



# Manuel de configuration VLT<sup>®</sup> AQUA Drive FC 202

0,25-90 kW





## Table des matières

<b>1 Introduction</b>	<b>8</b>
1.1 Objet du Manuel de configuration	8
1.2 Organisation	8
1.3 Ressources supplémentaires	8
1.4 Abréviations, symboles et conventions	9
1.5 Définitions	10
1.6 Version de document et de logiciel	11
1.7 Homologations et certifications	11
1.7.1 Marquage CE	11
1.7.1.1 Directive basse tension	11
1.7.1.2 Directive CEM	11
1.7.1.3 Directive machine	12
1.7.1.4 Directive ErP	12
1.7.2 Conformité C-Tick	12
1.7.3 Conformité UL	12
1.7.4 Conformité marine	12
1.8 Sécurité	13
1.8.1 Principes de sécurité générale	13
<b>2 Vue d'ensemble des produits</b>	<b>15</b>
2.1 Introduction	15
2.2 Description du fonctionnement	19
2.3 Séquence de fonctionnement	20
2.3.1 Section redresseur	20
2.3.2 Section intermédiaire	20
2.3.3 Section d'onduleur	20
2.3.4 Option de freinage	20
2.3.5 Répartition de la charge	21
2.4 Structures de contrôle	21
2.4.1 Structure de contrôle en boucle ouverte	21
2.4.2 Structure de commande en boucle fermée	22
2.4.3 Contrôle local (Hand On) et distant (Auto On)	22
2.4.4 Utilisation des références	23
2.4.5 Traitement du retour	25
2.5 Fonctions opérationnelles automatisées	26
2.5.1 Protection contre les courts-circuits	26
2.5.2 Protection contre les surcharges	26
2.5.3 Détection de phase moteur manquante	27
2.5.4 Détection de défaut de phase secteur	27

2.5.5 Commutation sur la sortie	27
2.5.6 Protection surcharge	27
2.5.7 Déclassement automatique	27
2.5.8 Optimisation automatique de l'énergie (AEO)	28
2.5.9 Modulation automatique de la fréquence de commutation	28
2.5.10 Déclassement automatique pour fréquence de commutation élevée	28
2.5.11 Déclassement automatique en cas de surchauffe	28
2.5.12 Rampe automatique	28
2.5.13 Circuit de limite de courant	28
2.5.14 Performance de fluctuation de la puissance	28
2.5.15 Démarrage progressif du moteur	29
2.5.16 Atténuation des résonances	29
2.5.17 Ventilateurs à température contrôlée	29
2.5.18 Conformité CEM	29
2.5.19 Mesure du courant sur les trois phases moteur	29
2.5.20 Isolation galvanique des bornes de commande	29
2.6 Fonctions personnalisées des applications	29
2.6.1 Adaptation automatique au moteur	29
2.6.2 Protection thermique du moteur	30
2.6.3 Panne de secteur	30
2.6.4 Régulateurs PID intégrés	31
2.6.5 Redémarrage automatique	31
2.6.6 Démarrage à la volée	31
2.6.7 Couple complet à vitesse réduite	31
2.6.8 Bypass de fréquence	31
2.6.9 Préchauffage du moteur	31
2.6.10 Quatre process programmables	31
2.6.11 Freinage dynamique	31
2.6.12 Freinage par injection de courant continu	32
2.6.13 Mode veille	32
2.6.14 Autorisation de marche	32
2.6.15 Contrôleur logique avancé (SLC)	32
2.6.16 Fonction STO	33
2.7 Fonctions de défaut, d'avertissement et d'alarme	34
2.7.1 Fonctionnement en surchauffe	34
2.7.2 Avertissement Référence élevée et basse	34
2.7.3 Avertissement de signal de retour bas et haut	34
2.7.4 Déséquilibre de phases ou Perte de phases	34
2.7.5 Avertissement haute fréquence	34
2.7.6 Avertissement basse fréquence	34

2.7.7 Avertissement courant élevé	35
2.7.8 Avertissement courant bas	35
2.7.9 Avertissement Charge nulle/Courroie cassée	35
2.7.10 Interface série perdue	35
<b>2.8 Interfaces utilisateur et programmation</b>	<b>35</b>
2.8.1 Panneau de commande local	35
2.8.2 Logiciel PC	36
2.8.2.1 Logiciel de programmation MCT 10	36
2.8.2.2 Logiciel de calcul des harmoniques VLT® MCT 31	37
2.8.2.3 Logiciel de calcul des harmoniques (HCS)	37
<b>2.9 Maintenance</b>	<b>37</b>
2.9.1 Stockage	37
<b>3 Intégration du système</b>	<b>38</b>
<b>3.1 Conditions ambiantes de fonctionnement</b>	<b>38</b>
3.1.1 Humidité	38
3.1.2 température	38
3.1.3 Refroidissement	39
3.1.4 Surtension générée par le moteur	40
3.1.5 Bruit acoustique	40
3.1.6 Vibrations et chocs	40
3.1.7 Atmosphères agressives	40
3.1.8 Définitions du niveau IP	42
3.1.9 Perturbations radioélectriques	42
3.1.10 Conformité en matière d'isolation galvanique et de PELV	43
3.1.11 Stockage	43
<b>3.2 Protection CEM, contre les harmoniques et contre les fuites à la terre</b>	<b>44</b>
3.2.1 Généralités concernant les émissions CEM	44
3.2.2 Résultats des essais CEM	45
3.2.3 Conditions d'émission	46
3.2.4 Conditions d'immunité	47
3.2.5 Isolation du moteur	48
3.2.6 Courants des paliers de moteur	48
3.2.7 Harmoniques	49
3.2.8 Courant de fuite à la terre	52
<b>3.3 Intégration secteur</b>	<b>53</b>
3.3.1 Configurations du secteur et effets de la CEM	53
3.3.2 Perturbation secteur basse fréquence	54
3.3.3 Analyse des perturbations secteur	55
3.3.4 Options pour réduire les perturbations secteur	55

3.3.5 Perturbations radioélectriques	55
3.3.6 Classement du site d'exploitation	55
3.3.7 Utilisation avec une source d'entrée isolée	56
3.3.8 Correction du facteur de puissance	56
3.3.9 Retard de puissance d'entrée	56
3.3.10 Transitoires du réseau	56
3.3.11 Exploitation avec un générateur en veille	57
3.4 Intégration du moteur	57
3.4.1 Considérations relatives au choix du moteur	57
3.4.2 Filtres sinusoïdaux et dU/dt	57
3.4.3 Mise à la terre correcte du moteur	58
3.4.4 Câbles moteur	58
3.4.5 Blindage des câbles du moteur	58
3.4.6 Raccordement de plusieurs moteurs	59
3.4.7 Isolation du fil de commande	61
3.4.8 Protection thermique du moteur	61
3.4.9 Contacteur de sortie	61
3.4.10 Fonctions de freinage	61
3.4.11 Freinage dynamique	61
3.4.12 Calcul de la résistance de freinage	62
3.4.13 Câblage de la résistance de freinage	63
3.4.14 Résistance de freinage et IGBT frein	63
3.4.15 Rendement énergétique	63
3.5 Entrées et sorties supplémentaires	65
3.5.1 Schéma de câblage	65
3.5.2 Raccordements de relais	66
3.5.3 Raccordement électrique conforme CEM	67
3.6 Planification mécanique	68
3.6.1 Dégagement	68
3.6.2 Montage mural	68
3.6.3 Accès	69
3.7 Options et accessoires	69
3.7.1 Options de communication	73
3.7.2 Options entrée/sortie, signal de retour et sécurité	73
3.7.3 Options du contrôle en cascade	73
3.7.4 Résistances de freinage	75
3.7.5 Filtres sinus	75
3.7.6 Filtres dU/dt	75
3.7.7 Filtres en mode commun	75
3.7.8 Filtres harmoniques	76

3.7.9 Kit de protection IP21/NEMA Type 1	76
3.7.10 Kit de montage externe pour LCP	78
3.7.11 Support de fixation pour protections de tailles A5, B1, B2, C1 et C2	79
<b>3.8 Interface série RS485</b>	<b>80</b>
3.8.1 Vue d'ensemble	80
3.8.2 Raccordement du réseau	81
3.8.3 Terminaison du bus RS485	81
3.8.4 Précautions CEM	81
3.8.5 Vue d'ensemble du protocole FC	82
3.8.6 Configuration du réseau	82
3.8.7 Structure des messages du protocole FC	82
3.8.8 Exemples de protocole FC	86
3.8.9 Protocole Modbus RTU	86
3.8.10 Structure des messages du Modbus RTU	87
3.8.11 Accès aux paramètres	91
3.8.12 Profil de contrôle FC Drive	92
<b>3.9 Liste de contrôle de la conception du système</b>	<b>99</b>
<b>4 Exemples d'applications</b>	<b>101</b>
4.1 Vue d'ensemble des caractéristiques de l'application	101
4.2 Fonctions choisies de l'application	102
4.2.1 SmartStart	102
4.2.2 Menu rapide Eau et pompes	102
4.2.3 29-1* Fonction décolmatage	102
4.2.4 Pré/post-lubrification	103
4.2.5 29-5* Confirmation du débit	104
4.3 Exemples de configuration d'applications	105
4.3.1 Application de pompe immergée	107
4.3.2 Contrôleur de cascade BASIC	109
4.3.3 Démarrage de la pompe avec alternance de la pompe principale	110
4.3.4 État et fonctionnement du système	110
4.3.5 Schéma de câblage du contrôleur de cascade	111
4.3.6 Schéma de câblage de la pompe à vitesse variable/fixe	112
4.3.7 Schéma de câblage d'alternance de la pompe principale	112
<b>5 Exigences particulières</b>	<b>116</b>
5.1 Déclassement manuel	116
5.2 Déclassement pour installation de câbles moteurs longs ou à section augmentée	117
5.3 Déclassement pour température ambiante	117
<b>6 Code type et sélection</b>	<b>122</b>

6.1 Commande	122
6.1.1 Code de type	122
6.1.2 Langue du logiciel	124
6.2 Options, accessoires et pièces détachées	124
6.2.1 Options et accessoires	124
6.2.2 Pièces de rechange	126
6.2.3 Sacs d'accessoires	126
6.2.4 Sélection des résistances de freinage	127
6.2.5 Résistances de freinage recommandées	128
6.2.6 Résistances de freinage alternatives, T2 et T4	135
6.2.7 Filtres harmoniques	136
6.2.8 Filtres sinus	139
6.2.9 Filtres dU/dt	141
6.2.10 Filtres en mode commun	142
<b>7 Spécifications</b>	<b>143</b>
7.1 Données électriques	143
7.1.1 Alimentation secteur 1 x 200-240 V CA	143
7.1.2 Alimentation secteur 3 x 200-240 V CA	144
7.1.3 Alimentation secteur 1 x 380-480 V CA	147
7.1.4 Alimentation secteur 3 x 380-480 V CA	148
7.1.5 Alimentation secteur 3 x 525-600 V CA	152
7.1.6 Alimentation secteur 3 x 525-690 V CA	156
7.2 Alimentation secteur	159
7.3 Puissance et données du moteur	159
7.4 Conditions ambiantes	160
7.5 Spécifications du câble	160
7.6 Entrée/sortie de commande et données de commande	161
7.7 Fusibles et disjoncteurs	164
7.8 Dimensionnements puissance, poids et dimensions	173
7.9 Test dU/dt	175
7.10 Caractéristiques du bruit acoustique	177
7.11 Options sélectionnées	178
7.11.1 Module d'E/S à usage général MCB 101 VLT®	178
7.11.2 VLT® Relay Card MCB 105	178
7.11.3 Carte thermistance PTC VLT® MCB 112	180
7.11.4 VLT® Extended Relay Card MCB 113	182
7.11.5 VLT® Sensor Input Option MCB 114	183
7.11.6 Contrôleur de cascade étendu VLT® MCO 101	184
7.11.7 Contrôleur de cascade avancé VLT® MCO 102	185

<b>8 Annexe - Schémas sélectionnés</b>	188
8.1 Schémas de raccordement au secteur (3 phases)	188
8.2 Schéma de raccordement du moteur	191
8.3 Schémas des bornes relais	193
8.4 Orifices d'entrée de câble	194
<b>Indice</b>	198

# 1 Introduction

## 1.1 Objet du Manuel de configuration

Ce Manuel de configuration des variateurs de fréquence Danfoss VLT® AQUA Drive a été rédigé à l'attention des :

- Ingénieurs de projets et systèmes
- Consultants en conception
- Spécialistes des applications et produits

Le Manuel de configuration fournit des informations techniques qui permettent de comprendre les capacités du variateur de fréquence pour une intégration dans des systèmes de contrôle et de surveillance de moteurs.

L'objectif du Manuel de configuration est de fournir des informations relatives à la conception ainsi que des données de préparation afin de pouvoir intégrer le variateur de fréquence dans un système. Le Manuel de configuration s'applique à plusieurs variateurs de fréquence et options destinés à diverses applications et installations.

La consultation des informations détaillées du produit permet, lors de la conception, de développer un système optimal en termes de fonctionnalité et d'efficacité.

VLT® est une marque déposée.

## 1.2 Organisation

*Chapitre 1 Introduction* : objectif général du Manuel de configuration et conformité aux directives internationales.

*Chapitre 2 Vue d'ensemble des produits* : structure interne et fonctionnalité du variateur de fréquence ; caractéristiques opérationnelles.

*Chapitre 3 Intégration du système* : conditions environnementales ; CEM, harmoniques et fuites à la terre ; entrée secteur ; moteurs et raccordements du moteur ; autres connexions ; planification mécanique ; et descriptions des options et accessoires disponibles.

*Chapitre 4 Exemples d'applications* : échantillons d'applications du produit et consignes d'utilisation.

*Chapitre 5 Exigences particulières* : détails des environnements opérationnels inhabituels.

*Chapitre 6 Code type et sélection* : procédures de commande de l'équipement et des options permettant de répondre à l'usage prévu du système.

*Chapitre 7 Spécifications* : compilation des caractéristiques techniques dans des tableaux ou sous la forme de graphiques.

*Chapitre 8 Annexe - Schémas sélectionnés* : compilation de graphiques illustrant les connexions électriques et du moteur, les bornes de relais et les entrées de câble.

## 1.3 Ressources supplémentaires

Autres ressources disponibles pour bien comprendre les fonctions avancées et la programmation des variateurs de fréquence ainsi que la conformité aux directives :

- Le *Manuel d'utilisation* du VLT® AQUA Drive FC 202 (appelé *Manuel d'utilisation* dans ce manuel) fournit des informations détaillées sur l'installation et la mise en marche du variateur de fréquence.
- Le *Manuel de configuration* du VLT® AQUA Drive FC 202 fournit les informations nécessaires à la conception et à la préparation visant à intégrer le variateur de fréquence dans un système.
- Le *Guide de programmation* du VLT® AQUA Drive FC 202 (appelé *Guide de programmation* dans ce manuel) fournit de plus amples détails sur la gestion des paramètres et donne de nombreux exemples d'applications.
- Le *Manuel d'utilisation de la fonction Safe Torque Off* du VLT® décrit comment utiliser les applications de sécurité fonctionnelle des variateurs de fréquence Danfoss. Ce manuel est fourni avec le variateur de fréquence lorsque la fonction STO est disponible.
- Le *Manuel de configuration de la résistance VLT® Brake Resistor* décrit le choix optimal de la résistance de freinage.

Des publications et des manuels supplémentaires peuvent être téléchargés sur le site [danfoss.com/Product/Literature/Technical+Documentation.htm](http://danfoss.com/Product/Literature/Technical+Documentation.htm).

### **AVIS!**

**La présence d'équipements optionnels peut changer certaines des procédures décrites. Veiller à lire les instructions fournies avec ces options pour en connaître les exigences spécifiques.**

Contactez un fournisseur Danfoss ou consultez le site [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com) pour obtenir des informations complémentaires.

## 1.4 Abréviations, symboles et conventions

60° AVM	Modulation vectorielle asynchrone 60°
A	Ampère
CA	Courant alternatif
AD	Rejet d'air
AEO	Optimisation automatique de l'énergie (AEO)
AI	Entrée analogique
AMA	Adaptation automatique au moteur
AWG	Calibre américain des fils
°C	Degrés Celsius
CD	Décharge constante
CM	mode commun
TC	Couple constant
CC	Courant continu
DI	Entrée digitale
DM	mode différentiel
D-TYPE	Dépend du variateur
CEM	Compatibilité électromagnétique
FEM	Force électromotrice
ETR	Relais thermique électronique
f <sub>JOG</sub>	Fréquence du moteur lorsque la fonction jogging est activée
f <sub>M</sub>	Fréquence du moteur
f <sub>MAX</sub>	La fréquence de sortie maximum que le variateur de fréquence applique à sa sortie.
f <sub>MIN</sub>	Fréquence moteur minimale du variateur de fréquence
f <sub>M,N</sub>	Fréquence nominale du moteur
FC	Variateur de fréquence
g	Gramme
Hiperface®	Hiperface® est une marque déposée de Stegmann
HP	Cheval-puissance
HTL	Impulsions du codeur HTL (10-30 V) - Haute tension logique de transistor
Hz	Hertz
I <sub>INV</sub>	Courant de sortie nominal onduleur
I <sub>LIM</sub>	Limite de courant
I <sub>M,N</sub>	Courant nominal du moteur
I <sub>VLT,MAX</sub>	Courant de sortie maximal
I <sub>VLT,N</sub>	Courant nominal de sortie fourni par le variateur de fréquence
kHz	KiloHertz
LCP	Panneau de commande local
lsb	Bit de poids faible
m	Mètre
mA	Milliampère
MCM	Mille Circular Mil
MCT	Outil de contrôle du mouvement
mH	Inductance en millihenry
min	Minute
ms	Milliseconde
msb	Bit de poids fort

$\eta_{VLT}$	Le rendement du variateur de fréquence est défini comme le rapport entre la puissance dégagée et la puissance absorbée.
nF	Capacité en nanofarad
NLCP	panneau de commande local numérique
Nm	Newton-mètre
n <sub>s</sub>	Vitesse moteur synchrone
Paramètres en ligne/hors ligne	Les modifications apportées aux paramètres en ligne sont activées immédiatement après modification de la valeur des données.
P <sub>fr,cont.</sub>	Puissance nominale de la résistance de freinage (puissance moyenne pendant le freinage continu)
PCB	Carte à circuits imprimés
PCD	Données de process
PELV	Très basse tension de protection
P <sub>m</sub>	Puissance de sortie nominale du variateur de fréquence en surcharge élevée (HO).
P <sub>M,N</sub>	Puissance nominale du moteur
Moteur PM	Moteur à aimant permanent
Process PID	Le régulateur PID maintient la vitesse, la pression, la température choisie, etc.
R <sub>fr,nom</sub>	Valeur de résistance nominale qui garantit une puissance de freinage sur l'arbre moteur de 150 %/160 % pendant une minute
RCD	Relais de protection différentielle
Régén	Bornes régénératives
R <sub>min</sub>	Valeur de la résistance de freinage minimale autorisée par variateur de fréquence
RMS	Valeur quadratique moyenne
tr/min	Tours par minute
R <sub>rec</sub>	Résistance de freinage recommandée des résistances de freinage Danfoss
s	Seconde
SFAVM	Modulation vectorielle asynchrone à flux statorique orienté
STW	Mot d'état
SMPS	Alimentation en mode commutation
THD	Taux d'harmoniques
T <sub>LIM</sub>	Limite de couple
TTL	Impulsions du codeur TTL (5 V) - Logique de transistor
U <sub>M,N</sub>	Tension nominale du moteur
V	Volts
VT	Couple variable
VVC+	Commande vectorielle de tension

Tableau 1.1 Abréviations

### Conventions

Les listes numérotées correspondent à des procédures. Les listes à puce fournissent d'autres informations et décrivent les illustrations.

Les textes en italique indiquent :

- Références croisées
- Liens
- Notes de bas de page
- Nom de paramètre, nom de groupe de paramètres, option de paramètre

Toutes les dimensions sont indiquées en mm (pouces).

\* indique le réglage par défaut d'un paramètre.

Les symboles suivants sont utilisés dans ce document :

## **⚠️ AVERTISSEMENT**

Indique une situation potentiellement dangereuse qui peut entraîner des blessures graves ou le décès.

## **⚠️ ATTENTION**

Indique une situation potentiellement dangereuse qui peut entraîner des blessures superficielles à modérées. Ce signe peut aussi être utilisé pour mettre en garde contre des pratiques non sûres.

## **AVIS!**

Fournit des informations importantes, notamment sur les situations qui peuvent entraîner des dégâts matériels.

## 1.5 Définitions

### Résistance de freinage

La résistance de freinage est un module capable d'absorber la puissance de freinage générée lors du freinage par récupération. Cette puissance de freinage par récupération augmente la tension du circuit intermédiaire et un hacheur de freinage veille à transmettre la puissance à la résistance de freinage.

### Roue libre

L'arbre moteur se trouve en fonctionnement libre. Pas de couple sur le moteur.

### Caractéristiques CC

Caractéristiques de couple constant que l'on utilise pour toutes les applications telles que les convoyeurs à bande, les pompes volumétriques et les grues.

### Initialisation

Si l'on effectue une initialisation (voir le par. *paramètre 14-22 Mod. exploitation*), le variateur de fréquence revient sur ses réglages par défaut.

### Cycle d'utilisation intermittent

Une utilisation intermittente fait référence à une séquence de cycles d'utilisation. Chaque cycle est composé d'une période en charge et d'une période à vide. Le fonctionnement peut être périodique ou non périodique.

### Facteur de puissance

Le facteur de puissance réelle (lambda) tient compte de toutes les harmoniques et est toujours plus petit que le facteur de puissance (cosPhi) qui considère uniquement les premières harmoniques de courant et de tension.

$$\cos\phi = \frac{P \text{ (kW)}}{P \text{ (kVA)}} = \frac{U\lambda \times I\lambda \times \cos\phi}{U\lambda \times I\lambda}$$

Le CosPhi est également appelé facteur de puissance de déphasage.

Les Lambda et cosPhi sont indiqués pour les variateurs de fréquence Danfoss VLT® au *chapitre 7.2 Alimentation secteur*.

Le facteur de puissance indique dans quelle mesure le variateur de fréquence impose une charge à l'alimentation secteur.

Plus le facteur de puissance est bas, plus l'I<sub>RMS</sub> est élevé pour la même performance en kW.

En outre, un facteur de puissance élevé indique que les harmoniques de courant sont faibles.

Tous les variateurs de fréquence Danfoss ont des bobines CC intégrées dans le circuit CC pour avoir un facteur de puissance élevé et pour réduire le THD sur l'alimentation principale.

### Configuration

Enregistrement des réglages des paramètres dans quatre process. Basculement entre les 4 process et édition d'un process pendant qu'un autre est actif.

### Compensation du glissement

Le variateur de fréquence compense le glissement du moteur en augmentant la fréquence en fonction de la charge du moteur mesurée, la vitesse du moteur restant ainsi quasiment constante.

### Contrôleur logique avancé (SLC)

Le SLC est une séquence d'actions définies par l'utilisateur exécutées lorsque les événements associés définis par l'utilisateur sont évalués comme étant TRUE (vrai) par le SLC. (Groupe de par. *13-\*\* Logique avancée*).

### Bus standard FC

Inclut le bus RS485 avec le protocole FC ou MC. Voir le par. *paramètre 8-30 Protocole*.

### Thermistance

Résistance dépendant de la température placée à l'endroit où l'on souhaite surveiller la température (variateur de fréquence ou moteur).

### Alarme

État résultant de situations de panne, p. ex. en cas de surchauffe du variateur de fréquence ou lorsque celui-ci protège le moteur, le processus ou le mécanisme. Le redémarrage est impossible tant que l'origine de la panne n'a pas été résolue et que l'état d'alarme est annulé. Annuler l'état d'alarme en :

- activant la remise à zéro ou
- en programmant le variateur de fréquence pour une remise à zéro automatique

Ne pas utiliser l'alarme à des fins de sécurité des personnes.

#### Alarme verrouillée

État résultant de situations de panne lorsque le variateur de fréquence assure sa propre protection et nécessitant une intervention physique, p. ex. si la sortie du variateur de fréquence fait l'objet d'un court-circuit. Une alarme verrouillée peut être annulée en coupant l'alimentation secteur, en trouvant l'origine de la panne et en reconnectant le variateur de fréquence. Le redémarrage est impossible tant que l'état d'alarme n'a pas été annulé par un reset ou, dans certains cas, grâce à un reset programmé automatiquement. Ne pas utiliser l'arrêt à des fins de sécurité des personnes.

#### Caractéristique VT

Caractéristiques de couple variable pour les pompes et les ventilateurs.

## 1.6 Version de document et de logiciel

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

Le *Tableau 1.2* indique la version du document et la version correspondante du logiciel.

Édition	Remarques	Version logiciel
MG20N6xx	Remplace MG20N5xx	2.20 et toute version ultérieure

Tableau 1.2 Version de document et de logiciel

## 1.7 Homologations et certifications

Les variateurs de fréquence ont été conçus conformément aux directives décrites dans cette section.

Pour plus d'informations sur les approbations et les certificats, accéder à la zone de téléchargement du site <http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/>.

### 1.7.1 Marquage CE



Illustration 1.1 CE

Le marquage CE (Communauté européenne) indique que le fabricant du produit se conforme à toutes les directives CE applicables. Les directives UE applicables à la

conception et à la fabrication des variateurs de fréquence sont répertoriées dans le *Tableau 1.3*.

#### AVIS!

Il ne fournit aucune information sur la qualité du produit. Les spécifications techniques ne peuvent pas être déduites du marquage CE.

#### AVIS!

Les variateurs de fréquence avec fonction de sécurité intégrée doivent être conformes à la directive sur les machines.

Directive UE	Version
Directive basse tension	2006/95/EC
Directive CEM	2004/108/EC
Directive sur les machines <sup>1)</sup>	2006/42/EC
Directive ErP	2009/125/EC
Directive ATEX	94/9/EC
Directive RoHS	2002/95/EC

Tableau 1.3 Directives UE applicables aux variateurs de fréquence

1) La conformité à la directive sur les machines est requise uniquement pour les variateurs de fréquence avec fonction de sécurité intégrée.

Les déclarations de conformité sont disponibles à la demande.

#### 1.7.1.1 Directive basse tension

La directive basse tension s'applique à tous les appareils électriques utilisés dans les plages de tension allant de 50 à 1000 V CA et de 75 à 1600 V CC.

La directive vise à garantir la sécurité individuelle et à éviter les dégâts matériels, à condition que les équipements électriques soient installés et entretenus correctement, pour l'application prévue.

#### 1.7.1.2 Directive CEM

La directive CEM (compatibilité électromagnétique) vise à réduire les interférences électromagnétiques et à améliorer l'immunité des équipements et installations électriques. Les conditions de base relatives à la protection de la Directive CEM 2004/108/CE indiquent que les dispositifs qui génèrent des interférences électromagnétiques (EMI) ou dont le fonctionnement peut être affecté par les EMI, doivent être conçus pour limiter la génération d'interférences électromagnétiques et doivent présenter un degré d'immunité adapté vis-à-vis des EMI lorsqu'ils sont correctement installés, entretenus et utilisés conformément à l'usage prévu.

Les dispositifs des équipements électriques utilisés seuls ou intégrés à un système doivent porter le marquage CE. Les systèmes ne requièrent pas le marquage CE mais doivent être conformes aux conditions relatives à la protection de base de la directive CEM.

### 1.7.1.3 Directive machine

La directive sur les machines vise à garantir la sécurité individuelle et à éviter les dégâts matériels de l'équipement mécanique utilisé pour l'application prévue. La directive sur les machines s'applique aux machines composées d'un ensemble de composants ou de dispositifs interconnectés dont au moins un est capable de mouvements mécaniques.

Les variateurs de fréquence avec fonction de sécurité intégrée doivent être conformes à la directive sur les machines. Les variateurs de fréquence sans fonction de sécurité ne sont pas concernés par cette directive. Si un variateur de fréquence est intégré au système de machines, Danfoss précise les règles de sécurité applicables au variateur de fréquence.

Lorsque les variateurs de fréquence sont utilisés sur des machines comportant au moins une pièce mobile, le fabricant de la machine doit fournir une déclaration précisant la conformité avec toutes les lois et mesures de sécurité applicables.

### 1.7.1.4 Directive ErP

La directive ErP est la directive européenne Ecodesign pour les produits liés à la production d'énergie. La directive définit les exigences en matière de conception écologique pour les produits liés à la production d'énergie, notamment les variateurs de fréquence. Cette directive vise à augmenter l'efficacité énergétique et le niveau de protection de l'environnement, tout en développant la sécurité de l'approvisionnement énergétique. L'impact environnemental des produits liés à la production d'énergie inclut la consommation d'énergie pendant toute la durée de vie du produit.

### 1.7.2 Conformité C-Tick



Illustration 1.2 C-Tick

La marque C-tick indique la conformité avec les normes techniques applicables en matière de compatibilité électromagnétique (CEM). La conformité C-tick est obligatoire pour vendre des appareils électriques et électroniques sur les marchés australien et néo-zélandais.

La norme C-tick concerne les émissions par conduction et les émissions rayonnées. Pour les variateurs de fréquence, appliquer les limites d'émission spécifiées dans la norme EN/CEI 61800-3.

Une déclaration de conformité peut être fournie à la demande.

### 1.7.3 Conformité UL

#### Homologué UL



Illustration 1.3 UL

#### **AVIS!**

**Les variateurs de fréquence 525-690 V ne sont pas certifiés UL.**

Le variateur de fréquence est conforme aux exigences de sauvegarde de la capacité thermique de la norme UL508C. Pour plus d'informations, se reporter au chapitre 2.6.2 *Protection thermique du moteur*.

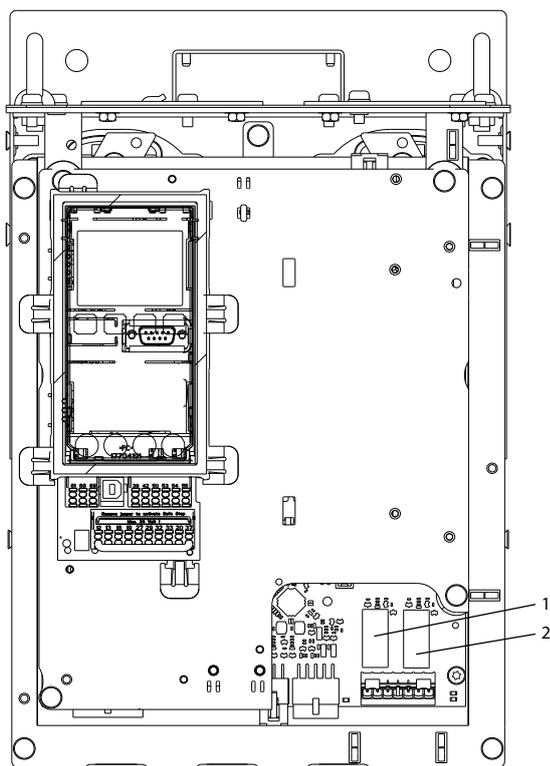
### 1.7.4 Conformité marine

Les unités présentant une protection nominale contre les infiltrations IP55 (NEMA 12) ou supérieure empêchent la formation d'étincelles et sont classées dans la catégorie des appareils électriques limitant le risque d'explosion conformément à l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voie de navigation intérieure (ADN).

Aller sur [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com) pour obtenir des informations complémentaires applicables au domaine marin.

Pour les unités présentant une protection nominale IP20/Châssis, IP21/Nema 1 ou IP54, il convient de protéger le risque de formation d'étincelles comme suit :

- Ne pas installer d'interrupteur de secteur
- Vérifier que le par. *paramètre 14-50 Filtre RFI* est réglé sur [1] *Actif*.
- Retirer toutes les fiches relais marquées *RELAY*. Voir le par. *Illustration 1.4*.
- Vérifier quelles options relais sont installées le cas échéant. La seule option relais autorisée est la carte relais étendue VLT®MCB 113.



130BD832.10

1, 2	Fiches relais
------	---------------

Illustration 1.4 Emplacement des fiches relais

La déclaration du fabricant est disponible sur demande.

## 1.8 Sécurité

### 1.8.1 Principes de sécurité générale

Les variateurs de fréquence contiennent des composants haute tension qui peuvent provoquer des blessures mortelles en cas de mauvaise manipulation. Seul un personnel qualifié est autorisé à installer et à utiliser cet équipement. Avant toute réparation, couper d'abord l'alimentation du variateur de fréquence et attendre la durée indiquée que l'énergie électrique stockée se dissipe.

Il convient de respecter rigoureusement les précautions et consignes de sécurité pour garantir une exploitation sûre du variateur de fréquence.

### 1.8.2 Personnel qualifié

Un transport, un stockage, une installation, une exploitation et une maintenance corrects et fiables sont nécessaires au fonctionnement en toute sécurité et sans problème du variateur de fréquence. Seul du personnel qualifié est autorisé à installer ou utiliser cet équipement.

Par définition, le personnel qualifié est un personnel formé, autorisé à installer, mettre en service et maintenir l'équipement, les systèmes et les circuits conformément aux lois et aux réglementations en vigueur. En outre, il doit être familiarisé avec les instructions et les mesures de sécurité décrites dans ce manuel d'utilisation.

## **AVERTISSEMENT**

### HAUTE TENSION

Les variateurs de fréquence contiennent des tensions élevées lorsqu'ils sont reliés à l'alimentation secteur CA, à l'alimentation CC ou à la répartition de la charge. Le non-respect de la réalisation de l'installation, du démarrage et de la maintenance par du personnel qualifié peut entraîner la mort ou des blessures graves.

- L'installation, le démarrage et la maintenance doivent être effectués uniquement par du personnel qualifié.

## **AVERTISSEMENT**

### DÉMARRAGE IMPRÉVU

Lorsque le variateur de fréquence est connecté au secteur CA, à l'alimentation CC ou est en répartition de la charge, le moteur peut démarrer à tout moment. Un démarrage imprévu pendant la programmation, une opération d'entretien ou de réparation peut entraîner la mort, des blessures graves ou des dégâts matériels. Le moteur peut être démarré par un commutateur externe, un ordre du bus série, un signal de référence d'entrée, à partir du LCP, ou suite à la suppression d'une condition de panne.

Pour éviter un démarrage imprévu du moteur :

- Déconnecter le variateur de fréquence du secteur.
- Activer la touche [Off/Reset] sur le LCP avant de programmer les paramètres.
- Le variateur de fréquence, le moteur et tous les équipements entraînés doivent être entièrement câblés et assemblés lorsque le variateur est raccordé au secteur CA, à l'alimentation CC ou en répartition de la charge.

**⚠ AVERTISSEMENT****TEMPS DE DÉCHARGE**

Le variateur de fréquence contient des condensateurs dans le circuit intermédiaire qui peuvent rester chargés même lorsque le variateur de fréquence n'est pas alimenté. Le non-respect du temps d'attente spécifié après la mise hors tension avant un entretien ou une réparation peut entraîner le décès ou des blessures graves.

- Arrêter le moteur.
- Déconnecter le secteur CA et les alimentations à distance du circuit CC, y compris les batteries de secours, les alimentations sans interruption et les connexions du circuit CC aux autres variateurs de fréquence.
- Déconnecter ou verrouiller les moteurs PM.
- Attendre que les condensateurs soient complètement déchargés avant de procéder à un entretien ou à une réparation. Le temps d'attente est indiqué dans le *Tableau 1.4*.

Voltage (Tension) [V]	Temps d'attente minimum (minutes)		
	4	7	15
200-240	0,25-3,7 kW	-	5,5-45 kW
380-480	0,37-7,5 kW	-	11-90 kW
525-600	0,75-7,5 kW	-	11-90 kW
525-690	-	1,1-7,5 kW	11-90 kW

Une haute tension peut être présente même lorsque les voyants d'avertissement sont éteints.

Tableau 1.4 Temps de décharge

**⚠ AVERTISSEMENT****RISQUE DE COURANT DE FUITE**

Les courants de fuite à la terre dépassent 3,5 mA. Le fait de ne pas mettre le variateur de fréquence à la terre peut entraîner le décès ou des blessures graves.

- L'équipement doit être correctement mis à la terre par un installateur électrique certifié.

**⚠ AVERTISSEMENT****DANGERS LIÉS À L'ÉQUIPEMENT**

Tout contact avec les arbres tournants et les matériels électriques peut entraîner des blessures graves voire mortelles.

- L'installation, le démarrage et la maintenance doivent être effectués par du personnel qualifié uniquement.
- Veiller à ce que tous les travaux électriques soient conformes aux réglementations électriques locales et nationales.
- Suivre les procédures décrites dans ce document.

**⚠ AVERTISSEMENT****ROTATION MOTEUR IMPRÉVUE  
FONCTIONNEMENT EN MOULINET**

La rotation imprévue des moteurs à aimant permanent crée des tensions et peut charger l'appareil, ce qui pourrait entraîner la mort, des blessures ou des dommages matériels graves.

- Vérifier que les moteurs à magnétisation permanente sont bien bloqués afin d'empêcher toute rotation imprévue.

**⚠ ATTENTION****DANGER DE PANNE INTERNE**

Une panne interne dans le variateur de fréquence peut entraîner des blessures graves, si le variateur de fréquence n'est pas correctement fermé.

- Avant d'appliquer de la puissance, s'assurer que tous les caches de sécurité sont en place et fermement fixés.

## 2 Vue d'ensemble des produits

### 2.1 Introduction

Ce chapitre propose un aperçu des principaux assemblages et circuits du variateur de fréquence. Il vise à décrire les fonctions électriques internes et de traitement des signaux. Une description de la structure interne de contrôle est également incluse.

Sont également décrites les fonctions automatisées et optionnelles du variateur de fréquence pour la conception de systèmes d'exploitation robustes présentant des performances de contrôle sophistiquées et de rapports d'état.

