteint et la connexion à tous les modules de puissance est établie. La sortie STO est hors tension.
Configuration nécessaire	Hors tension	La configuration des entrées de sécurité doit être validée pour s'assurer que tous les modules de puissance ont atteint l'état d'entrée de sécurité. Les modules de puissance connectés font partie de la configuration, et sans configuration validée, l'entrée de sécurité ne peut pas supposer qu'une connexion est établie avec tous les modules de puissance.
Mise à jour du logiciel	Hors tension	Pendant la mise à jour du logiciel, l'état de la sortie de sécurité n'est pas fiable. La sortie STO est hors tension.
Programme d'amorçage et démarrage	Hors tension	Le programme d'amorçage ne communique pas et ne connaît pas l'état de la sortie STO des modules de puissance. Au démarrage, la communication n'est pas encore établie et la carte d'entrée de sécurité ne connaît pas l'état de la sortie de sécurité des modules de puissance.

Tableau 17: Instances de retour STO - (suite)

État	État de retour ⁽¹⁾	Informations complémentaires
Panne interne	Hors tension	Indique un problème grave, par exemple dans le circuit STO. On ne peut pas supposer que l'E/S de sécurité sait que toutes les sorties STO sont hors tension.
Panne fatale interne	Hors tension	Se déclenche lorsqu'un problème interne fatal s'est produit, par exemple un défaut de CPU ou de RAM. Le fonctionnement ne peut pas être garanti et on ne peut pas supposer que les sorties de sécurité peuvent être mises hors tension.

1) **Sous tension**: STO_FB+ \Rightarrow STO_FB- circuit fermé = flux de courant = logique « 0 » avec configuration de commande côté bas. **Hors tension**: STO_FB+ \Rightarrow STO_FB- circuit ouvert = pas de flux de courant = logique « 1 » avec configuration de commande côté bas.

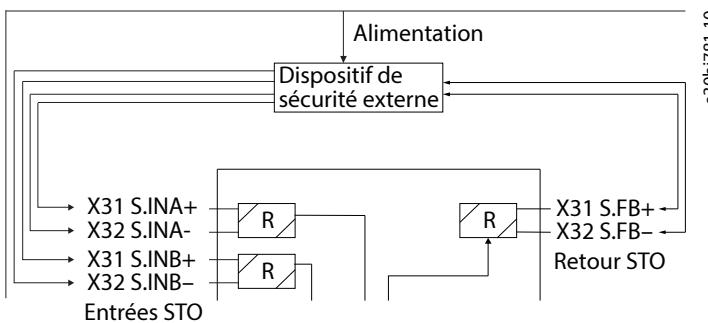


Illustration 11: Exemple de retour STO pour les variateurs de fréquence iC7

Il peut également être utilisé comme sortie digitale pour fournir un signal d'état. Dans ce cas, la charge peut être une entrée digitale d'un PLC.

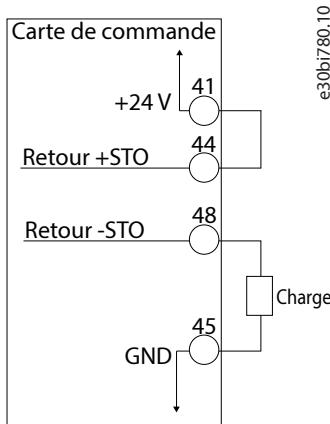


Illustration 12: Exemple de retour STO pour les variateurs de fréquence iC7

Le retour STO fonctionne comme un contacteur qui se ferme dès que les deux canaux d'entrée STO sont mis hors tension.

4.4 Paramètres des fonctions de sécurité

4.4.1 Vue d'ensemble des paramètres de fonction de sécurité

La configuration de la sécurité fonctionnelle est effectuée dans MyDrive® Insight, dans *Setup & Service (Configuration et entretien) > Functional safety (Sécurité fonctionnelle) > Safety configuration (Configuration de sécurité)*. Pour modifier les paramètres liés à la sécurité fonctionnelle, il est nécessaire d'être connecté en tant qu'administrateur.

Les paramètres liés à l'application logicielle, par exemple le comportement de redémarrage automatique/manuel après la désactivation de la fonction STO, sont inclus dans le groupe de paramètres **Functional Safety (Sécurité fonctionnelle)**. Les valeurs de préréglage usine et les autres valeurs prédefinies ne sont pas valides pour les applications de sécurité en tant que telles, et toutes les valeurs de paramètres doivent être vérifiées pour s'assurer que la configuration est adaptée à l'application. Pour plus d'informations sur le réglage des paramètres, consulter la documentation de l'application logicielle.

! IMPORTANT : Après le démarrage initial et la modification de la configuration ou des paramètres de sécurité fonctionnelle, un essai de mise en service doit être effectué pour vérifier la fonctionnalité des fonctions de sécurité individuelles. Pour plus d'informations, voir [4.8.4 Essai de mise en service de la fonction de sécurité STO](#) et [4.8.5 Essai de mise en service de la fonction de sécurité Arrêt de sécurité 1 temporisé \(SS1-t\)](#).

La configuration des fonctions de sécurité fonctionnelle doit être effectuée en fonction de l'installation et du câblage du système de sécurité, et comprend les étapes suivantes :

1. Configuration générale des paramètres
2. Configuration des pannes
3. Configuration du bus de terrain de sécurité
4. Configuration de la fonction STO
5. Configuration de SS1
6. Enregistrement sur l'appareil
7. Vérification des paramètres
8. Validation du rapport
9. Rapport de mise en service

4.4.2 Paramètres généraux de sécurité fonctionnelle

Tableau 18: Paramètres généraux de sécurité fonctionnelle

Nom du paramètre ⁽¹⁾	Sélections	Valeur par défaut	Description
Stable Signal Time (Temps de signal stable) (A)	1 à 5 000 ms	10	Temporisation jusqu'à ce qu'un changement de signal à Bas soit détecté comme stable. Ce paramètre spécifie une temporisation en plus du temps spécifié pour l'interprétation du signal d'entrée dans le variateur.
Acknowledge input for IO fail-lures (Entrée d'acquittement des pannes d'E/S) (B)	Non sélectionné	Non sélectionné	Spécifie l'entrée digitale de sécurité qui peut être associée à l'acquittement des pannes d'E/S.
	Safe Input (X31/X32) (Entrée de sécurité (X31/X32))		
Triggering edge for IO failure acknowledge (Front de déclenchement pour acquitt. pannes E/S) (C)	Rising edge (Front montant)	Rising edge (Front montant)	Spécifie le front pour l'acquittement des pannes d'E/S.
	Falling edge (Front descendant)		

Tableau 18: Paramètres généraux de sécurité fonctionnelle - (suite)

Nom du paramètre ⁽¹⁾	Sélections	Valeur par défaut	Description
Restart behavior for release of IO (Comportement de redémarrage pour libération d'E/S) (D)	Nonsafe Acknowledge required (Acquittement non sécurisé requis)	Nonsafe Acknowledge required (Acquittement non sécurisé requis)	Spécifie le comportement de redémarrage en cas de panne d'E/S.
	Safe Acknowledge required (Acquittement sécurisé requis)		
Acknowledge input for startup (Entrée d'acquittement pour le démarrage) (E)	Non sélectionné	Non sélectionné	Spécifie l'entrée digitale de sécurité qui peut être associée à l'acquittement du démarrage.
	Safe Input (X33) (Entrée de sécurité (X33))		
Triggering edge for startup acknowledge (Front de déclenchement pour acquitt. redém.) (F)	Rising edge (Front montant)	Rising edge (Front montant)	Spécifie le front pour l'acquittement des pannes d'E/S.
	Falling edge (Front descendant)		
Manual startup acknowledge (Acquittement démarrage manuel) (G)	Direct restart (Redémarrage direct)	Direct restart (Redémarrage direct)	Spécifie le comportement de redémarrage pour l'acquittement du démarrage.
	Nonsafe Acknowledge required (Acquittement non sécurisé requis)		
	Safe Acknowledge required (Acquittement sécurisé requis)		

1) Les paramètres sont identifiés par des lettres dans la section Safety configuration (Configuration de sécurité) de MyDrive® Insight. La lettre est indiquée entre parenthèses après le nom de chaque paramètre dans ce tableau.

4.4.3 Configuration des pannes

Tableau 19: Paramètres de configuration des pannes

Nom du paramètre ⁽¹⁾	Sélections	Valeur par défaut	Description
IO Fault mapping (Mappage des défauts d'E/S) (A)	STO	STO	Mappage de l'instance de défaut sur l'E/S.
	Première instance de SS1		

1) Les paramètres sont identifiés par des lettres dans la section Safety configuration (Configuration de sécurité) de MyDrive® Insight. La lettre est indiquée entre parenthèses après le nom de chaque paramètre dans ce tableau.

4.4.4 Bus de terrain de sécurité

Tableau 20: Paramètres généraux de sécurité fonctionnelle

Nom du paramètre ⁽¹⁾	Sélections	Valeur par défaut	Description
Safe fieldbus address (A)	1-65535	1	Adresse de l'appareil dans le sous-système de bus de terrain de sécurité.
Safe fieldbus configuration (B)	FAUX/VRAI (Case Enabled non cochée/cochée).	FAUX (Case Enabled non cochée)	Spécifie si le bus de terrain de sécurité est activé.

1) Les paramètres sont identifiés par des lettres dans la section Safety configuration de MyDrive® Insight. La lettre est indiquée entre parenthèses après le nom de chaque paramètre dans ce tableau.

4.4.5 Safe Torque Off (STO)

La fonction de sécurité Safe Torque Off (STO) permet de désactiver la sortie du variateur afin que celui-ci ne puisse pas générer de couple sur l'arbre moteur.

La fonction STO correspond à un arrêt incontrôlé, conformément à la catégorie d'arrêt 0 de la norme CEI 60204-1. Les événements pouvant activer la fonction STO sont les suivants :

- Demande externe.
- Violation d'une autre fonction de sécurité.
- Défaut détecté par le diagnostic interne.

REMARQUE

Le variateur démarre toujours dans un état de sécurité, qui est supprimé automatiquement une fois le démarrage terminé.

- Lorsque le paramètre **Restart behavior for release of STO** (Comportement de redémarrage pour libération de STO) est configuré pour nécessiter un acquittement, l'acquittement est également requis lors de la mise sous tension de l'appareil, et pas seulement lorsqu'une fonction de sécurité a été désactivée.