#### 2.1.1 Un produit dédié aux applications d'eau et d'eaux usées

Le variateur VLT® AQUA Drive FC 202 est dédié aux applications d'eau et d'eaux usées. L'assistant intégré SmartStart et le menu rapide *Eau et pompes* guide l'utilisateur dans le processus de mise en service. La gamme de caractéristiques standard et optionnelles comprend :

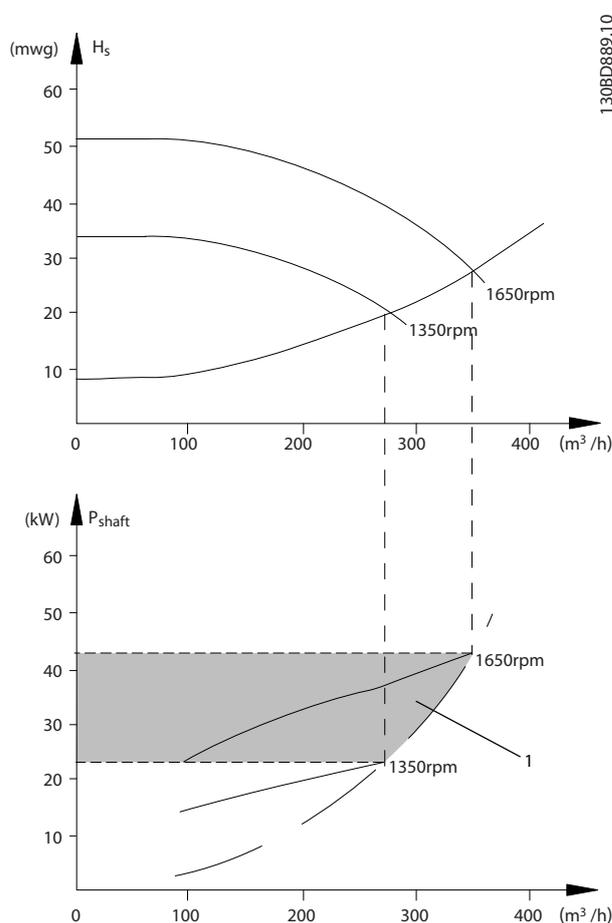
- Contrôle en cascade
- Détection de fonctionnement à sec
- Détection de fin de course
- Alternance moteur
- Décolmatage
- Rampes initiale et finale
- Rampe clapet anti-retour
- STO
- Détection de débit faible
- Pré-lubrification
- Confirmation du débit
- Mode de remplissage des tuyaux
- Mode veille
- Horloge en temps réel
- Protection par mot de passe
- Protection surcharge
- Contrôleur logique avancé
- Commande de vitesse minimale
- Textes programmables libres pour informations, avertissements et alertes

### 2.1.2 Économies d'énergie

Comparé à des technologies et des systèmes de contrôle alternatifs, un variateur de fréquence offre le moyen de contrôle d'énergie optimal pour la régulation des ventilateurs et des pompes.

En utilisant un variateur de fréquence pour commander le débit, une réduction de 20 % de la vitesse de la pompe permet de réaliser des économies d'énergie d'environ 50 % sur des applications typiques. L'

*Illustration 2.1* donne un exemple de réduction énergétique possible.



1	Économie d'énergie
---	--------------------

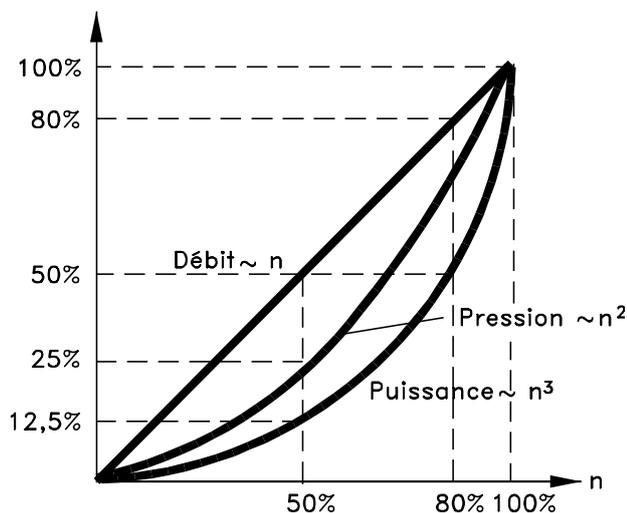
Illustration 2.1 Exemple : Économie d'énergie

### 2.1.3 Exemple d'économies d'énergie

Comme indiqué sur l'illustration 2.2, le débit est régulé en modifiant la vitesse de la pompe mesurée en tr/min. En diminuant la vitesse de 20 % seulement par rapport à la vitesse nominale, le débit est également réduit de 20 % car il est directement proportionnel à la vitesse. La consommation d'électricité est, quant à elle, réduite de presque 50 %.

Si le système en question doit fournir un débit correspondant à 100 % seulement quelques jours par an, tandis que la moyenne est inférieure à 80 % du débit nominal le reste de l'année, la quantité d'énergie économisée est même supérieure à 50 %.

L'illustration 2.2 décrit le rapport entre débit, pression et puissance consommée sur la vitesse de la pompe en tr/min pour les pompes centrifuges.



DANFOSS  
175HA208.10

Illustration 2.2 Lois d'affinité des pompes centrifuges

$$\text{Débit : } \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\text{Pression : } \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

$$\text{Puissance : } \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

Dans l'hypothèse d'une efficacité égale dans la plage de vitesse.

Q = débit	P = puissance
Q <sub>1</sub> = débit 1	P <sub>1</sub> = puissance 1
Q <sub>2</sub> = débit réduit	P <sub>2</sub> = puissance réduite
H = pression	n = régulation de vitesse
H <sub>1</sub> = pression 1	n <sub>1</sub> = vitesse 1
H <sub>2</sub> = pression réduite	n <sub>2</sub> = vitesse réduite

Tableau 2.1 Lois d'affinité

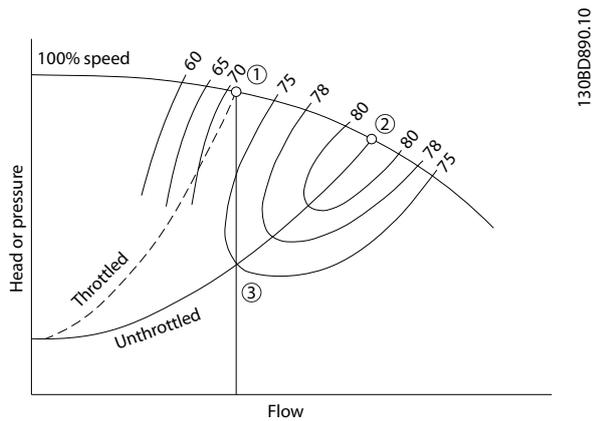
### 2.1.4 Commande de robinet par rapport à la commande de vitesse des pompes centrifuges

#### Commande de robinet

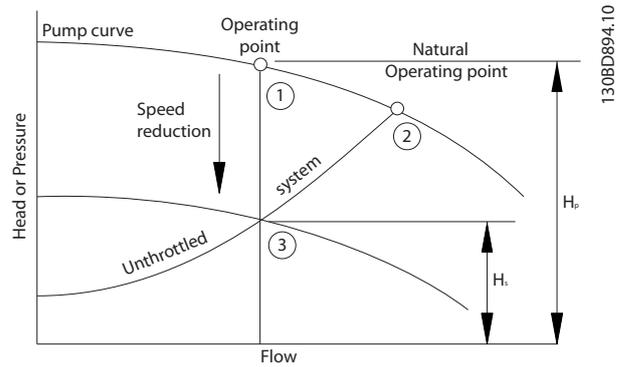
Comme les exigences en matière de demande de processus des réseaux d'alimentation en eau varient, le débit doit être ajusté en conséquence. Les méthodes couramment utilisées pour adapter le débit sont la régulation ou la recirculation par l'intermédiaire de vannes.

Une vanne de recirculation trop largement ouverte peut entraîner le fonctionnement de la pompe à l'extrémité de la courbe de la pompe, avec un débit élevé à une hauteur d'élévation basse. Ces conditions entraînent non seulement une perte d'énergie due à la vitesse élevée de la pompe mais peuvent aussi provoquer une cavitation de la pompe entraînant des dommages sur cette dernière.

La régulation du débit avec une vanne entraîne une baisse de pression dans la vanne (HP-HS). On peut comparer cela à une accélération et un freinage simultanés, dans le but de réduire la vitesse de la voiture. L'illustration 2.3 montre que la régulation fait tourner la courbe du système du point (2) de la courbe de la pompe à un point présentant une efficacité sensiblement réduite (1).

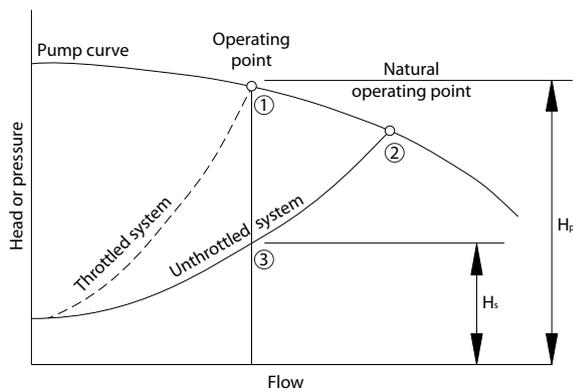


130BD890.10



130BD894.10

1	Point de fonctionnement avec une vanne d'étranglement
2	Point de fonctionnement naturel
3	Point de fonctionnement utilisant la commande de vitesse



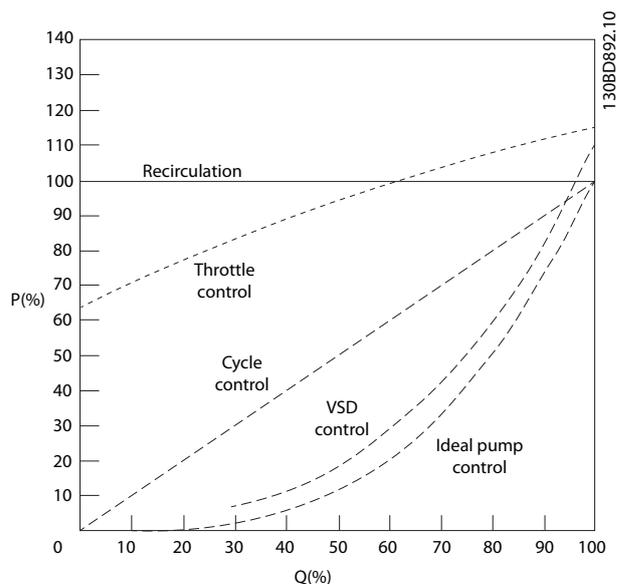
1	Point de fonctionnement avec une vanne d'étranglement
2	Point de fonctionnement naturel
3	Point de fonctionnement utilisant la commande de vitesse

Illustration 2.3 Régulation du débit par contrôle du robinet (régulation)

**Commande de vitesse**

Le même débit peut être ajusté en réduisant la vitesse de la pompe, comme indiqué sur l'illustration 2.4. La réduction de la vitesse entraîne la chute de la courbe de la pompe. Le point de fonctionnement correspond au nouveau point d'intersection de la courbe de la pompe et de celle du système (3). Les économies d'énergie peuvent être calculées en appliquant les lois d'affinité telles qu'elles sont décrites au chapitre 2.1.3 Exemple d'économies d'énergie.

Illustration 2.4 Réduction du débit par la commande de vitesse



130BD892.10

Illustration 2.5 Courbes comparatives de contrôle du débit

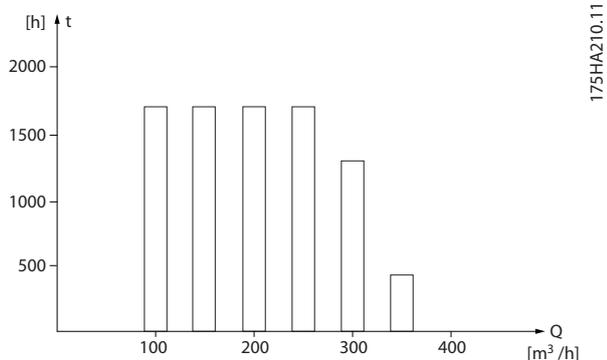
**2.1.5 Exemple avec un débit variable sur une année**

Cet exemple est calculé d'après les caractéristiques d'une pompe tirées de sa fiche technique et présentées sur l'illustration 2.7.

Le résultat obtenu révèle des économies d'énergie supérieures à 50 % selon la répartition donnée du débit sur l'année, voir l'illustration 2.6. La période de récupération dépend du prix de l'électricité et du prix du variateur de fréquence.

2

Dans le cas présent, elle est inférieure à une année si l'on compare avec les systèmes à vannes et vitesse constante.



175HA210.11

t [h]	Durée du débit. Voir aussi le <i>Tableau 2.2</i> .
Q [m³/h]	Débit

Illustration 2.6 Répartition du débit sur 1 année (durée par rapport au débit)

Débit	Répartition		Régulation par vanne		Commande du variateur de fréquence	
	%	Durée	Puissance	Consommation	Puissance	Consommation
[m³/h]		[h]	[kW]	[kWh]	[kW]	[kWh]
350	5	438	42,5 <sup>1)</sup>	18,615	42,5 <sup>1)</sup>	18,615
300	15	1314	38,5	50,589	29,0	38,106
250	20	1752	35,0	61,320	18,5	32,412
200	20	1752	31,5	55,188	11,5	20,148
150	20	1752	28,0	49,056	6,5	11,388
100	20	1752	23,0 <sup>2)</sup>	40,296	3,5 <sup>3)</sup>	6,132
<b>Σ</b>	100	8760	-	275,064	-	26,801

Tableau 2.2 Résultat

- 1) Relevé de puissance au point A1
- 2) Relevé de puissance au point B1
- 3) Relevé de puissance au point C1

## 2.1.6 Contrôle amélioré

L'utilisation d'un variateur de fréquence pour commander le débit ou la pression d'un système améliore le contrôle. Un variateur de fréquence peut faire varier la vitesse du ventilateur ou de la pompe pour obtenir un contrôle variable du débit et de la pression.

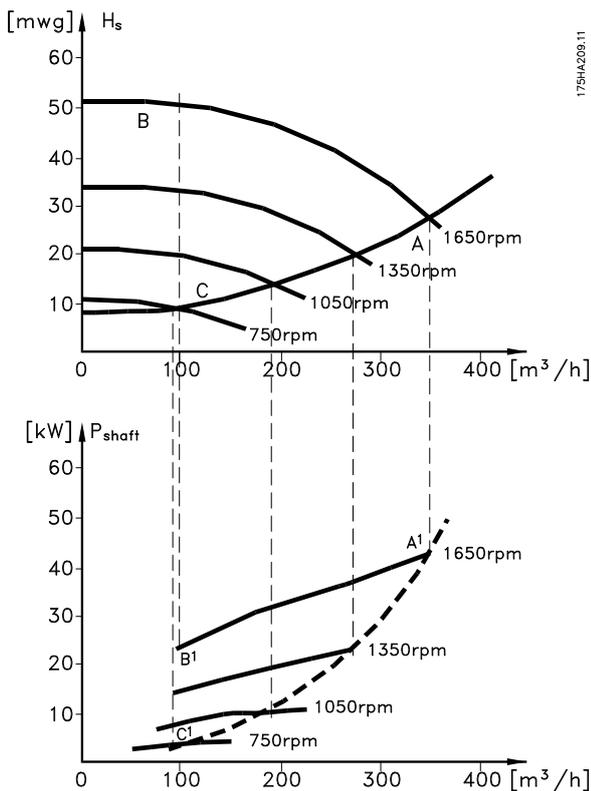
De plus, il peut adapter rapidement la vitesse du ventilateur ou de la pompe aux nouvelles conditions de débit ou de pression du système.

Obtenir un contrôle simple du procédé (débit, niveau ou pression) en utilisant le régulateur PI intégré.

## 2.1.7 Démarreur étoile/triangle ou démarreur progressif

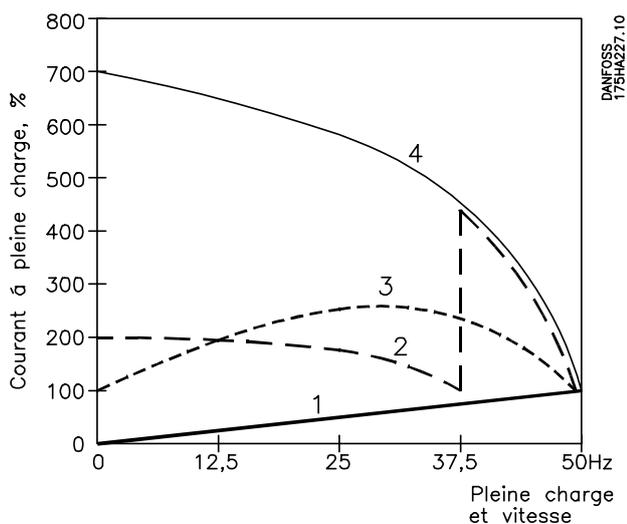
Lors du démarrage de gros moteurs, il est nécessaire, dans beaucoup de pays, d'utiliser un équipement qui limite le courant de démarrage. Dans les systèmes plus traditionnels, on utilise couramment un démarreur étoile/triangle ou un démarreur progressif. De tels démarreurs de moteur ne sont pas nécessaires lorsqu'on utilise un variateur de fréquence.

Comme indiqué sur l'illustration 2.8, un variateur de fréquence ne consomme pas plus que le courant nominal.



175HA209.11

Illustration 2.7 Consommation d'énergie à différentes vitesses



1	VLT® AQUA Drive FC 202
2	Démarrage étoile/triangle
3	Démarrage progressif
4	Démarrage direct sur secteur

Illustration 2.8 Courant de démarrage

## 2.2 Description du fonctionnement

Le variateur de fréquence fournit une quantité régulée de puissance CA à un moteur pour contrôler sa vitesse. Le variateur de fréquence fournit une fréquence et une tension variables au moteur.

Le variateur de fréquence est divisé en 4 modules principaux :

- Redresseur
- Circuit de bus CC intermédiaire
- Onduleur
- Commande et régulation

L'illustration 2.9 représente un schéma fonctionnel des composants internes du variateur de fréquence. Voir le Tableau 2.3 pour connaître leurs fonctions.

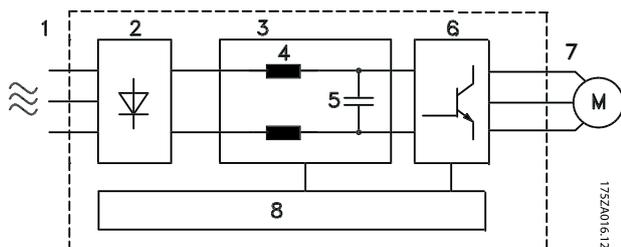


Illustration 2.9 Schéma fonctionnel du variateur de fréquence

Zone	Dénomination	Fonctions
1	Entrée secteur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alimentation secteur CA triphasée du variateur de fréquence.</li> </ul>
2	Redresseur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le pont redresseur convertit l'entrée CA en courant CC pour alimenter le variateur de fréquence.</li> </ul>
3	Bus CC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le circuit du bus intermédiaire traite le courant CC.</li> </ul>
4	Bobines de réactance CC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Filtrent la tension du circuit CC intermédiaire.</li> <li>Assurent la protection contre les transitoires secteur.</li> <li>Réduisent le courant RMS.</li> <li>Augmentent le facteur de puissance répercuté vers la ligne.</li> <li>Réduisent les harmoniques sur l'entrée CA.</li> </ul>
5	Batterie de condensateurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stocke l'énergie CC.</li> <li>Assure une protection anti-panne pendant les courtes pertes de puissance.</li> </ul>
6	Onduleur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Convertit le courant CC en une forme d'onde CA à modulation d'impulsions en durée (PWM) régulée pour une sortie variable contrôlée du moteur.</li> </ul>
7	Sortie vers le moteur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alimentation de sortie triphasée régulée vers le moteur.</li> </ul>
8	Circuit de commande	<ul style="list-style-type: none"> <li>La puissance d'entrée, le traitement interne, la sortie et le courant du moteur sont surveillés pour fournir un fonctionnement et un contrôle efficaces.</li> <li>L'interface utilisateur et les ordres externes sont surveillés et mis en œuvre.</li> <li>La sortie et le contrôle de l'état peuvent être assurés.</li> </ul>

Tableau 2.3 Légende de l'illustration 2.9

1. Le variateur de fréquence redresse la tension CA du secteur en tension CC.
2. La tension continue (CC) est convertie en un courant CA d'amplitude et de fréquence variables.

Le variateur de fréquence alimente le moteur avec une tension/courant et une fréquence variables qui offrent des possibilités de régulation de vitesse variable pour les moteurs standard triphasés et les moteurs PM non saillants.

Le variateur de fréquence gère divers principes de fonctionnement des moteurs tels que le mode moteur U/f spécial et VVC<sup>+</sup>. Le comportement relatif aux courts-circuits

de ce variateur de fréquence dépend des 3 transformateurs de courant dans les phases moteur.

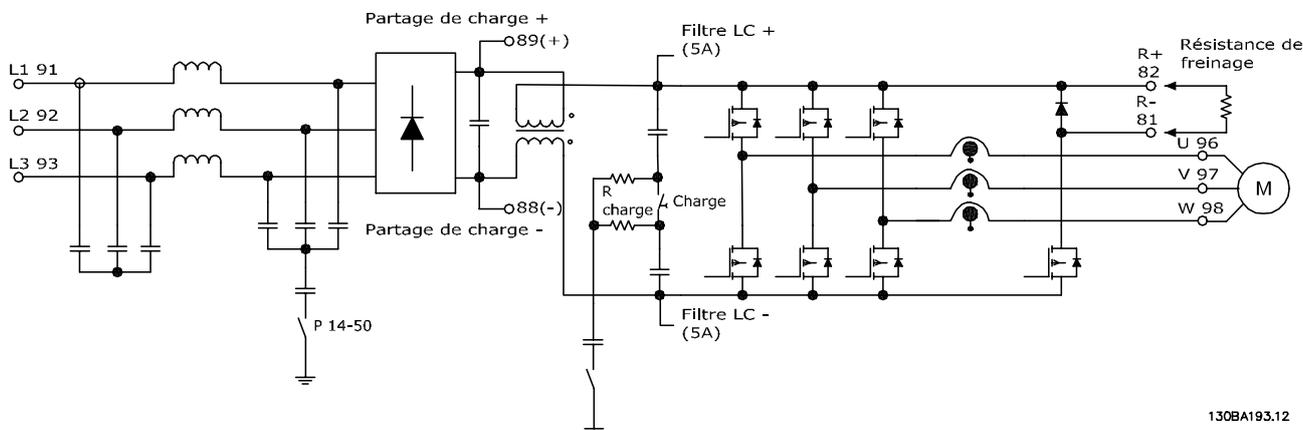


Illustration 2.10 Structure du variateur de fréquence

130BA193.12

## 2.3 Séquence de fonctionnement

### 2.3.1 Section redresseur

Lorsqu'une puissance est appliquée au variateur de fréquence, elle entre via les bornes d'entrée (L1, L2, L3) et arrive au sectionneur et/ou à l'option de filtre RFI, selon la configuration de l'appareil.

### 2.3.2 Section intermédiaire

Après la section du redresseur, la tension passe dans la section intermédiaire. Un circuit de filtre sinus composé de la bobine d'induction et de la batterie de condensateurs du bus CC lisse la tension redressée.

La bobine d'induction du bus CC fournit une impédance série au courant changeant. Ceci participe au processus de filtrage tout en réduisant la distorsion harmonique sur la forme d'onde du courant CA d'entrée normalement inhérente aux circuits redresseurs.

### 2.3.3 Section d'onduleur

Dès qu'un ordre de fonctionnement et la référence de vitesse sont présents, les IGBT commencent à commuter pour créer la forme d'onde de la sortie. Cette forme d'onde, telle que générée par le principe PWM VVC<sup>+</sup> Danfoss de la carte de commande, offre des performances optimales et des pertes minimales dans le moteur.

### 2.3.4 Option de freinage

Pour les variateurs de fréquence équipés de l'option de freinage dynamique, un IGBT de freinage, avec les bornes 81(R-) et 82(R+), est inclus pour la connexion d'une résistance de freinage externe.

La fonction de l'IGBT de freinage consiste à limiter la tension du circuit intermédiaire, chaque fois que la limite de tension maximale est dépassée. Pour ce faire, l'IGBT commute la résistance montée en externe, au niveau du bus CC, pour supprimer la tension CC excessive présente dans les condensateurs du bus.

L'installation externe de la résistance de freinage présente les avantages de pouvoir choisir la résistance en fonction des besoins de l'application, de dissiper l'énergie hors du panneau de commande et de protéger le variateur de fréquence contre les surchauffes si la résistance de freinage est en surcharge.

Le signal de gâchette de l'IGBT de freinage émane de la carte de commande et est transmis à l'IGBT de freinage via la carte de puissance et la carte de commande de gâchette. De plus, les cartes de puissance et de commande surveillent la connexion de l'IGBT de freinage et de la résistance de freinage pour éviter les éventuels courts-circuits ou surcharges. Pour les spécifications de fusibles d'entrée, se reporter au *chapitre 7.1 Données électriques*. Voir aussi le *chapitre 7.7 Fusibles et disjoncteurs*.

### 2.3.5 Répartition de la charge

Les unités avec option de répartition de la charge intégrée comportent les bornes 89 (+) CC et 88 (-) CC. Dans le variateur de fréquence, ces bornes sont raccordées au bus CC devant la bobine de réactance du circuit intermédiaire et les condensateurs du bus.

Pour plus d'informations, contacter Danfoss.

Les bornes de répartition de la charge peuvent être raccordées dans 2 configurations différentes.

1. Dans la première méthode, les bornes relient les circuits de bus CC de plusieurs variateurs de fréquence entre eux. Cela permet à une unité en mode régénératif de partager sa tension du bus excessive avec un autre variateur de fréquence en mode entraînement moteur. La répartition de la charge peut ainsi réduire la nécessité de résistances de freinage dynamique externes, tout en économisant de l'énergie. Le nombre d'unités pouvant être raccordées de cette façon est infini tant qu'elles présentent toutes la même tension nominale. En outre, selon la taille et le nombre d'unités, il peut s'avérer nécessaire d'installer des bobines de réactance CC et des fusibles CC dans les connexions du circuit intermédiaire et des bobines de réactance CA sur le secteur. Cette configuration requiert des considérations spécifiques. Contacter Danfoss pour obtenir de l'aide.
2. Dans la seconde méthode, le variateur de fréquence est alimenté exclusivement par une source CC. Ceci requiert :

- 2a une source CC ;
- 2b un moyen d'abaisser la tension dans le bus CC lors de la mise sous tension.

À nouveau, cette configuration requiert des considérations spécifiques. Contacter Danfoss pour obtenir de l'aide.

## 2.4 Structures de contrôle

### 2.4.1 Structure de contrôle en boucle ouverte

En mode boucle ouverte, le variateur de fréquence répond manuellement à des commandes d'entrée via les touches du LCP ou à distance via les entrées analogiques et digitales ou le bus série.

Dans la configuration présentée sur l'illustration 2.11, le variateur de fréquence fonctionne en mode boucle ouverte. Il reçoit une entrée du LCP (mode *Manuel*) ou via un signal distant (mode *Auto*). Le signal (référence de vitesse) est reçu et conditionné par des limites de vitesse minimum et maximum du moteur (en tr/min et Hz), des temps d'accélération et de décélération et le sens de rotation du moteur. La référence est ensuite transmise pour contrôler le moteur.

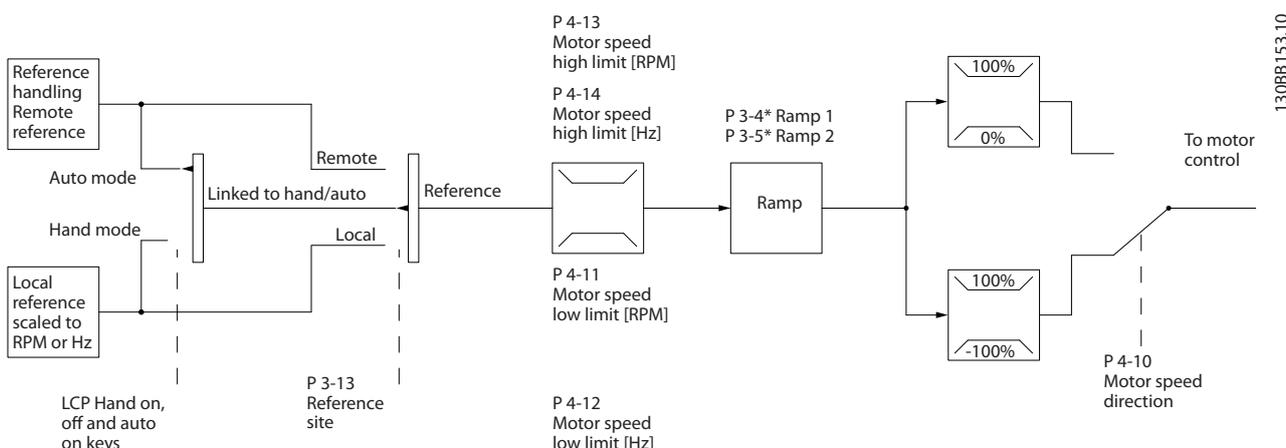
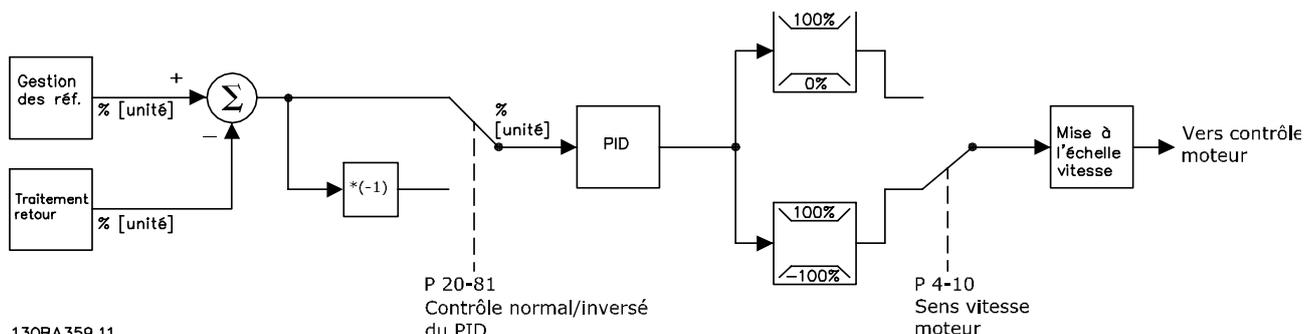


Illustration 2.11 Schéma fonctionnel du mode boucle ouverte

## 2.4.2 Structure de commande en boucle fermée

En mode boucle ouverte, un régulateur PID interne permet au variateur de fréquence de calculer la référence du système et les signaux de retour pour agir comme un appareil de commande indépendant. Le variateur peut fournir des messages d'état et d'alarme, avec de

nombreuses autres options programmables, pour contrôler le système externe tout en fonctionnant de façon indépendante en boucle fermée.



130BA359.11

Illustration 2.12 Schéma fonctionnel du contrôleur en boucle fermée

Prenons par exemple une application de pompage dans laquelle la vitesse de la pompe est régulée de façon à ce que la pression statique dans la conduite soit constante (voir l'illustration 2.12). Le variateur de fréquence reçoit un signal de retour d'un capteur du système. Il compare ce retour à une valeur de référence du point de consigne et détermine l'erreur éventuelle entre ces 2 signaux. Il ajuste alors la vitesse du moteur pour corriger cette erreur.

La consigne de la pression statique souhaitée est fournie au variateur de fréquence comme signal de référence. Un capteur mesure la pression statique réelle dans la conduite et la communique au variateur de fréquence par un signal de retour. Si le signal de retour est supérieur à la référence du point de consigne, le variateur de fréquence décélère pour réduire la pression. De la même façon, si la pression de la conduite est inférieure à la référence du point de consigne, le variateur de fréquence accélère pour augmenter la pression de la pompe.

Alors que les valeurs par défaut du contrôleur en boucle fermée du variateur de fréquence offrent souvent des performances satisfaisantes, le contrôle du système peut souvent être optimisé en ajustant les paramètres du régulateur PID. Le réglage automatique est fourni pour cette optimisation.

Autres fonctions programmables :

- Régulation inverse - La vitesse du moteur augmente lorsqu'un signal de retour est élevé.
- Fréquence de démarrage - Permet au système d'atteindre rapidement un état d'exploitation avant que le régulateur PID reprenne.

- Filtre passe-bas intégré - Réduit le bruit du signal de retour.

## 2.4.3 Contrôle local (Hand On) et distant (Auto On)

Le variateur de fréquence peut être actionné manuellement via le LCP ou à distance via les entrées analogiques et digitales et le bus série.

### Référence active et mode de configuration

La référence active peut correspondre à la référence locale ou distante. La référence distante est le paramètre défini par défaut.

- Pour utiliser la référence locale, configurer en mode *Manuel*. Pour activer le mode *Manuel*, adapter les réglages de paramètres dans le groupe de paramètres 0-4\* *Clavier LCP*. Pour plus d'informations, se reporter au *Guide de programmation*.
- Pour utiliser la référence distante, configurer en mode *Auto*, lequel correspond au mode défini par défaut. En mode *Auto*, il est possible de contrôler le variateur de fréquence via les entrées digitales et plusieurs interfaces série (RS485, USB ou un bus de terrain en option).
- L'illustration 2.13 présente le mode de configuration résultant de la sélection de la référence active, locale ou distante.
- L'illustration 2.14 présente le mode de configuration manuelle de la référence locale.

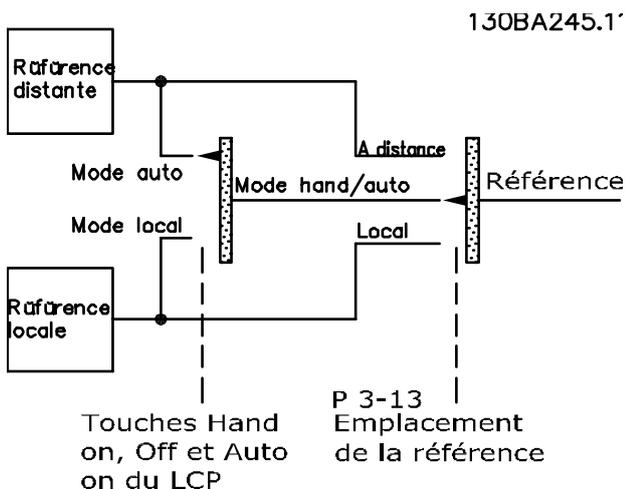


Illustration 2.13 Référence active

Pour plus d'informations, se reporter au *Guide de programmation*.

[Hand On] [Auto On] Touches du LCP	Emplacement de la référence <i>paramètre 3-13 Type référence</i>	Référence active
Hand	Mode hand/auto	Local
Hand⇒Off	Mode hand/auto	Local
Auto	Mode hand/auto	A distance
Auto ⇒Off	Mode hand/auto	A distance
Toutes les touches	Local	Local
Toutes les touches	A distance	A distance

Tableau 2.4 Configurations des références locale et distante

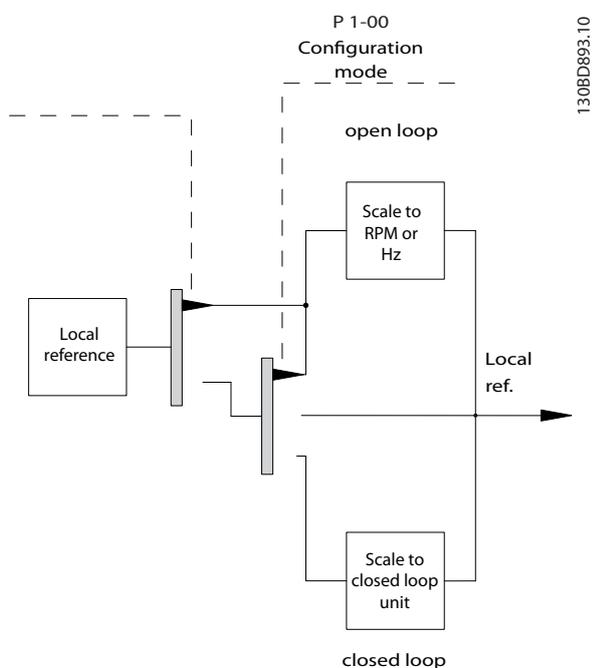


Illustration 2.14 Mode de configuration

**Principe de fonctionnement de l'application**

La référence locale ou la référence distante est active à tout moment. Les deux ne peuvent pas être actives en même temps. Définir le principe de fonctionnement de l'application (en boucle ouverte ou fermée) au par. *Paramètre 1-00 Mode Config.*, comme indiqué dans le *Tableau 2.4*.

Lorsque la référence locale est active, définir le principe de fonctionnement de l'application au par.

*Paramètre 1-05 Configuration mode Local.*

Définir l'emplacement de la référence au par.

*paramètre 3-13 Type référence*, comme indiqué dans le *Tableau 2.4*.

**2.4.4 Utilisation des références**

L'utilisation des références s'applique au fonctionnement en boucle ouverte et en boucle fermée.

**Références internes et externes**

Le variateur de fréquence permet de programmer jusqu'à 8 références internes prédéfinies. La référence interne prédéfinie active peut être sélectionnée en externe à l'aide des entrées de commande digitales ou du bus de communication série.

Des références externes peuvent également être fournies au variateur, le plus souvent via une entrée de commande analogique. Toutes les sources de référence et la référence du bus sont ajoutées pour produire la référence externe totale. La référence externe, la référence prédéfinie, la consigne ou la somme des 3 peut être sélectionnée en tant que référence active. Cette référence peut être mise à l'échelle.

La référence externe est calculée comme suit :

$$Référence = X + X \times \left(\frac{Y}{100}\right)$$

Lorsque X est la référence externe, la référence prédéfinie ou la somme de ces références et Y est le par. *paramètre 3-14 Réf.prédéf.relative* en [%].

Lorsque Y, soit le par. *paramètre 3-14 Réf.prédéf.relative*, est réglé sur 0 %, la mise à l'échelle n'affecte pas la référence.

**Référence distante**

Une référence distante est composée des valeurs suivantes (voir l'*Illustration 2.15*).

- Références prédéfinies
- Références externes :
  - Entrées analogiques
  - Entrées de fréquence d'impulsion
  - Entrées du potentiomètre digital

- Références du bus de communication série

- Une référence relative prédéfinie
- Un point de consigne contrôlé par le retour

130BA357.11

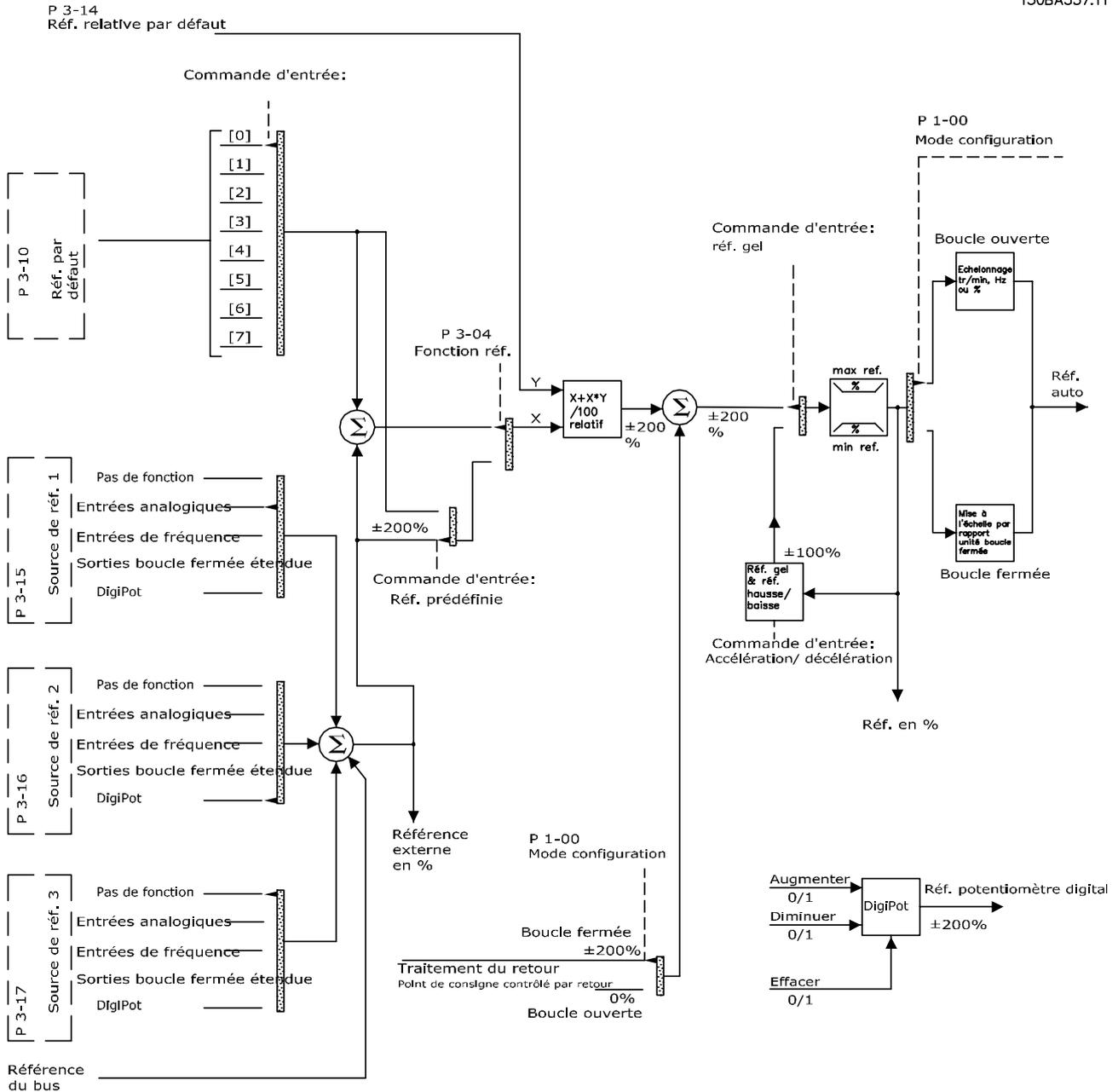


Illustration 2.15 Schéma du bloc présentant le traitement de la référence distante

## 2.4.5 Traitement du retour

Le traitement du retour peut être configuré pour fonctionner avec des applications nécessitant un contrôle avancé, comme des points de consigne et des retours multiples (voir l'illustration 2.16). Trois types de contrôle sont fréquents :

### Zone unique, une seule consigne

Ce type de contrôle est une configuration de base du retour. Le point de consigne 1 est ajouté à toute autre référence (le cas échéant) et un signal de retour est sélectionné.

### Multizones, une seule consigne

Ce type de commande utilise deux ou trois capteurs de retour mais un seul point de consigne. Le retour peut être ajouté, enlevé ou réparti. De plus, la valeur maximale ou minimale peut être utilisée. Le point de consigne 1 est utilisé exclusivement dans cette configuration.

### Multizone, consigne/retour

La paire consigne/retour avec la plus grande différence contrôle la vitesse du variateur de fréquence. Le maximum tente de maintenir toutes les zones à leur point de

consigne respectif ou en dessous tandis que le minimum tente de maintenir toutes les zones à leur point de consigne ou au-dessus.

### Exemple

Une application à 2 zones et 2 points de consigne. Le point de consigne de la zone 1 est 15 bar et le retour est 5,5 bar. Le point de consigne de la zone 2 est 4,4 bar et le retour est 4,6 bar. Si maximum est sélectionné, la consigne et le signal de retour de la zone 1 sont envoyés au régulateur PID, puisque la différence est la plus petite (le signal de retour est supérieur à la consigne, ce qui donne une différence négative). Si minimum est sélectionné, la consigne et le signal de retour de la zone 2 sont envoyés au régulateur PID, puisque la différence est plus importante (le signal de retour est inférieur à la consigne, ce qui donne une différence positive).

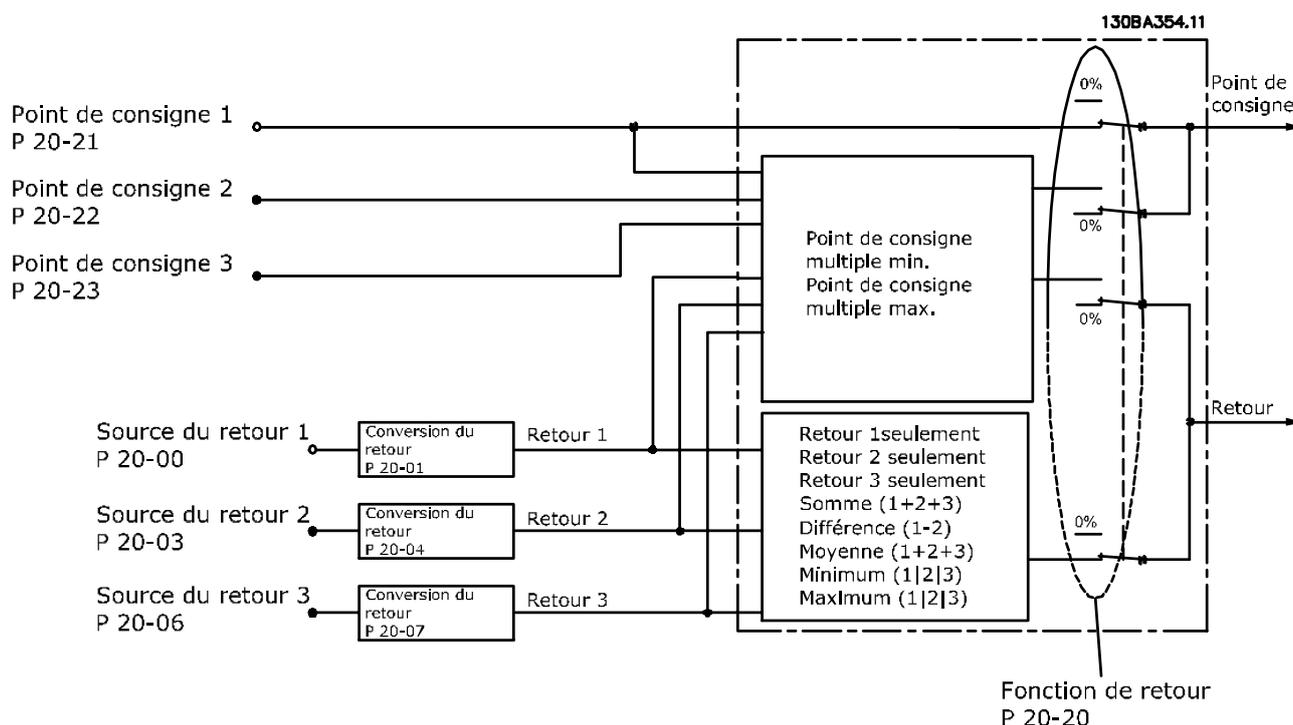
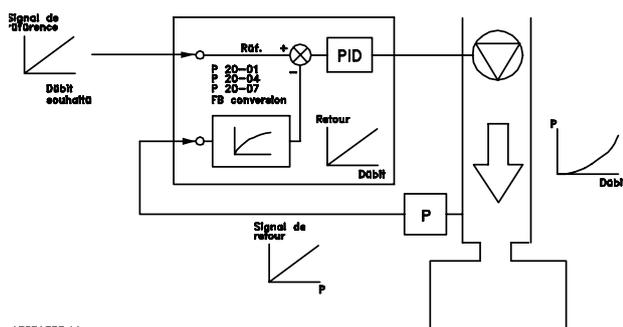


Illustration 2.16 Schéma fonctionnel du traitement du signal de retour

### Conversion du signal de retour

Dans certaines applications, la conversion du signal de retour est utile. Par exemple, on peut utiliser un signal de pression pour fournir un signal de retour de débit. Puisque la racine carrée de la pression est proportionnelle au débit, la racine carrée du signal de pression donne une valeur proportionnelle au débit (voir l'illustration 2.17).



130BA208.11

Illustration 2.17 Conversion du signal de retour

## 2.5 Fonctions opérationnelles automatisées

Les caractéristiques opérationnelles automatisées sont actives dès que le variateur de fréquence est en fonctionnement. La plupart ne nécessitent aucune programmation ni configuration. Le fait de savoir que ces caractéristiques sont présentes permet d'optimiser la conception d'un système et sans doute d'éviter l'introduction de composants ou fonctionnalités redondants.

Pour plus d'informations sur l'une des configurations requises, en particulier les paramètres du moteur, consulter le *Guide de programmation*.

Le variateur de fréquence comporte un large éventail de fonctions de protection intégrées afin de le protéger et de protéger également le moteur qu'il fait fonctionner.

### 2.5.1 Protection contre les courts-circuits

#### Moteur (phase-phase)

Une mesure de courant effectuée sur chacune des trois phases moteur ou sur le circuit intermédiaire protège le variateur de fréquence contre les courts-circuits. Un court-circuit entre 2 phases de sortie se traduit par un surcourant dans l'onduleur. L'onduleur est désactivé si le courant de court-circuit dépasse la valeur limite (alarme 16 Arrêt verrouillé).

#### Côté secteur

Un variateur de fréquence fonctionnant correctement limite le courant qu'il tire de l'alimentation. Il est recommandé d'utiliser des fusibles et/ou des disjoncteurs du côté de l'alimentation comme protection en cas de panne d'un composant interne au variateur de fréquence (première panne). Voir le *chapitre 7.7 Fusibles et disjoncteurs* pour plus d'informations.

#### **AVIS!**

L'utilisation de fusibles et/ou de disjoncteurs est obligatoire afin d'assurer la conformité aux normes CEI 60364 pour CE et NEC 2009 pour UL.

#### Résistance de freinage

Le variateur de fréquence est protégé contre les courts-circuits dans la résistance de freinage.

#### Répartition de la charge

Pour protéger le bus CC contre les courts-circuits et les variateurs de fréquence contre les surcharges, installer des fusibles CC en série avec les bornes de répartition de la charge de toutes les unités connectées. Voir le *chapitre 2.3.5 Répartition de la charge* pour plus d'informations.

## 2.5.2 Protection contre les surcharges

#### Surtension générée par le moteur

La tension du circuit intermédiaire augmente lorsque le moteur agit comme un alternateur. Ceci se produit dans deux cas :

- La charge entraîne le moteur (à une fréquence de sortie constante générée par le variateur de fréquence) : l'énergie est fournie par la charge.
- Lors de la décélération (rampe descendante), si le moment d'inertie est élevé, le frottement est faible et le temps de rampe de décélération est trop court pour que l'énergie se dissipe sous forme de perte du variateur de fréquence, du moteur et de l'installation.
- Un réglage incorrect de la compensation du glissement risque d'entraîner une tension élevée du circuit intermédiaire.
- Force contre-électromotrice FCEM issue du fonctionnement du moteur PM. Si le moteur PM est en roue libre à un régime élevé, la FCEM peut éventuellement dépasser la tolérance de tension maximum du variateur de fréquence et provoquer des dommages. Pour empêcher cela, la valeur du par. *paramètre 4-19 Frq.sort.lim.hte* est automatiquement limitée sur la base d'un calcul interne reposant sur la valeur des par. *paramètre 1-40 FCEM à 1000 tr/min.*, *paramètre 1-25 Vit.nom.moteur* et *paramètre 1-39 Pôles moteur*.

#### **AVIS!**

Pour éviter que le moteur dépasse la vitesse limite (p. ex. en raison d'effets de moulinet excessifs ou de débit incontrôlé), il convient d'équiper le variateur de fréquence d'une résistance de freinage.

La surtension peut être gérée en utilisant une fonction de freinage (*paramètre 2-10 Fonction Frein et Surtension*) et/ou un contrôle de surtension (*paramètre 2-17 Contrôle Surtension*).

### Contrôle des surtensions (OVC)

L'OVC réduit le risque d'arrêt du variateur de fréquence en raison d'une surtension sur le circuit intermédiaire. Ceci est géré par l'extension automatique du temps de rampe.

#### **AVIS!**

L'OVC peut être activé pour les moteurs PM (PM VVC+).

### Fonctions de freinage

Raccorder une résistance de freinage pour la dissipation de l'énergie excédentaire. Le raccordement d'une résistance de freinage permet d'éviter une tension bus CC trop élevée lors du freinage.

Un frein CA permet d'optimiser le freinage sans utiliser de résistance de freinage. Cette fonction commande une surmagnétisation du moteur lorsqu'il tourne comme un générateur créant de l'énergie supplémentaire. Cette fonction peut améliorer l'OVC. L'augmentation des pertes électriques dans le moteur permet aux fonctions OVC d'augmenter le couple de freinage sans dépasser la limite de surtension.

#### **AVIS!**

Le frein CA n'est pas aussi efficace que le freinage dynamique par résistance.

### 2.5.3 Détection de phase moteur manquante

La fonction de *détection de phase moteur manquante* (paramètre 4-58 *Surv. phase mot.*) est activée par défaut pour éviter l'endommagement du moteur s'il manque une phase moteur. Le réglage par défaut est de 1000 ms, mais il peut être ajusté pour une détection plus rapide.

### 2.5.4 Détection de défaut de phase secteur

Un fonctionnement dans des conditions de déséquilibre important réduit la durée de vie de l'unité. Les conditions sont considérées comme sévères si le moteur fonctionne continuellement à hauteur de la charge nominale. Le réglage par défaut déclenche le variateur de fréquence en cas de déséquilibre du secteur (paramètre 14-12 *Fonct.sur désiqui.réseau*).

### 2.5.5 Commutation sur la sortie

Une commutation sur la sortie entre le moteur et le variateur de fréquence est autorisée. Des messages d'erreur peuvent apparaître. Activer le démarrage à la volée pour « rattraper » un moteur qui tourne à vide.

### 2.5.6 Protection surcharge

#### Limite de couple

La caractéristique de limite de couple protège le moteur contre les surcharges indépendamment de la vitesse. La limite de couple est contrôlée au par. paramètre 4-16 *Mode moteur limite couple* ou au par. paramètre 4-17 *Mode générateur limite couple* et le temps avant que l'avertissement de limite de couple ne se déclenche est contrôlé au par. paramètre 14-25 *Délais Al./C.limit ?*.

#### Limite de courant

La limite de courant est contrôlée au par. paramètre 4-18 *Limite courant*.

#### Limite vitesse

Définir les limites inférieure et supérieure de la gamme de vitesse d'exploitation en utilisant les paramètres suivants :

- paramètre 4-11 *Vit. mot., limite infér. [tr/min]* ou
- paramètre 4-12 *Vitesse moteur limite basse [Hz]* et paramètre 4-13 *Vit.mot., limite supér. [tr/min]*, ou
- paramètre 4-14 *Motor Speed High Limit [Hz]*

Par exemple, la gamme de vitesse d'exploitation peut être définie entre 30 et 50/60 Hz. Le par. paramètre 4-19 *Frq.sort.lim.hte* limite la vitesse de sortie maximale que le variateur de fréquence peut fournir.

#### ETR

ETR est une caractéristique électronique qui simule un relais bimétallique en s'appuyant sur des mesures internes. La courbe caractéristique est indiquée sur l'*Illustration 2.18*.

#### Limite tension

Le variateur de fréquence s'arrête afin de protéger les transistors et les condensateurs du circuit intermédiaire quand un certain niveau de tension programmé en dur est atteint.

#### Surtempérature

Le variateur de fréquence comporte des capteurs de température intégrés et réagit immédiatement aux valeurs critiques via les limites programmées en dur.

### 2.5.7 Déclassement automatique

Le variateur vérifie constamment les niveaux critiques :

- Température trop élevée sur la carte de commande ou le radiateur
- charge moteur élevée ;
- haute tension du circuit intermédiaire ;
- vitesse du moteur faible.

En réponse à un niveau critique, le variateur de fréquence ajuste la fréquence de commutation. Pour des températures internes élevées ainsi que pour une vitesse

de moteur faible, le variateur de fréquence peut également forcer le modèle PWM sur SFAVM.

### AVIS!

Le déclassement automatique est différent lorsque le paramètre 14-55 Filtre de sortie est réglé sur [2] Filtre sinusoïdal fixe.

## 2.5.8 Optimisation automatique de l'énergie (AEO)

L'optimisation automatique de l'énergie (AEO) s'adresse au variateur de fréquence pour surveiller la charge sur le moteur et ajuster la tension de sortie afin de maximiser le rendement. En charge légère, la tension est réduite et le courant du moteur est minimisé. Le moteur bénéficie d'un meilleur rendement, d'un chauffage réduit et d'un fonctionnement plus silencieux. Il n'est pas nécessaire de sélectionner une courbe V/Hz car le variateur de fréquence ajuste automatiquement la tension du moteur.

## 2.5.9 Modulation automatique de la fréquence de commutation

Le variateur de fréquence génère de courtes impulsions électriques afin de former un modèle d'onde CA. La fréquence de commutation correspond au rythme de ces impulsions. Une fréquence de commutation faible (rythme faible) provoque du bruit dans le moteur, il est donc préférable d'opter pour une fréquence de commutation plus élevée. Une fréquence de commutation élevée génère toutefois de la chaleur dans le variateur de fréquence, ce qui peut limiter la quantité de courant disponible pour le moteur.

La modulation automatique de la fréquence de commutation régule ces conditions automatiquement pour fournir la plus haute fréquence de commutation sans surchauffe du variateur de fréquence. En fournissant une fréquence de commutation régulée élevée, elle réduit le son du moteur à basse vitesse, lorsque le contrôle du bruit audible est critique et produit une puissance de sortie totale vers le moteur lorsque la demande le requiert.

## 2.5.10 Déclassement automatique pour fréquence de commutation élevée

Le variateur de fréquence a été conçu pour un fonctionnement continu à pleine charge à des fréquences de commutation comprises entre 3,0 et 4,5 kHz (cette plage de fréquence dépend de la puissance). Une fréquence de commutation supérieure à la plage maximale autorisée augmente la chaleur dans le variateur de fréquence et requiert un déclassement du courant de sortie.

Le variateur de fréquence comporte une fonction automatique : le contrôle de la fréquence de commutation dépendant de la charge. Cette fonction permet au moteur de pouvoir profiter de la fréquence de commutation la plus élevée possible permise par la charge.

## 2.5.11 Déclassement automatique en cas de surchauffe

Le déclassement automatique en cas de surchauffe est activé pour empêcher le déclenchement du variateur de fréquence à température élevée. Les capteurs de température internes mesurent les conditions de protection des composants électriques contre la surchauffe. Le variateur de fréquence peut automatiquement réduire sa fréquence de commutation pour maintenir sa température de fonctionnement dans des limites sûres. Après réduction de la fréquence de commutation, le variateur peut également réduire la fréquence de sortie et le courant jusqu'à 30 % afin d'éviter un déclenchement pour cause de surchauffe.

## 2.5.12 Rampe automatique

Un moteur qui tente d'accélérer une charge trop vite au courant disponible peut entraîner l'arrêt du variateur. C'est également vrai en cas de décélération trop rapide. La rampe automatique protège contre ces situations en augmentant la vitesse de montée du moteur (accélération ou décélération) afin de l'adapter au courant disponible.

## 2.5.13 Circuit de limite de courant

Lorsqu'une charge dépasse la capacité de courant du fonctionnement normal du variateur de fréquence (depuis un variateur de fréquence ou un moteur sous-dimensionné), la limite de courant réduit la fréquence de sortie pour ralentir le moteur et réduire la charge. Un temporisateur réglable est disponible pour limiter le fonctionnement dans cet état pendant 60 secondes ou moins. La limite définie par défaut à l'usine est de 110 % du courant nominal du moteur pour réduire les contraintes du surcourant.

## 2.5.14 Performance de fluctuation de la puissance

Le variateur de fréquence supporte les fluctuations du secteur telles que les :

- Transitoires
- Chutes de courant momentanées
- Brèves chutes de tension
- Surtensions

Le variateur de fréquence compense automatiquement les tensions d'entrée de  $\pm 10\%$  de la valeur nominale afin de fournir une tension moteur et un couple à plein régime. Avec le redémarrage automatique sélectionné, le variateur de fréquence s'allume après le déclenchement de la tension. Avec le démarrage à la volée, le variateur de fréquence synchronise la rotation du moteur avant le démarrage.

### 2.5.15 Démarrage progressif du moteur

Le variateur de fréquence envoie la bonne quantité de courant vers le moteur pour surmonter l'inertie de charge et augmenter la vitesse du moteur. Cela permet d'éviter l'application de la tension secteur à un moteur stationnaire ou au ralenti, ce qui génère un courant élevé et de la chaleur. Cette caractéristique inhérente de démarrage progressif réduit la charge thermique et les contraintes mécaniques, augmente la durée de vie du moteur et permet un fonctionnement plus silencieux du système.

### 2.5.16 Atténuation des résonances

Le bruit de résonance du moteur haute fréquence peut être éliminé par l'atténuation des résonances. L'atténuation des fréquences à sélection manuelle ou automatique est disponible.

### 2.5.17 Ventilateurs à température contrôlée

Des capteurs placés dans le variateur de fréquence permettent de contrôler la température des ventilateurs de refroidissement internes. Le ventilateur de refroidissement ne fonctionne pas pendant le fonctionnement à faible charge ou en mode veille ou en pause. Cela réduit le bruit, augmente l'efficacité et prolonge la durée de vie du ventilateur.

### 2.5.18 Conformité CEM

Les interférences électromagnétiques (EMI) ou les interférences radio-électriques (RFI, en cas de radiofréquences) sont des perturbations qui peuvent affecter un circuit électrique à cause d'une induction ou d'un rayonnement électromagnétique à partir d'une source externe. Le variateur de fréquence a été conçu pour être conforme à la norme sur les produits CEM pour les variateurs CEI 61-800-3 ainsi qu'à la norme EN 55011. Pour respecter les niveaux d'émission de la norme EN 55011, le câble du moteur doit être blindé et correctement terminé. Pour plus d'informations concernant la performance CEM, consulter le *chapitre 3.2.2 Résultats des essais CEM*.

### 2.5.19 Mesure du courant sur les trois phases moteur

Le courant de sortie vers le moteur est mesuré en permanence sur les 3 phases pour protéger le variateur de fréquence et le moteur contre les courts-circuits, les défauts de terre et les pertes de phase. Les défauts de terre de sortie sont immédiatement détectés. En cas de perte de l'une des phases moteur, le variateur de fréquence s'arrête immédiatement et indique quelle phase manque.

### 2.5.20 Isolation galvanique des bornes de commande

Toutes les bornes de commande et de relais de sortie sont galvaniquement isolées de l'alimentation. Cela signifie que le circuit de commande est entièrement protégé du courant d'entrée. Les bornes de relais de sortie ont besoin de leur propre mise à la terre. Cette isolation est conforme aux exigences strictes de PELV pour l'isolation.

Les composants de l'isolation galvanique sont les suivants :

- L'alimentation, notamment l'isolation du signal.
- La commande de gâchette des IGBT, transformateurs d'impulsions et optocoupleurs.
- Les transducteurs de courant de sortie à effet Hall.

## 2.6 Fonctions personnalisées des applications

Ce sont les fonctions les plus couramment programmées sur le variateur de fréquence pour une meilleure performance du système. Elles nécessitent une programmation ou une configuration minimum. La disponibilité de ces fonctions permet d'optimiser la conception d'un système et sans doute d'éviter l'introduction de fonctionnalités ou de composants redondants. Consulter le *Guide de programmation* pour obtenir des instructions sur l'activation de ces fonctions.

### 2.6.1 Adaptation automatique au moteur

L'adaptation automatique au moteur (AMA) est une procédure de test automatisée qui mesure les caractéristiques électriques du moteur. L'AMA fournit un modèle électronique précis du moteur. Elle permet au variateur de fréquence de calculer la performance optimale et l'efficacité avec le moteur. Le recours à la procédure AMA maximise par ailleurs la fonction d'optimisation automatique de l'énergie. L'AMA est réalisée sans rotation du moteur et sans désaccouplage de la charge du moteur.

## 2.6.2 Protection thermique du moteur

La protection thermique du moteur est disponible de 3 façons :

- Via la détection directe de la température par l'un des éléments suivants :
  - capteur PTC dans les bobines du moteur et connecté à une entrée analogique ou digitale.
  - capteur PT100 ou PT1000 dans les bobines ou paliers du moteur, connecté à la carte VLT® Sensor Input Card MCB 114.
  - L'entrée de thermistance PTC sur la carte VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 (homologuée ATEX).
- Un thermocontact mécanique (type Klixon) sur une entrée digitale.
- Via le relais thermique électronique intégré (ETR) pour les moteurs asynchrones.

L'ETR calcule la température du moteur en mesurant le courant, la fréquence et le temps de fonctionnement. Le variateur de fréquence affiche la charge thermique sur le moteur en pourcentage et peut émettre un avertissement à une consigne de surcharge programmable.

Des options programmables en cas de surcharge permettent au variateur de fréquence d'arrêter le moteur, de réduire la sortie ou d'ignorer la condition. Même à faible vitesse, le variateur de fréquence satisfait aux normes sur les surcharges de moteurs électroniques I2t de classe 20.

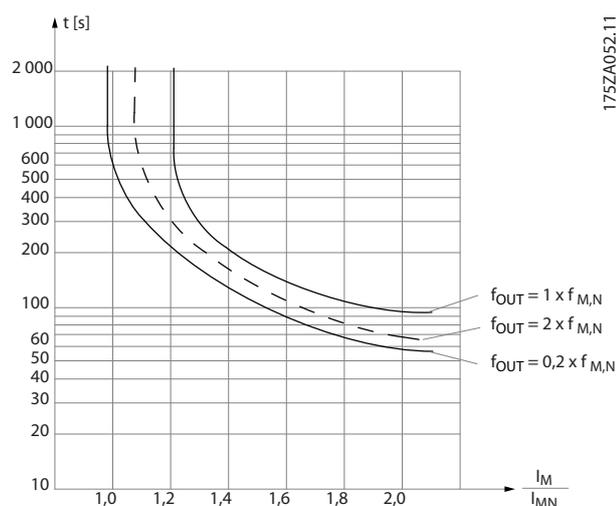


Illustration 2.18 Caractéristiques ETR

L'axe des abscisses sur l'illustration 2.18 indique le rapport entre  $I_{moteur}$  et  $I_{moteur}$  nominale. L'axe des ordonnées représente le temps en secondes avant que l'ETR ne se

déclenche et fasse disjoncter le variateur de fréquence. Ces courbes montrent la vitesse nominale caractéristique à deux fois la vitesse nominale et à 0,2 fois la vitesse nominale.

À vitesse plus faible, l'ETR se déclenche à une chaleur inférieure en raison du refroidissement moindre du moteur. De cette façon, le moteur est protégé contre les surchauffes même à une vitesse faible. La caractéristique ETR calcule la température du moteur en fonction du courant et de la vitesse réels. La température calculée est visible en tant que paramètre d'affichage au par. *paramètre 16-18 Thermique moteur.*

## 2.6.3 Panne de secteur

En cas de chute de tension secteur, le variateur de fréquence continue de fonctionner jusqu'à ce que la tension présente sur le circuit intermédiaire chute en dessous du seuil d'arrêt minimal, qui est généralement inférieur de 15 % à la tension nominale d'alimentation la plus basse. La tension secteur disponible avant la panne et la charge du moteur déterminent le temps qui s'écoule avant l'arrêt en roue libre du variateur de fréquence.

Le variateur de fréquence peut être configuré (*paramètre 14-10 Panne secteur*) sur différents types de comportement pendant les chutes de tension, par exemple :

- Alarme verrouillée lorsque le circuit intermédiaire est épuisé.
- Roue libre avec démarrage à la volée lors du retour du secteur (*paramètre 1-73 Démarr. volée*).
- Sauvegarde cinétique.
- Décélération ctrlée.

### Démarrage à la volée

Cette sélection permet de rattraper un moteur, à la volée, p. ex. à cause d'une panne de courant. Cette option est importante pour les centrifugeuses et les ventilateurs.

### Sauvegarde cinétique

Cette sélection permet au variateur de fréquence de fonctionner tant qu'il reste de l'énergie dans le système. Pour les pannes courtes, le fonctionnement est rétabli dès le retour du courant, sans arrêter l'application ou sans perdre à aucun moment le contrôle. Plusieurs variantes de sauvegarde cinétique peuvent être sélectionnées.

Configurer le comportement du variateur de fréquence en cas de chute de la tension, aux par. *paramètre 14-10 Panne secteur* et *paramètre 1-73 Démarr. volée*.

## 2.6.4 Régulateurs PID intégrés

Les 4 régulateurs à action par dérivation, intégrale, différentielle (PID) intégrés sont disponibles, ce qui permet d'éliminer le besoin de dispositifs de contrôle auxiliaires.

L'un des régulateurs PID maintient un contrôle constant des systèmes en boucle fermée lorsque la pression, le débit, la température régulé(e) ou toute autre configuration système doit être conservé(e). Le variateur de fréquence peut fournir un contrôle autosuffisant de la vitesse du moteur en réponse à des signaux de retour des capteurs distants. Le variateur de fréquence adapte 2 signaux de retour de 2 dispositifs différents. Cette fonction permet de réguler un système avec des conditions de retour différentes. Le variateur de fréquence prend des décisions de contrôle en comparant les 2 signaux afin d'optimiser la performance du système.

Utiliser les 3 régulateurs supplémentaires et indépendants pour commander tout autre équipement de process, tel que les pompes d'alimentation chimiques, les commandes de vannes ou pour l'aération avec différents niveaux.

## 2.6.5 Redémarrage automatique

Le variateur de fréquence peut être programmé pour redémarrer automatiquement le moteur après un déclenchement mineur tel qu'une perte de puissance momentanée ou une fluctuation. Cette fonction élimine le besoin de réinitialisation automatique et améliore l'exploitation automatisée de systèmes contrôlés à distance. Le nombre de tentatives de redémarrage ainsi que le temps écoulé entre les tentatives peuvent être limités.

## 2.6.6 Démarrage à la volée

Le démarrage à la volée permet au variateur de fréquence de se synchroniser avec une rotation du moteur en marche jusqu'à la pleine vitesse, dans les deux sens. Cela évite les déclenchements dus à une surintensité. Cela réduit les contraintes mécaniques sur le système car le moteur ne reçoit aucun changement soudain de la vitesse lorsque le variateur de fréquence démarre.

## 2.6.7 Couple complet à vitesse réduite

Le variateur de fréquence suit une courbe V/Hz variable pour fournir un couple moteur complet, même à vitesse réduite. Le couple de sortie total peut correspondre à la vitesse de fonctionnement maximum du moteur. Au contraire, les convertisseurs à couple variable fournissent un couple de moteur réduit à faible vitesse et les convertisseurs à couple constant fournissent une tension excessive, de la chaleur et un bruit du moteur à un niveau inférieur à la vitesse totale.

## 2.6.8 Bypass de fréquence

Sur certaines applications, le système peut présenter des vitesses opérationnelles qui créent une résonance mécanique. Cela génère un bruit excessif et endommage certainement les composants mécaniques du système. Le variateur de fréquence est doté de quatre largeurs de bande de fréquence de dérivation programmables. Ces dernières permettent au moteur de dépasser les vitesses qui induisent une résonance du système.

## 2.6.9 Préchauffage du moteur

Pour préchauffer un moteur dans un environnement froid ou humide, une petite quantité de courant CC peut être chargée en continu dans le moteur pour le protéger de la condensation et des effets d'un démarrage à froid. Cela permet d'éliminer la nécessité d'un appareil individuel de chauffage.

## 2.6.10 Quatre process programmables

Le variateur de fréquence possède 4 process qui peuvent être programmés indépendamment les uns des autres. Avec le multi process, il est possible de basculer entre les fonctions programmées de façon indépendante et activées par des entrées digitales ou une commande série. Des process indépendants sont utilisés par exemple pour modifier des références, pour un fonctionnement jour/nuit ou été/hiver ou pour contrôler plusieurs moteurs. Le process actif est affiché sur le LCP.

Les données de process peuvent être copiées d'un variateur de fréquence à un autre en téléchargeant les informations depuis le LCP amovible.

## 2.6.11 Freinage dynamique

Le freinage dynamique est effectué par :

- **Freinage résistance**  
Un frein IGBT maintient la surtension sous un certain seuil en dirigeant l'énergie du frein du moteur vers la résistance de freinage connectée (par. paramètre 2-10 Fonction Frein et Surtension = [1]).
- **Frein CA**  
L'énergie de freinage est répartie dans le moteur en modifiant les conditions de perte dans le moteur. La fonction de frein CA ne peut pas être utilisée dans les applications avec une fréquence de cycle élevée car cela entraîne une surchauffe du moteur (paramètre 2-10 Fonction Frein et Surtension = [2]).

### 2.6.12 Freinage par injection de courant continu

Certaines applications peuvent nécessiter le freinage du moteur pour le ralentir ou l'arrêter. L'application du courant CC freine le moteur et permet d'éliminer le besoin d'un freinage moteur séparé. Le freinage CC peut être défini pour être activé à une fréquence prédéterminée ou à la réception d'un signal. La vitesse de freinage peut aussi être programmée.

### 2.6.13 Mode veille

Le mode veille arrête automatiquement le moteur lorsque la demande est faible pendant une certaine durée. Lorsque la demande du système augmente, le variateur redémarre le moteur. Le mode veille permet de réaliser des économies d'énergie et de réduire l'usure du moteur. Contrairement à un arrêt par temporisation, le variateur est toujours disponible pour fonctionner lorsque la demande de réveil prédéfinie est atteinte.

### 2.6.14 Autorisation de marche

Le variateur peut attendre un signal distant de *système prêt* avant de commencer. Lorsque cette caractéristique est active, le variateur de fréquence reste arrêté jusqu'à ce qu'il reçoive l'autorisation de démarrer. L'autorisation de marche permet de garantir que le système ou l'équipement auxiliaire est en bon état avant d'autoriser le variateur à démarrer le moteur.

### 2.6.15 Contrôleur logique avancé (SLC)

Le contrôleur de logique avancé (SLC) est une séquence d'actions définies par l'utilisateur (voir le par. *paramètre 13-52 Action contr. logique avancé [x]*) exécutées par le SLC lorsque l'événement associé défini par l'utilisateur (voir le par. *paramètre 13-51 Événement contr. log avancé [x]*) est évalué comme étant VRAI par le SLC. La condition d'un événement peut être un état particulier ou le fait qu'une sortie provenant d'une règle logique ou d'un opérande comparateur devienne VRAI. Cela entraîne une action associée comme indiqué sur l'*Illustration 2.19*.

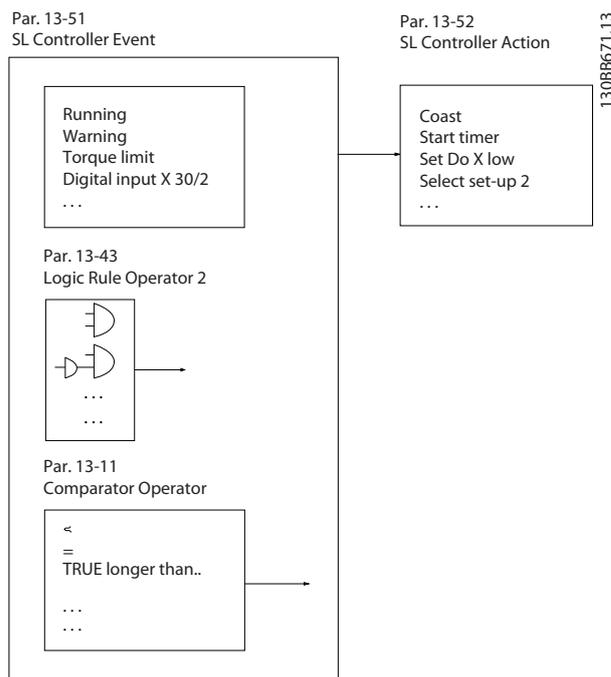


Illustration 2.19 Événement SCL et action

Les événements et actions sont numérotés et liés par paires. Cela signifie que lorsque l'événement [0] est satisfait (atteint la valeur VRAI), l'action [0] est exécutée. Après cela, les conditions d'événement [1] sont évaluées et si elles s'avèrent être TRUE (VRAI), l'action [1] est exécutée et ainsi de suite. Un seul événement est évalué à chaque fois. Si un événement est évalué comme étant FAUX, rien ne se passe (dans le SLC) pendant l'intervalle de balayage en cours et aucun autre événement n'est évalué. Cela signifie que lorsque le SLC démarre, il évalue l'événement [0] (et uniquement l'événement [0]) à chaque intervalle de balayage. Uniquement lorsque l'événement [0] est évalué comme étant vrai (TRUE), le SLC exécute l'action [0] et commence l'évaluation de l'événement [1]. Il est possible de programmer de 1 à 20 événements et actions. Lorsque le dernier événement/action a été exécuté, la séquence recommence à partir de l'événement [0]/action [0]. L'*Illustration 2.20* donne un exemple avec quatre événements/actions :

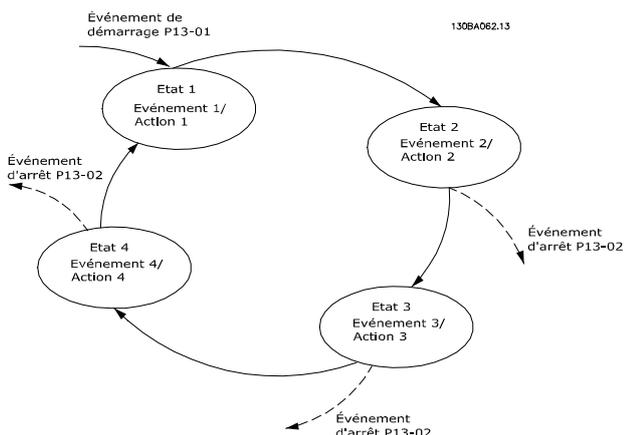


Illustration 2.20 Ordre d'exécution lorsque 4 événements/ actions sont programmés

**Comparateurs**

Les comparateurs sont utilisés pour comparer des variables continues (c.-à-d. fréquence de sortie, courant de sortie, entrée analogique, etc.) à des valeurs prédéfinies fixes.