Tableau 21: Paramètres de la fonction STO

Nom du paramètre ⁽¹⁾	Sélections	Valeur par défaut	Description
Activation configuration (Configuration activation) (A)	De-energized (Function always on) (Hors tension (fonction toujours activée))	Safe Input (X31/X32) (Entrée de sécurité (X31/X32))	Spécifie l'entrée digitale de sécurité qui peut être associée à l'activation de la fonction de sécurité.
	Safe Input (X31/X32) (Entrée de sécurité (X31/X32))		
	Energized (Function always off) (Sous tension (fonction toujours désactivée))		
Restart behavior for release of STO (Comportement de redémarrage pour libération de STO) (B)	Direct restart (Redémarrage direct)	Direct restart (Redémarrage direct)	Spécifie le comportement de redémarrage de la fonction STO.
	Nonsafe Acknowledge required (Acquittement non sécurisé requis)		
	Safe Acknowledge required (Acquittement sécurisé requis)		
Digital input assignment for STO restart acknowledge (Attribution d'une entrée digitale pour l'acquitt. de redémarrage STO) (C)	Non sélectionné	Non sélectionné	Spécifie l'entrée digitale de sécurité qui peut être associée à l'acquittement de redémarrage de la fonction STO.
	Safe Input (X31/X32) (Entrée de sécurité (X31/X32))		
Triggering edge for STO restart acknowledge (Front de déclenchement pour acquitt. redém. STO) (D)	Rising edge (Front montant)	Rising edge (Front montant)	Spécifie le changement sur l'entrée digitale de sécurité, qui est associée à l'acquittement du redémarrage de la fonction STO.
	Falling edge (Front descendant)		

1) Les paramètres sont identifiés par des lettres dans la section Safety configuration (Configuration de sécurité) de MyDrive® Insight. La lettre est indiquée entre parenthèses après le nom de chaque paramètre dans ce tableau.

4.4.6 Arrêt de sécurité 1 temporisé (SS1-t)

La fonction de sécurité Arrêt de sécurité 1 temporisé (SS1-t) déclenche la décélération contrôlée jusqu'à la vitesse 0, et active la fonction de sécurité Safe Torque Off (STO) après un temps spécifié.

Les caractéristiques de la fonction de sécurité sont les suivantes :

- La fonction de sécurité Arrêt de sécurité 1 correspond à un arrêt de catégorie 1 (arrêt contrôlé) selon la norme EN CEI 60204-1.
- Le moteur passe en mode sans couple, ce qui élimine tous les mouvements dangereux.

La fonction SS1-t fonctionne avec le mode de surveillance de temps et active la fonction STO lorsqu'une temporisation spécifique à l'application s'est écoulée.

Il est possible de configurer deux instances séparées de la fonction SS1 avec des ensembles de paramètres individuels.

⚠ ATTENTION

- Ne pas oublier de configurer les paramètres **7.4.1 Réponse arrêt de sécurité 1** et **7.4.3 Rampe de décélération sécurisée** dans le groupe de paramètres **7.4 SS1 SS2**.
- Avec les réglages par défaut des paramètres du groupe **7.4 SS1 SS2**, la fonction STO est activée après l'expiration de la temporisation **Maximum time** (Durée maximale) sans aucune rampe de décélération du moteur lors de l'activation de la fonction SS1.

Les paramètres sont identifiés par des lettres dans la section *Configuration de sécurité* de MyDrive® Insight. La lettre est indiquée entre parenthèses après le nom de chaque paramètre dans le [Tableau 22](#).

Tableau 22: Paramètres SS1

Nom du paramètre	Sélections	Valeur par défaut	Description
Instance SS1 1			
Activation configuration (Configuration activation) (A)	De-energized (Function always on) (Hors tension (fonction toujours activée))	Energized (Function always off) (Sous tension (fonction toujours désactivée))	Spécifie l'entrée digitale de sécurité qui peut être associée à l'activation de la fonction de sécurité.
	Safe Input (X31/X32) (Entrée de sécurité (X31/X32))		
	Energized (Function always off) (Sous tension (fonction toujours désactivée))		
Maximum time (Durée maximale) (B)	2-3 600 000 ms	2 ms	Durée maximale de la procédure d'arrêt.
Delay before monitoring (Temporisation avant surveillance) (C) ⁽¹⁾	1-60 000 ms	1 ms	Durée pour ignorer la décélération après l'activation de SS1.
Delay to detect limited state (Temporisation de détection de l'état limité) (D) ⁽¹⁾	1-60 000 ms	1 ms	Durée pendant laquelle la vitesse doit se trouver dans les limites avant l'activation de l'état final (activation anticipée).
Deceleration limit (Limite de décélération) (E) ⁽¹⁾	1/500 tours/(s*s)	0	Limite de la décélération. a_SS1 = 0 signifie « Pas de surveillance de décélération ».
Limit for the Speed (Limite de vitesse) (F) ⁽¹⁾	2^-16 tours/s	1	La limite dans laquelle la vitesse est acceptée comme 0.
Instance SS1 2			

Tableau 22: Paramètres SS1 - (suite)

Nom du paramètre	Sélections	Valeur par défaut	Description
Activation configuration (Configuration activation) (A)	De-energized (Function always on) (Hors tension (fonction toujours activée))	Energized (Function always off) (Sous tension (fonction toujours désactivée))	Spécifie l'entrée digitale de sécurité qui peut être associée à l'activation de la fonction de sécurité.
	Safe Input (X31/X32) (Entrée de sécurité (X31/X32))		
	Energized (Function always off) (Sous tension (fonction toujours désactivée))		
Maximum time (Durée maximale) (B)	2-3 600 000 ms	2 ms	Durée maximale de la procédure d'arrêt.
Delay before monitoring (Temporisation avant surveillance) (C) ⁽¹⁾	1-60 000 ms	1 ms	Durée pour ignorer la décélération après l'activation de SS1.
Delay to detect limited state (Temporisation de détection de l'état limité) (D) ⁽¹⁾	1-60 000 ms	1 ms	Durée pendant laquelle la vitesse doit se trouver dans les limites avant l'activation de l'état final (activation anticipée).
Deceleration limit (Limite de décélération) (E) ⁽¹⁾	1/500 tours/(s*s)	0	Limite de la décélération. a_SS1 = 0 signifie « Pas de surveillance de décélération ».
Limit for the Speed (Limite de vitesse) (F) ⁽¹⁾	2^-16 tours/s	1	La limite dans laquelle la vitesse est acceptée comme 0.

1) Les paramètres C-F ne peuvent pas être configurés pour SS1-t.

REMARQUE

La fonction de temporisation SS1 ne surveille pas l'arrêt du variateur. Le délai de sécurité permet au variateur de s'arrêter avant l'activation de la fonction Safe Torque Off et garantit que le système est arrêté avant l'activation de la fonction Safe Torque Off.

Si un défaut se produit, le variateur ne s'arrête pas. Il passe en roue libre à la fin du délai de temporisation, peu importe la vitesse du variateur.

Lorsque la temporisation SS1 est utilisée, le moteur peut continuer à tourner après l'activation de Safe Torque Off.

- L'analyse des risques pour la machine doit indiquer si ce comportement peut être toléré.
- Un interverrouillage peut s'avérer nécessaire.

4.4.7 Sauvegarde sur l'appareil

Après avoir configuré les paramètres de sécurité pour l'application, les sauvegarder sur l'appareil.

1. Dans MyDrive® Insight, accéder à *Setup & Service (Configuration et entretien) > Functional safety (Sécurité fonctionnelle) > Safety configuration (Configuration de sécurité) > Save to device (Sauvegarder sur l'appareil)*.
2. Cliquer sur *Accept (Accepter)*.



Les paramètres sont vérifiés et l'état est mis à jour de *Ready (Prêt)* à *Verify (Vérifier)*.

4.4.8 Valider et générer un rapport de mise en service

Pour les variateurs avec l'option de sécurité fonctionnelle +BEF2, un rapport de mise en service peut être généré à l'aide de MyDrive® Insight. Le rapport de mise en service présente les valeurs définies pour les paramètres liés à la sécurité sur le variateur.

1. Dans MyDrive® Insight, accéder à *Device (Appareil) > Setup & Service (Configuration et entretien) > Functional safety (Sécurité fonctionnelle) > Validate report (Valider le rapport)*.
2. Accéder à *Device (Appareil) > Setup & Service (Configuration et entretien) > Functional safety (Sécurité fonctionnelle) > Commissioning Report (Rapport de mise en service)* pour consulter le rapport de mise en service.

Après la mise en service de toutes les fonctions de sécurité, cliquer sur l'icône de téléchargement en haut à droite pour télécharger le rapport au format PDF. Il est recommandé d'enregistrer une copie du rapport de mise en service dans un emplacement externe.

3. Conserver les rapports des tests de réception dans le registre de la machine.

Le rapport doit inclure :

- Une description de l'application de sécurité.
- Une description et des révisions des composants de sécurité utilisés dans l'application de sécurité.
- Une liste de toutes les fonctions de sécurité utilisées dans l'application de sécurité.
- Une liste de tous les paramètres liés à la sécurité et de leurs valeurs. Il est également recommandé de répertorier les paramètres et les valeurs non liés à la sécurité.
- Une documentation des activités de démarrage, avec des références aux rapports de panne et à la résolution des pannes.
- Les résultats des tests pour chaque fonction de sécurité, toutes les valeurs des paramètres de sécurité, y compris la valeur CRC de la configuration de sécurité, les dates des essais et la confirmation par le personnel d'essai.

4. Valider le rapport de mise en service.

- a. Vérifier que les informations relatives au matériel et à la configuration sont correctes et que les versions logicielles des composants et sous-systèmes liés à la sécurité sont correctes.
- b. Vérifier que les informations du module mis en service correspondent aux informations du plan de mise en service et du rapport de mise en service.

! IMPORTANT : Après chaque modification ou maintenance du système, de nouveaux rapports de test de réception doivent être enregistrés dans le registre de la machine.

4.5 Bus de terrain de sécurité

4.5.1 PROFIsafe

PROFIsafe est un protocole de sécurité supplémentaire en plus d'un système de transmission standard (PROFINET/PROFIBUS). PROFIsafe utilise plusieurs technologies pour garantir la validité et l'état de la communication par bus de terrain, ce qui permet de l'utiliser de manière fiable avec des dispositifs de sécurité.

Ces mesures sont, entre autres :

- Numérotation séquentielle.
- Contrôle du temps de surveillance avec acquittement.
- Nom de code par relation de communication.

- Contrôle de redondance cyclique pour l'intégrité des données.

La communication via les systèmes de transmission non sécurisés est appelée le « canal noir ».

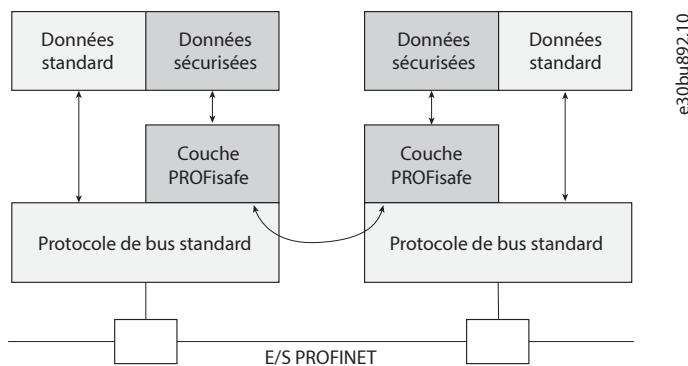


Illustration 13: Communication PROFIsafe

4.5.2 Système PROFIsafe

Le variateur peut communiquer avec le PLC de sécurité via PROFINET. Les données échangées incluent des données liées à la sécurité et des données de traitement non sécurisées. Pour les données liées à la sécurité, cela passe par la trame PROFIsafe et correspond au format PROFIdrive.

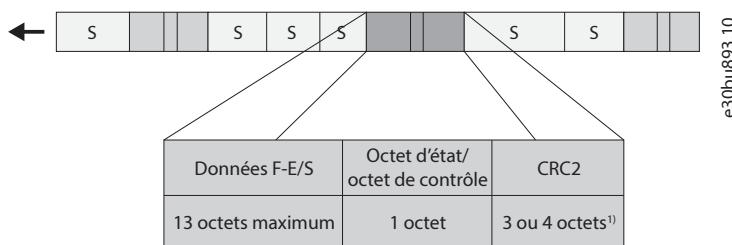
Le variateur prend en charge PROFIsafe V2.4 et V2.6. La version V2.6 est compatible avec la version V2.4. Pour une flexibilité et une commodité maximales, le fichier GSD contient deux modules. Sélectionner l'un des modules suivants en fonction des exigences pour configurer la communication entre le PLC et le variateur :

- Télégramme standard 30 (PROFIsafe 2.4) : Somme de contrôle CRC 3 octets
- Télégramme standard 30 (PROFIsafe 2.6.1) : Somme de contrôle CRC 4 octets

4.5.3 Trame PROFIsafe

La trame PROFIsafe, qui est échangée entre le PLC de sécurité (hôte F) et le suiveur de sécurité (appareil F), comprend :

- Des données d'E/S de sécurité (F-E/S) utilisées pour contrôler le processus de sécurité du variateur.
- Un octet d'état/de contrôle utilisé pour la communication PROFIsafe.
- Une signature CRC, qui assure la validité de la trame.



1) PROFIsafe V2.4 correspond à 3 octets et PROFIsafe V2.6 à 4 octets.

Illustration 14: Structure de la trame PROFIsafe (S=trame standard)

Pour indiquer, surveiller et définir l'état de sécurité de l'appareil F, voir les descriptions des octets d'état et de contrôle aux [Tableau 23](#) et [Tableau 24](#).

Pour plus de détails, se reporter à *PROFIsafe – Profil de technologie de sécurité dans les spécifications techniques de PROFIBUS DP et PROFINET IO*.

Tableau 23: Description de l'octet d'état PROFIsafe

Bit	Signal	Description
0	iPar_OK	Inutilisé.
1	Device_Fault	Défaut dans l'appareil F
2	CE_CRC	Défaut de communication : CRC
3	WD_timeout	Défaut de communication : temporisation de surveillance
4	FV_activated	Valeurs de sécurité intégrée (FV) activées.
5	Toggle_d	Bit de basculement (appareil F)
6	Cons_nr_R	Le numéro consécutif a été réinitialisé.
7	–	Réservé

Tableau 24: Description de l'octet de contrôle PROFIsafe

Bit	Signal	Description
0	iPar_EN	Inutilisé.
1	OA_Req	Acquittement par l'opérateur
2	R_cons_nr	Réinitialiser le numéro consécutif
3	–	Réservé
4	Activate_FV	Valeurs de sécurité intégrée (FV) à activer.
5	Toggle_h	Bit de basculement (hôte F)
6	–	Réservé
7	–	Réservé

4.5.4 Paramétrage pour PROFIsafe

Lors de l'utilisation de PROFIsafe, le protocole nécessite l'envoi de paramètres de sécurité spécifiques (paramètres F) de l'hôte F vers l'appareil F. Ces valeurs de paramètres doivent être définies sur le variateur via MyDrive® Insight et sur l'hôte F via son outil de configuration. Au démarrage, les valeurs de l'hôte F sont transmises au variateur, et le variateur les compare aux valeurs du variateur. Les valeurs configurées pour l'hôte F et l'appareil F doivent être identiques pour que la communication de sécurité démarre.

La couche de sécurité commence chaque fois que le canal de communication (PROFINET) communique de manière cyclique. Un échec de l'initialisation du protocole PROFIsafe n'affecte pas la communication cyclique PROFINET. La communication cyclique PROFINET peut être utilisée pour lire les informations de diagnostic en cas d'échec du paramétrage PROFIsafe.

Tableau 25: Paramètres dans le PLC de sécurité

Valeur	Description
Adresse source F	Adresse PROFIsafe du PLC.
Adresse de destination F	La valeur doit être identique à l'adresse de destination F sur le variateur de fréquence.

Tableau 25: Paramètres dans le PLC de sécurité - (suite)

Valeur	Description
F_WD_Time	La valeur doit être identique à F_WD_Time sur le variateur de fréquence.
Télégramme de sécurité et données F-E/S du télégramme de sécurité	La valeur doit être identique au télégramme de sécurité dans le variateur. Les données F-E/S doivent être mappées comme décrit dans les tableaux dans 4.5.8 Mot de contrôle PROFIsafe et 4.5.9 Mot d'état PROFIsafe .

Les paramètres liés à PROFIsafe suivants ne peuvent pas être modifiés dans le variateur. Ils doivent avoir la même valeur dans la communication du PLC de sécurité vers la puce de passerelle dans le variateur via PROFIsafe. Les valeurs du tableau suivant sont définies dans le fichier de description GSD du bus de terrain, qui est fourni par Danfoss pour la puce de passerelle dans le variateur, et ne doivent pas être modifiées.



IMPORTANT : Le variateur présente le type 1 de F-Address-Check, ce qui signifie que seul F_DestAdd est vérifié par le variateur.



IMPORTANT : Effectuer un essai de mise en service pour s'assurer de l'exactitude du paramètre i du variateur.

Tableau 26: Paramètres F non modifiables

Paramètre	Valeur	Unité	Description
F check iPar	0 = NoCheck (pas de vérification)	–	Contrôle iPar spécifique au fabricant.
F CRC length	0 = 3 octets ou 4 octets CRC ⁽¹⁾	–	Longueur de signature CRC2.
F block ID	1 = F iPar CRC dans le bloc de paramètres F	–	Identification du type de bloc de paramètres.
F Par version	1 = V2 Mode	–	Numéro de version des paramètres F.
F SIL	8 = SIL 3	–	Niveau SIL utilisé par l'appareil F.

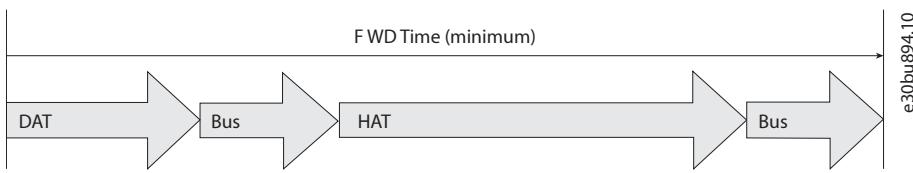
1) Selon la version de PROFIsafe : V2.4, CRC 3 octets ; V2.6, CRC 4 octets.

4.5.5 Temps de surveillance PROFIsafe

Utiliser le temps de surveillance du paramètre F (F_WD_Time) pour déterminer un temps de surveillance pour la communication entre l'hôte F et l'appareil F.

Le temps de surveillance minimum se divise en 4 parties :

- DAT = temps d'acquittement du dispositif. L'appareil F reçoit une trame, la traite et prépare une nouvelle trame à envoyer.
- Bus = temps de transfert de la trame du variateur de fréquence à l'hôte F.
- HAT = temps d'acquittement de l'hôte. L'hôte F reçoit une trame, la traite et prépare une nouvelle trame.
- Bus = temps de transfert de la trame de l'hôte F au variateur de fréquence.


Illustration 15: Temps de surveillance PROFIsafe

Parfois, il est difficile de déterminer le temps de transfert de bus utilisé pour calculer le temps de surveillance. Pour plus d'informations sur les temps de cycle, voir les manuels d'utilisation du bus de terrain spécifique. Le paramètre F_WD_Time peut être calculé à l'aide de la formule suivante : $F_WD_Time = DAT + HAT + 2 \times BT$

Tableau 27: Parties du temps du surveillance

Symbole	Nom	Description
DAT	Temps d'acquittement du dispositif	60 ms pour l'ensemble du système de variateur de fréquence.
HAT	Temps d'acquittement de l'hôte	Spécifique à l'application.
BT	Temps de cycle du bus	Le temps de cycle du bus.

Le paramètre F_WD_Time doit avoir une valeur légèrement supérieure à la somme de DAT, HAT et le double du temps de transfert de bus. Il est recommandé de ne pas dépasser la valeur calculée de plus de 30 %. Si le temps de surveillance réglé est plus court, cela n'affecte pas la sécurité d'un système, mais peut provoquer un défaut et entraîner l'arrêt du variateur de fréquence.

Par exemple, si HAT est de 4 ms et que le temps de cycle PROFINET est de 4 ms, F_WD_Time doit être réglé sur :

$$F_WD_Time = (DAT + HAT + 2 \times BT) \times 13 = (60ms + 4ms + 2 \times 4ms) \times 13 = 94ms$$



REMARQUE : En cas d'interférences électromagnétiques extrêmes, les systèmes de communication utilisent des mécanismes de réessai pour augmenter la robustesse du système. Avant de régler le paramètre F_WD_Time, il est recommandé de déterminer le nombre de tentatives pour chaque connexion et d'ajuster le temps de surveillance minimum si nécessaire.

4.5.6 Temps de réponse de la fonction de sécurité (SFRT) PROFIsafe

PROFIsafe spécifie un temps de réponse de la fonction de sécurité (SFRT) pendant lequel le système de sécurité doit réagir à un défaut du système. Le SFRT comprend toutes les temporisations individuelles, y compris les temps de transfert de bus. Tous ces éléments ont des temporisations minimales et maximales, et la température réelle se situe probablement entre ces valeurs. Pour des raisons de sécurité, chaque cycle de communication comporte son propre temps de surveillance WDTIME, après lequel l'état de sécurité est activé si un défaut se produit dans ce cycle de communication.