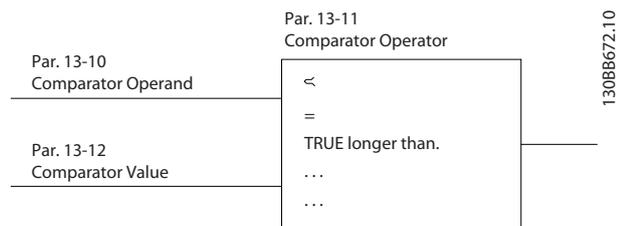


Illustration 2.21 Comparateurs

**Règles logiques**

Associer jusqu'à trois entrées booléennes (entrées TRUE/ FALSE, VRAI/FAUX) à partir des temporisateurs, comparateurs, entrées digitales, bits d'état et événements à l'aide des opérateurs logiques ET, OU, PAS.

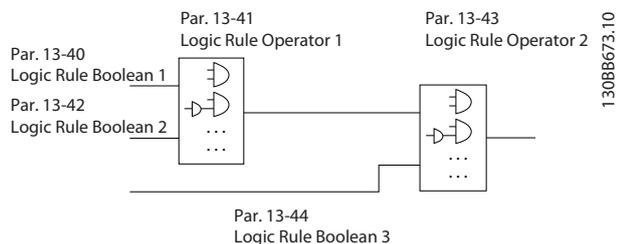


Illustration 2.22 Règles logiques

Les règles logiques, temporisateurs et comparateurs sont également disponibles pour être utilisés hors de la séquence SLC.

Pour un exemple de SLC, consulter le *chapitre 4.3 Exemples de configuration d'applications.3*

**2.6.16 Fonction STO**

Le variateur de fréquence est disponible avec une fonctionnalité STO via la borne de commande 37. L'arrêt de sécurité désactive la tension de contrôle des semi-conducteurs de puissance de l'étage de sortie du variateur de fréquence, ce qui empêche la génération de la tension requise pour faire tourner le moteur. Lorsque la fonction STO (borne 37) est activée, le variateur de fréquence émet une alarme, arrête l'unité et fait tourner le moteur en roue libre jusqu'à l'arrêt. Un redémarrage manuel est nécessaire. La fonction STO peut être utilisée pour arrêter le variateur de fréquence en urgence. En mode d'exploitation normal lorsque la STO n'est pas nécessaire, utiliser la fonction d'arrêt habituelle. Lorsque le redémarrage automatique est utilisé, veiller à respecter les exigences de la norme ISO 12100-2 paragraphe 5.3.2.5.

**Conditions de responsabilité**

Il incombe à l'utilisateur de s'assurer que le personnel qui installe et utilise la fonction STO :

- a lu et compris les réglementations de sécurité concernant la santé, la sécurité, et la prévention des accidents.
- dispose de bonnes connaissances concernant les normes générales et de sécurité applicables à l'application spécifique.

L'utilisateur est un :

- Intégrateur
- Opérateur
- Technicien d'entretien
- Technicien de maintenance

**Normes**

L'utilisation de la STO sur la borne 37 oblige l'utilisateur à se conformer à toutes les dispositions de sécurité, à savoir les lois, les réglementations et les directives concernées. La fonction STO optionnelle est conforme aux normes suivantes :

- EN 954-1 : 1996 catégorie 3
- CEI 60204-1 : 2005 catégorie 0 - arrêt non contrôlé
- CEI 61508 : 1998 SIL2
- CEI 61800-5-2 : 2007 – Fonction STO
- CEI 62061 : 2005 SIL CL2
- ISO 13849-1 : 2006 catégorie 3 PL « d »
- ISO 14118 : 2000 (EN 1037) – Prévention d'un démarrage imprévu

Les informations et instructions contenues ici ne sont pas suffisantes pour utiliser la fonctionnalité STO de manière correcte et sûre. Pour plus d'informations sur la STO,

consulter le *Manuel d'utilisation de la fonction Safe Torque Off du VLT®*.

### Mesures de protection

- Du personnel qualifié et expérimenté est nécessaire pour installer et mettre en service les systèmes de sécurité.
- L'unité doit être installée dans une armoire IP54 ou dans un environnement similaire. Dans des applications spéciales, un degré de protection IP supérieur est nécessaire.
- Le câble situé entre la borne 37 et le dispositif de sécurité externe doit être protégé contre les courts-circuits conformément à la norme ISO 13849-2 tableau D.4.
- Si des forces externes ont une influence sur l'axe du moteur (p. ex. des charges suspendues), des mesures supplémentaires (p. ex. frein de maintien de sécurité) sont nécessaires pour éliminer tout danger éventuel.

## 2.7 Fonctions de défaut, d'avertissement et d'alarme

Le variateur de fréquence surveille tous les aspects du fonctionnement du système, notamment les conditions du secteur, la charge moteur et la performance ainsi que l'état du variateur. Une alarme ou un avertissement n'indique pas nécessairement un problème dans le variateur de fréquence lui-même. Cela peut être une condition extérieure du variateur surveillé pour les limites de performance. Le variateur intègre des réponses préprogrammées pour les défauts, avertissements et alarmes. Sélectionner des caractéristiques d'alarme et d'avertissement supplémentaires pour améliorer ou modifier la performance du système.

Cette section décrit les caractéristiques des alarmes et avertissements courants. La disponibilité de ces fonctions permet d'optimiser la conception d'un système et sans doute d'éviter l'introduction de fonctionnalités ou de composants redondants.

### 2.7.1 Fonctionnement en surchauffe

Par défaut, le variateur de fréquence émet une alarme et un déclenchement en cas de surchauffe. Si la fonction *Déclassement automatique et Avertissement* est sélectionnée, le variateur de fréquence signale l'état mais continue à fonctionner et tente de se refroidir en réduisant seul sa fréquence de commutation. Il réduit ensuite si nécessaire la fréquence de sortie.

Le déclassement automatique ne remplace pas les réglages de l'utilisateur pour le déclassement pour température ambiante (voir le *chapitre 5.3 Déclassement pour température ambiante*).

### 2.7.2 Avertissement Référence élevée et basse

En mode boucle ouverte, le signal de référence détermine directement la vitesse du variateur de fréquence. L'écran affiche un avertissement clignotant de référence élevée ou basse lorsque le maximum ou le minimum programmé est atteint.

### 2.7.3 Avertissement de signal de retour bas et haut

Dans une configuration en boucle fermée, les valeurs de retour élevées et basses sélectionnées sont surveillées par le variateur de fréquence. L'écran affiche un avertissement clignotant élevé ou bas lorsque c'est nécessaire. Le variateur peut aussi surveiller les signaux de retour en boucle ouverte. Lorsque les signaux n'affectent pas le fonctionnement du variateur en boucle ouverte, ils peuvent être utiles pour indiquer l'état du système localement ou via la communication en série. Le variateur de fréquence gère 39 unités de mesure différentes.

### 2.7.4 Déséquilibre de phases ou Perte de phases

Tout courant d'ondulation excessif dans le bus CC indique soit un déséquilibre de phase du secteur ou une perte de phase. Lorsqu'une phase de puissance vers le variateur est perdue, l'action par défaut consiste à émettre une alarme et à arrêter l'unité pour protéger les condensateurs de bus CC. D'autres options permettent d'émettre un avertissement et de réduire le courant de sortie de 30 % du courant total ou d'émettre un avertissement et de continuer le fonctionnement normal. L'utilisation d'une unité connectée à une ligne déséquilibrée peut être souhaitable jusqu'à ce que le déséquilibre soit corrigé.

### 2.7.5 Avertissement haute fréquence

Cet avertissement se révèle utile pour démarrer un équipement supplémentaire, comme une pompe ou un ventilateur, lorsque la vitesse du moteur est trop élevée. Un réglage spécifique haute fréquence peut être saisi dans le variateur. Si la sortie dépasse la fréquence définie pour l'avertissement, l'unité affiche un avertissement haute fréquence. Une sortie digitale du variateur peut exiger le démarrage des dispositifs externes.

### 2.7.6 Avertissement basse fréquence

Cet avertissement se révèle utile pour arrêter un équipement supplémentaire, lorsque la vitesse du moteur est trop basse. Une fréquence basse spécifique peut être sélectionnée pour déclencher un avertissement et pour arrêter des dispositifs externes. L'unité n'émettra pas d'aver-

tissement basse fréquence une fois arrêté ou démarré tant que la fréquence de fonctionnement n'a pas été atteinte.

### 2.7.7 Avertissement courant élevé

Cette fonction est similaire à l'avertissement haute fréquence, sauf si un réglage de courant élevé est utilisé pour émettre un avertissement et démarrer un équipement supplémentaire. La fonction n'est pas active lorsque l'unité est arrêtée ou au démarrage tant que le courant de fonctionnement défini n'a pas été atteint.

### 2.7.8 Avertissement courant bas

Cette fonction est similaire à l'avertissement basse fréquence (voir le *chapitre 2.7.6 Avertissement basse fréquence*), sauf si un réglage de courant bas est utilisé pour émettre un avertissement et arrêter l'équipement. La fonction n'est pas active lorsque l'unité est arrêtée ou au démarrage tant que le courant de fonctionnement défini n'a pas été atteint.

### 2.7.9 Avertissement Charge nulle/Courroie cassée

Cette fonction peut être utilisée pour surveiller une condition d'absence de charge, par exemple une courroie en V. Après l'enregistrement d'une limite de courant bas dans le variateur, si une perte de la charge est détectée, le variateur peut être programmé pour émettre une alarme et s'arrêter ou pour continuer à fonctionner et émettre un avertissement.

### 2.7.10 Interface série perdue

Le variateur de fréquence peut détecter une perte de communication série. Un retard de 99 s peut être sélectionné pour éviter une réponse due à des interruptions sur le bus de communication série. Lorsque le retard est dépassé, les options disponibles pour l'unité sont les suivantes :

- Maintenir sa dernière vitesse.
- Atteindre la vitesse maximale.
- Atteindre une vitesse prédéfinie.
- Arrêter et émettre un avertissement.

## 2.8 Interfaces utilisateur et programmation

Le variateur de fréquence utilise des paramètres pour programmer ses fonctions de l'application. Les paramètres fournissent une description d'une fonction et un menu d'options à sélectionner ou permettant de saisir des valeurs numériques. Un exemple de menu de programmation est présenté sur l'*Illustration 2.23*.

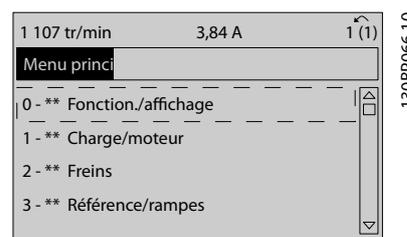


Illustration 2.23 Exemple de menu de programmation

#### Interface utilisateur locale

Pour la programmation locale, les paramètres sont accessibles en sélectionnant [Quick Menu] ou [Main Menu] sur le LCP.

Le menu rapide est destiné au démarrage initial et aux caractéristiques du moteur. Le menu principal permet d'accéder à tous les paramètres pour programmer les applications avancées.

#### Interface utilisateur distante

Pour une programmation à distance, Danfoss propose un logiciel pour développer, stocker et transférer les informations de programmation. Logiciel de programmation MCT 10 permet à l'utilisateur de connecter un PC au variateur de fréquence et de réaliser une programmation en direct plutôt que d'utiliser le clavier LCP. La programmation peut également être réalisée hors ligne et simplement téléchargée sur l'unité. Le profil complet du variateur peut être chargé sur le PC à des fins de sauvegarde ou d'analyse. Un connecteur USB et la borne RS485 permettent le raccordement au variateur de fréquence.

Le Logiciel de programmation MCT 10 est disponible en téléchargement gratuit sur [www.VLT-software.com](http://www.VLT-software.com). Un CD est également disponible sous la référence 130B1000. Un manuel d'utilisation fournit des instructions détaillées.. Voir aussi le *chapitre 2.8.2 Logiciel PC*.

#### Bornes de commande de programmation

- Chaque borne de commande a des fonctions spécifiques qu'elle est capable d'exécuter.
- Les paramètres associés à la borne activent les fonctions spécifiées.
- Pour un fonctionnement correct du variateur de fréquence, les bornes de commande doivent être :
  - correctement câblées.
  - programmées pour la fonction souhaitée.

### 2.8.1 Panneau de commande local

Le panneau de commande local (LCP) est un écran graphique situé à l'avant de l'unité, qui équipe l'interface utilisateur de boutons-poussoirs et affiche des messages

d'état, des avertissements et des alarmes, des paramètres de programmation, etc. Un écran numérique est également disponible avec des options d'affichage limitées. L'illustration 2.24 présente le LCP.

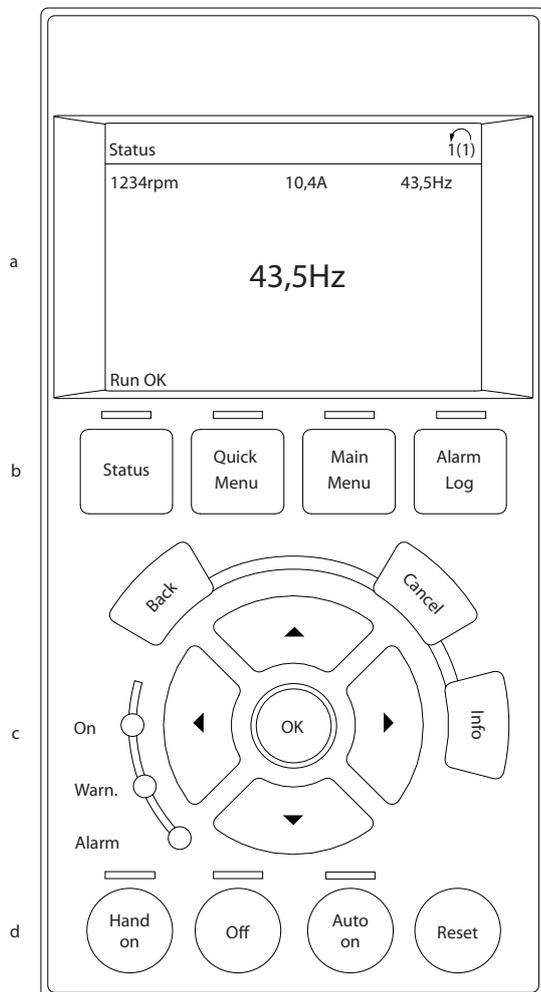


Illustration 2.24 Panneau de commande local

## 2.8.2 Logiciel PC

Le PC est connecté via un câble USB standard (hôte/dispositif) ou via l'interface RS485.

L'USB est un bus série utilisant 4 fils blindés dont la broche 4 (terre) est reliée au blindage du port USB du PC. Avec la connexion d'un PC à un variateur de fréquence via le câble USB, il existe un risque d'endommagement du contrôleur hôte USB du PC. Tous les PC standard sont fabriqués sans isolation galvanique au niveau du port USB.

Toute différence de potentiel à la terre liée au non-respect des recommandations décrites dans le *Manuel d'utilisation* peut endommager le contrôleur hôte USB via le blindage du câble USB.

Il est conseillé d'utiliser un isolateur USB avec isolation galvanique pour protéger le contrôleur hôte USB du PC

contre les différences de potentiel à la terre lors de la connexion du PC à un variateur de fréquence via un câble USB.

Ne pas utiliser un câble de puissance PC avec une fiche de terre lorsque le PC est connecté au variateur de fréquence via un câble USB. En effet, il réduit la différence de potentiel à la terre, mais ne supprime pas toutes les différences liées à la connexion de la terre et du blindage au port USB du PC.

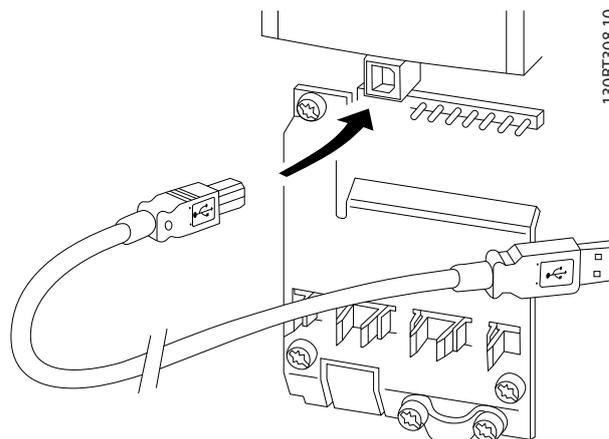


Illustration 2.25 Connexion USB

### 2.8.2.1 Logiciel de programmation MCT 10

Le Logiciel de programmation MCT 10 a été conçu pour la mise en service et l'entretien du variateur avec une programmation guidée du contrôleur de cascade, de l'horloge temps réel et de la maintenance préventive. Ce logiciel permet de contrôler facilement les détails et réalise une présentation générale des systèmes, grands ou petits. L'outil gère tous les modèles de variateurs, les filtres actifs avancés® et les données relatives au démarreur progressif VLT®.

#### Exemple 1 : Stockage des données dans le PC via le Logiciel de programmation MCT 10

1. Connecter un PC à l'unité via le port USB ou l'interface RS485.
2. Ouvrir le Logiciel de programmation MCT 10.
3. Sélectionner le port USB ou l'interface RS485.
4. Sélectionner *Copier*.
5. Sélectionner la section *Projet*.
6. Sélectionner *Coller*.
7. Sélectionner *Enregistrer sous*.

Tous les paramètres sont maintenant stockés.

**Exemple 2 : Transfert de données du PC vers le variateur de fréquence via le Logiciel de programmation MCT 10**

1. Connecter un PC à l'unité via le port USB ou l'interface RS485.
2. Ouvrir le Logiciel de programmation MCT 10.
3. Sélectionner *Ouvrir* – les fichiers archivés s'affichent.
4. Ouvrir le fichier approprié.
5. Choisir *Écrire au variateur*.

Tous les paramètres sont maintenant transférés vers le variateur de fréquence.

Un manuel distinct pour le Logiciel de programmation MCT 10 est disponible. Télécharger le logiciel et le manuel du site [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/SoftwareDownload/](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/SoftwareDownload/).

**2.8.2.2 Logiciel de calcul des harmoniques VLT® MCT 31**

L'outil informatique de calcul des harmoniques MCT 31 simplifie l'estimation de la distorsion harmonique dans une application donnée. On peut calculer la distorsion harmonique des variateurs de fréquence de Danfoss ou d'une marque autre que Danfoss équipés de dispositifs de réduction des harmoniques supplémentaires différents, tels que des filtres AHF Danfoss et des redresseurs à 12-18 impulsions.

Le logiciel MCT 31 peut également être téléchargé à l'adresse [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/SoftwareDownload/](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/SoftwareDownload/).

**2.8.2.3 Logiciel de calcul des harmoniques (HCS)**

HCS est une version avancée de l'outil de calcul d'harmoniques. Les résultats calculés sont comparés aux normes en vigueur et peuvent être imprimés ultérieurement.

Pour plus d'informations, voir [www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START](http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START)

**2.9 Maintenance**

Les modèles de variateur de fréquence Danfoss sont sans entretien jusqu'à 90 kW. Les variateurs de fréquence haute puissance (110 kW ou plus) intègrent des tapis de filtre qui doivent être nettoyés de temps en temps par l'opérateur, selon l'exposition à la poussière et aux contaminants. Des intervalles d'entretien des ventilateurs (environ 3 ans) et des condensateurs (environ 5 ans) sont recommandés dans la plupart des environnements.

**2.9.1 Stockage**

Comme tout équipement électronique, les variateurs de fréquence doivent être entreposés dans un endroit sec. Aucune mise en forme périodique (charge du condensateur) n'est nécessaire pendant le stockage.

Il est recommandé de garder l'équipement étanche dans son emballage jusqu'à l'installation.

## 3 Intégration du système

### 3

Ce chapitre décrit les considérations nécessaires pour intégrer le variateur de fréquence dans une configuration de système. Le chapitre se divise en plusieurs sections :

- *Chapitre 3.1 Conditions ambiantes de fonctionnement*  
Conditions de fonctionnement du variateur de fréquence, en termes d'environnement, de protections, de température, de déclassement et toutes les autres considérations.
- *Chapitre 3.3 Intégration secteur*  
Entrée dans le variateur de fréquence depuis le côté secteur, notamment l'alimentation, les harmoniques, la surveillance, le câblage, les fusibles et autres considérations.
- *Chapitre 3.2 Protection CEM, contre les harmoniques et contre les fuites à la terre*  
Entrée (régénération) depuis le variateur de fréquence vers le réseau électrique, notamment l'alimentation, les harmoniques, la surveillance et autres considérations.
- *Chapitre 3.4 Intégration du moteur*  
Sortie du variateur de fréquence vers le moteur, notamment les types de moteur, la charge, la surveillance, le câblage et autres considérations.
- *Chapitre 3.5 Entrées et sorties supplémentaires, Chapitre 3.6 Planification mécanique*  
Intégration de l'entrée et de la sortie du variateur de fréquence pour une conception optimale du système, notamment la correspondance entre le variateur de fréquence et le moteur, les caractéristiques du système et autres considérations.

La conception complète du système permet d'anticiper les problèmes potentiels tout en appliquant la combinaison la plus efficace possible de caractéristiques pour le variateur. Les informations ci-après donnent des consignes de planification et de spécification d'un système de surveillance du moteur intégrant des variateurs de fréquence.

Les caractéristiques opérationnelles fournissent une plage de concepts, d'une commande de vitesse simple du moteur à un système automatisé totalement intégré avec une gestion des retours d'information, des rapports d'état opérationnels, des réponses de défaut automatisées, une programmation distante, etc.

Une conception complète inclut les spécifications détaillées des besoins et de l'utilisation.

- Types de variateurs de fréquence
- Moteurs

- Exigences électriques
- Structure de commande et programmation
- Communication série
- Taille, forme et poids de l'équipement
- Exigences en matière de câbles électriques et de commande ; type et longueur
- Fusibles
- Équipement auxiliaire
- Transport et stockage

Voir le *chapitre 3.9 Liste de contrôle de la conception du système* pour obtenir des informations pratiques concernant la sélection et la conception.

La compréhension de ces caractéristiques et options stratégiques permet d'optimiser la conception d'un système et sans doute d'éviter l'introduction de composants ou de fonctionnalités redondants.

### 3.1 Conditions ambiantes de fonctionnement

#### 3.1.1 Humidité

Même si le variateur de fréquence peut fonctionner convenablement à une humidité relative élevée (jusqu'à 95 %), la condensation doit être évitée. Il existe un risque spécifique de condensation quand le variateur de fréquence est plus froid que l'air ambiant humide. L'humidité contenue dans l'air peut se condenser sur les composants électroniques et provoquer des courts-circuits. De la condensation se dépose sur les unités non alimentées. Il est conseillé d'installer un élément thermique dans l'armoire lorsqu'il existe un risque de condensation lié aux conditions ambiantes. Éviter toute installation dans des endroits exposés au gel.

Sinon, le fait d'exploiter le variateur de fréquence en mode veille (avec le dispositif relié au secteur) peut aider à réduire le risque de condensation. Vérifier si la dissipation de puissance est suffisante pour garder les circuits du variateur de fréquence secs.

#### 3.1.2 température

Les limites de température ambiante minimale et maximale sont spécifiées pour tous les variateurs de fréquence. Le fait d'éviter des températures ambiantes extrêmes prolonge la durée de vie de l'équipement et maximise la fiabilité du système global. Respecter les recommandations

répertoriées pour une performance et une longévité optimales de l'équipement.

- Même si les variateurs de fréquence peuvent fonctionner à des températures jusqu'à -10 °C, un fonctionnement correct à charge nominale est garanti uniquement à 0 °C ou plus.
- Ne pas dépasser la limite de température maximale.
- La durée de vie des composants électroniques baisse de 50 % tous les 10 °C lorsqu'ils sont utilisés au-dessus de la température de conception.
- Même les dispositifs présentant des niveaux de protection IP54, IP55 ou IP66 doivent être utilisés dans les plages de température ambiante spécifiées.
- Une climatisation supplémentaire de l'armoire ou du site d'installation peut s'avérer nécessaire.

### 3.1.3 Refroidissement

Les variateurs de fréquence dissipent la puissance sous forme de chaleur. Respecter les recommandations ci-après pour un refroidissement efficace des unités.

- La température maximum de l'air pour entrer dans la protection ne doit jamais dépasser 40 °C (104 °F).
- La température moyenne jour/nuit doit être inférieure à 35 °C (95 °F).
- Monter l'unité de façon à permettre un débit d'air libre dans les ailettes de refroidissement. Voir le *chapitre 3.6.1 Dégagement* pour connaître les espaces de montage qui conviennent.
- Il convient de répondre aux exigences minimum en matière de dégagement à l'avant et à l'arrière pour le débit d'air de refroidissement. Lire le *Manuel d'utilisation* pour connaître les exigences d'installation applicables.

#### 3.1.3.1 Ventilateurs

Des ventilateurs sont intégrés au variateur de fréquence afin de garantir un refroidissement optimal. Le ventilateur principal force le débit d'air le long des ailettes de refroidissement du dissipateur de chaleur, ce qui garantit le refroidissement de l'air interne. Certaines tailles de puissance comportent un petit ventilateur secondaire près de la carte de commande, ce qui garantit la circulation de l'air interne et permet d'éviter les points chauds.

Le ventilateur principal est contrôlé par la température interne du variateur de fréquence et la vitesse augmente progressivement avec la température, réduisant le bruit et

la consommation d'énergie lorsque les besoins sont faibles et garantissant un refroidissement maximal en cas de besoin. Le contrôle du ventilateur peut être adapté via le par. *paramètre 14-52 Contrôle ventil* pour s'ajuster à toutes les applications, mais aussi pour une protection contre les effets négatifs du refroidissement dans des conditions froides. En cas de surtempérature à l'intérieur du variateur de fréquence, il décline la fréquence de commutation et le modèle. Consulter le *chapitre 5.1 Déclassement* pour plus d'informations.

#### 3.1.3.2 Calcul du débit d'air requis pour refroidir le variateur de fréquence

Le débit d'air requis pour refroidir un variateur de fréquence ou plusieurs variateurs de fréquence dans une protection, peut être calculé de la façon suivante :

1. Déterminer la perte de puissance à une sortie maximale pour tous les variateurs de fréquence à partir des tableaux de données au *chapitre 7 Spécifications*.
2. Ajouter les valeurs de perte de puissance de tous les variateurs de fréquence fonctionnant en même temps. La somme obtenue correspond à la chaleur Q transférée. Multiplier le résultat par le facteur f (consulter le *Tableau 3.1*). Par exemple, f = 3,1 m<sup>3</sup> x K/Wh au niveau de la mer.
3. Déterminer la température la plus élevée de l'air qui entre dans la protection. Ôter cette température de la température requise à l'intérieur de la protection, par exemple 45 °C (113 °F).
4. Diviser le total obtenu à l'étape 2 du total obtenu à l'étape 3.

Le calcul est exprimé selon la formule :

$$V = \frac{f \times Q}{T_i - T_A}$$

où

V = débit d'air en m<sup>3</sup>/h

f = facteur en m<sup>3</sup> x K/Wh

Q = chaleur transférée en W

T<sub>i</sub> = température à l'intérieur de la protection en °C

T<sub>A</sub> = température ambiante en °C

f = cp x ρ (chaleur spécifique de l'air x densité d'air)

#### **AVIS!**

**La chaleur spécifique de l'air (cp) et la densité d'air (ρ) ne sont pas des constantes mais dépendent de la température, de l'humidité et de la pression atmosphérique. Elles dépendent donc de l'altitude.**

Le *Tableau 3.1* présente les valeurs typiques du facteur f, calculées pour différentes altitudes.

Altitude	Chaleur spécifique de l'air cp	Densité d'air ρ	Facteur f
[m]	[kJ/kgK]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ·K/Wh]
0	0,9480	1,225	3,1
500	0,9348	1,167	3,3
1000	0,9250	1,112	3,5
1500	0,8954	1,058	3,8
2000	0,8728	1,006	4,1
2500	0,8551	0,9568	4,4
3000	0,8302	0,9091	4,8
3500	0,8065	0,8633	5,2

Tableau 3.1 Facteur f, calculé pour différentes altitudes

**Exemple**

Quel est le débit d'air nécessaire pour refroidir 2 variateurs de fréquence (pertes de chaleur de 295 W et 1430 W) fonctionnant simultanément, montés dans une protection avec une pointe de la température ambiante de 37 °C ?

1. La somme des pertes de chaleur des deux variateurs de fréquence est de 1725 W.
2. 1725 W multipliés par 3,3 m<sup>3</sup> x K/Wh donnent 5693 m x K/h.
3. 45 °C - 37 °C est égal à 8 °C (= 8 K).
4. 5693 m x K/h divisés par 8 K donnent : 711,6 m<sup>3</sup>h.

Si le débit d'air est nécessaire en pi<sup>3</sup>/min, utiliser la conversion 1 m<sup>3</sup>/h = 0,589 pi<sup>3</sup>/min.

Dans l'exemple ci-dessus, 711,6 m<sup>3</sup>/h = 418,85 pi<sup>3</sup>/min.

**3.1.4 Surtension générée par le moteur**

La tension CC dans le circuit intermédiaire (bus CC) augmente lorsque le moteur est utilisé comme générateur. Ce phénomène survient de deux façons :

- La charge entraîne le moteur lorsque le variateur de fréquence fonctionne à une fréquence de sortie constante. On appelle généralement cela une charge trop importante.
- Pendant la décélération, si l'inertie de la charge est élevée et que le temps de décélération du variateur est définie sur une valeur courte.

Le variateur de fréquence ne peut pas restituer l'énergie vers l'entrée. Par conséquent, cela limite l'énergie acceptée du moteur lorsqu'il est réglé pour permettre l'accélération automatique. Le variateur de fréquence tente cette opération en rallongeant automatiquement la rampe de décélération en cas de surtension pendant la décélération. En cas d'échec ou si la charge entraîne le moteur lorsqu'il fonctionne à une fréquence constante, le variateur s'arrête et affiche un défaut lorsqu'un niveau de tension critique du bus CC est atteint.

**3.1.5 Bruit acoustique**

Le bruit acoustique du variateur de fréquence provient de 3 sources :

- Bobines du circuit intermédiaire CC
- Filtre RFI obstrué
- Ventilateurs internes

Se reporter au *Tableau 7.60* pour obtenir les données sur le bruit acoustique.

**3.1.6 Vibrations et chocs**

Le variateur de fréquence est testé selon la procédure basée sur les normes CEI 68-2-6/34/35 et 36. Ces tests soumettent l'appareil à des forces de 0,7 g, dans la plage de 18 à 1000 Hz de façon aléatoire, dans 3 directions, pendant 2 heures. Tous les variateurs de fréquence Danfoss répondent aux spécifications correspondant à ces conditions lorsque l'appareil est à montage mural ou au sol, mais aussi lorsqu'il est monté dans les panneaux fixes au mur ou au sol.

**3.1.7 Atmosphères agressives****3.1.7.1 Gaz**

Les gaz agressifs, tels que le sulfure d'hydrogène, le chlore ou l'ammoniac, peuvent endommager les composants électriques et mécaniques du variateur de fréquence. La contamination de l'air de refroidissement peut également entraîner la décomposition graduelle des pistes de cartes de circuit imprimé et les joints de porte. Des contaminants agressifs sont souvent présents dans les stations d'épuration des eaux usées ou les piscines. Un signe clair d'atmosphère agressive est la corrosion du cuivre.

Dans des atmosphères explosives, les protections IP restreintes sont recommandées avec les cartes de circuit imprimé à revêtement conforme. Voir le *Tableau 3.2* pour connaître les valeurs des revêtements conformes.

**AVIS!**

Le variateur de fréquence est livré en standard avec un revêtement de classe 3C2 des cartes de circuits imprimés. Le revêtement de classe 3C3 est disponible à la demande.

Type de gaz	Unité	Classe				
		3C1	3C2		3C3	
			Valeur moyenne	Valeur max. 1)	Valeur moyenne	Valeur max. 1)
Sel marin	n/a	Aucun	Brouillard salin		Brouillard salin	
Oxydes de soufre	mg/ m <sup>3</sup>	0,1	0,3	1,0	5,0	10
Sulfure d'hydrogène	mg/ m <sup>3</sup>	0,01	0,1	0,5	3,0	10
Chlore	mg/ m <sup>3</sup>	0,01	0,1	0,03	0,3	1,0
Chlorure d'hydrogène	mg/ m <sup>3</sup>	0,01	0,1	0,5	1,0	5,0
Fluorure d'hydrogène	mg/ m <sup>3</sup>	0,003	0,01	0,03	0,1	3,0
Ammoniaque	mg/ m <sup>3</sup>	0,3	1,0	3,0	10	35
Ozone	mg/ m <sup>3</sup>	0,01	0,05	0,1	0,1	0,3
Azote	mg/ m <sup>3</sup>	0,1	0,5	1,0	3,0	9,0

Tableau 3.2 Classes des revêtements conformes

1) Les valeurs maximales sont des valeurs de crête transitoires qui ne doivent pas dépasser 30 minutes par jour.

### 3.1.7.2 Exposition à la poussière

L'installation de variateurs de fréquence dans des environnements fortement exposés à la poussière est souvent inévitable. La poussière affecte les unités montées au mur ou sur châssis avec un niveau de protection IP55 ou IP66 mais aussi les dispositifs à montage en armoire présentant un niveau de protection IP21 ou IP20. Les 3 aspects décrits ci-dessous doivent être pris en compte quand des variateurs de fréquence sont installés dans ces environnements.

#### Refroidissement réduit

La poussière se dépose sur la surface du dispositif et à l'intérieur, sur les cartes de circuit imprimé et les composants électroniques. Ces dépôts agissent comme des couches isolantes et gênent le transfert de chaleur dans l'air ambiant, réduisant la capacité de refroidissement. Les composants deviennent plus chauds. Les composants électroniques vieillissent prématurément et la durée de vie de l'unité diminue. Les dépôts de poussière sur le radiateur au dos de l'unité réduisent également la durée de vie de cette dernière.

#### Ventilateurs de refroidissement

Le débit d'air de refroidissement de l'unité est produit par des ventilateurs, qui sont généralement situés au dos du dispositif. Les rotors de ventilateur disposent de petits roulements dans lesquels la poussière peut pénétrer et agir

comme un abrasif. Cela entraîne un endommagement des paliers et une panne du ventilateur.

#### Filtres

Les variateurs de fréquence haute puissance sont équipés de ventilateurs de refroidissement qui expulsent l'air chaud situé à l'intérieur du dispositif. Au-dessus d'une certaine dimension, ces ventilateurs sont équipés de tapis de filtre. Ces filtres peuvent rapidement se boucher s'ils sont utilisés dans des environnements poussiéreux. Des mesures de prévention sont nécessaires dans ces conditions.

#### Maintenance périodique

Dans les conditions décrites ci-dessus, il est recommandé de nettoyer le variateur de fréquence pendant la maintenance périodique. Éliminer la poussière qui s'est déposée sur le radiateur et les ventilateurs, puis nettoyer les tapis de filtre.

### 3.1.7.3 Atmosphères potentiellement explosives

Les systèmes utilisés dans des atmosphères potentiellement explosives doivent répondre à des conditions particulières. La directive européenne 94/9/CE décrit le fonctionnement des dispositifs électroniques dans des atmosphères potentiellement explosives.

La température des moteurs contrôlés par des variateurs de fréquence dans des atmosphères potentiellement explosives doit être surveillée avec une sonde de température PTC. Les moteurs avec protection de classe « d » ou « e » sont approuvés pour cet environnement.

- La classification d vise à garantir qu'en cas d'étincelles, elle sera confinée dans un espace protégé. Même s'ils ne requièrent aucune approbation, des câblages et un confinements spéciaux sont nécessaires.
- La combinaison d/e est la plus utilisée dans les atmosphères potentiellement explosives. Le moteur lui-même présente une classe de protection contre l'inflammation « e », alors que le câblage du moteur et l'environnement de connexion sont exécutés en conformité avec la classe de protection « e ». La restriction sur l'espace de connexion « e » porte sur la tension maximale autorisée dans cet espace. La tension de sortie d'un variateur de fréquence se limite généralement à la tension secteur. La modulation de la tension de sortie peut générer une tension de crête élevée pour la classification e. Dans la pratique, l'utilisation d'un filtre sinus au niveau de la sortie du variateur de fréquence s'est avérée efficace pour atténuer les grands pics de tension.