Le temps de réponse de la fonction de sécurité est calculé selon la formule suivante : $SFRT = \sum_{i=1}^n WCDT_i + \max_{i=1,2,\dots,n} (WDTIME_i - WCDT_i)$

Tableau 28: Composants du calcul du temps de réponse de la fonction de sécurité

Abréviation	Définition
SFRT	Temps de réponse de la fonction de sécurité
WCDT _i	Pire température possible de l'entité i
WDTIME _i	Temps de surveillance de l'entité i. Voir 4.5.5 Temps de surveillance PROFIsafe .

Ajouter les pires températures possibles aux composants du système de sécurité pour obtenir la pire température possible totale, comme indiqué dans le [Tableau 29](#).

Tableau 29: Paramètres de temps

Dispositif	Pire temporisation possible	Temps de surveillance
L'ensemble du système de variateur de fréquence	120 ms	250 ms minimum recommandé

4.5.7 PROFIdrive sur PROFIsafe

Le variateur prend en charge le télégramme standard PROFIsafe 30. Les sections suivantes décrivent le télégramme standard PROFIdrive sur PROFIsafe 30 bits. Dans un programme de PLC, adresser les fonctions de sécurité avec des bits et non des octets.

L'octet 0 est PROFIdrive spécifique à PROFIsafe et l'octet 1 est spécifique au fournisseur.

4.5.8 Mot de contrôle PROFIsafe

Tableau 30: Mot de contrôle PROFIsafe

Octet	Bit	Nom	Informations complémentaires
Octet 0	0	STO	-
	1	SS1_INSTANCE_1	-
	2-6	Non pris en charge	Les bits non pris en charge sont réglés sur 0.
	7	INTERNAL_EVENT_ACK	-
Octet 1	0	ACK_SAFETY	-
	1-7	Non pris en charge	Les bits non pris en charge sont réglés sur 0.

- Octet 0 Bit 0, STO
 - Bit 0.0=0, Safe Torque Off (aucune activation).
 - Bit 0.0=1, absence de Safe Torque Off.
- Octet 0 Bit 1, SS1_INSTANCE_1
 - Bit 0.1=0, arrêt de sécurité 1 (aucune activation).
 - Bit 0.1=1, absence d'arrêt de sécurité 1.
- Octet 0 Bit 7, INTERNAL_EVENT_ACK
 - Lorsque cette valeur de bit passe de 1 à 0 (front 1→0), un acquittement est donné au tampon des défauts de sécurité. Les défauts dans le tampon des défauts de sécurité sont basculés vers la dernière situation de défaut acquittée. Les défauts toujours présents ou ne pouvant pas être acquittés réapparaissent dans la situation de défaut réel. Pour plus d'informations, consulter la description du profil PROFIdrive sur www.profibus.com.
- Octet 1 Bit 0, ACK_SAFETY
 - Acquitter la fonction de sécurité (1 → 0) pour STO

4.5.9 Mot d'état PROFIsafe

Tableau 31: Mot d'état PROFIsafe

Octet	Bit	Nom	Informations complémentaires
Octet 0	0	POWER_REMOVED	Si la fonction STO est déclenchée par l'entrée digitale de sécurité ou par l'expiration de la temporisation SS1, ce bit indique également « actif ».
	1	SS1_INSTANCE_1	Si SS1 est déclenché par l'entrée digitale de sécurité, ce bit indique également « actif ».
	2-6	Non pris en charge	Les bits non pris en charge sont réglés sur 0.
	7	INTERNAL_EVENT	-
Octet 1	0	SAFETY_EVENT	-
	1-2	Non pris en charge	Les bits non pris en charge sont réglés sur 0.
	3	SAFE_INPUT	État des bornes X31/X32 pour l'entrée de sécurité
	4-7	Non pris en charge	Les bits non pris en charge sont réglés sur 0.

- Octet 0 Bit 0, STO
 - Bit 0.0=0, Safe Torque Off inactive.
 - Bit 0.0=1, Safe Torque Off active (activation unique).
- Octet 0 Bit 1, SS1_INSTANCE_1
 - Bit 0.1=0, instance 1 arrêt de sécurité 1 inactive.
 - Bit 0.1=1, instance 1 arrêt de sécurité 1 (activation unique).
- Octet 0 Bit 7, INTERNAL_EVENT
 - Bit 0.7=0, aucun défaut de sécurité.
 - Bit 0.7=1, présence d'un défaut de sécurité.
- Octet 1 Bit 0 SAFETY_EVENT
 - 1 : Une fonction de sécurité non acquittée est active (STO). Le nœud de sécurité du variateur attend un acquittement via ACK_SAFETY ou une entrée de sécurité locale.
 - 0: Acquittement non nécessaire.
- Octet 1 Bit 3 SAFE_INPUT
 - 1 : Entrée de sécurité locale à l'état demandé.
 - 0: Entrée de sécurité locale pas à l'état demandé.

4.6 Installation

4.6.1 Installation des variateurs de fréquence avec STO, SS1-t et prise en charge du bus de terrain de sécurité (+BEF2)

Conditions préalables:

Pour le raccordement du moteur, la connexion au réseau CA et le câblage de commande, suivre les consignes d'installation sûre se trouvant dans la documentation fournie avec le variateur.

Tout le câblage lié à la sécurité fonctionnelle doit être effectué sur les borniers X31 et X32. Voir l'[Illustration 16](#) pour connaître l'emplacement des bornes.

REMARQUE

Si des câbles multibrins sont utilisés au cours de l'installation, des embouts ou d'autres moyens appropriés doivent être utilisés pour éviter qu'un seul brin ne court-circuite les broches voisines.

330b444.11

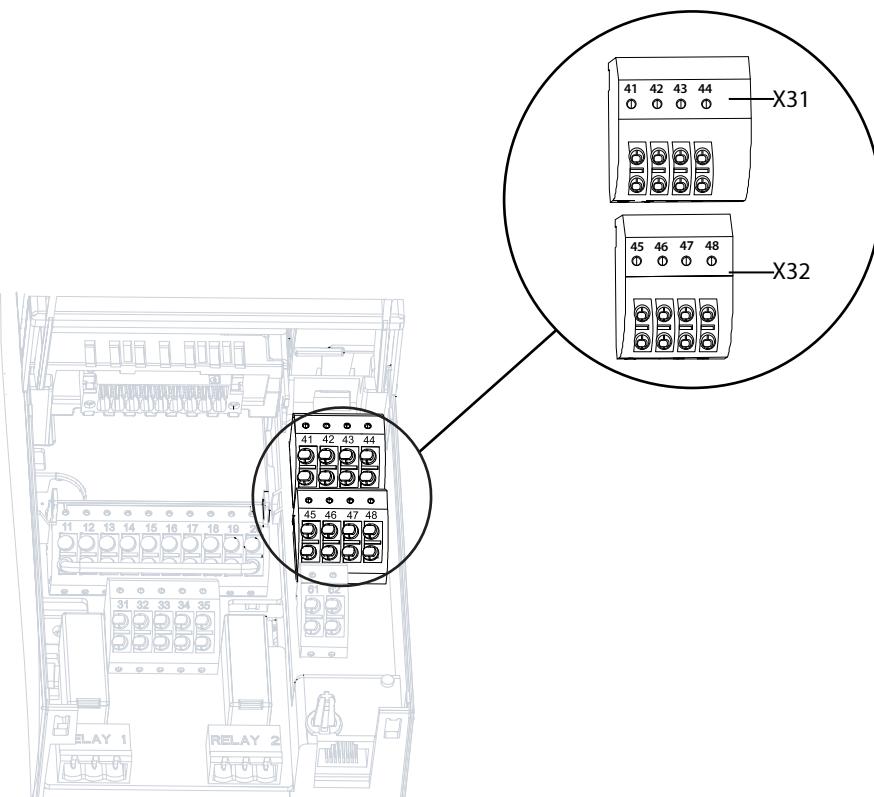


Illustration 16: Bornes de sécurité fonctionnelle

Tableau 32: Bornes d'E/S de sécurité fonctionnelle dans les variateurs de fréquence

Borne X31			Borne X32		
Numérotation	Nom de la borne	Fonctions	Numérotation	Nom de la borne	Fonctions
41	24 V	+ Sortie 24 V CC	45	GND	0 V/GND
42	S.INA+	+ Entrée de sécurité canal A	46	S.INA-	- Entrée de sécurité canal A
43	S.INB+	+ Entrée de sécurité canal B	47	S.INB-	- Entrée de sécurité canal B
44	S.FB+	+ Retour STO	48	S.FB-	- Retour STO

Le variateur de fréquence est livré sans aucun câble aux bornes d'E/S de sécurité fonctionnelle. Par conséquent, toutes les entrées de sécurité sont mises hors tension et la fonction STO est active dans la configuration par défaut.

1. Si la fonction de sécurité STO n'est pas nécessaire :

- Câbler le bornier comme indiqué à l'[Illustration 17](#), ou utiliser les cavaliers STO du sac d'accessoires et les monter sur X31 et

X32. Cela garantit que les deux entrées de sécurité sont alimentées en 24 V CC pour permettre un fonctionnement normal.

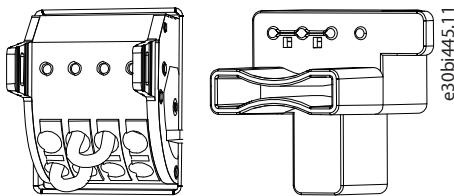


Illustration 17: Bornier câblé (à gauche) et cavalier STO (à droite)

- Configurer le paramètre de la fonction STO **Activation Configuration (A)** (Configuration activation) sur **Energized (Function always off)** (Sous tension (fonction toujours désactivée)). Pour plus d'informations sur le paramètre, voir [4.4.2 Paramètres généraux de sécurité fonctionnelle](#).

4.6.2 Exemples de raccordement

En raison de l'isolation galvanique des entrées STO, divers raccordements et différentes polarités sont possibles dans le câblage.

Par exemple, raccorder un actionneur de sécurité aux bornes d'entrée STO, et régler les références de tension comme indiqué sur l'[Illustration 18](#) et l'[Illustration 19](#). Les configurations avec le même niveau de tension sur les deux canaux (+24 V) sont prises en charge, mais aussi celles avec des niveaux de tension différents (+24 V et GND).

REMARQUE

NIVEAU DE TENSION DANGEREUX

- Pour éviter l'accumulation et le décalage des tensions à un niveau dangereux, la PELV GND du variateur et le dispositif de sécurité externe doivent être interconnectés.

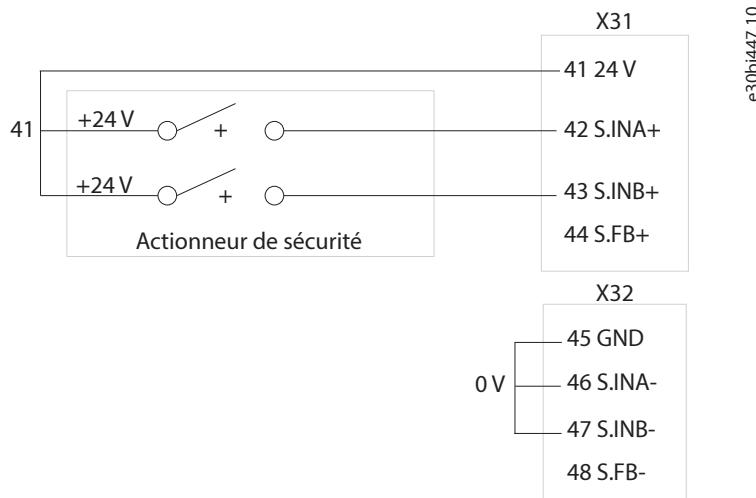


Illustration 18: Exemple de raccordement STO utilisant les mêmes polarités (canal A et canal B = 24 V)

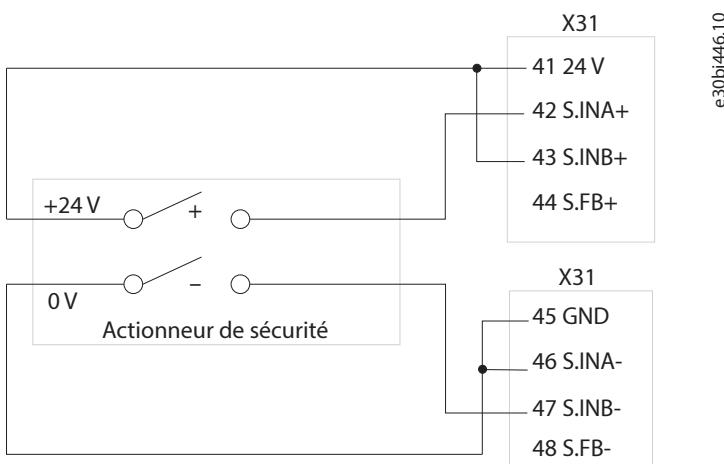


Illustration 19: Exemple de raccordement STO utilisant différentes polarités

Pour d'autres exemples de câblage, se reporter à la documentation de l'application logicielle.

4.7 Outils de configuration

4.7.1 Vue d'ensemble

MyDrive® Insight est un outil logiciel indépendant des plateformes pour la mise en service, la configuration et la surveillance des variateurs. MyDrive® Insight est également utilisé pour configurer les paramètres du variateur.

MyDrive® Insight est le seul outil permettant de configurer les fonctions et caractéristiques standard liées à la sécurité des variateurs iC7. Les fonctions de sécurité avancées et les bus de terrain de sécurité nécessitent MyDrive® Insight.

Pour plus d'informations sur les caractéristiques de MyDrive® Insight, consulter l'aide en ligne dans MyDrive® Insight.

4.7.2 Sécurité relative à la configuration système

Les variateurs iC7 sont équipés de fonctions de sécurité obligatoires et configurables qui empêchent tout accès non autorisé au variateur, garantissent une connectivité sécurisée au variateur et protègent le variateur contre toute modification logicielle non autorisée.

Pour plus de détails sur les fonctions de sécurité incluses dans l'application logicielle, se reporter à la documentation de l'application logicielle.

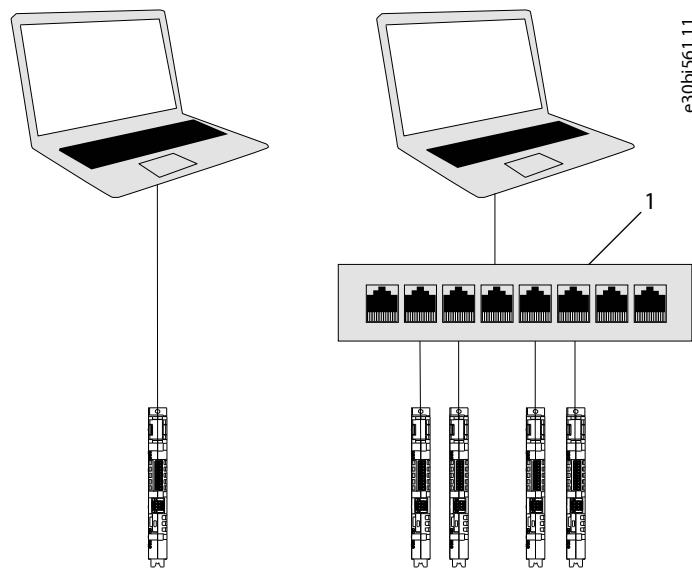
Les fonctions de sécurité configurables peuvent être adaptées aux exigences de l'application. Les paramètres liés à la sécurité sont protégés par mot de passe.

4.7.3 Préparation pour une connexion PC

Suivez ces instructions pour connecter le variateur ou plusieurs variateurs à un PC à l'aide d'un câble RJ45.

1. Raccordez un câble RJ45 au PC.

Pour connecter plusieurs variateurs en même temps, utilisez un switch Ethernet entre le PC et l'unité de commande.



1 Commutateur Ethernet

Illustration 20: Connexion du variateur à un PC

2. Raccordez le câble provenant du PC ou du switch Ethernet au port Ethernet X0 de l'unité de commande du variateur.
3. Reportez-vous au guide d'application pour plus d'informations sur les étapes suivantes.

4.7.4 MyDrive® Insight

4.7.4.1 Installation de MyDrive® Insight

1. Pour installer l'outil, se rendre sur <https://suite.mydrive.danfoss.com/content/tools>.
2. Installer MyDrive® Insight.

Pour plus d'informations sur l'utilisation de l'outil, consulter l'aide en ligne dans MyDrive® Insight.

3. Utiliser MyDrive® Insight pour connecter le variateur à un PC.

4.7.4.2 Sauvegarde et restauration des paramètres

La fonctionnalité de sauvegarde et de restauration des paramètres dans MyDrive® Insight peut être utilisée pour sauvegarder et restaurer tout ou partie des paramètres du variateur.

1. Se connecter à MyDrive® Insight® en tant qu'administrateur.
2. Accéder à *Device (Appareil) > Setup & Service (Configuration et entretien) > Parameters (Paramètres) > Live (En direct)*.
3. Cliquer sur *Create backup/Restore (Créer une sauvegarde/Restaurer)* dans la barre de menus.

Que faire ensuite: Pour plus d'informations, consulter la documentation de MyDrive® Insight.

4.7.4.3 Réinitialiser aux réglages d'usine

Les réglages d'usine peuvent être réinitialisés séparément pour chaque groupe de paramètres ou pour tous les réglages.

1. Dans MyDrive® Insight, accéder à *Device (Appareil) > Setup & Service (Configuration et entretien) > Restore (Restauration) > Select Restore Content (Sélectionner le contenu à restaurer)*.
 - Pour réinitialiser tous les réglages, sélectionner *All Settings (Tous les réglages)*.
 - Pour réinitialiser uniquement les réglages de sécurité fonctionnelle, sélectionner *Functional Safety Configuration Variables (Variables de configuration de sécurité fonctionnelle)*.

- Après une réinitialisation aux réglages d'usine, tous les paramètres sont à l'état **Not commissioned (Non mis en service)** et leurs valeurs sont restaurées aux valeurs par défaut. Une réinitialisation aux réglages d'usine réinitialise également le nom d'utilisateur et le mot de passe à leurs valeurs par défaut. Les paramètres doivent être reconfigurés ou restaurés à partir d'une sauvegarde.

REMARQUE

Après une réinitialisation aux réglages d'usine, tous les paramètres doivent être vérifiés et réglés à nouveau.

- Les paramètres des fonctions de sécurité qui ne sont pas utilisées doivent également être vérifiés. Par exemple, les paramètres doivent également être vérifiés pour les fonctions SS1, même si seule la fonction STO est utilisée, et inversement.

4.7.4.4 Mise à jour du logiciel

Conditions préalables:

REMARQUE

- Le variateur ne doit pas fonctionner pendant le processus de mise à jour.
- La mise à jour d'un logiciel lié à la sécurité fonctionnelle nécessite de se connecter à MyDrive® Insight avec le compte administrateur par défaut dans le variateur.

Pendant une mise à jour du logiciel, ne pas mettre les appareils hors tension ou les redémarrer. Il est fortement recommandé de créer une sauvegarde des paramètres actuels avant de mettre à jour tout logiciel, au cas où les paramètres doivent être restaurés après la mise à jour du logiciel. Pour plus d'informations, voir [4.7.4.2 Sauvegarde et restauration des paramètres](#).

1. Se connecter à MyDrive® Insight en tant qu'administrateur.
2. Dans MyDrive® Insight, accéder à *Device (Appareil) > Setup & Service (Configuration et entretien) > Software update (Mise à jour du logiciel)*.
3. Pour mettre à jour le logiciel, sélectionner le fichier à mettre à jour dans le variateur.
4. Le cas échéant, sélectionner *Allow devices to restart (Autoriser les appareils à redémarrer)* pour permettre aux appareils de redémarrer une fois la mise à jour terminée. Cette sélection est facultative.
5. Vérifier la version installée, la version disponible et l'état.
6. Cliquer sur *Update (Mettre à jour)*.
7. Vérifier le message d'alerte et cliquer sur *Yes (Oui)/No (Non)*.
8. Cliquer sur *Done (Terminé)* pour confirmer et terminer la mise à jour.
9. Vérifier que la mise à jour du logiciel a réussi.
 - a. Accéder à *Device info (Informations sur l'appareil) > Extended device information (Informations avancées sur l'appareil)* et vérifier la version du micrologiciel.
 - b. Réaliser l'essai de mise en service.

Un essai de mise en service est requis après chaque modification de l'installation ou d'une application relative aux fonctions de sécurité. Pour plus d'informations, voir [4.8.2 Essai de mise en service](#).

Que faire ensuite: Pour plus d'informations, consulter la documentation de MyDrive® Insight.

Dépannage de la mise à jour du logiciel

1. Redémarrer l'appareil.
2. Vérifier que l'appareil est en état normal et qu'il n'y a pas d'erreurs.

3. Vérifier la version et la compatibilité de l'ensemble logiciel, puis réessayer de mettre le logiciel à jour.

Si le problème persiste et que l'appareil reste en mode erreur, contacter Danfoss.