**AVIS!**

Ne jamais installer de variateur de fréquence dans une atmosphère potentiellement explosive. Installer le variateur de fréquence dans une armoire située à l'extérieur de cette zone. L'utilisation d'un filtre sinus au niveau de la sortie du variateur de fréquence est aussi recommandée pour atténuer la tension de la montée  $dv/dt$  et le pic de tension. Raccourcir au maximum les câbles du moteur.

**AVIS!**

Les variateurs de fréquence équipés de l'option MCB 112 disposent de la surveillance par thermistance du moteur certifiée PTB pour les atmosphères potentiellement explosives. Des câbles de moteur blindés ne sont pas nécessaires quand les variateurs de fréquence sont utilisés avec des filtres de sortie sinusoïdaux.

## 3.1.8 Définitions du niveau IP

		Contre la pénétration de corps étrangers solides	Contre l'accès à des parties dangereuses par
Premier chiffre	0	(non protégé)	(non protégé)
	1	diamètre $\geq 50$ mm	le dos de la main
	2	diamètre de 12,5 mm	les doigts
	3	diamètre de 2,5 mm	un outil
	4	diamètre $\geq 1,0$ mm	un fil
	5	protection contre la poussière	Fil
	6	étanchéité à la poussière	Fil
Second chiffre		<b>Contre la pénétration d'eau avec un effet nocif</b>	
	0	(non protégé)	
	1	gouttes tombant verticalement	
	2	gouttes à un angle de 15°	
	3	vaporisation d'eau	
	4	projection d'eau	
	5	jets d'eau	
	6	jets d'eau puissants	
	7	immersion temporaire	
8	immersion à long terme		
Première lettre		<b>Informations complémentaires spécifiques pour</b>	
	A		le dos de la main
	B		les doigts
	C		un outil
	D		Fil

		Contre la pénétration de corps étrangers solides	Contre l'accès à des parties dangereuses par
Lettre supplémentaire		<b>Informations complémentaires spécifiques pour</b>	
	H	dispositif haute tension	
	M	déplacement du dispositif pendant l'essai en eau	
	S	dispositif fixe pendant l'essai en eau	
	W	conditions météorologiques	

Tableau 3.3 Définitions CEI 60529 des niveaux IP

## 3.1.8.1 Options d'armoire et niveaux

Les variateurs de fréquence Danfoss sont disponibles avec trois protections nominales différentes :

- IP00 ou IP20 pour une installation dans l'armoire.
- IP54 ou IP55 pour un montage local.
- IP66 pour des conditions ambiantes critiques telles qu'un taux d'humidité (dans l'air) extrêmement élevé, des concentrations de poussière élevées ou des gaz agressifs.

## 3.1.9 Perturbations radioélectriques

L'objectif principal en pratique est d'obtenir des systèmes qui fonctionnent de façon stable sans perturbations radioélectriques entre les composants. Pour atteindre un niveau d'immunité élevé, il est recommandé d'utiliser des variateurs de fréquence équipés de filtres RFI haute qualité.

Utiliser des filtres de Catégorie C1 spécifiés dans la norme EN 61800-3 conformes aux limites de Classe B de la norme générale EN 55011.

Placer des notices d'avertissement sur le variateur de fréquence si les filtres RFI ne correspondent pas à la Catégorie C1 (Catégorie C2 ou moins). La responsabilité relative à l'étiquetage incombe à l'opérateur.

Dans l'usage, il existe deux approches quant aux filtres RFI :

- Intégré à l'équipement
  - Les filtres intégrés permettent de gagner de la place dans l'armoire, mais éliminent également les frais additionnels d'installation, de câblage et

de matériaux. Cependant, l'avantage le plus important est la conformité CEM et le câblage parfaits des filtres intégrés.

- Options externes
  - Les filtres RFI externes en option, installés à l'entrée du variateur de fréquence, provoquent une chute de tension. En pratique, cela signifie que la tension secteur totale n'est pas présente à l'entrée du variateur de fréquence et qu'un surdimensionnement peut être nécessaire. La longueur maximale du câble du moteur conformément aux limites CEM est comprise entre 1 et 50 m. Les frais sont encourus pour les matériaux, les câbles et l'assemblage. La conformité CEM n'est pas testée.

### AVIS!

Pour vérifier le fonctionnement sans interférence du système de variateur ou du moteur, toujours utiliser un filtre RFI de catégorie C1.

### AVIS!

Les unités VLT® AQUA Drive sont fournies de série avec des filtres RFI intégrés conformes à la catégorie C1 (EN 61800-3) pour une utilisation avec des systèmes secteur de 400 V et des puissances nominales max. de 90 kW ou à la catégorie C2 pour des puissances nominales comprises entre 110 et 630 kW. Les unités VLT® AQUA Drive sont conformes à la catégorie C1 avec des câbles de moteur blindés jusqu'à 50 m ou C2 avec des câbles de moteur blindés jusqu'à 150 m. Se reporter au *Tableau 3.4* pour plus de détails.

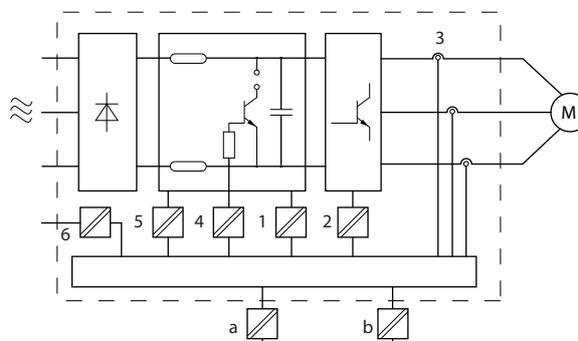
### 3.1.10 Conformité en matière d'isolation galvanique et de PELV

Assurer la protection contre les électrocutions lorsque l'alimentation électrique est de type PELV (tension extrêmement basse) et que l'installation est réalisée selon les réglementations PELV locales et nationales.

Pour conserver l'isolation PELV au niveau de toutes les bornes de commande, toutes les connexions doivent être de type PELV : la thermistance doit être à isolation renforcée. Toutes les bornes de relais et de commande des variateurs de fréquence Danfoss sont conformes à la norme PELV (à l'exception des unités au sol sur trépied supérieures à 400 V).

L'isolation galvanique est obtenue en respectant les exigences en matière d'isolation renforcée avec les lignes de fuite et les distances correspondantes. Ces exigences sont décrites dans la norme EN 61800-5-1.

L'isolation électrique est fournie comme indiqué sur l'*Illustration 3.1*. Les composants décrits sont conformes aux exigences en matière d'isolation galvanique et PELV.



130BA056.10

3

1	Alimentation (SMPS), isolation du signal de V CC incluse, indiquant la tension du circuit intermédiaire
2	Commande de gâchette des IGBT
3	Transformateurs de courant
4	Coupleur optoélectronique, module de freinage
5	Courant d'appel interne, RFI et circuits de mesure de la température.
6	Relais personnalisés
a	Isolation galvanique de l'option de secours de 24 V
f	Isolation galvanique de l'interface de bus standard RS485

Illustration 3.1 Isolation galvanique

### Installation à haute altitude

Les installations dépassant les limites d'altitude ne peuvent pas répondre aux exigences de la norme PELV. L'isolation entre les composants et les pièces critiques peut s'avérer insuffisante. Il existe un risque de surtension. Réduire le risque de surtension en utilisant des dispositifs de protection externes ou une isolation galvanique.

Pour les installations en altitude, contacter Danfoss concernant la norme PELV.

- 380-500 V (protections A, B et C) : au-dessus de 2000 m (6500 pi)
- 380-500 V (protections D, E et F) : au-dessus de 3000 m (9800 pi)
- 525-690 V : au-dessus de 2000 m (6500 pi)

### 3.1.11 Stockage

Comme tout équipement électronique, les variateurs de fréquence doivent être entreposés dans un endroit sec. Aucune mise en forme périodique (charge du condensateur) n'est nécessaire pendant le stockage.

Il est recommandé de garder l'équipement étanche dans son emballage jusqu'à l'installation.

## 3.2 Protection CEM, contre les harmoniques et contre les fuites à la terre

### 3.2.1 Généralités concernant les émissions CEM

Les variateurs de fréquence (et autres dispositifs électriques) génèrent des champs électromagnétiques ou magnétiques qui peuvent interférer avec leur environnement. La compatibilité électromagnétique (CEM) de ces effets dépend de la puissance et des caractéristiques des harmoniques des dispositifs.

L'interaction incontrôlée entre les dispositifs électriques d'un système peut dégrader la compatibilité et altérer le fonctionnement fiable. Les interférences peuvent prendre la forme d'une distorsion des harmoniques, de décharges électrostatiques, de fluctuations de tension rapides ou d'interférences haute fréquence. Les dispositifs électriques génèrent des interférences et sont affectés par les interférences d'autres sources générées.

Les interférences électriques surviennent généralement à des fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz. Des interférences en suspension dans l'air émanant du système du variateur de fréquence (30 MHz-1 GHz) sont notamment générées par l'onduleur, le câble du moteur et le moteur.

Comme le montre l'*Illustration 3.2*, les courants de fuite sont imputables aux courants capacitifs affectant le câble moteur et au rapport  $dU/dt$  élevé de la tension du moteur. La mise en œuvre d'un câble moteur blindé augmente le courant de fuite (voir l'*Illustration 3.2*) car les câbles blindés ont une capacité par rapport à la terre supérieure à celle des câbles non blindés. L'absence de filtrage du courant de fuite se traduit par une perturbation accentuée du réseau dans la plage d'interférence radioélectrique inférieure à 5 MHz environ. Étant donné que le courant de fuite ( $I_1$ ) est renvoyé vers l'unité via le blindage ( $I_3$ ), en principe, le

champ électromagnétique ( $I_4$ ) émis par le câble blindé du moteur est donc faible, conformément à l'*Illustration 3.2*.

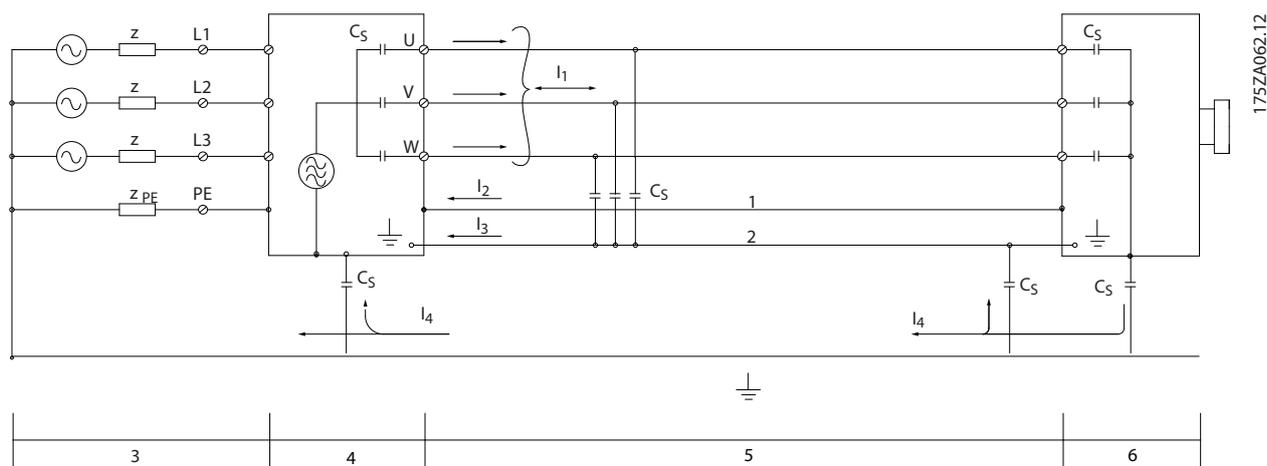
Le blindage réduit l'interférence rayonnée mais augmente les perturbations basses fréquences sur le secteur. Relier le blindage du câble moteur à la fois au côté moteur et au côté variateur de fréquence. Pour cela, il convient d'utiliser les brides pour blindage intégrées afin d'éviter des extrémités blindées torsadées (queues de cochon). Les queues de cochon augmentent l'impédance du blindage à des fréquences élevées, ce qui réduit l'effet du blindage et accroît le courant de fuite ( $I_4$ ).

En cas d'utilisation d'un câble blindé pour le relais, le câble de commande, l'interface signal et le frein, raccorder le blindage à la protection, aux deux extrémités. Dans certaines situations, il peut s'avérer nécessaire d'interrompre le blindage pour éviter les boucles de courant.

En cas de raccordement du blindage sur une plaque destinée au montage du variateur de fréquence, cette plaque doit être métallique afin de pouvoir renvoyer les courants de blindage vers l'appareil. Il importe également d'assurer un bon contact électrique à partir de la plaque de montage à travers les vis de montage et jusqu'au châssis du variateur de fréquence.

En cas d'utilisation de câbles non blindés, certaines exigences en matière d'émission ne sont pas respectées mais les exigences d'immunité sont respectées.

Utiliser les câbles de moteur et de la résistance de freinage les plus courts possibles pour réduire le niveau d'interférences émises par le système dans son ensemble (unité et installation). Éviter de placer les câbles du moteur et du frein à côté de câbles sensibles aux perturbations. Les interférences radioélectriques supérieures à 50 MHz (rayonnées) sont générées en particulier par les composants électroniques de commande.



175ZA062.12

3

1	Fil de terre	3	Alimentation secteur CA	5	Câble moteur blindé
2	Écran	4	Variateur de fréquence	6	Moteur

Illustration 3.2 Génération de courants de fuite

### 3.2.2 Résultats des essais CEM

Les résultats des essais suivants ont été obtenus sur un système regroupant un variateur de fréquence, un câble de commande blindé, un boîtier de commande doté d'un potentiomètre ainsi qu'un moteur et un câble moteur blindé (Ölflex Classic 100 CY) à une fréquence de commutation nominale. Le *Tableau 3.4* indique les longueurs maximum de câble pour obtenir la conformité.

**AVIS!**

Les conditions peuvent changer significativement pour les autres process.

**AVIS!**

Consulter le *Tableau 3.17* pour les câbles moteur parallèles.

Filtre de type RFI		Émission transmise			Émission par rayonnement			
		Longueur de câble [m]			Longueur de câble [m]			
Normes et exigences	EN 55011	Classe B	Classe A Groupe 1	Classe A Groupe 2	Classe B	Classe A Groupe 1	Classe A Groupe 2	
			Habitat, commerce et industrie légère	Environnement industriel	Environnement industriel	Habitat, commerce et industrie légère	Environnement industriel	Environnement industriel
	EN/CEI 61800-3	Catégorie C1	Catégorie C2	Catégorie C3	Catégorie C1	Catégorie C2	Catégorie C3	
		Environnement premier Domicile et bureau	Environnement premier Habitat et commerce	Deuxième environnement Industriel	Environnement premier Habitat et commerce	Environnement premier Habitat et commerce	Second environnement Industriel	
<b>H1</b>								
FC 202	0,25-45 kW 200-240 V	T2	50	150	150	Non	Oui	Oui
	1,1-7,5 kW 200-240 V	S2	50	100/150 <sup>5)</sup>	100/150 <sup>5)</sup>	Non	Oui	Oui
	0,37-90 kW 380-480 V	T4	50	150	150	Non	Oui	Oui
	7,5 kW 380-480 V	S4	50	100/150 <sup>5)</sup>	100/150 <sup>5)</sup>	Non	Oui	Oui
<b>H2</b>								

Filtre de type RFI			Émission transmise			Émission par rayonnement		
Normes et exigences	EN 55011		Longueur de câble [m]			Longueur de câble [m]		
			Classe B	Classe A Groupe 1	Classe A Groupe 2	Classe B	Classe A Groupe 1	Classe A Groupe 2
			Habitat, commerce et industrie légère	Environnement industriel	Environnement industriel	Habitat, commerce et industrie légère	Environnement industriel	Environnement industriel
	EN/CEI 61800-3		Catégorie C1	Catégorie C2	Catégorie C3	Catégorie C1	Catégorie C2	Catégorie C3
			Environnement premier Domicile et bureau	Environnement premier Habitat et commerce	Deuxième environnement Industriel	Environnement premier Habitat et commerce	Environnement premier Habitat et commerce	Second environnement Industriel
FC 202	0,25-3,7 kW 200-240 V	T2	Non	Non	5	Non	Non	Non
	5,5-45 kW 200-240 V	T2	Non	Non	25	Non	Non	Non
	1,1-7,5 kW 200-240 V	S2	Non	Non	25	Non	Non	Non
	0,37-7,5 kW 380-480 V	T4	Non	Non	5	Non	Non	Non
	11-90 kW 380-380 V <sup>4)</sup>	T4	Non	Non	25	Non	Non	Non
	7,5 kW 380-480 V	S4	Non	Non	25	Non	Non	Non
	11-30 kW 525-690 V <sup>1, 4)</sup>	T7	Non	Non	25	Non	Non	Non
37-90 kW 525-690 V <sup>2, 4)</sup>	T7	Non	Non	25	Non	Non	Non	
<b>H3</b>								
FC 202	0,25-45 kW 200-240 V	T2	10	50	50	Non	Oui	Oui
	0,37-90 kW 380-480 V	T4	10	50	50	Non	Oui	Oui
<b>H4</b>								
FC 202	1,1-30 kW 525-690 V <sup>1)</sup>	T7	Non	100	100	Non	Oui	Oui
	37-90 kW 525-690 V <sup>2)</sup>	T7	Non	150	150	Non	Oui	Oui
<b>Hx<sup>1)</sup></b>								
FC 202	1,1-90 kW 525-600 V	T6	Non	Non	Non	Non	Non	Non
	15-22 kW 200-240 V	S2	Non	Non	Non	Non	Non	Non
	11-37 kW 380-480 V	S4	Non	Non	Non	Non	Non	Non

**Tableau 3.4 Résultats du test CEM (émissions) Longueur de câble du moteur maximale**

1) Protection de taille B2.

2) Protection de taille C2.

3) Les versions Hx peuvent être utilisées conformément à la norme EN/CEI 61800-3 catégorie C4.

4) T7, 37-90 kW conforme à la classe A groupe 1 avec un câble moteur de 25 m. Certaines restrictions s'appliquent à l'installation (contacter Danfoss pour plus de détails).

5) 100 m entre phase et neutre, 150 m entre phase et phase (mais pas du TT ou TT). Les variateurs de fréquence monophasés n'ont pas été prévus pour une alimentation à 2 phases depuis un réseau TT ou TN.

HX, H1, H2, H3, H4 ou H5 est défini dans le code de type en pos. 16-17 pour les filtres CEM.

HX - aucun filtre CEM intégré dans le variateur de fréquence.

H1 - filtre CEM intégré. Conforme à la norme EN 55011 classe A1/B et EN/CEI 61800-3 catégorie 1/2.

H2 - filtre RFI limité contenant seulement des condensateurs et sans bobine mode commun. Conforme à EN 55011 classe A2 et EN/CEI 61800-3 catégorie 3.

H3 - filtre CEM intégré. Conforme à la norme EN 55011 classe A1/B et EN/CEI 61800-3 catégorie 1/2.

H4 - filtre CEM intégré. Conforme aux normes EN 55011 classe A1 et EN/CEI 61800-3 catégorie 2.

H5 - Versions marines. Version renforcée, conforme aux mêmes niveaux d'émissions que les versions H2.

### 3.2.3 Conditions d'émission

fournit la définition des 4 catégories et la classification équivalente de la norme EN 55011.

La norme produit CEM pour les variateurs de fréquence définit 4 catégories (C1, C2, C3 et C4) avec des exigences spécifiques pour les émissions et l'immunité. Le *Tableau 3.5*

Catégorie	Définition	Classe d'émission équivalente dans la norme EN 55011
C1	Variateurs de fréquence installés dans un environnement premier (habitat et commerce) avec une tension d'alimentation inférieure à 1 000 V.	Classe B
C2	Variateurs de fréquence installés dans un environnement premier (habitat et commerce) avec une tension d'alimentation inférieure à 1 000 V, qui ne sont ni enfichables ni amovibles et prévus pour être installés et mis en service par un professionnel.	Classe A groupe 1
C3	Variateurs de fréquence installés dans un environnement second (industriel) avec une tension d'alimentation inférieure à 1 000 V.	Classe A groupe 2
C4	Variateurs de fréquence installés dans un environnement second avec une tension d'alimentation égale ou supérieure à 1 000 V ou un courant nominal égal ou supérieur à 400 A ou prévus pour un usage dans des systèmes complexes.	Aucune limite. Établir un plan CEM.

**Tableau 3.5** Corrélation entre la norme CEI 61800-3 et la norme EN 55011

Lorsque les normes d'émissions génériques (transmises) sont utilisées, les variateurs de fréquence doivent être conformes aux limites définies dans le *Tableau 3.6* :

Environnement	Norme d'émission générique	Classe d'émission équivalente dans la norme EN 55011
Environnement premier (habitat et commerce)	Norme EN/CEI 61000-6-3 concernant les émissions dans les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère.	Classe B

Environnement	Norme d'émission générique	Classe d'émission équivalente dans la norme EN 55011
Environnement second (environnement industriel)	Norme EN/CEI 61000-6-4 concernant les émissions dans les environnements industriels.	Classe A groupe 1

**Tableau 3.6** Corrélation entre la norme d'émission générique et EN 55011

### 3.2.4 Conditions d'immunité

Les conditions d'immunité des variateurs de fréquence dépendent de l'environnement dans lequel ils sont installés. Les exigences sont plus strictes pour l'environnement industriel que pour les environnements résidentiels et commerciaux. Tous les variateurs de fréquence Danfoss sont conformes aux exigences pour l'environnement industriel et par conséquent aux exigences moindres des environnements résidentiels et commerciaux, offrant ainsi une importante marge de sécurité.

Afin de pouvoir documenter l'immunité à l'égard des interférences, les essais suivants d'immunité ont été réalisés conformément aux normes de base suivantes :

- **EN 61000-4-2 (CEI 61000-4-2)** : décharges électrostatiques (DES). Simulation de l'influence des décharges électrostatiques générées par le corps humain.
- **EN 61000-4-3 (CEI 61000-4-3)** : champ électromagnétique rayonné à modulation d'amplitude : simulation de l'influence des radars, matériels de radiodiffusion et appareils de communication mobiles.
- **EN 61000-4-4 (CEI 61000-4-4)** : rafales. Simulation d'interférences provoquées par un contacteur en ouverture, un relais ou un dispositif analogue.
- **EN 61000-4-5 (CEI 61000-4-5)** : transitoires. Simulation de transitoires provoquées, par exemple, par la foudre frappant à proximité d'installations.
- **EN 61000-4-6 (CEI 61000-4-6)** : mode commun RF. Simulation de l'effet d'équipement de transmission connecté par des câbles de raccordement.

Voir le par. *Tableau 3.7*.

Norme de base	Rafale <sup>2)</sup> CEI 61000-4-42	Surtension <sup>2)</sup> CEI 61000-4-5	Décharge électro- statique <sup>2)</sup> CEI 61000-4-2	Champ électromagnétique rayonné CEI 61000-4-3	Tension mode commun RF CEI 61000-4-6
Critère d'acceptation	B	B	B	A	A
Plage de tension : 200-240 V, 380-500 V, 525-600 V, 525-690 V					
Ligne	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Moteur	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Frein	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Répartition de la charge	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Fils de commande	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Bus standard	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Fils du relais	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Options d'application et bus	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Câble LCP	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Alimentation externe 24 V CC	2 V CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Protection	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

**Tableau 3.7 Schéma d'immunité CEM**

1) Injection sur blindage de câble

2) Valeurs généralement obtenues par les tests

### 3.2.5 Isolation du moteur

Les moteurs modernes à utiliser avec des variateurs de fréquence présentent un niveau élevé d'isolation pour représenter la nouvelle génération d'IGBT haute fréquence avec un dU/dt élevé. Pour un réajustement sur des moteurs anciens, confirmer l'isolation du moteur ou atténuer avec un filtre dU/dt ou si nécessaire un filtre sinus.

Pour les longueurs de câble du moteur ≤ à la longueur de câble répertoriée au *chapitre 7.5 Spécifications du câble*, l'isolation du moteur recommandée est indiquée dans le *Tableau 3.8*. Si un moteur présente une valeur d'isolation nominale inférieure, il est conseillé d'utiliser un filtre du/dt ou sinus.

Tension secteur nominale [V]	Isolation du moteur [V]
$U_N \leq 420$	U <sub>LL</sub> standard = 1300
$420 < U_N \leq 500$	U <sub>LL</sub> renforcée = 1600
$500 < U_N \leq 600$	U <sub>LL</sub> renforcée = 1800
$600 < U_N \leq 690$	U <sub>LL</sub> renforcée = 2000

**Tableau 3.8 Isolation du moteur**

### 3.2.6 Courants des paliers de moteur

Pour minimiser les courants d'entraînement des paliers et des arbres, relier les éléments ci-dessous à la machine entraînée :

- Variateur de fréquence
- Moteur
- Machine entraînée

#### Stratégies d'atténuation standard

1. Utiliser un palier isolé.
2. Appliquer des procédures d'installation rigoureuses.
  - 2a Veiller à ce que le moteur et la charge moteur soient alignés.
  - 2b Respecter strictement la réglementation CEM.
  - 2c Renforcer le PE de façon à ce que l'impédance haute fréquence soit inférieure dans le PE aux fils d'alimentation d'entrée.
  - 2d Permettre une bonne connexion haute fréquence entre le moteur et le variateur de fréquence par exemple avec un câble

- armé muni d'un raccord à 360° dans le moteur et le variateur de fréquence.
- 2e Veiller à ce que l'impédance entre le variateur de fréquence et la mise à la terre soit inférieure à l'impédance de la mise à la terre de la machine. Cela peut s'avérer difficile pour les pompes.
- 2f Procéder à une mise à la terre directe entre le moteur et la charge moteur.
- 3. Abaisser la fréquence de commutation de l'IGBT.
- 4. Modifier la forme de l'onde de l'onduleur, 60° AVM au lieu de SFAVM.
- 5. Installer un système de mise à la terre de l'arbre ou utiliser un raccord isolant.
- 6. Appliquer un lubrifiant conducteur.
- 7. Utiliser si possible des réglages minimum de la vitesse.
- 8. Veiller à ce que la tension de la ligne soit équilibrée jusqu'à la terre. Cela peut s'avérer difficile pour les réseaux IT, TT, TN-CS ou les systèmes de colonne mis à la terre.
- 9. Utiliser un filtre dU/dt ou sinus.

### 3.2.7 Harmoniques

Les dispositifs électriques avec redresseurs à diodes tels que les éclairages fluorescents, les ordinateurs, les copieurs, les fax, plusieurs équipements de laboratoire et systèmes de télécommunication, peuvent ajouter des distorsions harmoniques à une alimentation secteur. Les variateurs de fréquence utilisent une entrée en pont à diodes, ce qui peut également contribuer à une distorsion des harmoniques.

Le variateur de fréquence ne peut absorber le courant uniformément à partir de la ligne électrique. Ce courant non sinusoïdal comporte des composants qui sont des multiples de la fréquence fondamentale du courant. Ces composants sont appelés harmoniques. Il est important de contrôler la distorsion harmonique totale de l'alimentation secteur. Même si les harmoniques n'affectent pas directement la consommation d'énergie électrique, elles génèrent de la chaleur dans les câbles et les transformateurs et peuvent affecter d'autres dispositifs sur la même ligne électrique.

#### 3.2.7.1 Analyse des harmoniques

Plusieurs caractéristiques du système électrique d'un bâtiment déterminent la contribution exacte des harmoniques du variateur au THD d'une installation et sa capacité à respecter les normes IEEE. Les généralisations concernant la contribution des harmoniques des variateurs

de fréquence sur une installation spécifique sont difficiles. Si nécessaire, analyser les harmoniques du système afin de déterminer les effets de l'équipement.

Un variateur de fréquence consomme un courant non sinusoïdal qui accroît le courant d'entrée I<sub>RMS</sub>. Un courant non sinusoïdal peut être transformé à l'aide d'une analyse de série Fourier en une somme de courants sinusoïdaux de fréquences différentes, c'est-à-dire en harmoniques de courant I<sub>n</sub> différents dont la fréquence de base est égale à 50 ou 60 Hz.

Les harmoniques de courant ne contribuent pas directement à la consommation de puissance mais elles augmentent les pertes de chaleur de l'installation (transformateurs, inducteurs, câbles). De ce fait, dans les installations électriques caractérisées par un pourcentage élevé de charges redressées, il convient de maintenir les harmoniques de courant à un niveau faible afin d'éviter la surcharge du transformateur, des inducteurs et des câbles.

Abréviation	Description
f <sub>1</sub>	fréquence fondamentale
I <sub>1</sub>	courant fondamental
U <sub>1</sub>	tension fondamentale
I <sub>n</sub>	harmoniques de courant
U <sub>n</sub>	harmoniques de tension
n	ordre des harmoniques

Tableau 3.9 Abréviations associées aux harmoniques

	Courant fondamental (I <sub>1</sub> )	Harmoniques de courant (I <sub>n</sub> )		
		I <sub>5</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>11</sub>
Courant	I <sub>1</sub>	I <sub>5</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>11</sub>
Fréquence [Hz]	50	250	350	550

Tableau 3.10 Courant non sinusoïdal transformé

Courant	Harmoniques de courant				
	I <sub>RMS</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>5</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>11-49</sub>
Courant d'entrée	1,0	0,9	0,4	0,2	< 0,1

Tableau 3.11 Comparaison entre les harmoniques de courant et le courant

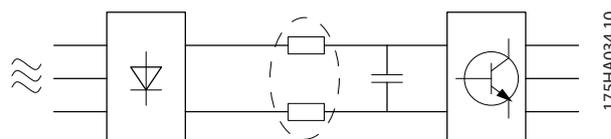


Illustration 3.3 Bobines du circuit intermédiaire

175HA034.10

**AVIS!**

Certaines harmoniques de courant sont susceptibles de perturber les équipements de communication reliés au même transformateur ou de provoquer des résonances dans les connexions avec les condensateurs de correction du facteur de puissance.

Pour produire des harmoniques de courant bas, le variateur de fréquence est doté de filtres passifs. Les bobines CC réduisent le taux d'harmoniques (THD) à 40 %.

La distorsion de la tension d'alimentation secteur dépend de la taille des harmoniques de courant multipliée par l'impédance secteur à la fréquence concernée. La distorsion de tension totale (THD) est calculée à partir de chacun des harmoniques de courant selon la formule :

$$THD = \frac{\sqrt{U_5^2 + U_7^2 + \dots + U_N^2}}{U_1}$$

### 3.2.7.2 Conditions d'émission harmonique

#### Équipements raccordés au réseau public d'alimentation

Option	Définition
1	CEI/EN 61000-3-2 Classe A pour équipement triphasé équilibré (pour équipement professionnel uniquement jusqu'à une puissance totale de 1 kW).
2	CEI/EN 61000-3-12 Équipement 16 A-75 A et équipement professionnel depuis 1 kW jusqu'à un courant de phase de 16 A.

Tableau 3.12 Normes d'émission d'harmoniques

### 3.2.7.3 Résultats des essais harmoniques (émission)

Les puissances allant jusqu'à PK75 en T2 et T4 satisfont la norme CEI/EN 61000-3-2 Classe A. Les puissances de P1K1 à P18K en T2 et jusqu'à P90K en T4 sont conformes à la norme CEI/EN 61000-3-12, tableau 4. Les puissances P110 - P450 en T4 respectent également la norme CEI/EN 61000-3-12 même si cela n'est pas nécessaire car les courants sont supérieurs à 75 A.

Le *Tableau 3.13* décrit que la puissance du court-circuit du  $S_{sc}$  d'alimentation au point d'interface entre l'alimentation de l'utilisateur et le système public ( $R_{scc}$ ) est supérieure ou égale à :

$$S_{sc} = \sqrt{3} \times R_{scc} \times U_{secteur} \times I_{\text{éq}} = \sqrt{3} \times 120 \times 400 \times I_{\text{éq}}$$

	Harmoniques de courant individuels $I_n/I_1$ (%)			
	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	$I_{13}$
Réel (typique)	40	20	10	8
Limite pour $R_{scc} \geq 120$	40	25	15	10
	Taux de distorsion des harmoniques de courant (%)			
	THD		PWHD	
Réel (typique)	46		45	
Limite pour $R_{scc} \geq 120$	48		46	

Tableau 3.13 Résultats des essais harmoniques (émission)

Il est de la responsabilité de l'installateur ou de l'utilisateur de l'équipement de s'assurer, en consultant l'opérateur du réseau de distribution si nécessaire, que l'équipement est raccordé uniquement à une alimentation avec une puissance de court-circuit  $S_{sc}$  supérieure ou égale à celle spécifiée dans l'équation.

Consulter l'opérateur du réseau de distribution pour raccorder d'autres puissances au réseau public d'alimentation.

Conformité avec les directives des différents niveaux de système :

Les données des harmoniques de courant dans le *Tableau 3.13* sont proposées en conformité avec la norme CEI/EN 61000-3-12 en rapport avec la norme produit concernant les Systèmes d'entraînement motorisés. Ces données peuvent servir de base pour le calcul de l'influence des harmoniques de courant sur le système d'alimentation et pour la documentation de conformité aux directives régionales concernées : IEEE 519 -1992 ; G5/4.

### 3.2.7.4 Effet des harmoniques dans un système de distribution de puissance

Sur l'*Illustration 3.4*, un transformateur est connecté côté primaire à un point de couplage commun PCC1, sur l'alimentation en moyenne tension. Le transformateur présente une impédance  $Z_{xf}$  et alimente un certain nombre de charges. Le point de couplage commun où toutes les charges sont connectées ensemble est PCC2. Chaque charge est connectée via des câbles présentant une impédance  $Z_1, Z_2, Z_3$ .

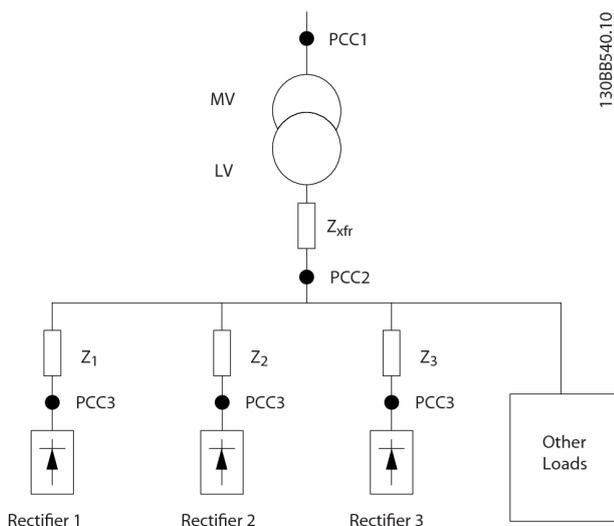


Illustration 3.4 Petit réseau de distribution

Les harmoniques de courant prélevées par des charges non linéaires provoquent une distorsion de la tension en raison de la baisse de cette dernière sur les impédances du réseau de distribution. Des impédances supérieures entraînent des niveaux plus élevés de distorsion de la tension.

La distorsion de courant est liée aux performances des appareils et à la charge individuelle. La distorsion de tension est quant à elle liée aux performances du système. Il est impossible de déterminer la distorsion de tension sur le PCC en ne connaissant que les performances d'harmoniques de la charge. Pour prévoir la distorsion sur le PCC, la configuration du système de distribution et les impédances associées doivent être identifiées.

Un terme couramment utilisé pour décrire l'impédance d'un réseau est le rapport de court-circuit  $R_{scc}$ , défini comme le rapport entre la puissance apparente du court-circuit de l'alimentation au point PCC ( $S_{sc}$ ) et la puissance apparente nominale de la charge ( $S_{equ}$ ).

$$R_{scc} = \frac{S_{sc}}{S_{equ}}$$

où  $S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{alimentation}}$  et  $S_{equ} = U \times I_{equ}$

**L'effet négatif des harmoniques est double**

- Les harmoniques de courant contribuent à des pertes système (dans le câblage, le transformateur).
- La distorsion de tension des harmoniques entraîne des perturbations sur les autres charges et augmentent leurs pertes.

130BB540.10

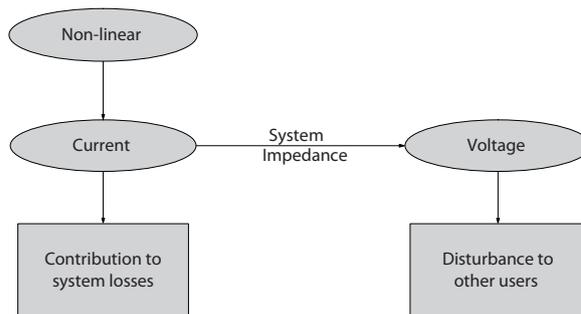


Illustration 3.5 Effets négatifs des harmoniques

**3.2.7.5 Normes et exigences quant aux limites d'harmoniques**

Les exigences relatives aux limites d'harmoniques peuvent être les suivantes :

- Exigences spécifiques à l'application.
- Normes à respecter.

Les exigences spécifiques à l'application sont liées à une installation particulière où des raisons techniques limitent les harmoniques.

**Exemple**

Un transformateur de 250 kVA avec deux moteurs de 2 110 kW connectés est suffisant si l'un des moteurs est branché directement en ligne et que l'autre est alimenté via un variateur de fréquence. Cependant, le transformateur est sous-dimensionné si les deux moteurs sont alimentés par variateur de fréquence. L'utilisation de moyens supplémentaires pour réduire les harmoniques dans l'installation ou le choix de variantes de variateur à charge harmonique faible permet le fonctionnement des deux moteurs avec des variateurs de fréquence.

Il existe diverses normes, réglementations et recommandations pour atténuer les harmoniques. Différentes normes s'appliquent dans des zones géographiques et des industries variées. Les normes suivantes sont les plus courantes :

- IEC61000-3-2
- IEC61000-3-12
- IEC61000-3-4
- IEEE 519
- G5/4

Voir le *Manuel de configuration de l'AHF 005/010* pour obtenir les détails spécifiques à chaque norme.

En Europe, le THVD maximum est de 8 % si l'installation est connectée via le réseau public. Si l'installation dispose de son propre transformateur, la limite du THVD est de 10 %. Le VLT® AQUA Drive a été conçu pour supporter un THVD de 10 %.