4.8 Mise en service

4.8.1 Sécurité pour la mise en service

Lors de (re)mises en service, respecter les points suivants :

- Sécuriser le site conformément aux réglementations, par exemple barrières ou panneaux d'avertissement. Seul le personnel qualifié est autorisé à mettre le système en service.
- Consulter la documentation du système de commande de la machine pour obtenir des informations et des spécifications détaillées.
- S'assurer qu'aucune blessure ou qu'aucun dommage matériel ne peut se produire pendant la (re)mise en service, même en cas de déplacement imprévu de l'installation ou de la machine.
- Avant de commencer la mise en service, lire toutes les consignes et précautions de sécurité dans la documentation spécifique au variateur.
- Observer les lois et réglementations applicables lors de l'utilisation d'un système sans sécurité ou avec une sécurité limitée.
- Noter que le rapport de mise en service est axé sur la sécurité fonctionnelle de l'iC7 et qu'il n'est pas nécessairement suffisant pour tester et documenter toutes les fonctions de sécurité du système ou de la machine.

4.8.2 Essai de mise en service

L'essai de mise en service des systèmes munis de fonctions de sécurité se concentre sur la validation de la fonctionnalité des fonctions de sécurité configurées dans le système de variateur. L'objectif de l'essai est de vérifier la bonne configuration des fonctions de sécurité définies, ainsi que d'examiner la réponse de fonctions de surveillance spécifiques aux entrées explicites de valeurs en dehors des limites de tolérance. Les essais doivent couvrir toutes les fonctions de sécurité spécifiques au variateur fonctionnant lors de la configuration finale.

Un essai de mise en service est nécessaire :

- après la configuration de chaque machine ;
- après toute modification apportée à la configuration de sécurité du variateur ;
- après toute modification apportée à la machine (conformément aux normes et réglementations applicables) ;
- après le remplacement de l'ensemble du variateur ou de tout matériel ou logiciel lié à la sécurité.

Pendant et après la mise en service :

- Documenter chaque étape de l'essai.
- Noter la somme de contrôle de la configuration de sécurité du variateur dans les dossiers.
- Ne pas libérer le système tant qu'il n'a pas passé avec succès toutes les étapes de l'essai.
- Redémarrer le variateur et vérifier que le moteur tourne normalement.

REMARQUE

ESSAI DE MISE EN SERVICE

Après avoir installé les fonctions de sécurité, effectuer un essai de mise en service.

Un essai de mise en service réussi est nécessaire après l'installation initiale et après chaque modification de l'installation ou de l'application associée à la sécurité fonctionnelle.

Si l'essai de mise en service échoue, il n'est pas possible de garantir un fonctionnement sûr.

4.8.3 Liste de contrôle de mise en service

L'intégrateur du système/le fabricant de la machine doit réaliser un essai de mise en service des fonctions de sécurité iC7 afin de vérifier et de documenter l'exactitude de la configuration de sécurité. L'intégrateur du système/le fabricant de la machine démontre ainsi avoir testé l'efficacité et l'exhaustivité des fonctions de sécurité utilisées. Les essais de mise en service doivent être effectués d'après l'analyse des risques. Toutes les normes et réglementations applicables doivent être respectées.

Avant l'essai de mise en service :

- Vérifier que la machine est correctement câblée.
- Tous les équipements de sécurité, tels que les dispositifs de protection de surveillance de porte, les barrières immatérielles ou les interrupteurs d'arrêt d'urgence, sont connectés et prêts à fonctionner.
- Tous les paramètres du moteur et de commande sont correctement réglés sur le variateur.

Tableau 33: Liste de contrôle de mise en service pour les variateurs de fréquence avec +BEF2

Type de contrôle	Tâche	Approuvé
Installation mécanique	Vérifier que les unités ont été installées conformément à la documentation fournie à la livraison.	<input type="checkbox"/>
	Vérifier que les conditions de fonctionnement se situent dans la plage autorisée.	<input type="checkbox"/>
	Vérifier que les matériaux d'emballage et les outils ont été retirés de la zone d'installation.	<input type="checkbox"/>
Installation électrique	Vérifier que les fusibles d'alimentation (puissance d'entrée) appropriés sont installés.	<input type="checkbox"/>
	Le câblage d'E/S est correctement verrouillé, marqué, serré et protégé.	<input type="checkbox"/>
Mise en service de la sécurité fonctionnelle	Vérifier que le système est en état de fonctionnement lorsque la fonction de sécurité est requise.	<input type="checkbox"/>
	S'assurer que la méthode d'acquittement a été configurée de manière appropriée pour l'application (par exemple, acquittement manuel ou automatique).	<input type="checkbox"/>
	Activer la fonction de sécurité en la demandant.	<input type="checkbox"/>
	Vérifier que le système fonctionne comme souhaité.	<input type="checkbox"/>

4.8.4 Essai de mise en service de la fonction de sécurité STO

Tableau 34: Essai de mise en service de la fonction STO

Procédure d'essai	Approuvé
1 Mettre le variateur de fréquence sous tension.	<input type="checkbox"/>
2 S'assurer que les autres paramètres de la fonction STO sont correctement configurés.	<input type="checkbox"/>
3 Vérifier qu'il n'y a pas de défaut de sécurité.	<input type="checkbox"/>
4 Veiller à ce que le moteur fonctionne et s'arrête librement.	<input type="checkbox"/>
5 Couper l'alimentation 24 V CC des bornes d'entrée de sécurité à l'aide du dispositif de sécurité, pendant que le moteur est entraîné par le variateur de fréquence (c.-à-d. que l'alimentation réseau n'est pas interrompue). Ou alors, activer la fonction STO via le bus de terrain de sécurité.	<input type="checkbox"/>
6 S'assurer que la fonction STO du variateur est activée immédiatement après la demande de fonction STO.	<input type="checkbox"/>

Tableau 34: Essai de mise en service de la fonction STO - (suite)

Procédure d'essai		Approuvé
7	Si un retour STO est utilisé, vérifier l'état du retour STO pour vérifier que la fonction STO est activée. Voir II-Illustration 12 .	<input type="checkbox"/>
8	Vérifier que le moteur tourne en roue libre. Cela peut prendre beaucoup de temps avant que le moteur s'arrête.	<input type="checkbox"/>
9	Si un panneau de commande est installé, vérifier si Fonction STO activée s'affiche sur le panneau de commande.	<input type="checkbox"/>
	Si le panneau de commande n'est pas installé, vérifier si Fonction STO activée est répertorié dans le journal des événements.	<input type="checkbox"/>
10	Appliquer de nouveau 24 V CC aux entrées STO ou désactiver la demande de fonction STO via le bus de terrain de sécurité.	<input type="checkbox"/>
11	Si le variateur de fréquence est configuré pour un redémarrage direct : En désactivant la demande de fonction STO, s'assurer que le moteur se met à fonctionner, et ce, dans la plage de vitesse d'origine. Si l'acquittement automatique n'est pas utilisé : Définir un acquittement (par exemple, avec un bouton d'acquittement). L'acquittement est configuré dans les paramètres de sécurité.	<input type="checkbox"/>
12	Vérifier qu'il n'y a pas d'erreurs indésirables dans le variateur.	<input type="checkbox"/>
13	S'assurer que le moteur se met à fonctionner, et ce, dans la plage de vitesse d'origine.	<input type="checkbox"/>

4.8.5 Essai de mise en service de la fonction de sécurité Arrêt de sécurité 1 temporisé (SS1-t)

Tableau 35: Essai de mise en service pour les applications STO utilisant l'arrêt de sécurité 1 temporisé (SS1-t)

Procédure d'essai		Approuvé
1	Mettre le variateur de fréquence sous tension.	<input type="checkbox"/>
2	S'assurer que les paramètres de la fonction SS1-t sont correctement configurés.	<input type="checkbox"/>
3	Vérifier qu'il n'y a pas de défaut de sécurité.	<input type="checkbox"/>
4	Veiller à ce que le moteur fonctionne et s'arrête librement.	<input type="checkbox"/>
5	Demandez la fonction SS1-t en mettant hors tension les entrées qui lui sont affectées. Ou alors, activer la fonction via le bus de terrain de sécurité.	<input type="checkbox"/>
6	Vérifier que la rampe de décélération du moteur s'effectue dans le temps maximal configuré. Le temps configuré est indiqué dans le rapport de mise en service.	<input type="checkbox"/>
7	Si un panneau de commande est installé, vérifier si Fonction STO activée s'affiche sur le panneau de commande.	<input type="checkbox"/>
	Si le panneau de commande n'est pas installé, vérifier si Fonction STO activée est répertorié dans le journal des événements.	<input type="checkbox"/>
8	Si un retour STO est utilisé, vérifier l'état du retour STO pour vérifier que la fonction STO est activée. Voir II-Illustration 12 .	<input type="checkbox"/>
9	Mettre sous tension les entrées affectées à la fonction STO ou désactiver la demande de fonction STO via le bus de terrain.	<input type="checkbox"/>

Tableau 35: Essai de mise en service pour les applications STO utilisant l'arrêt de sécurité 1 temporisé (SS1-t) - (suite)

Procédure d'essai		Approuvé
10	<p>Si le variateur de fréquence est configuré pour un redémarrage direct : En désactivant la demande de fonction STO, s'assurer que le moteur se met à fonctionner, et ce, dans la plage de vitesse d'origine.</p> <p>Si l'acquittement automatique n'est pas utilisé : Définir un acquittement (par exemple, avec un bouton d'acquittement).</p> <p>L'acquittement est configuré dans les paramètres de sécurité.</p>	<input type="checkbox"/>
11	S'assurer que le moteur se met à fonctionner, et ce, dans la plage de vitesse d'origine.	<input type="checkbox"/>

4.8.6 Valider et générer un rapport de mise en service

Pour les variateurs avec l'option de sécurité fonctionnelle +BEF2, un rapport de mise en service peut être généré à l'aide de MyDrive® Insight. Le rapport de mise en service présente les valeurs définies pour les paramètres liés à la sécurité sur le variateur.

1. Dans MyDrive® Insight, accéder à *Device (Appareil) > Setup & Service (Configuration et entretien) > Functional safety (Sécurité fonctionnelle) > Validate report (Valider le rapport)*.
2. Accéder à *Device (Appareil) > Setup & Service (Configuration et entretien) > Functional safety (Sécurité fonctionnelle) > Commissioning Report (Rapport de mise en service)* pour consulter le rapport de mise en service.

Après la mise en service de toutes les fonctions de sécurité, cliquer sur l'icône de téléchargement en haut à droite pour télécharger le rapport au format PDF. Il est recommandé d'enregistrer une copie du rapport de mise en service dans un emplacement externe.

3. Conserver les rapports des tests de réception dans le registre de la machine.

Le rapport doit inclure :

- o Une description de l'application de sécurité.
- o Une description et des révisions des composants de sécurité utilisés dans l'application de sécurité.
- o Une liste de toutes les fonctions de sécurité utilisées dans l'application de sécurité.
- o Une liste de tous les paramètres liés à la sécurité et de leurs valeurs. Il est également recommandé de répertorier les paramètres et les valeurs non liés à la sécurité.
- o Une documentation des activités de démarrage, avec des références aux rapports de panne et à la résolution des pannes.
- o Les résultats des tests pour chaque fonction de sécurité, toutes les valeurs des paramètres de sécurité, y compris la valeur CRC de la configuration de sécurité, les dates des essais et la confirmation par le personnel d'essai.

4. Valider le rapport de mise en service.

- a. Vérifier que les informations relatives au matériel et à la configuration sont correctes et que les versions logicielles des composants et sous-systèmes liés à la sécurité sont correctes.
- b. Vérifier que les informations du module mis en service correspondent aux informations du plan de mise en service et du rapport de mise en service.

! IMPORTANT : Après chaque modification ou maintenance du système, de nouveaux rapports de test de réception doivent être enregistrés dans le registre de la machine.

4.9 Fonctionnement et maintenance

4.9.1 Vue d'ensemble des tests fonctionnels

Pour se conformer à la norme EN CEI 61800-5-2 et aux normes de sécurité au niveau du système et pour éviter l'accumulation de défauts de veille potentiels dans le variateur, il est nécessaire d'effectuer un test périodique de la fonction de sécurité, sur demande.

- Il est **obligatoire** pour PL e ou SIL 3 de réaliser un test fonctionnel tous les 3 mois afin de détecter toute panne ou tout dysfonctionnement de la fonction de sécurité.
- Il est **obligatoire** pour PL d ou SIL 2 de réaliser un test fonctionnel tous les 12 mois afin de détecter toute panne ou tout dysfonctionnement de la fonction de sécurité.

La durée de mission du système de sécurité du variateur est de 20 ans. Après 20 ans, l'ensemble de l'unité doit être remplacé.

Effectuer le test fonctionnel comme un test de mise en service, comme décrit dans [4.8.2 Essai de mise en service](#).

REMARQUE

Si le test fonctionnel échoue, un fonctionnement sûr ne peut pas être garanti.

AVERTISSEMENT

PANNE DE COMPOSANT DANS LES FONCTIONS LIÉES À LA SÉCURITÉ

En cas de panne d'un composant dans des fonctions liées à la sécurité, le variateur doit être remplacé par du personnel autorisé.

- Il est interdit de modifier ou de réparer le circuit de sécurité de quelque manière que ce soit.

4.9.2 Diagnostics

Les variateurs iC7 incluent de nombreuses fonctions de diagnostic pour garantir l'intégrité des fonctions de sécurité. Les diagnostics sont, par exemple, la surveillance de la température, la surveillance de la tension interne et la surveillance des fonctions de sécurité. Le variateur émet des codes de défaut liés à la sécurité fonctionnelle, le cas échéant. Pour connaître les codes de défaut liés à la sécurité, voir [4.10.4 Liste des événements](#).

Diagnostic Test Interval (Intervalle de test de diagnostic) (DTI) dépend de la fonction de sécurité et de la fonction de diagnostic.

Les valeurs maximales DTI et Fault Reaction Time (Temps de réaction en cas de défaut) (FRT) pour chaque fonction de sécurité sont indiquées dans [4.11.1 Normes et performances en matière de sécurité fonctionnelle](#).

Si le diagnostic lié à la sécurité fonctionnelle détecte une panne, les fonctions de sécurité concernées sont toujours réglées sur un état de sécurité.

Plusieurs pannes matérielles non détectées peuvent mener à un mode dans lequel une demande de fonction STO externe n'entraîne pas la mise hors tension du moteur. Les valeurs PFH/PFD et MTTF indiquées dans [4.11.1 Normes et performances en matière de sécurité fonctionnelle](#) reflètent la probabilité de ce défaut. Toute autre panne interne liée à la fonction STO entraîne directement une activation non demandée de la fonction STO ou n'affecte qu'un seul des deux canaux STO redondants.

4.9.3 Installation et maintenance en haute altitude

Si le variateur est utilisé en haute altitude, des mesures supplémentaires doivent être prises pour garantir l'intégrité du système de sécurité. Étant donné que le système de sécurité comprend des contrôleurs qui sont affectés par le rayonnement cosmique, il faut tenir compte du fait que le flux de rayons cosmiques est plus élevé à haute altitude. Plus le flux de rayons cosmiques est élevé, plus le risque que le taux d'erreurs logiques (SER) affecte les contrôleurs est élevé.

Étant donné que le SER affecte les valeurs PFD et PFH du variateur, les performances du système de sécurité sont affectées par une haute altitude. Les valeurs PFD et PFH sont données pour différentes altitudes.

Tableau 36: Valeurs PFD et PFH et altitude

Altitude	Probabilité moyenne de pannes dangereuses sur demande (PFDavg)	Fréquence moyenne de pannes dangereuses par heure (1/h) (PFH)
Jusqu'à 1 000 m (3 300 pieds)	2×10^{-4}	8×10^{-9}
Jusqu'à 2 000 m (6 600 pieds)	3×10^{-4}	1×10^{-8}
Jusqu'à 4 400 m (14 400 pieds)	5×10^{-4}	2×10^{-8}

4.9.4 Remplacement du variateur

Si un défaut interne entraîne un défaut permanent, le variateur doit être remplacé. Les composants du système de sécurité ne peuvent pas être réparés.

Une fois le variateur défectueux remplacé, il doit être mis en service. Se reporter aux guides spécifiques au produit pour plus de détails et d'instructions sur la mise en service du variateur, et suivre également les procédures décrites au chapitre [Mise en service](#).

4.10 Dépannage

4.10.1 Voyants d'état

Tableau 37: Voyants d'état

LED	Couleur	État	Signification
Prêt	Blanc	Inactif	Vérifier si : <ul style="list-style-type: none"> Le variateur est hors tension. Le variateur n'est pas prêt.
		Clignotement	Le variateur démarre.
		Fixe	Il n'y a pas de défauts actifs et le variateur est prêt à fonctionner.
Avertissement	Orange	Inactif	Il n'y a pas d'avertissement.
		Fixe	Le variateur n'est pas prêt à fonctionner. Vérifier si : <ul style="list-style-type: none"> Une configuration de sécurité est requise. Fonction STO active ou acquittement de la fonction STO nécessaire. Panne d'E/S ou acquittement de panne d'E/S nécessaire. La réaction STO est configurée comme défaut (avec application).
Défaut	Rouge	Inactif	Il n'y a pas de défauts actifs et le variateur est prêt à fonctionner.
		Fixe	Le variateur est en état de défaut. La condition de défaut peut s'être déclenchée pour l'une des raisons suivantes : <ul style="list-style-type: none"> Panne du module de puissance et du raccordement de la commande Erreurs matérielles ou logicielles dans le variateur

4.10.2 Instances du signal de retour STO

Pour plus de détails sur les signaux de retour STO, voir [Tableau 17](#).

4.10.3 Récupération des fonctions de sécurité après défaut

Un défaut dans un circuit de sécurité peut entraîner l'activation de l'état de sécurité ou de l'état de sécurité intégrée. L'activation de la fonction STO est déterminée par la liste des événements dans MyDrive® Insight et sur le panneau de commande.

Dans un état de sécurité intégrée, la fonction STO est activée et un code de défaut correspondant s'affiche. Réinitialiser le défaut avant de reprendre un fonctionnement normal.

1. Vérifier la raison de l'événement dans le journal des événements MyDrive® Insight.
 2. Voir [_pour obtenir des instructions sur la manière de corriger la cause du défaut.](#)
 3. Réinitialiser le défaut.
 - Si le défaut est configuré pour un redémarrage direct : En désactivant le bouton d'arrêt d'urgence, le moteur devient opérationnel et fonctionne dans la plage de vitesse d'origine.
 - Si le variateur reste dans un état non opérationnel après la suppression du défaut, vérifier le journal des événements dans MyDrive® Insight.
 - Si un acquittement sécurisé ou non sécurisé est requis, effectuer l'acquittement via un canal configuré en envoyant un signal d'acquittement via le bus de terrain, l'E/S numérique ou le panneau de commande.
- L'acquittement est configuré dans les paramètres de sécurité.

Si une panne du système de sécurité ou une fonction de sécurité empêche la récupération après défaut, contacter un représentant Danfoss local. Fournir le rapport de mise en service de la configuration des paramètres de sécurité. Pour plus d'informations, consulter la documentation de MyDrive® Insight.

4.10.4 Liste des événements

Tableau 38: Groupe 0x54FE

Numéro	Nom	Cause	Solution
4628	La fonction STO est activée.	La fonction Safe Torque Off a été activée.	Si la fonction STO est activée involontairement, vérifier les points suivants : <ul style="list-style-type: none">• câblage d'entrée• activation externe• temporisation d'impulsion de test externe• paramètres de sécurité pertinents

Tableau 39: Groupe 0x61FF

Numéro	Nom	Cause	Solution
4608	Panne interne	Une panne interne a été détectée dans le système de sécurité.	Redémarrer le système. Si le problème persiste, contacter l'assistance à la clientèle de Danfoss.
4609	Panne d'E/S détectée	Une panne d'E/S a été détectée dans le système de sécurité. Voir les détails de l'événement pour plus d'informations.	Vérifier les connexions du circuit d'E/S de sécurité. En cas d'utilisation d'une impulsion de test externe, s'assurer que la temporisation est conforme aux spécifications. Voir 3.1.6 Propriétés de la fonction STO .
4611	SS1	L'instance 1 d'arrêt de sécurité 1 a été activée.	Si SS1 est activé involontairement, vérifier les points suivants : <ul style="list-style-type: none">• câblage d'entrée• activation externe• temporisation d'impulsion de test externe• paramètres de sécurité pertinents

Tableau 39: Groupe 0x61FF - (suite)