### 3.2.7.6 Atténuation des harmoniques

Lorsqu'une suppression supplémentaire des harmoniques est nécessaire, Danfoss propose une large gamme de matériel d'atténuation. Voici ces équipements :

- variateurs à 12 impulsions,
- filtres AHF
- variateurs à charge harmonique faible,
- Filtres actifs

Le choix de la solution appropriée dépend de plusieurs facteurs :

- réseau (distorsion de fond, déséquilibre du réseau, résonance et type d'alimentation (transformateur/générateur)) ;
- application (profil, nombre et taille des charges) ;
- exigences/réglementations locales/nationales (IEEE519, CEI, G5/4, etc.) ;
- coût total de propriété (coûts initiaux, rendement, maintenance, etc.).

Toujours envisager une atténuation des harmoniques si la charge du transformateur présente une contribution non linéaire d'au moins 40 %.

Danfoss propose des outils de calcul des harmoniques (voir le *chapitre 2.8.2 Logiciel PC*).

### 3.2.8 Courant de fuite à la terre

Respecter les réglementations locales et nationales concernant la mise à la terre de protection de l'équipement en cas de courant de fuite supérieur à 3,5 mA. La technologie du variateur de fréquence implique une commutation de fréquence élevée à des puissances importantes. Cela génère un courant de fuite dans la mise à la terre.

Le courant de fuite à la terre provient de plusieurs sources et dépend des différentes configurations du système, notamment :

- Filtrage RFI
- Longueur de câble du moteur
- Protection du câble du moteur
- Alimentation du variateur de fréquence

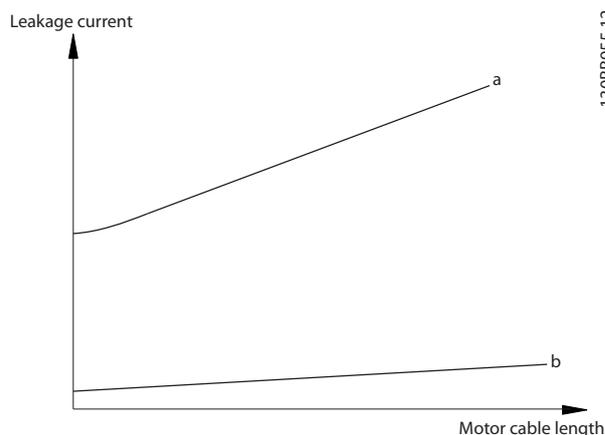


Illustration 3.6 Influence de la longueur de câble moteur et de la puissance sur le courant de fuite. Puissance a > Puissance b

Le courant de fuite dépend également de la distorsion de la ligne.

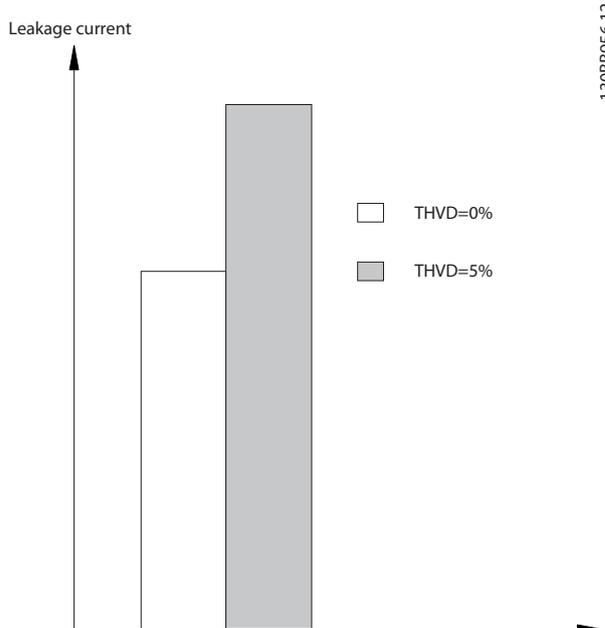


Illustration 3.7 Influence de la distorsion de la ligne sur le courant de fuite

La norme EN/CEI 61800-5-1 (norme produit concernant les systèmes d'entraînement électriques) exige une attention particulière si le courant de fuite dépasse 3,5 mA. Renforcer la mise à la terre avec les exigences suivantes en matière de protection par mise à la terre :

- Fil de mise à la terre (borne 95) d'au moins 10 mm<sup>2</sup> de section.
- Deux fils de terre séparés respectant les consignes de dimensionnement.

Voir les normes EN/CEI 61800-5-1 et EN 50178 pour plus d'informations.

#### Utilisation de RCD

Lorsque des relais de protection différentielle (RCD), aussi appelés disjoncteurs de mise à la terre (ELCB), sont utilisés, respecter les éléments suivants :

- Utiliser des RCD de type B uniquement car ils sont capables de détecter les courants CA et CC.
- Utiliser des RCD avec un retard pour éviter les pannes dues aux courants à la terre transitoires.
- Dimensionner les RCD selon la configuration du système et en tenant compte de l'environnement d'installation.

Le courant de fuite comprend plusieurs fréquences provenant de la fréquence secteur et de la fréquence de commutation. La détection de la fréquence de commutation dépend du type de RCD utilisé.

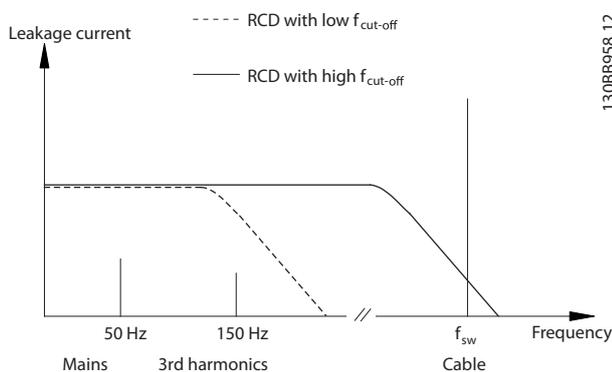


Illustration 3.8 Sources principales du courant de fuite

La quantité de courant de fuite détectée par les RCD dépend de la fréquence de coupure des RCD.

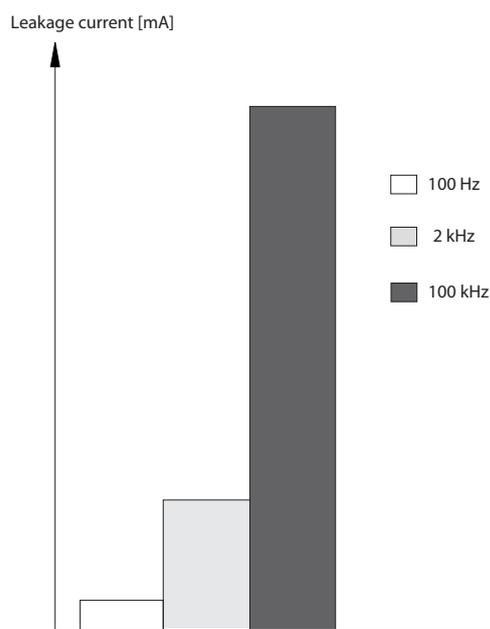


Illustration 3.9 Influence de la fréquence de coupure des RCD sur le courant de fuite

### 3.3 Intégration secteur

#### 3.3.1 Configurations du secteur et effets de la CEM

Divers types de systèmes secteur CA sont utilisés pour alimenter les variateurs électriques. Chacun affecte les caractéristiques CEM du système. Les systèmes à 5 fils TN-S sont considérés comme les meilleurs à cet égard, alors que le système IT isolé est le moins souhaitable.

Type de système	Description
Systèmes secteur TN	Il existe 2 types de systèmes de distribution secteur TN : TN-S et TN-C.
TN-S	Il s'agit d'un système à 5 fils avec des conducteurs neutre (N) et de terre (PE) séparés. Il fournit ainsi les meilleures propriétés CEM et évite la transmission d'interférences.
TN-C	Il s'agit d'un système à 4 fils avec un conducteur neutre et de protection par mise à la terre (PE) commun au système entier. Le conducteur neutre et de protection par mise à la terre entraîne de mauvaises caractéristiques de CEM.
Systèmes secteur TT	Il s'agit d'un système à 4 fils avec un conducteur neutre mis à la terre et une mise à la terre individuelle des unités de variateurs. Il présente de bonnes caractéristiques de CEM si la mise à la terre est correcte.
Système secteur IT	Il s'agit d'un système à 4 fils isolé où le conducteur neutre est mis à la terre ou non via une impédance.

Tableau 3.14 Types de systèmes de secteur CA

### 3.3.2 Perturbation secteur basse fréquence

#### 3.3.2.1 Alimentation secteur non sinusoïdale

La tension secteur est rarement une tension sinusoïdale uniforme avec une amplitude et une fréquence constantes. Ceci est dû en partie à des charges qui prélèvent des courants non sinusoïdaux sur le secteur ou qui ont des caractéristiques non linéaires, telles que les PC, les téléviseurs, les alimentations à découpage, les lampes à économie d'énergie et les variateurs de fréquence. Les écarts sont inévitables et acceptables dans certaines limites.

#### 3.3.2.2 Conformité aux directives CEM

Dans la plupart des pays européens, la base de l'estimation objective de la qualité du secteur est la loi sur la compatibilité électromagnétique des dispositifs (EMVG). La conformité à cette réglementation garantit que tous les dispositifs et réseaux connectés aux systèmes de distribution électrique répondent à l'usage prévu sans générer de problèmes.

Standard	Définition
EN 61000-2-2, EN 61000-2-4, EN 50160	Définit les limites de tension secteur afin de respecter les réseaux d'alimentation industriels et publics.
EN 61000-3-2, 61000-3-12	Régule les interférences secteur générées par les dispositifs connectés.
EN 50178	Surveille les équipements électroniques utilisés sur les installations électriques.

Tableau 3.15 Normes de conception EN pour la qualité de la puissance du secteur

#### 3.3.2.3 Variateurs de fréquence sans interférences

Chaque variateur de fréquence génère une perturbation secteur. Les normes actuelles définissent uniquement les plages de fréquences jusqu'à 2 kHz. Certains variateurs décalent la perturbation secteur dans la zone supérieure à 2 kHz, qui n'est pas concernée par la norme, et commercialisent les dispositifs comme des dispositifs « sans interférence ». Les limites de cette zone sont actuellement étudiées. Les variateurs de fréquence ne décalent pas les perturbations secteur.

#### 3.3.2.4 Survenue d'une perturbation secteur

La déformation due aux perturbations secteur de la forme d'onde sinusoïdale par les courants d'entrée à impulsion des charges est généralement appelée harmoniques. Dérivée de la méthode Fourier, elle est évaluée jusqu'à 2,5 kHz, ce qui correspond au 50ème harmonique de la fréquence secteur.

Les redresseurs d'entrée des variateurs de fréquence génèrent cette forme typique d'interférence harmonique sur le secteur. Si les variateurs de fréquence sont reliés à des systèmes de secteur 50 Hz, le troisième harmonique (150 Hz), le cinquième harmonique (250 Hz) ou le septième harmonique (350 Hz) présente les effets les plus marqués. Le résidu harmonique total est appelé taux d'harmoniques (THD).

#### 3.3.2.5 Effets d'une perturbation secteur

Les harmoniques et les fluctuations de tension sont 2 formes de perturbation secteur basse fréquence. Leur apparence est différente à leur origine par rapport à tout autre point du système secteur où une charge est reliée. Par conséquent, une plage d'influences doit être déterminée collectivement au moment d'évaluer les effets de la perturbation secteur. Cela comprend l'alimentation secteur, la structure et les charges.

Des avertissements de sous-tension et des pertes fonctionnelles supérieures peuvent se produire suite à une perturbation secteur.

**Avertissements de sous-tension**

- Mesures de tension incorrectes suite à la distorsion de la tension secteur sinusoïdale
- Entraîne des mesures incorrectes de l'alimentation car seule la mesure de courant efficace réel (RMS) tient compte du résidu harmonique.

**Pertes plus importantes**

- Les harmoniques réduisent la puissance active, la puissance apparente et la puissance réactive.
- Déforme les charges électriques entraînant des perturbations audibles sur d'autres dispositifs ou, dans le pire des cas, une destruction.
- Réduit la durée de vie des dispositifs suite à une surchauffe.

**AVIS!**

Un résidu harmonique excessif place une charge sur l'équipement de correction du facteur de puissance et peut même entraîner sa destruction. Pour cette raison, il convient d'installer des bobines d'arrêt sur l'équipement de correction du facteur de puissance en présence d'un résidu harmonique excessif.

**3.3.3 Analyse des perturbations secteur**

Pour éviter toute altération de la qualité de la puissance du secteur, diverses méthodes peuvent être utilisées avec des systèmes ou des dispositifs qui engendrent des harmoniques de courant. Des programmes d'analyse du secteur, tels que le logiciel de calcul des harmoniques (HCS), analysent les conceptions du système d'harmoniques. Des contre-mesures spécifiques peuvent être testées au préalable et garantir une compatibilité postérieure du système.

Pour analyser les systèmes secteur, accéder au site <http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START> pour télécharger le logiciel.

**AVIS!**

Danfoss dispose d'un niveau d'expertise CEM élevé et fournit aux clients des analyses de CEM avec une évaluation détaillée ou des calculs sur le secteur en plus de cours de formation, de séminaires et d'ateliers.

**3.3.4 Options pour réduire les perturbations secteur**

Généralement, la perturbation secteur issue de contrôleurs peut être réduite en limitant l'amplitude des courants d'impulsions. Cela améliore le facteur de puissance  $\lambda$  (lambda).

Plusieurs méthodes sont recommandées pour éviter les harmoniques du secteur :

- Bobines d'arrêt d'entrée ou bobines d'arrêt sur le circuit intermédiaire dans les variateurs de fréquence.
- Filtres passifs.
- Filtres actifs.
- Circuits intermédiaires minces.
- Application frontale active et variateurs à charge harmonique faible.
- Redresseurs avec 12, 18 ou 24 impulsions par cycle.

**3.3.5 Perturbations radioélectriques**

Les variateurs de fréquence engendrent des perturbations radioélectriques (RFI) suite à des impulsions de courant à largeur variable. Les variateurs et les câbles du moteur émettent des radiations de ces composants et les conduisent dans le système de secteur.

Les filtres RFI sont utilisés pour réduire les perturbations sur le secteur. Ils confèrent une immunité au bruit pour protéger les dispositifs contre les perturbations haute fréquence. Ils réduisent également les perturbations émises dans le câble secteur ou la radiation depuis le câble secteur. Les filtres sont prévus pour limiter les perturbations à un niveau spécifié. Les filtres intégrés sont souvent des équipements standard classés pour une immunité spécifique.

**AVIS!**

Tous les variateurs de fréquence VLT® AQUA Drive sont équipés de bobines d'arrêt de perturbation secteur en standard.

**3.3.6 Classement du site d'exploitation**

La connaissance des exigences relatives à l'environnement nécessaires pour que le variateur de fréquence fonctionne est le facteur le plus important de la conformité CEM.

**3.3.6.1 Environnement 1/Classe B : Résidentiel**

Les sites d'exploitation reliés au réseau public basse tension, y compris les zones légèrement industrialisées, sont classés comme Environnement 1/Classe B. Ils ne disposent pas de leurs propres transformateurs de distribution haute ou moyenne tension pour un système de secteur distinct. Les classements d'environnement s'appliquent aux bâtiments, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur. Quelques exemples : zones commerciales, zones et bâtiments résidentiels, restaurants, parkings et installations de loisirs.

### 3.3.6.2 Environnement 2/classe A : Industriel

Les environnements industriels ne sont pas reliés au réseau électrique public. Au lieu de cela, ils disposent de leurs propres transformateurs de distribution haute ou moyenne tension. Les classements d'environnement s'appliquent aux bâtiments, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur.

Ils sont définis comme industriels et sont caractérisés par des conditions électromagnétiques spécifiques :

- Présence de dispositifs scientifiques, médicaux ou industriels.
- Commutation de grandes charges inductives et capacitatives.
- Survenue de champs magnétiques forts (par exemple, suite à des courants élevés).

### 3.3.6.3 Environnements spéciaux

Dans les zones où les transformateurs moyenne tension se sont clairement démarqués d'autres endroits, l'utilisateur décide du type d'environnement pour le classement de ses installations. L'utilisateur est responsable de la compatibilité électromagnétique nécessaire pour permettre une exploitation sans difficulté de tous les dispositifs dans certaines conditions. Quelques exemples d'environnements spéciaux : centres commerciaux, supermarchés, stations-service, immeubles de bureaux et entrepôts.

### 3.3.6.4 Étiquettes de mise en garde

Lorsqu'un variateur de fréquence n'est pas conforme à la catégorie C1, un avertissement doit être fourni. Cette opération incombe à l'utilisateur. L'élimination des perturbations est basée sur les classes A1, A2 et B de la norme EN 55011. L'utilisateur est le responsable final du classement approprié des dispositifs et des frais dérivés de la correction des problèmes de CEM.

### 3.3.7 Utilisation avec une source d'entrée isolée

De nombreuses installations électriques aux États-Unis sont reliées à la terre. Même si ce n'est généralement pas le cas aux États-Unis, l'alimentation d'entrée peut être une source isolée. Tous les variateurs de fréquence Danfoss peuvent être utilisés avec une source d'entrée isolée mais aussi avec des lignes électriques reliées à la terre.

### 3.3.8 Correction du facteur de puissance

L'équipement de correction du facteur de puissance sert à réduire le déphasage ( $\varphi$ ) entre la tension et le courant afin de rapprocher le facteur de puissance de l'unité ( $\cos \varphi$ ).

Ceci est nécessaire quand un nombre élevé de charges inductives, telles que des moteurs ou des régulateurs de puissance, sont utilisées dans un système de distribution électrique. Les variateurs de fréquence dotés d'un circuit intermédiaire isolé ne prélèvent pas de puissance réactive du système de secteur et ne génèrent pas non plus de déphasage. Ils ont un  $\cos \varphi$  d'environ 1.

Pour cette raison, les moteurs à vitesse variable ne doivent pas en tenir compte lors du dimensionnement d'un équipement de correction du facteur de puissance. Cependant, le courant prélevé par l'équipement de correction de phase augmente parce que les variateurs de fréquence engendrent des harmoniques. La charge et le facteur de chaleur sur les condensateurs augmentent proportionnellement au nombre de générateurs d'harmoniques. Par conséquent, il convient d'installer des bobines d'arrêt dans l'équipement de correction du facteur de puissance. Ces bobines empêchent aussi les résonances entre les inductances de charge et la capacitance. Les variateurs avec  $\cos \varphi < 1$  requièrent aussi des bobines d'arrêt dans l'équipement de correction du facteur de puissance. Il convient aussi de tenir compte du niveau de puissance réactive supérieur, pour les dimensions des câbles.

### 3.3.9 Retard de puissance d'entrée

Pour garantir que le circuit de suppression des surcharges d'entrée fonctionne correctement, il convient de respecter un délai entre les applications successives de puissance d'entrée.

Le *Tableau 3.16* affiche le temps minimum à respecter entre les applications de puissance d'entrée.

Tension d'entrée [V]	380	415	460	600
Temps d'attente [s]	48	65	83	133

Tableau 3.16 Retard de puissance d'entrée

### 3.3.10 Transitoires du réseau

Les transitoires sont de brefs pics de tension dans une plage de quelques milliers de volts. Ils peuvent avoir lieu dans tous les types de systèmes de distribution de puissance, dans des environnements industriels et résidentiels.

La foudre est une cause courante de transitoires. Cependant, ils sont aussi causés par la commutation en ligne/hors ligne de grandes charges ou la commutation d'un autre équipement de transitoires du réseau, comme un équipement de correction du facteur de puissance. Les transitoires peuvent aussi être provoqués par des courts-circuits, le déclenchement de disjoncteurs dans des

systèmes de distribution électrique et le couplage inductif entre des câbles parallèles.

La norme EN 61000-4-1 décrit les formes de ces transitoires et la quantité d'énergie qu'ils contiennent. Leurs effets nocifs peuvent être limités par diverses méthodes. Les parafoudres ioniques et les éclateurs fournissent une protection de premier niveau contre les transitoires à haute énergie. Pour une protection de deuxième niveau, la plupart des dispositifs électroniques, notamment les variateurs de fréquence, utilisent des varistances pour atténuer les transitoires.

### 3.3.11 Exploitation avec un générateur en veille

Utiliser des systèmes d'énergie de secours quand l'exploitation continue est nécessaire, même en cas de défaut secteur. Ils sont également utilisés en parallèle avec le réseau public pour obtenir une puissance secteur supérieure. Il s'agit d'une pratique courante pour les unités combinées de chauffage et d'alimentation, lesquelles tirent profit du rendement élevé qui peut être obtenu avec cette forme de conversion d'énergie. Quand l'énergie de secours est fournie par un générateur, l'impédance du secteur est généralement supérieure à celle obtenue lorsque la puissance provient du réseau public. Ceci fait augmenter le taux d'harmoniques. Avec une conception adéquate, les générateurs peuvent fonctionner dans un système contenant des dispositifs générant des harmoniques.

Il est recommandé de concevoir le système avec un générateur autonome.

- Lorsque le système est basculé du secteur à une alimentation par générateur, généralement la charge harmonique augmente.
- Les concepteurs doivent calculer ou mesurer l'augmentation de la charge harmonique pour s'assurer que la qualité de la puissance est conforme aux réglementations afin d'empêcher des problèmes d'harmoniques et une défaillance de l'équipement.
- La charge asymétrique du générateur doit être évitée, car elle accentue les pertes et peut faire augmenter le taux d'harmoniques.
- Un décalage 5/6 de l'enroulement du générateur atténue les cinquième et septième harmoniques, mais laisse le troisième harmonique augmenter. Un décalage 2/3 réduit le troisième harmonique.
- Si possible, l'opérateur doit déconnecter l'équipement de correction du facteur de puissance, car il provoque des résonances dans le système.

- Les bobines d'arrêt ou les filtres d'absorption actifs peuvent atténuer les harmoniques ainsi que les charges résistives utilisées en parallèle.
- Des charges capacitives exploitées en parallèle créent une charge additionnelle suite à des effets de résonance imprévisibles.

Une analyse plus précise est possible en utilisant un logiciel d'analyse de secteur, tel que le HCS. Pour analyser les systèmes secteur, accéder au site <http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START> pour télécharger le logiciel.

En cas d'exploitation avec des dispositifs générant des harmoniques, les charges maximales basées sur un fonctionnement sans problèmes des installations sont indiquées dans le tableau des limites d'harmoniques.

#### Limites d'harmoniques

- Redresseurs B2 et B6 ⇒ maximum 20 % de la charge nominale du générateur.
- Redresseur B6 avec bobine d'arrêt ⇒ maximum 20-35 % de la charge nominale du générateur, selon la composition.
- Redresseur B6 contrôlé ⇒ maximum 10 % de la charge nominale du générateur.

## 3.4 Intégration du moteur

### 3.4.1 Considérations relatives au choix du moteur

Le variateur de fréquence peut induire une contrainte électrique sur un moteur. Considérer donc les effets suivants sur le moteur au moment de choisir un moteur pour le variateur de fréquence :

- Contrainte d'isolation
- Contrainte de paliers
- Contrainte thermique

### 3.4.2 Filtres sinusoïdaux et dU/dt

Les filtres de sortie profitent à certains moteurs pour réduire la contrainte électrique et permettre une plus grande longueur de câble. Les options de sortie incluent des filtres sinusoïdaux (également appelés filtres LC) et des filtres dU/dt. Les filtres dU/dt réduisent la hausse marquée de l'impulsion. Les filtres sinus lissent les impulsions de tension pour les convertir en tension de sortie sinusoïdale. Avec certains variateurs de fréquence, les filtres sinus sont conformes à la norme EN 61800-3 RFI catégorie C2 pour les câbles moteur non blindés (voir le *chapitre 3.7.5 Filtres sinus*).

Pour en savoir plus sur les options de filtres sinus et dU/dt, se reporter aux *chapitre 3.7.5 Filtres sinus* et *chapitre 3.7.6 Filtres dU/dt*.

Pour plus d'informations sur les références des filtres sinus et dU/dt, se reporter aux *chapitre 6.2.9 Filtres dU/dt*.

### 3.4.3 Mise à la terre correcte du moteur

Une mise à la terre correcte du moteur est essentielle à la sécurité personnelle et pour répondre aux exigences électriques de CEM des équipements basse tension. Une mise à la terre correcte est nécessaire pour l'utilisation efficace des blindages et filtres. Les détails de conception doivent être vérifiés pour une mise en œuvre correcte de la CEM.

### 3.4.4 Câbles moteur

Les recommandations et spécifications relatives au câble du moteur sont fournies au *chapitre 7.5 Spécifications du câble*.

Le variateur de fréquence permet d'utiliser tous les types de moteurs asynchrones triphasés standard. Le réglage effectué en usine correspond à une rotation dans le sens horaire quand la sortie du variateur de fréquence est raccordée comme suit :

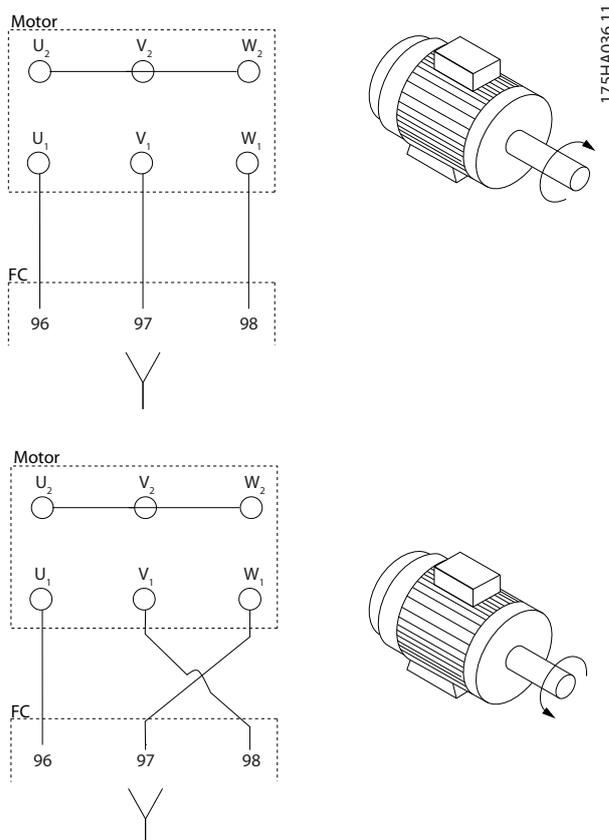


Illustration 3.10 Connexions des bornes pour une rotation dans le sens horaire et dans le sens antihoraire

Modifier le sens de rotation en inversant 2 phases côté moteur ou en modifiant le réglage du par. *paramètre 4-10 Direction vit. moteur*.

### 3.4.5 Blindage des câbles du moteur

Les variateurs de fréquence génèrent des fronts d'impulsions forts sur leurs sorties. Ces impulsions contiennent des composants haute fréquence (s'étendant jusqu'à la plage des gigahertz), qui provoquent le rayonnement indésirable du câble du moteur. Les câbles blindés du moteur réduisent ce rayonnement.

Le blindage vise à :

- Réduire la magnitude des interférences rayonnées.
- Améliorer l'immunité aux interférences des dispositifs individuels.

Le blindage capture les composants haute fréquence et les renvoie à la source de l'interférence (dans ce cas, le variateur de fréquence). Les câbles blindés du moteur fournissent également une immunité aux interférences des sources externes proches.

Même un blindage correct n'élimine pas complètement le rayonnement. Les composants du système situés dans les environnements de rayonnement doivent fonctionner sans dégradation.

### 3.4.6 Raccordement de plusieurs moteurs

#### **AVIS!**

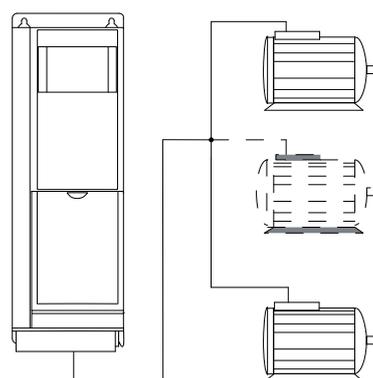
Des problèmes peuvent survenir au démarrage et à vitesse réduite, si les dimensions des moteurs sont très différentes, parce que la résistance ohmique relativement grande dans le stator des petits moteurs entraîne une tension supérieure au démarrage et à vitesse réduite.

Le variateur de fréquence peut commander plusieurs moteurs montés en parallèle. Il convient de noter les points suivants en cas d'utilisation d'un raccordement en parallèle des moteurs :

- Le mode VCC<sup>+</sup> peut être utilisé dans certaines applications.
- La valeur du courant total consommé par les moteurs ne doit pas dépasser la valeur du courant de sortie nominal  $I_{INV}$  du variateur de fréquence.
- Ne pas utiliser de raccord commun des joints pour les câbles longs (voir l'illustration 3.12).
- La longueur totale de câble du moteur spécifiée dans le Tableau 3.4 est valable tant que les câbles parallèles restent courts (moins de 10 m chacun) (voir les illustrations 3.14 et 3.15).
- Tenir compte de la chute de tension dans les câbles du moteur (voir l'illustration 3.15).
- Pour les longs câbles parallèles, utiliser un filtre LC (voir l'illustration 3.15).
- Pour les longs câbles sans raccordement parallèle, voir l'illustration 3.16.

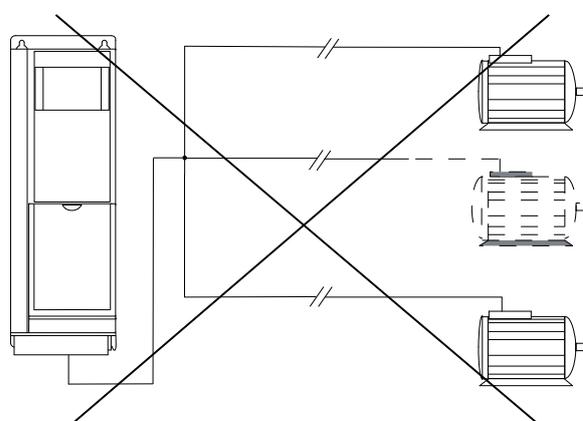
#### **AVIS!**

Quand les moteurs sont connectés en parallèle, régler le par. paramètre 1-01 Principe Contrôle Moteur sur [0] U/f.



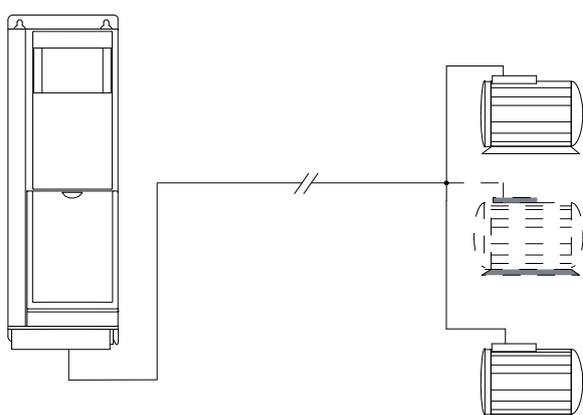
130BD774.10

Illustration 3.11 Raccord commun des joints pour câbles courts



130BD775.10

Illustration 3.12 Raccord commun des joints pour câbles longs



130BD776.10

Illustration 3.13 Câbles parallèles sans charge

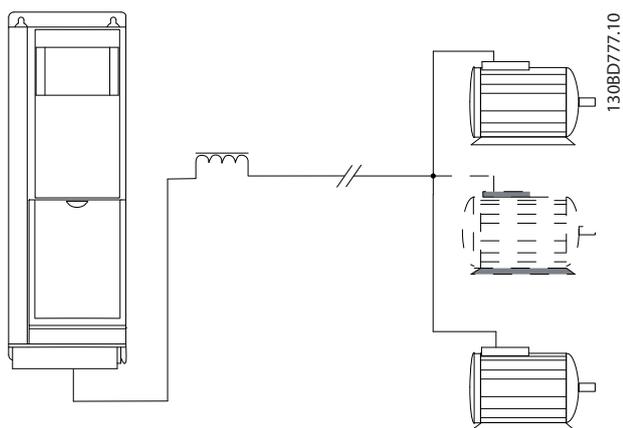


Illustration 3.14 Câbles parallèles avec charge

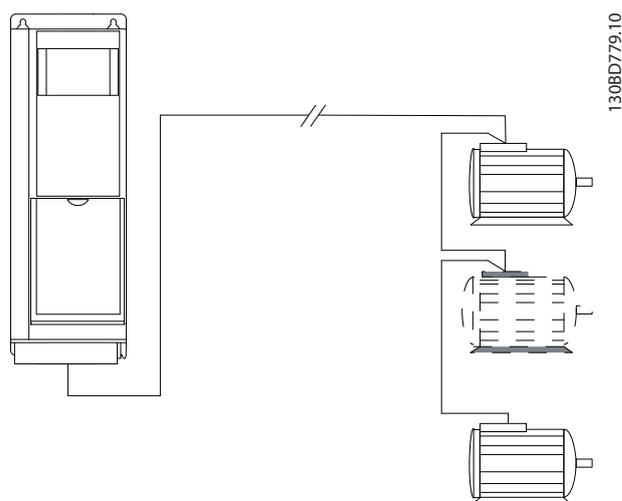


Illustration 3.16 Longs câbles des connexions en série

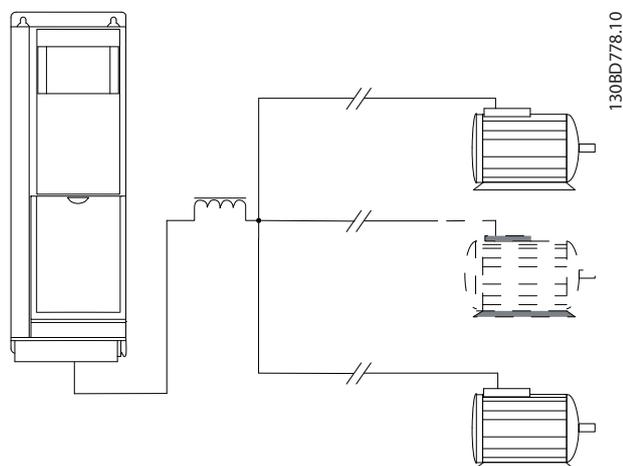


Illustration 3.15 Filtre LC pour longs câbles parallèles

Tailles de protection	Puissance [kW]	Tension [V]	1 câble [m]	2 câbles [m]	3 câbles [m]	4 câbles [m]
A1, A2, A4, A5	0,37–0,75	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A4, A5	1,1–1,5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A4, A5	2,2–4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A4, A5	5,5–7,5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11–90	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37
A3	1,1–7,5	525–690	100	50	33	25
B4	11–30	525–690	150	75	50	37
C3	37–45	525–690	150	75	50	37

Tableau 3.17 Longueur max. de chaque câble parallèle

### 3.4.7 Isolation du fil de commande

Les perturbations harmoniques générées par le câblage du moteur peuvent altérer les signaux de commande dans le câblage de commande du variateur et provoquer des défauts de commande. Les câbles du moteur et le câblage de commande doivent être séparés. Les effets des interférences diminuent nettement avec la séparation.

- La distance entre le câblage de commande et les câbles du moteur doit être supérieure à 200 mm.
- Les barrettes de division sont essentielles avec des séparations plus restreintes ou la perturbation peut être couplée ou transférée.
- Les blindages du câble de commande doivent être raccordés à chaque extrémité, comme pour les blindages de câble de moteur.
- Des câbles blindés avec des conducteurs torsadés permettent d'augmenter l'atténuation. L'atténuation du champ magnétique augmente d'environ 30 dB avec un seul blindage, à 60 dB avec un double blindage et à environ 75 dB si les conducteurs sont également torsadés.

### 3.4.8 Protection thermique du moteur

Le variateur de fréquence confère une protection thermique du moteur de plusieurs façons :

- La limite de couple protège le moteur des surcharges indépendamment de la vitesse.
- La vitesse minimum limite la plage de vitesse d'exploitation minimum, par exemple entre 30 et 50/60 Hz.
- La vitesse maximale limite la vitesse de sortie maximale.
- L'entrée est disponible pour une thermistance externe.
- Le relais thermique électronique (ETR) des moteurs asynchrones simule un relais bimétallique en s'appuyant sur des mesures internes. L'ETR mesure le courant, la vitesse et la durée en cours afin de calculer la température du moteur et le protéger de toute surchauffe en émettant un avertissement ou en coupant l'alimentation du moteur. Les caractéristiques de l'ETR sont indiquées sur l'illustration 3.17.

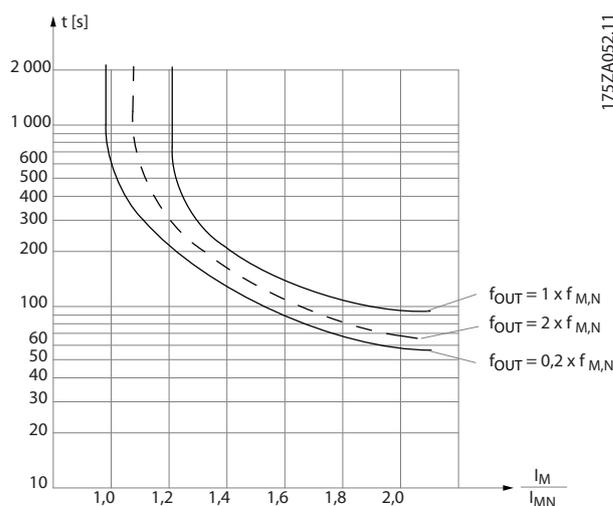


Illustration 3.17 Caractéristiques du relais thermique électronique

L'axe des abscisses indique le rapport entre  $I_{\text{moteur}}$  et  $I_{\text{moteur nominal}}$ . L'axe des ordonnées représente le temps en secondes avant que l'ETR ne se déclenche et ne disjoncte. Ces courbes montrent la vitesse nominale caractéristique à deux fois la vitesse nominale et à 0,2 fois la vitesse nominale.

À vitesse plus faible, l'ETR se déclenche à une chaleur inférieure en raison du refroidissement moindre du moteur. De cette façon, le moteur est protégé contre les surchauffes même à une vitesse faible. La caractéristique ETR calcule la température du moteur en fonction du courant et de la vitesse réels.