Numéro	Nom	Cause	Solution
4612	SS1	L'instance 2 d'arrêt de sécurité 1 a été activée.	Si SS1 est activé involontairement, vérifier les points suivants : <ul style="list-style-type: none">• câblage d'entrée• activation externe• temporisation d'impulsion de test externe• paramètres de sécurité pertinents
4613	Avertissement détecté	Panne non critique détectée. L'opération peut continuer.	Vérifier les journaux d'événements et les messages dans l'interface utilisateur pour plus d'informations.
4614	Acquittement de démarrage nécessaire	Un acquittement de démarrage est nécessaire.	Selon la configuration, l'acquittement peut être donné via : <ul style="list-style-type: none">• Entrée de sécurité• MyDrive® Insight• Interface de bus de terrain• Panneau de commande
4615	Non-correspondance de la configuration	Le système de sécurité détecté est différent du système mis en service.	Si une unité de sécurité avancée est remplacée, remettre le système en service.
4616	Aucun paramètre de sécurité valide disponible	Les paramètres de sécurité ne sont pas valides ou ne sont pas présents dans l'appareil.	Vérifier la configuration de sécurité dans MyDrive® Insight. S'assurer que toutes les étapes de configuration ont bien été vérifiées et validées. Une remise en service du module de sécurité est nécessaire.
4617	PsAlarmFdestAddMismatch	Non-correspondance de l'adresse de destination de sécurité.	S'assurer que les adresses sur le PLC et le variateur correspondent.
4226	PsAlarmWdTimeout	Temporisation de communication avec le module de sécurité. F_WD_Time ou F_WD_Time_2 elapsed.	Augmenter F_WD_Time ou F_WD_Time_2.
4633	Mise à jour du logiciel sur le module de sécurité	L'unité de sécurité avancée est en état de mise à jour du logiciel.	L'appareil reste dans un état de sécurité jusqu'à la fin de la mise à jour du logiciel.
4634	Réinitialiser aux réglages d'usine	Action de réinitialisation aux réglages d'usine déclenchée par l'utilisateur.	Une fois la réinitialisation aux réglages d'usine effectuée, la configuration de sécurité doit être recréée.
4635	Configuration de sécurité modifiée	Action de paramétrage de sécurité déclenchée par l'utilisateur.	La configuration de sécurité a été modifiée. S'assurer que la configuration est correcte avant de continuer. Des modifications majeures de la configuration de sécurité peuvent nécessiter un redémarrage du système.
4636	Acquittement de panne d'E/S nécessaire	En raison de la configuration, un acquittement d'E/S est nécessaire.	Si elle est activée, la fonction de sécurité peut nécessiter un acquittement pour poursuivre le fonctionnement après la suppression d'une panne de signal.

Tableau 39: Groupe 0x61FF - (suite)

Numéro	Nom	Cause	Solution
4637	Acquittement STO nécessaire	En raison de la configuration, un acquittement de la fonction STO est nécessaire.	Si elle est activée, la fonction de sécurité peut nécessiter un acquittement pour poursuivre le fonctionnement après la suppression d'une condition STO.
4650	Échec des contrôles de dépendance des paramètres	Échec des contrôles des paramètres de sécurité.	S'assurer que la configuration de sécurité est valide. Les erreurs possibles peuvent être liées aux éléments suivants : <ul style="list-style-type: none"> • mappage des signaux d'entrée • mappage des signaux de sortie • paramètres de synchronisation
4651	Vérification de la plage de paramètres	La valeur d'un paramètre est en dehors de la plage autorisée. L'identifiant de la variable est fourni en détail.	S'assurer que la valeur de la variable donnée est définie dans la plage autorisée.
4652	Échec d'étape de paramétrage	Une tentative de modification des paramètres de sécurité a échoué.	Vérifier s'il existe des informations détaillées dans MyDrive® Insight. S'assurer que la modification des paramètres de sécurité demandée est valide. Vérifier qu'aucune condition spéciale non liée au système de variateur, telle que la mise à jour du logiciel ou la mise en service du variateur, n'est active. Essayer de redémarrer le système de variateur. Si le problème persiste, contacter l'assistance à la clientèle de Danfoss.
4730	Informations	Informations supplémentaires de l'unité de sécurité avancée. Voir la section détaillée.	Le module de sécurité a émis une indication qui doit être communiquée à l'utilisateur. Plus de détails se trouvent dans la section concernant les détails de l'événement dans MyDrive® Insight.

4.11 Spécifications

4.11.1 Normes et performances en matière de sécurité fonctionnelle

Toutes les fonctions de sécurité des variateurs de fréquence iC7 répondent aux exigences des normes répertoriées dans ce chapitre.

Tableau 40: Normes et performances en matière de sécurité fonctionnelle

Directive ou norme	Version
Directives européennes	Directive Machines (2006/42/CE)
	EN ISO 13849-1:2015, EN ISO 13849-2:2012
	EN CEI 61800-5-2:2007
	Directive CEM (2014/30/UE)
	EN CEI 61800-3:2018 – second environnement
	EN CEI 61326-3-1:2017
	Directive basse tension (2014/35/UE)
	EN CEI 61800-5-1:2017

Tableau 40: Normes et performances en matière de sécurité fonctionnelle - (suite)

Directive ou norme		Version
Normes de sécurité	Sécurité des machines	EN ISO 13849-1:2015, CEI 60204-1:2018
	Sécurité fonctionnelle	CEI 61508-1:2010, CEI 61508-2:2010, CEI 61508-3:2010, EN CEI 61800-5-2:2017
Fonction de sécurité		EN CEI 61800-5-2:2017 Safe Torque Off (STO), Arrêt de sécurité 1 (SS1-t)
		CEI 60204-1:2018 Catégorie d'arrêt 0, Catégorie d'arrêt 1
Performance de sécurité		CEI 61508:2010
	Niveau d'intégrité de sécurité	SIL 3
	Tolérance aux défauts du matériel (HFT)	1
	Classement du sous-système	Type B
	Probabilité moyenne de pannes dangereuses sur demande (PFDavg) ⁽¹⁾⁽²⁾	< 1,5*10 ⁻⁴
	Fréquence moyenne de pannes dangereuses par heure (1/h) (PFH) ⁽¹⁾⁽²⁾	< 7,5*10 ⁻⁹
	Intervalle des essais de validité (T1)	20 ans
	Durée de mission (TM)	20 ans
ISO 13849-1:2015		
	Catégorie	Cat. 3
	Niveau de performance (PL)	PL e
	Durée moyenne de fonctionnement avant défaillance (MTTFD)	Élevée (> 100 ans)
	Couverture du diagnostic (DCavg)	>90 %
Temps de réaction	Temps de réaction en cas de défaut (FRT)	<40 ms
Temps de réponse	Temps de réponse (de l'entrée à l'état de sécurité)	<30 ms ⁽³⁾
Mode de fonctionnement		Demande élevée, demande faible

1) Au niveau de la mer

2) Les essais de validité peuvent uniquement être effectués dans les installations Danfoss lorsque le variateur est reconditionné.

3) Temps de réponse entre l'entrée et la sortie avec des câbles blindés. Sinon, un maximum de 20 ms peut être ajouté à cette valeur dans les conditions CEM les plus défavorables.

4.11.2 Caractéristiques techniques

Tableau 41: Entrée digitale 24 V pour les variateurs de fréquence avec STO, SS1-t et prise en charge du bus de terrain de sécurité (+BEF2)

Fonction	Données
Type d'entrée	À une seule extrémité/flottante
Logique	PNP
Niveau de tension	0-24 V CC
Niveau de tension, logique 0 PNP	<5 V
Niveau de tension, logique 1 PNP	>11 V

Tableau 41: Entrée digitale 24 V pour les variateurs de fréquence avec STO, SS1-t et prise en charge du bus de terrain de sécurité (+BEF2) - (suite)

Fonction	Données
Tension maximale sur l'entrée au niveau de l'état fonctionnel	30 V
Tension maximale sur l'entrée au niveau de l'état de sécurité	60 V
Courant d'entrée	8 mA > I _c > 5 mA à 24 V
Résistance interne équivalente	3 kΩ < R _i < 4,7 kΩ à 24 V
Isolation	Fonctionnel
Protection contre l'inversion de polarité	Oui
Courant d'entrée maximal à l'état désactivé	< 2 mA

Tableau 42: Sorties digitales 24 V pour retour STO

Fonction	Données
Type de sortie	Radiateur/source
Tension nominale	Collecteur ouvert 24 V CC/60 V maximum
Courant nominal	50 mA
Isolation	Oui
Protection surcharge	Oui
Protection contre l'inversion de polarité	Oui
Tension à l'état ON	>17,4 V
Courant de fuite dans l'état désactivé	0,1 mA

Tableau 43: Tensions auxiliaires

Fonction	Données
Sortie 24 V, sécurité fonctionnelle (X33)	Tension de sortie
	Charge maximale

4.11.3 Conditions de fonctionnement

Tableau 44: Conditions de fonctionnement pour la sécurité fonctionnelle

Fonction	Données
Température de fonctionnement	Selon les spécifications du variateur de fréquence.
Température de stockage	-40 °C...+70 °C (-40 °F...+158 °F)
Humidité relative de l'air	Selon les spécifications du variateur de fréquence (sans condensation).
Altitude de fonctionnement	Selon les spécifications du variateur de fréquence.
Conditions environnementales	Le produit doit être installé dans un environnement conforme à la norme EN CEI 61800-5-1:2017 Degré de pollution 2 – sans condensation. Pour les environnements de degré de pollution 2 avec condensation, le produit doit être installé dans une armoire IP54/NEMA 12 conformément à la norme EN CEI 60529 AMD 2:2013 ou équivalente.

Vérifier les conditions de fonctionnement de chaque variateur dans le manuel de configuration ou le manuel d'utilisation spécifique au produit. Les dernières versions des manuels de produit Danfoss peuvent être téléchargées sur <https://www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/>.

4.11.4 Spécifications des câbles

Tableau 45: Dimensionnement des câbles pour les connecteurs X31, X32

Type de fil	Section [mm ² (AWG)]	Longueur de dénudage [mm (po)]
Solide	0,5-1,5 (24-16)	10 (0,4)
Flexible	0,5-1,5 (24-16)	10 (0,4)
Flexible avec embout sans manchon en plastique	0,5-1,5 (24-16)	10 (0,4)
Flexible avec embout et manchon en plastique	0,5 (24)	10 (0,4)



Danfoss A/S
Ulsnaes 1
DK-6300 Graasten
drives.danfoss.com

Toutes les informations, incluant sans s'y limiter, les informations sur la sélection du produit, son application ou son utilisation, son design, son poids, ses dimensions, sa capacité ou toute autre donnée technique mentionnée dans les manuels du produit, les catalogues, les descriptions, les publicités, etc., qu'elles soient diffusées par écrit, oralement, électroniquement, sur internet ou par téléchargement, sont considérées comme purement indicatives et ne sont contraignantes que si et dans la mesure où elles font explicitement référence à un devis ou une confirmation de commande. Danfoss n'assume aucune responsabilité quant aux erreurs qui se seraient glissées dans les catalogues, brochures, vidéos et autres documentations. Danfoss se réserve le droit d'apporter sans préavis toutes modifications à ses produits. Cela s'applique également aux produits commandés mais non livrés, si ces modifications n'affectent pas la forme, l'adéquation ou le fonctionnement du produit. Toutes les marques commerciales citées dans ce document sont la propriété de Danfoss A/S ou des sociétés du groupe Danfoss. Danfoss et le logo Danfoss sont des marques déposées de Danfoss A/S. Tous droits réservés.