### 3.4.9 Contacteur de sortie

Même s'il ne s'agit pas d'une pratique conseillée, le fonctionnement d'un contacteur de sortie entre le moteur et le variateur de fréquence ne risque pas d'endommager le variateur de fréquence. La fermeture d'un contacteur de sortie préalablement ouvert peut connecter le variateur de fréquence en marche à un moteur arrêté. Cela peut entraîner le déclenchement du variateur de fréquence et l'affichage d'un défaut par ce dernier.

### 3.4.10 Fonctions de freinage

Pour freiner la charge sur l'arbre moteur, utiliser un frein statique (mécanique) ou dynamique.

### 3.4.11 Freinage dynamique

Le freinage dynamique est effectué par :

- Freinage résistance : un frein IGBT maintient la surtension sous un seuil défini en dirigeant

l'énergie du frein du moteur vers la résistance de freinage.

- Freinage CA : l'énergie de freinage est répartie dans le moteur en modifiant les conditions de perte dans le moteur. La fonction de frein CA ne peut pas être utilisée dans les applications avec une fréquence de cycle élevée car cela entraîne une surchauffe du moteur.
- Freinage CC : un courant CC en surmodulation ajouté au courant CA fonctionne comme un frein magnétique.

### 3.4.12 Calcul de la résistance de freinage

Une résistance de freinage est nécessaire pour gérer la dissipation de chaleur et l'augmentation de la tension bus CC lors du freinage électrique. L'utilisation d'une résistance de freinage garantit que l'énergie est absorbée par celle-ci et non par le variateur de fréquence. Pour plus d'informations, consulter le *Manuel de configuration de la résistance de freinage*.

#### Calcul du cycle d'utilisation

Lorsque la quantité d'énergie cinétique transférée à la résistance à chaque période de freinage est inconnue, calculer la puissance moyenne à partir du temps de cycle et du temps de freinage (cycle d'utilisation intermittent). Le cycle d'utilisation intermittent de la résistance indique le cycle d'utilisation pendant lequel la résistance est active (voir l'illustration 3.18). Les fournisseurs de moteurs utilisent souvent S5 pour indiquer la charge autorisée qui correspond au cycle d'utilisation intermittent.

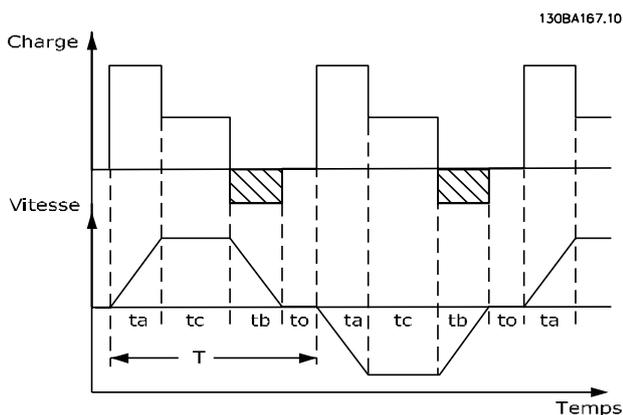


Illustration 3.18 Cycle d'utilisation de la résistance de freinage

Calculer le cycle d'utilisation intermittent de la résistance en procédant comme suit :

$$\text{Cycle d'utilisation} = tb/T$$

T = durée du cycle en secondes

tb est le temps de freinage en secondes (du temps de cycle)

Danfoss propose des résistances de freinage avec des cycles d'utilisation de 5 %, 10 % et 40 %. Lorsqu'un cycle d'utilisation de 10 % est appliqué, les résistances de freinage absorbent la puissance de freinage pendant 10 % du temps du cycle. Les 90 % restants du temps de cycle sont utilisés pour évacuer la chaleur excédentaire.

Vérifier que la résistance de freinage est dimensionnée pour le temps de freinage requis.

#### Calcul de la résistance de freinage

Pour éviter que le variateur de fréquence ne disjoncte pour se mettre en sécurité, lorsque le moteur est freiné, sélectionner les valeurs de la résistance en fonction de la puissance de pointe et de la tension du circuit intermédiaire. Calculer la résistance de freinage en procédant comme suit :

$$R_{fr} = \frac{U_{cc}^2}{P_{pic}} [\Omega]$$

Le rendement de la résistance de freinage dépend de la tension bus CC ( $U_{cc}$ ).

L' $U_{cc}$  est la tension à laquelle le frein est activé. La fonction de freinage des variateurs FC est réglée selon l'alimentation secteur :

Entrée de l'alimentation [V CA]	Frein actif [V CC]	Avertissement haute tension [V CC]	Alerte de surtension [V CC]
FC 202 3 x 200-240	390	405	410
FC 202 3 x 380-480	778	810	820
FC 202 3 x 525-600 <sup>1)</sup>	943	965	975
FC 202 3 x 525-600 <sup>2)</sup>	1099	1109	1130
FC 202 3 x 525-690	1099	1109	1130

Tableau 3.18 Tension CC du circuit intermédiaire ( $U_{cc}$ )

1) Protections de tailles A, B, C

2) Protections de tailles D, E, F

Utiliser la résistance de freinage  $R_{rec}$  qui garantit que le variateur de fréquence peut freiner au couple de freinage le plus élevé ( $M_{fr(\%)}$ ) de 160 %. La formule peut s'écrire :

$$R_{rec} [\Omega] = \frac{U_{cc}^2 \times 100}{P_{motor} \times M_{fr(\%)} \times \eta_{VLT} \times \eta_{moteur}}$$

La valeur typique de  $\eta_{moteur}$  est de 0,90.

La valeur typique de  $\eta_{VLT}$  est de 0,98.

Lorsqu'une résistance de freinage plus grande est sélectionnée, un couple de freinage de 160 %, 150 % ou 110 % ne pourra être atteint et le variateur de fréquence risque de disjoncter en cas de surtension du circuit intermédiaire par mesure de sécurité.

Pour freiner à un couple plus faible, 80 % par exemple, il est possible d'installer une résistance de freinage avec un

dimensionnement puissance plus faible. Calculer la taille en utilisant la formule de calcul de  $R_{rec}$ .

Les variateurs de fréquence de tailles D et F contiennent plusieurs hacheurs de freinage. Utiliser une résistance de freinage pour chaque hacheur dans ces tailles de protection.

Le *Manuel de Configuration de la résistance VLT® Brake Resistor MCE 101* contient les toutes dernières données de sélection et décrit dans le détail la procédure de calcul, notamment :

- Calcul de la puissance de freinage
- Calcul de la puissance de pointe de la résistance de freinage
- Calcul de la puissance moyenne de la résistance de freinage
- Freinage par inertie

### 3.4.13 Câblage de la résistance de freinage

#### CEM (câbles torsadés/blindage)

Pour répondre aux normes de performance CEM spécifiées du variateur de fréquence, utiliser des câbles/fils blindés. Si des fils non blindés sont utilisés, il est recommandé de torsader les fils pour réduire le bruit électrique émis par ces derniers entre la résistance de freinage et le variateur de fréquence.

Pour une performance CEM améliorée, utiliser un blindage métallique.

### 3.4.14 Résistance de freinage et IGBT frein

#### Surveillance de la puissance de la résistance de freinage

La fonction de freinage permet également d'afficher la puissance instantanée et la puissance moyenne pendant une période de temps limitée. Le frein peut également surveiller que la puissance dégagée ne dépasse pas une limite fixée par l'intermédiaire du par. *paramètre 2-12 P. kW Frein Res.*. Au par. *paramètre 2-13 Frein Res Therm*, sélectionner la fonction à exécuter lorsque la puissance transmise à la résistance de freinage dépasse la limite définie au par. *paramètre 2-12 P. kW Frein Res.*

#### **AVIS!**

**La surveillance de la puissance de freinage n'est pas une fonction de sécurité. La résistance de freinage n'est pas protégée contre les fuites à la terre.**

Le frein est protégé contre les courts-circuits de la résistance de freinage. D'autre part, le transistor de freinage est contrôlé de manière à garantir la détection du court-circuit du transistor. Utiliser un relais ou une sortie digitale pour protéger la résistance de freinage contre la

surcharge en générant une panne du variateur de fréquence.

Le *contrôle de surtension (OVC)* peut être sélectionné comme fonction de freinage de remplacement au par. *paramètre 2-17 Contrôle Surtension*. Si la tension du circuit intermédiaire augmente, cette fonction est active pour toutes les unités et permet d'éviter un arrêt. Elle génère une augmentation de la fréquence de sortie pour limiter la tension du circuit intermédiaire. Cette fonction est utile car elle évite l'arrêt du variateur de fréquence, si la durée de descente de rampe est trop courte par exemple. La durée de descente de rampe est alors rallongée.

### 3.4.15 Rendement énergétique

#### Rendement du variateur de fréquence

La charge du variateur de fréquence a peu d'influence sur son rendement.

Cela signifie aussi que le rendement du variateur de fréquence n'est pas modifié en choisissant d'autres caractéristiques U/f. Ces dernières affectent cependant le rendement du moteur.

Le rendement baisse un peu lorsque la fréquence de commutation est réglée sur une valeur supérieure à 5 kHz. Le rendement baisse également un peu lorsque le câble moteur dépasse 30 m.

#### Calcul du rendement

Calculer le rendement du variateur de fréquence à différentes charges selon l'*Illustration 3.19*. Multiplier le facteur de ce graphique par le facteur de rendement spécifique répertorié au *chapitre 7.1 Données électriques*.

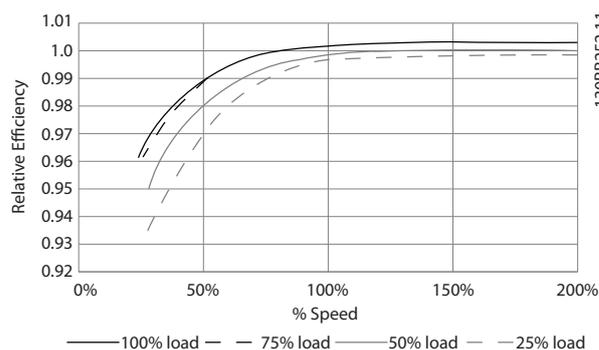


Illustration 3.19 Courbes de rendement typique

Exemple : prenons comme hypothèse un variateur de fréquence 55 kW, 380-480 V CA avec une charge de 25 %, à 50 % de sa vitesse. Le graphique montre 0,97 ; le rendement nominal pour le variateur 55 kW est de 0,98. Le rendement réel est donc :  $0,97 \times 0,98 = 0,95$ .

#### Rendement du moteur

Le rendement d'un moteur raccordé à un variateur de fréquence est lié au niveau de magnétisation. Le rendement du moteur dépend de son type.

- Dans la plage de 75 à 100 % du couple nominal, le rendement du moteur sera pratiquement constant dans les deux cas d'exploitation avec le variateur de fréquence et avec l'alimentation directe par le secteur.
- L'influence de la caractéristique tension/fréquence sur les petits moteurs est marginale, mais avec des moteurs de 11 kW et plus, les avantages sur le rendement sont significatifs.
- La fréquence de commutation n'affecte pas le rendement des petits moteurs. Les moteurs de 11 kW et plus ont un meilleur rendement (1 à 2 %). Le rendement est amélioré puisque la sinusoïde du courant du moteur est presque parfaite à fréquence de commutation élevée.

**Rendement du système**

Pour calculer le rendement du système, multiplier le rendement du variateur de fréquence par le rendement du moteur.

### 3.5 Entrées et sorties supplémentaires

#### 3.5.1 Schéma de câblage

Lorsqu'elles sont câblées et correctement programmées, les bornes de commande fournissent

- un retour, une référence et d'autres signaux d'entrée au variateur de fréquence,
- État de sortie et conditions de panne du variateur de fréquence.
- Relais pour exploiter l'équipement auxiliaire.
- Une interface de communication série.
- 24 V communs.

Les bornes de commande sont programmables pour plusieurs fonctions en sélectionnant des options de paramètres via le panneau de commande local (LCP) à l'avant de l'unité ou de sources externes. La plupart des câbles de commande sont fournis par le client, sauf mention contraire spécifiée dans la commande passée en usine.

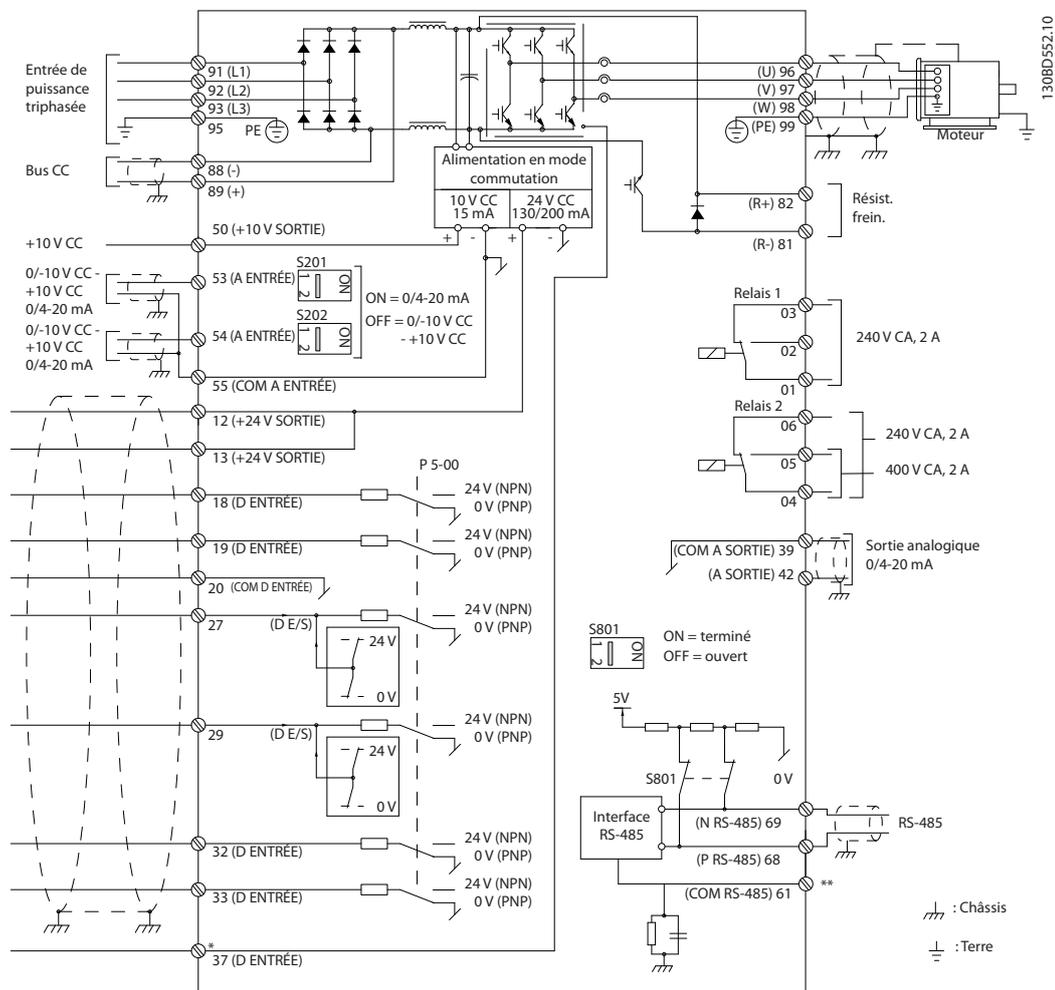


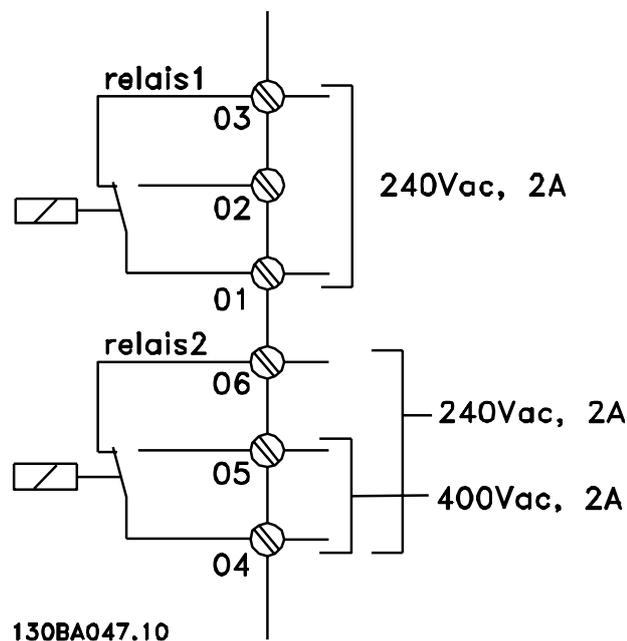
Illustration 3.20 Schéma de câblage de base

A = analogique, D = digitale

\*La borne 37 (en option) est utilisée pour la fonction STO. Pour obtenir les instructions d'installation de la fonction STO, se reporter au *Manuel d'utilisation de la fonction Safe Torque Off du VLT®*.

\*\*Ne pas connecter le blindage.

## 3.5.2 Raccordements de relais



Relais	Borne <sup>1)</sup>	Description
1	1	commune
	2	normalement ouverte 240 V maximum
	3	normalement fermée 240 V maximum
2	4	commune
	5	normalement fermée 240 V maximum
	6	normalement fermée 240 V maximum
1	01-02	Établissement (normalement ouvert)
	01-03	Interruption (normalement fermé)
2	04-05	Établissement (normalement ouvert)
	04-06	Interruption (normalement fermé)

Illustration 3.21 Sorties de relais 1 et 2, tensions maximales

1) Pour ajouter d'autres sorties relais, installer le module d'option de relais VLT® MCB 105 ou VLT® MCB 113.

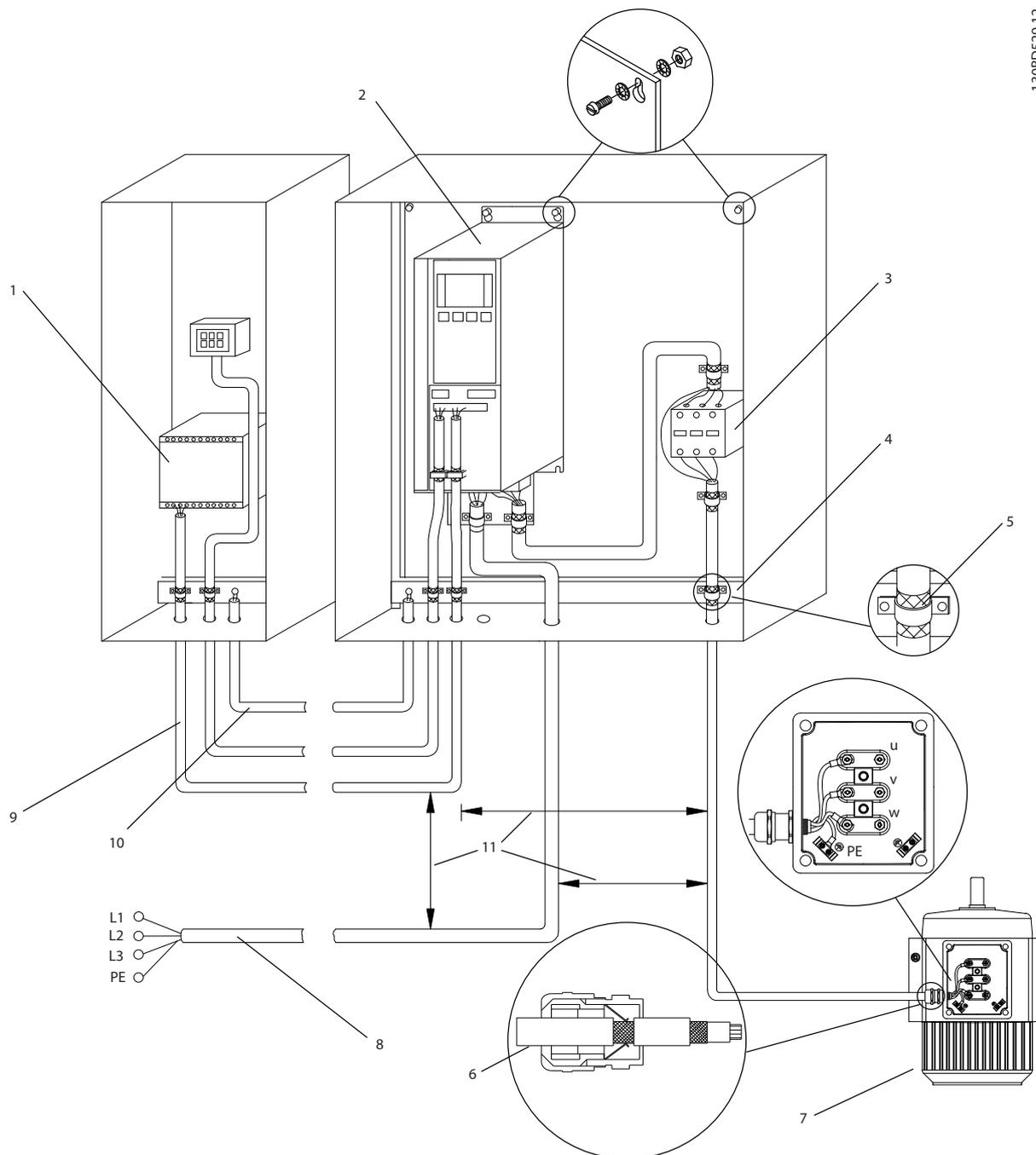
Pour plus d'informations concernant les relais, se reporter au chapitre 7 *Spécifications* et au chapitre 8.3 *Schémas des bornes relais*.

Pour plus d'informations concernant les options de relais, se reporter au chapitre 3.7 *Options et accessoires*.

3.5.3 Raccordement électrique conforme CEM

130BD529.12

3



1	PLC	7	Moteur, triphasé avec terre de protection (blindé)
2	Variateur de fréquence	8	Secteur, triphasé et terre de protection renforcée (non blindé)
3	Contacteur de sortie	9	Câblage de commande (blindé)
4	Étrier de serrage	10	Égalisation de potentiel, 16 mm <sup>2</sup> min. (0,025 po)
5	Isolation de câble (dénudé)	11	Espace entre le câble de commande, le câble moteur et le câble secteur : minimum 200 mm
6	Presse-étoupe		

Illustration 3.22 Raccordement-électrique conforme CEM

Pour plus d'informations sur la CEM, voir le chapitre 2.5.18 Conformité CEM et le chapitre 3.2 Protection CEM, contre les harmoniques et contre les fuites à la terre.

**AVIS!**

**3**

**INTERFÉRENCES CEM**

Utiliser des câbles blindés pour le câblage de commande et du moteur, et des câbles séparés pour le câblage de commande, d'alimentation et du moteur. Toute mauvaise isolation des câblages de l'alimentation, du moteur et de commande risque de provoquer une baisse de la performance ou un comportement inattendu. Au moins 200 mm (7,9 po) d'espace entre les câbles d'alimentation, du moteur et de commande sont nécessaires.

**3.6 Planification mécanique**

**3.6.1 Dégagement**

Une installation côte à côte convient à toutes les tailles de protection, sauf lorsqu'un kit de protection IP21/IP4X/ TYPE 1 est utilisé (voir le chapitre 3.7 Options et accessoires).

**Dégagement horizontal, IP20**

Tous les châssis de tailles IP20 A et B permettent l'installation côte à côte sans dégagement. L'ordre de montage est toutefois important. L'illustration 3.23 montre comment procéder à un montage correct.

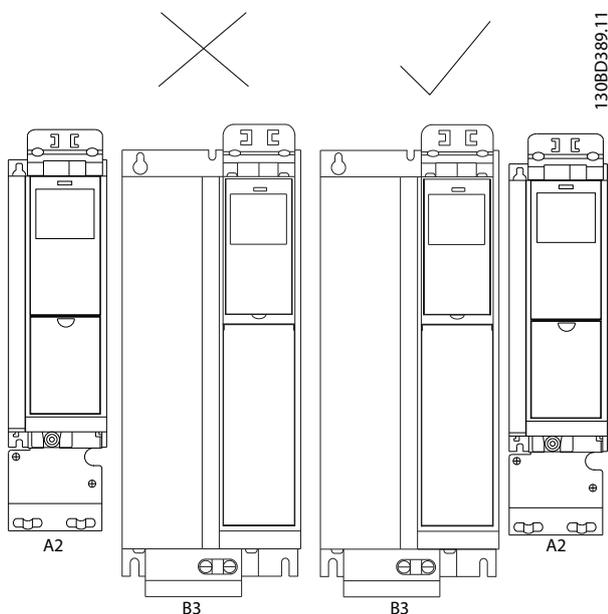


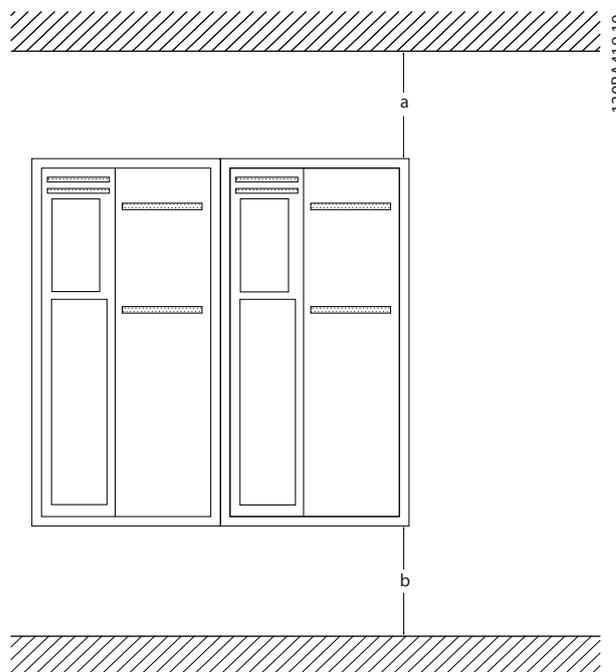
Illustration 3.23 Montage côte à côte correct sans dégagement

**Dégagement horizontal, kit de protection IP21**

Lorsque le kit de protection IP21 est utilisé sur une protection de type A1, A2 ou A3, l'espace entre les variateurs de fréquence doit être de 50 mm minimum.

**Dégagement vertical**

Pour des conditions de refroidissement optimales, il convient de veiller à ce que l'air circule librement au-dessus et en dessous du variateur de fréquence. Voir l'illustration 3.24.



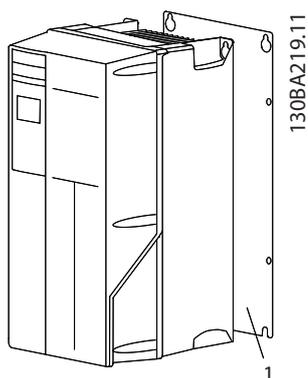
Taille de protection	A1*/A2/A3/A4/ A5/B1	B2/B3/B4/ C1/C3	C2/C4
a [mm]	100	200	225
b [mm]	100	200	225

Illustration 3.24 Dégagement vertical

**3.6.2 Montage mural**

Pour un montage sur un mur plat, aucune plaque arrière n'est nécessaire.

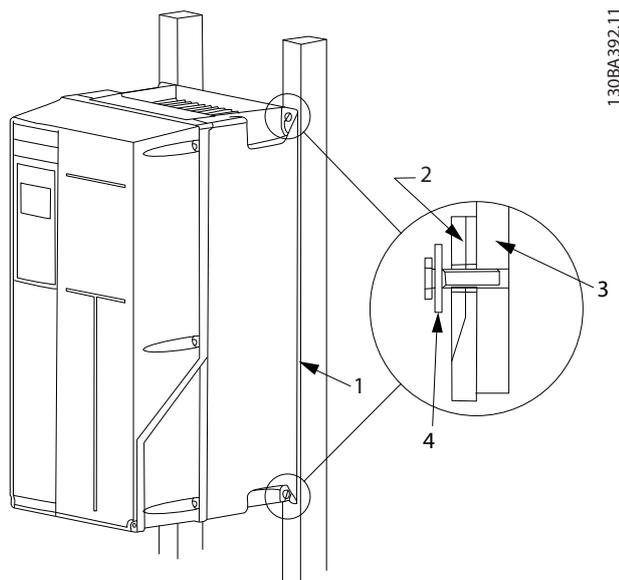
Lors d'un montage sur un mur irrégulier, utiliser une plaque arrière pour garantir un air de refroidissement suffisant au-dessus du dissipateur de chaleur. Utiliser la plaque arrière avec des protections A4, A5, B1, B2, C1 et C2 uniquement.



1	Plaque arrière
---	----------------

Illustration 3.25 Montage avec plaque arrière

Pour des variateurs de fréquence avec une protection nominale IP66, utiliser une rondelle en nylon pour protéger le revêtement époxy.



1	Plaque arrière
2	Variateur de fréquence avec protection IP66
3	Plaque arrière
4	Rondelle en fibre

Illustration 3.26 Montage avec plaque arrière pour protection nominale IP66

### 3.6.3 Accès

Pour planifier l'accessibilité des câbles avant le montage, consulter les dessins au chapitre 8.1 Schémas de raccordement au secteur (3 phases) et au chapitre 8.2 Schéma de raccordement du moteur.

## 3.7 Options et accessoires

### Options

Pour les références, consulter le chapitre 6 Code type et sélection.

#### Blindage secteur

- Une plaque de protection Lexan® est montée devant les bornes et barres de puissance pour prévenir tout contact accidentel lorsque la porte de l'armoire est ouverte.
- Appareils de chauffage et thermostat : montés à l'intérieur de l'armoire des châssis F, les appareils de chauffage contrôlés via un thermostat automatique empêchent la condensation dans le boîtier. Les réglages par défaut du thermostat activent les appareils de chauffage à 10 °C (50 °F) et les éteignent à 15,6 °C (60 °F).

#### Filtres RFI

- Le variateur comporte en standard des filtres RFI classe A2 intégrés. Si des niveaux supplémentaires de protection RFI/CEM sont requis, ils peuvent être obtenus en utilisant des filtres RFI classe A1 qui assurent la suppression des interférences aux fréquences radio électriques et des rayonnements électromagnétiques conformément à EN 55011.

#### Relais de protection différentielle (RCD)

Utilise la méthode d'équilibrage des noyaux pour surveiller les courants de défaut à la terre des systèmes mis à la terre et des systèmes à haute résistance vers la terre (systèmes TN et TT dans la terminologie CEI). Il existe un pré-avertissement (50 % de la consigne d'alarme principale) et une consigne d'alarme principale. Un relais d'alarme SPDT est associé à chaque consigne pour un usage externe, ce qui nécessite un transformateur de courant à fenêtre externe (fourni et installé par le client).

- Intégré au circuit de Safe Torque Off du variateur de fréquence.
- Le dispositif CEI 60755 de type B contrôle les courants de défaut à la terre CC à impulsions et CC purs.
- Indicateur à barres LED du niveau de courant de défaut à la terre, compris entre 10 et 100 % de la consigne
- Mémoire des pannes
- Touche TEST/RESET

### IRM (dispositif de surveillance de la résistance d'isolation)

Surveille la résistance d'isolation des systèmes non reliés à la terre (systèmes IT selon la terminologie CEI) entre les conducteurs de phase du système et la terre. Il existe un pré-avertissement ohmique et une consigne d'alarme principale pour le niveau d'isolation. Un relais d'alarme unipolaire bidirectionnel est associé à chaque consigne pour une utilisation externe. Remarque : Il n'est possible de connecter qu'un seul dispositif de surveillance de la résistance d'isolation à chaque système non relié à la terre (IT).

- Intégré au circuit d'arrêt de sécurité du variateur de fréquence
- Affichage LCD de la résistance d'isolation
- Mémoire des pannes
- Touches INFO, TEST et RESET

### Hacheur de freinage (IGBT)

- Les bornes de freinage avec circuit de hacheur de freinage IGBT permettent la connexion de résistances de freinage externes. Pour en savoir plus sur les résistances de freinage, consulter le *chapitre 3.4.12 Calcul de la résistance de freinage* et le .

### bornes régénératrices

- Ces bornes rendent possible la connexion des unités régénératrices au bus CC du côté batterie des condensateurs des bobines de réactance du circuit CC pour le freinage par récupération. Pour la taille F, les bornes sont dimensionnées pour environ 1/2 de la puissance nominale du variateur de fréquence. Consulter l'usine pour connaître les limites de puissance régénératrice en fonction des tailles et tensions des variateurs spécifiques.

### Bornes de répartition de la charge

- Ces bornes se raccordent au bus CC sur le côté redresseur de la bobine de réactance du circuit CC et permettent de répartir la puissance du bus CC entre plusieurs variateurs. Les bornes de répartition de la charge du châssis F sont dimensionnées pour environ 1/3 de la puissance nominale du variateur de fréquence. Consulter l'usine pour connaître les limites de répartition de la charge en fonction des tailles et tensions des variateurs de fréquence spécifiques.

### Fusibles

- Des fusibles sont recommandés pour assurer une protection à action rapide du variateur de fréquence contre les surcharges du courant. La protection par fusibles limite les dégâts sur le variateur et minimise le temps d'intervention en cas de panne. Les fusibles sont nécessaires pour répondre à la certification maritime.

### Sectionneur

- Une poignée montée sur la porte permet d'actionner manuellement le sectionneur secteur pour activer et désactiver l'alimentation du variateur de fréquence, renforçant la sécurité lors de l'entretien. Le sectionneur est indissociable des portes de l'armoire pour éviter qu'elles ne soient ouvertes alors que l'alimentation n'est pas déconnectée.

### Disjoncteurs

- Un disjoncteur peut être déclenché à distance mais il doit être réinitialisé manuellement. Les disjoncteurs sont indissociables des portes de l'armoire pour éviter qu'elles ne soient ouvertes alors que l'alimentation n'est pas déconnectée. Lorsqu'un disjoncteur est commandé en option, des fusibles sont également inclus pour assurer une protection à action rapide du variateur de fréquence contre les surcharges du courant.

### Contacteurs

- Un interrupteur à contact contrôlé électroniquement assure l'activation et la désactivation à distance de l'alimentation du variateur de fréquence. Un contact auxiliaire sur le contacteur est surveillé par la sécurité Pils si l'option d'arrêt d'urgence CEI est demandée.

### Démarrateurs manuels

Ils fournissent une alimentation triphasée pour les ventilateurs de refroidissement électriques souvent requis pour les gros moteurs. L'alimentation des démarrateurs est fournie côté charge de tout contacteur, disjoncteur ou sectionneur fourni et du côté de l'entrée du filtre RFI classe 1 (en option). Elle comporte un fusible pour chaque démarreur de moteur et est coupée lorsque le variateur de fréquence est hors tension. Deux démarrateurs maximum sont autorisés (un seul si un circuit protégé par fusible 30 A est commandé). Intégré au circuit de Safe Torque Off du variateur de fréquence.

### Fonctions de l'unité :

- Interrupteur marche-arrêt.
- Protection contre court-circuit et surcharge avec fonction de test.
- Mode de reset manuel.

### Bornes protégées par fusible 30 A

- Alimentation triphasée correspondant à la tension secteur en entrée pour l'alimentation des équipements auxiliaires du client.
- Non disponibles si 2 démarrateurs manuels sont sélectionnés.
- Les bornes sont désactivées lorsque le variateur de fréquence est hors tension.
- L'alimentation des bornes protégées par fusible est fournie côté charge de tout contacteur,

disjoncteur ou sectionneur fourni et côté entrée du filtre RFI classe 1 (en option).

#### Alimentation 24 V CC

- 5 A, 120 W, 24 V CC.
- Protégée contre les surintensités, surcharges, courts-circuits et surtempératures.
- Pour alimenter les dispositifs fournis par le client tels que des capteurs, E/S PLC, contacteurs, sondes de température, témoins lumineux ou tout autre matériel électronique.
- Les diagnostics comprennent un contact CC-ok sec, une LED CC-ok verte et une LED surcharge rouge.

#### Surveillance de la température extérieure

- Conçue pour surveiller les températures des composants du système externes tels que bobinages ou paliers du moteur. Inclut 8 modules d'entrées universelles plus 2 modules d'entrées de thermistance dédiées. Les 10 modules sont tous intégrés dans le circuit d'arrêt de sécurité du variateur de fréquence et peuvent être surveillés via un réseau de bus de terrain (nécessite l'acquisition d'un coupleur module/bus séparé). Commander une option de Safe Torque Off pour sélectionner la surveillance de la température extérieure.

#### Communication série

##### PROFIBUS DP V1 MCA 101

- PROFIBUS DP V1 offre un haut niveau de disponibilité et de compatibilité, un support pour tous les principaux fournisseurs PLC, compatible avec les versions futures.
- Communication rapide et efficace, installation transparente, diagnostic avancé, paramétrage et autoconfiguration des données de process via des fichiers GSD.
- Paramétrage acyclique à l'aide de PROFIBUS DP V1, PROFIdrive ou des automates finis profil FC Danfoss, PROFIBUS DP V1, maître de classe 1 et 2. Référence 130B1100 non tropicalisé – 130B1200 tropicalisé (Classe G3/ISA S71.04-1985).

##### DeviceNet MCA 104

- Ce modèle de communication moderne offre des fonctions clés qui permettent aux opérateurs de déterminer quelles informations sont nécessaires et à quel moment.
- Il bénéficie aussi des politiques de tests de conformité ODVA qui garantissent que les produits sont interexploitables. Référence 130B1102 non tropicalisé - 130B1202 tropicalisé (classe G3/ISA S71.04-1985).

##### PROFINET RT MCA 120

L'option PROFINET offre une connectivité aux réseaux PROFINET via le protocole PROFINET. L'option est capable de gérer une connexion simple avec un intervalle de connexion réel jusqu'à 1 ms dans les deux sens.

- Serveur Web intégré pour un diagnostic à distance et une lecture des paramètres de base du variateur de fréquence.
- Un notificateur d'e-mail peut être configuré pour l'envoi d'un mail vers un ou plusieurs émetteurs-récepteurs si certains avertissements ou alertes sont émis ou effacés.
- TCP/IP pour un accès facile aux données de configuration du variateur de fréquence depuis Logiciel de programmation MCT 10.
- Fichier FTP (protocole de transfert de fichier) chargé et téléchargé.
- Support de DCP (protocole de découverte et de configuration).

##### EtherNet IP MCA 121

Ethernet devient la future norme de communication de l'usine. L'option EtherNet s'appuie sur les nouvelles technologies disponibles pour un usage industriel et gère même les exigences les plus strictes. EtherNet/IP étend l'EtherNet commercial standard au protocole industriel courant (CIP™), le même protocole en deux couches et le même modèle objet qu'avec DeviceNet. Le MCA 121 offre les fonctions avancées suivantes :

- Répartiteur haute performance intégré permettant une topologie en ligne sans besoin d'interrupteurs externes.
- Fonctions de commutation et de diagnostic avancées.
- Serveur Web intégré.
- Client e-mail pour notification d'intervention.

##### Modbus TCP MCA 122

L'option Modbus offre une connectivité aux réseaux TCP Modbus tels que le système PLC Groupe Schneider via le protocole TCP Modbus. L'option est capable de gérer une connexion simple avec un intervalle de connexion réel jusqu'à 5 ms dans les deux sens.

- Serveur Web intégré pour le diagnostic à distance et lecture des paramètres de base du variateur de fréquence.
- Un notificateur d'e-mail peut être configuré pour l'envoi d'un mail vers un ou plusieurs émetteurs-récepteurs si certains avertissements ou alertes sont émis ou effacés.
- 2 ports Ethernet avec commutateur intégré.
- Fichier FTP (protocole de transfert de fichier) chargé et téléchargé.

- Configuration automatique de l'adresse IP du protocole.

#### Autres options

##### E/S à usage général MCB 101

L'option d'E/S offre un large éventail d'entrées et de sorties de commande.

- 3 entrées digitales 0-24 V : Logique 0 < 5 V ; Logique 1 > 10 V
- 2 entrées analogiques 0-10 V : Résolution 10 bits plus signe
- 2 sorties digitales NPN/PNP push pull
- 1 sortie analogique 0/4-20 mA
- Raccord à ressort
- Réglages séparés du paramètre Référence 130B1125 non tropicalisé - 130B1212 tropicalisé (classe G3/ISA S71.04-1985)

##### Option de relais MCB 105

Permet d'étendre les fonctions relais avec 3 sorties relais supplémentaires.

- Charge max. sur les bornes : Charge résistive CA-1 : 240 V CA 2 A CA-15
- Charge inductive à  $\cos \phi$  0,4 : 240 V CA 0,2 A CC-1
- Charge résistive : 24 V CC 1 A CC-13
- Charge inductive : à  $\cos \phi$  0,4 : 24 V CC 0,1 A
- Charge min. sur les bornes : CC 5 V : 10 mA
- Vitesse de commutation max. à charge nominale/min. : 6 min-1/20 s-1
- Référence 130B1110 non tropicalisé - 130B1210 tropicalisé (Classe G3/ISA S71.04-1985)

##### Option E/S analogique MCB 109

Cette option E/S analogique convient facilement au variateur de fréquence pour une mise à niveau du rendement avancé et un contrôle via les entrées/sorties supplémentaires. Cette option actualise le variateur de fréquence avec une alimentation de secours sur batterie pour l'horloge intégrée au variateur de fréquence. Cela permet une utilisation stable de toutes les fonctions d'horloge du variateur de fréquence, comme des actions temporisées.

- 3 entrées analogiques, chacune étant configurable comme entrée de tension et de température.
- Connexion de signaux analogiques 0-10 V mais aussi d'entrées de température PT1000 et NI1000.
- 3 sorties analogiques configurables individuellement comme sorties 0-10 V.

- Alimentation de sauvegarde incluse pour la fonction d'horloge standard dans le variateur de fréquence. La batterie de secours dure généralement 10 ans selon l'environnement. Référence 130B1143 non tropicalisé - 130B1243 tropicalisé (classe G3/ISA S71.04-1985).

##### Carte thermistance PTC MCB 112

Avec la carte thermistance PTC MCB 112, tous les variateurs de fréquence Danfoss avec STO peuvent être utilisés pour superviser les moteurs dans des atmosphères potentiellement explosives. MCB 112 offre un rendement supérieur à celui de la fonction ETR intégrée et à la borne de thermistance.

- Protège le moteur contre les surchauffes.
- Homologation ATEX pour une utilisation avec des moteurs EX d et EX e.
- Utilise la fonction Safe Torque Off des variateurs de fréquence Danfoss pour arrêter le moteur en cas de surchauffe.
- Certifié pour protéger les moteurs des zones 1, 2, 21 et 22.
- Certifié jusqu'à la norme SIL2.

##### Sensor input card MCB 114

Cette option protège le moteur contre les surchauffes en surveillant la température des paliers et des enroulements dans le moteur. Les limites et l'action sont réglables et la température mesurée par chaque capteur se lit sur l'écran ou via le bus de terrain.

- Protège le moteur contre les surchauffes.
- 3 entrées de capteur autodéTECTrices pour les capteurs PT100/PT1000 à 2 ou 3 fils.
- Une entrée analogique supplémentaire 4-20 mA.

##### Contrôleur de cascade étendu MCO 101

Facile à installer et mise à niveau du contrôleur de cascade pour faire fonctionner plus de pompes et pour contrôler les pompes en mode maître/esclave.

- Jusqu'à 6 pompes dans la configuration en cascade standard
- Jusqu'à 6 pompes dans la configuration maître/esclave
- Spécifications techniques : voir l'option de relais MCB 105

##### Carte relais étendue MCB 113

La carte relais étendue MCB 113 ajoute des entrées/sorties au VLT® AQUA Drive pour une plus grande flexibilité.

- 7 entrées digitales : 0-24 V
- 2 sorties analogiques : 0/4-20 mA
- 4 relais unipolaires bidirectionnels

- Caractéristiques nominales de relais de charge : 240 V CA/2 A (Ohm)
- Conforme aux recommandations NAMUR
- Capacité d'isolation galvanique Référence 130B1164 non tropicalisé – 130B1264 tropicalisé (classe G3/ISA S71.04-1985)

#### Contrôleur de cascade avancé MCO 102

Étend les capacités du contrôleur de cascade standard intégré dans les variateurs de fréquence.

- Fournit 8 relais supplémentaires pour le démarrage de moteurs supplémentaires.
- Apporte un contrôle précis du niveau, de la pression et du débit pour optimiser le rendement des systèmes qui utilisent des pompes ou des ventilateurs multiples.
- Le mode maître/esclave fait fonctionner tous les ventilateurs/pompes à la même vitesse, ce qui ramène potentiellement l'énergie consommée à moins de la moitié par rapport à une soupape d'étranglement ou une mise hors/sous tension traditionnelle directement sur le secteur.
- L'alternance de la pompe principale garantit un usage également réparti des pompes ou ventilateurs multiples.

#### Option d'alimentation 24 V CC MCB 107

L'option est utilisée pour raccorder une alimentation CC externe afin de maintenir la section de commande et toute option installée en direct pendant une panne d'alimentation.

- Plage tension d'entrée : 24 V CC  $\pm 15\%$  (max. 37 V en 10 s)
- Courant d'entrée maximal : 2,2 A.
- Longueur de câble max. : 75 m.
- Charge capacitive d'entrée : < 10  $\mu$ F.
- Retard mise sous tension : < 0,6 s.
- Facile à installer sur les variateurs de fréquence de machines existantes.
- Maintient la carte de commande et les options actives en cas de coupures de courant.
- Maintient les bus de terrain actifs en cas de coupures de courant. Référence 130B1108 non tropicalisé – 130B1208 tropicalisé (classe G3/ISA S71.04-1985).

### 3.7.1 Options de communication

- VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101
- VLT® DeviceNet MCA 104
- VLT® PROFINET MCA 120

- VLT® EtherNet/IP MCA 121
- VLT® Modbus TCP MCA 122

Pour plus d'informations, se reporter au *chapitre 7 Spécifications* :

### 3.7.2 Options entrée/sortie, signal de retour et sécurité

- Module d'E/S à usage général MCB 101 VLT®
- VLT® Relay Card MCB 105
- Carte thermistance PTC VLT® MCB 112
- VLT® Extended Relay Card MCB 113
- VLT® Sensor Input Option MCB 114

Pour plus d'informations, se reporter au *chapitre 7 Spécifications*.

### 3.7.3 Options du contrôle en cascade

Les options du contrôleur de cascade augmentent le nombre de relais disponibles. Lorsque l'une des options est installée, les paramètres nécessaires pour gérer les fonctions du contrôleur de cascade sont disponibles via le panneau de commande.

Les MCO 101 et 102 sont des options qui étendent le nombre de pompes prises en charge et les fonctionnalités du contrôleur de cascade intégré du VLT® AQUA Drive.

Les options de contrôle en cascade suivantes sont disponibles avec le VLT® AQUA Drive :

- Contrôleur de cascade de base intégré (contrôleur de cascade)
- MCO 101 (contrôleur de cascade étendu)
- MCO 102 (contrôleur de cascade avancé)

Pour plus d'informations, se reporter à la section *chapitre 7 Spécifications*.

Le contrôleur de cascade étendu peut être utilisé dans 2 modes différents :

- Avec les fonctions étendues contrôlées par le groupe de paramètres 27-\*\*. *Cascade CTL Option.*
- Pour étendre le nombre de relais disponibles pour la cascade de base contrôlée par le groupe de paramètres 25-\*\*. *Contrôleur cascade.*

Le MCO 101 permet d'utiliser un total de 5 relais pour le contrôle en cascade. Le MCO 102 permet de contrôler un

total de 8 pompes. Les options peuvent permettre d'alterner la pompe principale avec 2 relais par pompe.

### AVIS!

Si le MCO 102 est installé, l'option relais MCB 105 peut faire passer le nombre de relais à 13.

3

#### Application

Le contrôle en cascade est un système de contrôle courant utilisé pour commander des pompes ou des ventilateurs en parallèle, de façon efficace d'un point de vue énergétique.

L'option de contrôleur de cascade permet de commander plusieurs pompes configurées en parallèle :

- En activant ou en désactivant automatiquement les pompes individuelles.
- En contrôlant la vitesse des pompes.

Grâce aux contrôleurs de cascade, les pompes individuelles sont automatiquement activées (démarrées) et désactivées (arrêtées) selon les besoins, et ce afin de maintenir le débit ou la pression nécessaire au système. La vitesse des pompes raccordées au VLT® AQUA Drive est également commandée de façon à fournir une plage continue de puissance système.

#### Usage prévu

Les options du contrôleur de cascade ont été conçues pour des applications de pompage. Il est toutefois également possible d'utiliser les contrôleurs de cascade pour toute application requérant plusieurs moteurs configurés en parallèle.

#### Principe de fonctionnement

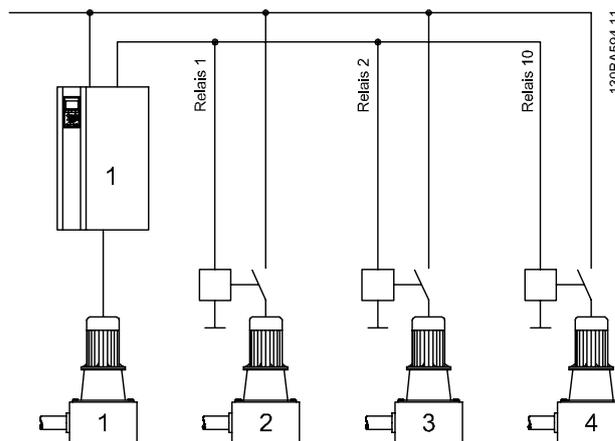
Le logiciel du contrôleur de cascade fonctionne à partir d'un variateur de fréquence unique avec l'option de contrôleur de cascade. Il contrôle un ensemble de pompes commandées séparément par un variateur de fréquence ou raccordées à un contacteur ou un démarreur progressif.

Les variateurs de fréquence supplémentaires dans le système (variateurs de fréquence esclaves) n'ont pas besoin de carte option de contrôleur de cascade. Ils sont exploités en mode boucle ouverte et reçoivent leur référence de vitesse à partir du variateur de fréquence maître. Les pompes raccordées aux variateurs de fréquence esclaves sont appelées pompes à vitesse variable.

Les pompes raccordées au secteur via un contacteur ou un démarreur progressif sont appelées pompes à vitesse fixe.

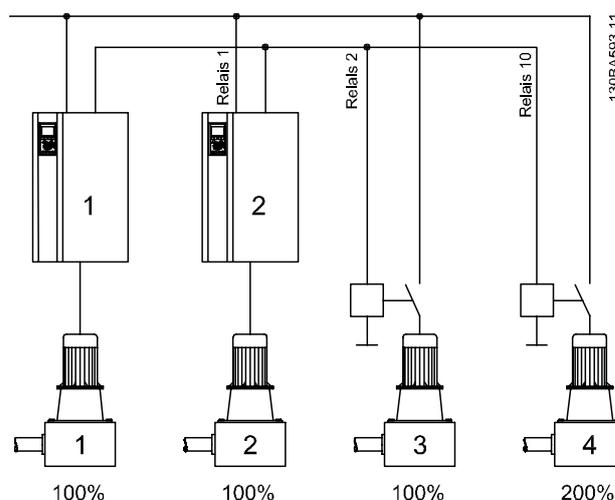
Chaque pompe à vitesse fixe ou variable est commandée par un relais du variateur de fréquence maître.

Les options du contrôleur de cascade peuvent commander un mélange de pompes à vitesse fixe et à vitesse variable.



Intégré	1 VSP + 2 FSP Groupe de paramètres 25-** Contrôleur cascade
MCO 101	1 VSP + 5 FSP Groupe de paramètres 25-** Contrôleur cascade
MCO 102	1 VSP + 8 FSP Groupe de paramètres 25-** Contrôleur cascade

Illustration 3.27 Présentation de l'application



Intégré	-
MCO 101	1 vers 6 VSP + 1 vers 5 FSP (6 pompes maximum) Groupe de paramètres 27-** Cascade CTL Option
MCO 102	1 vers 8 VSP + 1 vers 7 FSP (8 pompes maximum) Groupe de paramètres 27-** Cascade CTL Option

Illustration 3.28 Présentation de l'application

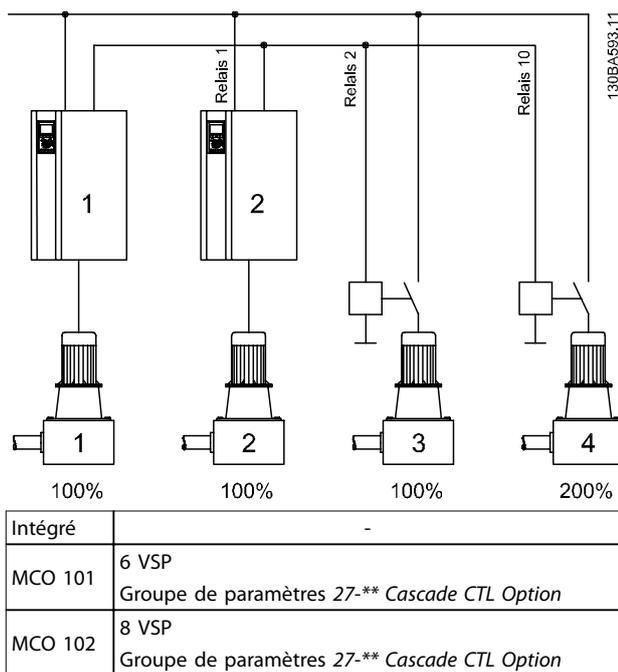


Illustration 3.29 Présentation de l'application

VSP = Pompe à vitesse variable (directement connectée au variateur de fréquence)

FSP = Pompe à vitesse fixe (le moteur peut être connecté via un contacteur, un démarreur progressif ou un démarreur étoile/triangle)

### 3.7.4 Résistances de freinage

Dans les applications où le moteur est utilisé comme un frein, l'énergie est générée dans le moteur et renvoyée vers le variateur de fréquence. La tension du circuit CC du variateur de fréquence augmente lorsque l'énergie ne peut pas être transportée à nouveau vers le moteur. Dans les applications avec freinage fréquent et/ou charges à inertie élevée, cette augmentation peut entraîner une alarme de surtension du variateur de fréquence puis un arrêt. Les résistances de freinage sont utilisées pour dissiper l'énergie excédentaire liée au freinage par récupération. La résistance est sélectionnée en fonction de sa valeur ohmique, de son taux de dissipation de puissance et de sa taille physique. Danfoss propose une gamme complète de résistances de freinage spécialement conçues pour les variateurs de fréquence Danfoss. Voir le chapitre 3.4.12 Calcul de la résistance de freinage pour le dimensionnement des résistances de freinage. Pour obtenir les références, se reporter au chapitre 6.2 Options, accessoires et pièces détachées.

### 3.7.5 Filtrage sinus

Lorsqu'un moteur est contrôlé par un variateur de fréquence, il émet un bruit de résonance. Ce bruit, dû à la

construction du moteur, se produit à chaque commutation de l'onduleur du variateur de fréquence. La fréquence du bruit des résonances correspond ainsi à la fréquence de commutation du variateur de fréquence.

Danfoss peut proposer un filtre sinus qui atténue le bruit acoustique du moteur.

Le filtre réduit le temps de rampe d'accélération de la tension, la tension de charge de pointe  $U_{POINTE}$  et le courant d'ondulation  $\Delta I$  vers le moteur, ce qui signifie que le courant et la tension deviennent quasiment sinusoïdaux. Le bruit acoustique du moteur est ainsi réduit au strict minimum.

Le courant d'ondulation des bobines du filtre sinus génère aussi un certain bruit. Remédier au problème en intégrant le filtre dans une armoire ou une installation similaire.

### 3.7.6 Filtrage dU/dt

Danfoss fournit des filtres dU/dt qui sont des filtres passe-bas à mode différentiel qui réduisent les pics de tensions entre phases de la borne du moteur et diminuent le temps de montée jusqu'à un niveau qui réduit la contrainte sur l'isolation des bobinages du moteur. Ce problème est particulièrement important pour les câbles courts du moteur.

Comparés aux filtres sinus (voir le chapitre 3.7.5 Filtrage sinus), les filtres dU/dt comportent une fréquence d'arrêt supérieure à la fréquence de commutation.

### 3.7.7 Filtrage en mode commun

Les noyaux hautes fréquences en mode commun (noyaux HF-CM) réduisent les interférences électromagnétiques et éliminent les dommages dus aux décharges électriques. Ce sont des noyaux magnétiques spécifiques nanocristallins qui présentent une performance de filtrage supérieure par rapport aux noyaux de ferrite courants. Le noyau HF-CM agit comme un inducteur en mode commun entre les phases et la terre.

Installés autour des 3 phases du moteur (U, V, W), ils réduisent les courants en mode commun haute fréquence. Ainsi, l'interférence électromagnétique haute fréquence provenant du câble du moteur s'en trouve réduite.

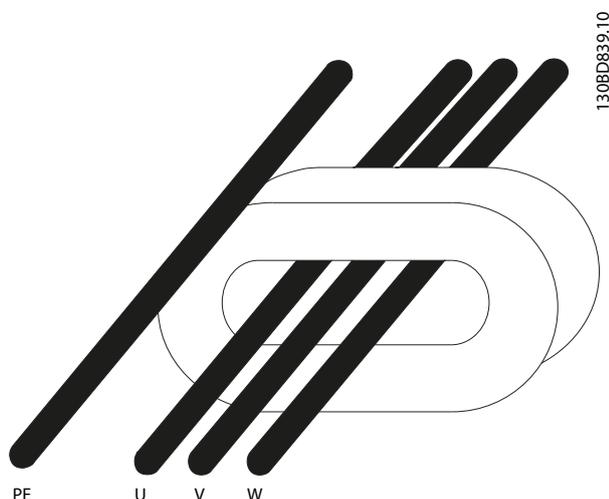
Le nombre de noyaux nécessaire dépend de la longueur du câble du moteur et de la tension du variateur de fréquence. Chaque kit contient 2 noyaux. Consulter le Tableau 3.19 pour déterminer le nombre de noyaux nécessaire.

Longueur de câble <sup>1)</sup> [m]	Taille de protection				
	A et B		C		
	T2/T4	T7	T2/T4	T7	T7
50	2	4	2	2	4
100	4	4	2	4	4
150	4	6	4	4	4
300	4	6	4	4	6

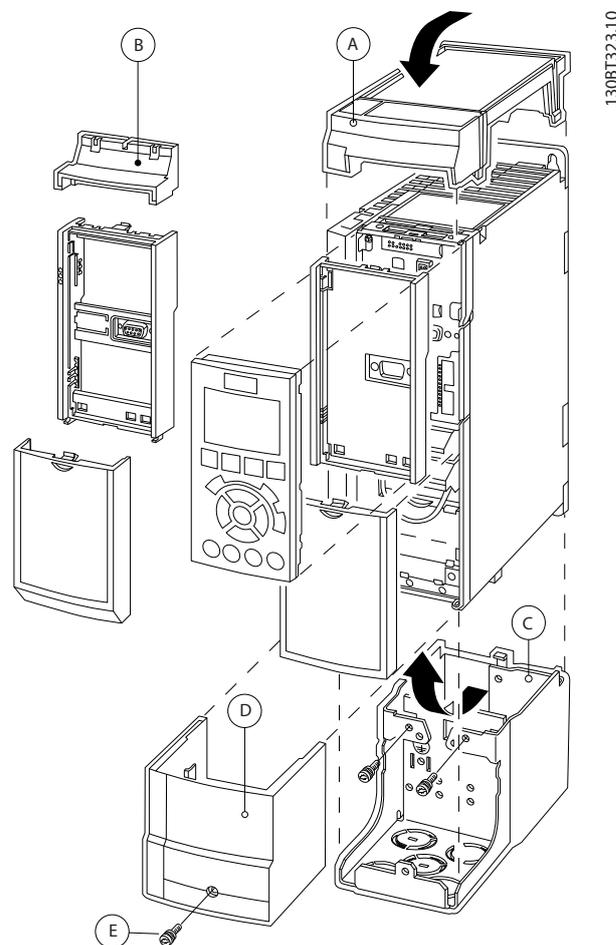
**Tableau 3.19 Nombre de noyaux**

1) Lorsque des câbles plus longs sont nécessaires, empiler des noyaux HF-CM.

Installer les noyaux HF-CM en faisant passer les 3 câbles phases moteur (U, V, W) dans chaque noyau, comme indiqué sur l'illustration 3.30.


**Illustration 3.30 Noyau HF-CM avec phases moteur**

La protection IP4X top peut s'appliquer à toutes les variantes FC 202 IP20 standard.


**Illustration 3.31 Protection de taille A2**

### 3.7.8 Filtres harmoniques

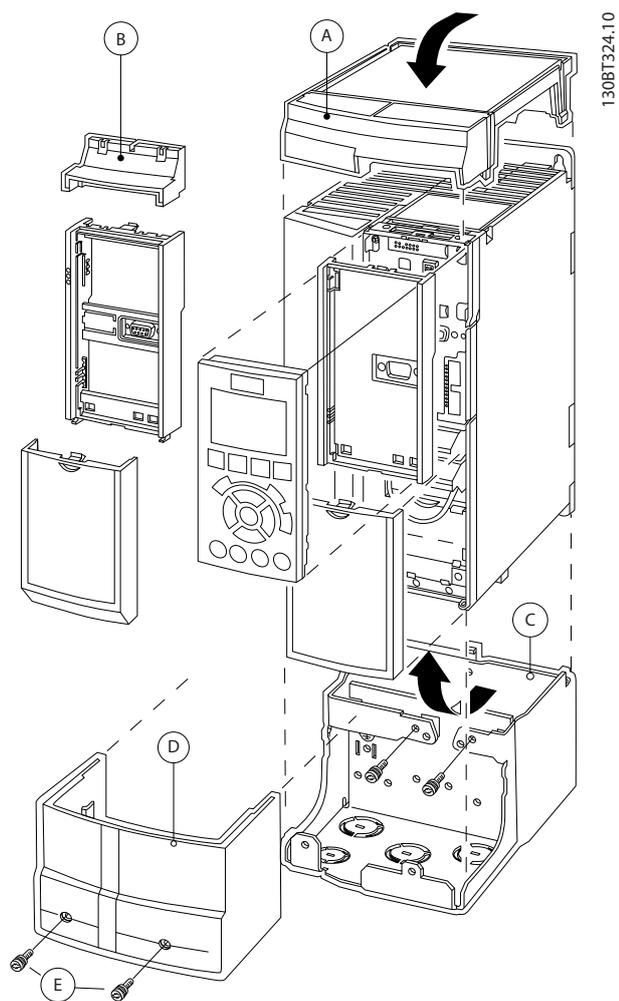
Les filtres Danfoss AHF 005 et AHF 010 sont des filtres harmoniques avancés, sans comparaison possible avec les filtres électroniques harmoniques traditionnels. Les filtres harmoniques Danfoss ont été spécialement conçus pour s'adapter aux variateurs de fréquence Danfoss.

En raccordant les filtres harmoniques Danfoss AHF 005 ou AHF 010 face à un variateur de fréquence Danfoss, la distorsion de courant harmonique renvoyée vers le secteur est réduite à 5 % et 10 %.

### 3.7.9 Kit de protection IP21/NEMA Type 1

IP20/IP4X top/NEMA TYPE 1 est une protection optionnelle disponible pour les appareils compacts IP20.

En cas d'utilisation du kit de protection, l'unité IP20 est améliorée de manière à respecter la protection IP21/4X top/TYPE 1.



A	Couvercle supérieur
B	Bord
C	Base
D	Couvercle inférieur
E	Vis

Illustration 3.32 Protection de taille A3

Placer le couvercle supérieur comme illustré. Si une option A ou B est utilisée, le bord doit recouvrir l'entrée supérieure. Placer la base C au bas du variateur de fréquence et utiliser les brides présentes dans le sac d'accessoires pour attacher correctement les câbles.

Orifices pour presse-étoupes :

- Taille A2 : 2 x M25 et 3 x M32
- Taille A3 : 3 x M25 et 3 x M32

Type de protection	Hauteur A [mm]	Largeur B [mm]	Profondeur C <sup>1)</sup> [mm]
A2	372	90	205
A3	372	130	205
B3	475	165	249
B4	670	255	246
C3	755	329	337
C4	950	391	337

Tableau 3.20 Dimensions

1) Si l'option A/B est utilisée, la profondeur augmente (voir le chapitre 7.8 Dimensionnements puissance, poids et dimensions pour plus de détails).

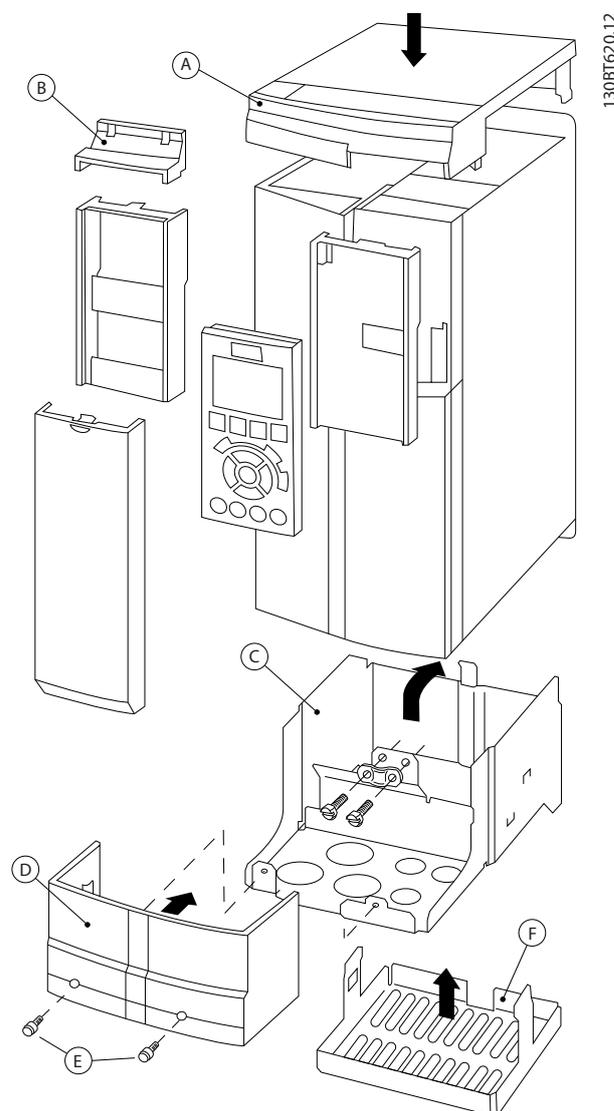
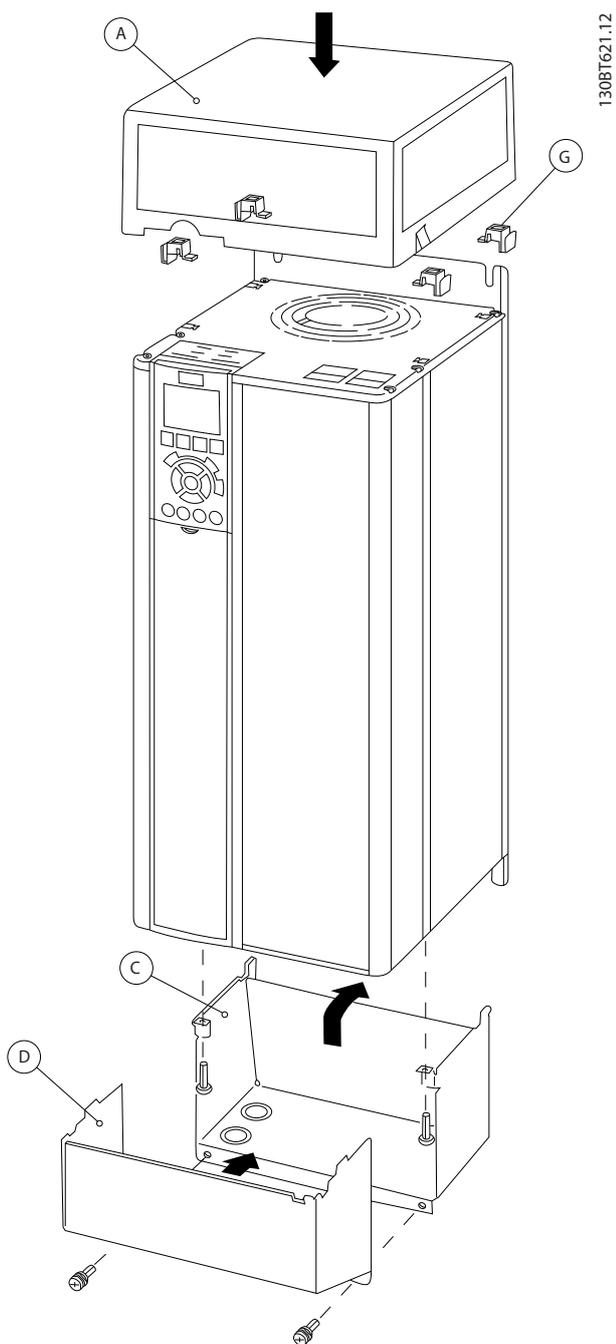


Illustration 3.33 Protection de taille B3



130BT62.1.12

**AVIS!**

Le montage côte à côte n'est pas possible lorsque l'on utilise le Kit de protection IP21/IP4X/TYPE 1.

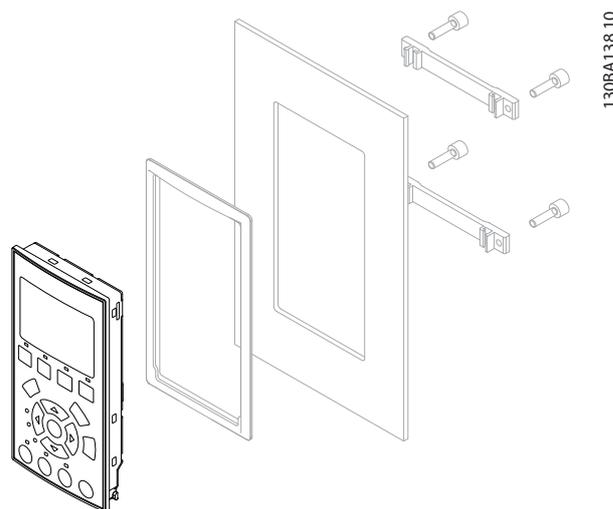
3.7.10 Kit de montage externe pour LCP

Le LCP peut être déplacé vers l'avant d'une protection à l'aide du kit de montage externe. Les vis de fixation doivent être serrées à un couple max. d'1 Nm.

La protection du LCP est IP66.

Protection	avant, IP66
Longueur de câble max. entre le LCP et l'unité	3 m
Communication standard	RS485

Tableau 3.22 Caractéristiques techniques



130BA138.10

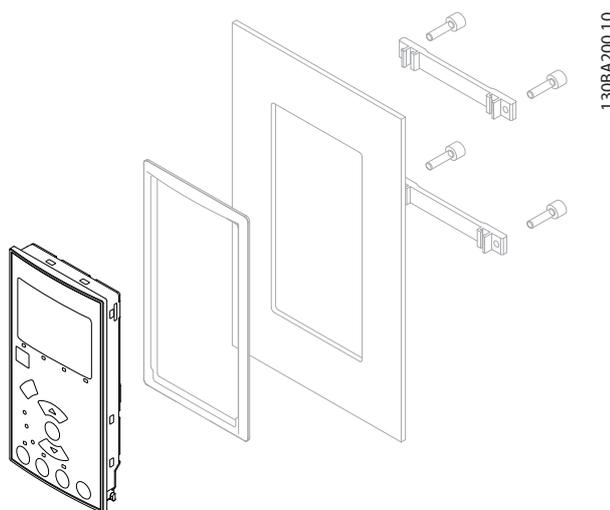
Illustration 3.35 Kit LCP comprenant LCP graphique, fixations, câble de 3 m et joint  
Référence 130B1113

Illustration 3.34 Protections de tailles B4, C3 et C4

A	Couvercle supérieur
B	Bord
C	Base
D	Couvercle inférieur
E	Vis
F	Protection du ventilateur
G	Fixation supérieure

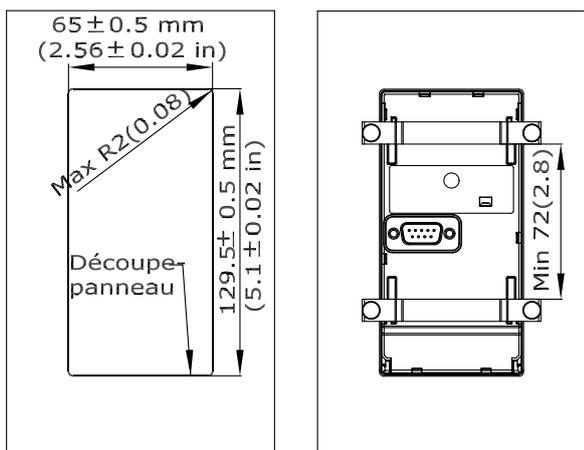
Tableau 3.21 Légende de l'illustration 3.33 et de l'illustration 3.34

Lorsqu'un module d'option A et/ou B est utilisé, le bord (B) doit être fixé sur le couvercle supérieur (A).



130BA200.10

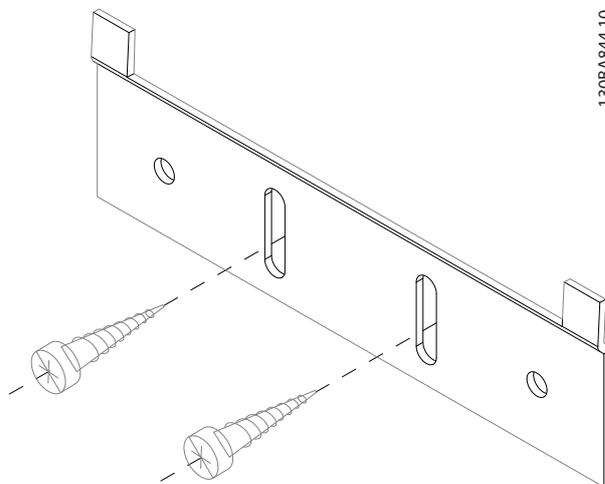
Illustration 3.36 Kit LCP comprenant LCP numérique, fixations et joint  
Référence 130B1114



130BA139.13

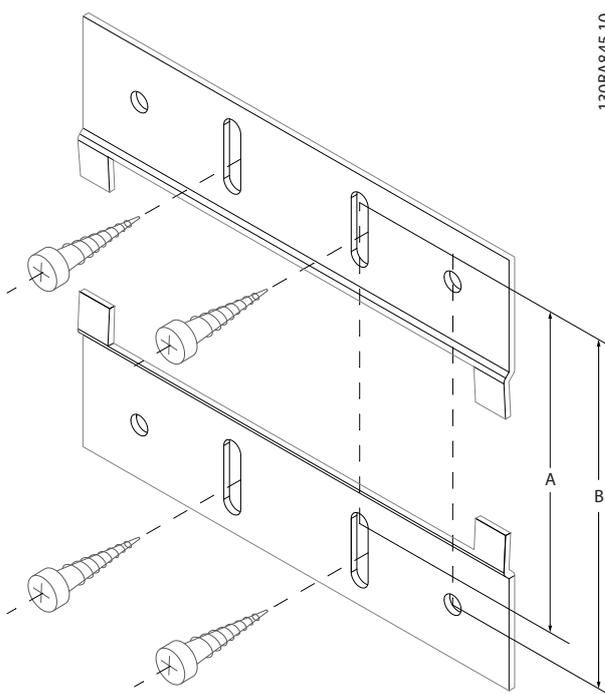
Illustration 3.37 Dimensions du kit LCP

### 3.7.11 Support de fixation pour protections de tailles A5, B1, B2, C1 et C2



130BA844.10

Illustration 3.38 Support inférieur



130BA845.10

Illustration 3.39 Support supérieur

Voir les dimensions dans le *Tableau 3.23*.

Taille de protection	IP	A [mm]	B [mm]	Référence
A5	55/66	480	495	130B1080
B1	21/55/66	535	550	130B1081
B2	21/55/66	705	720	130B1082
B3	21/55/66	730	745	130B1083
B4	21/55/66	820	835	130B1084

Tableau 3.23 Détails des supports de montage

### 3.8 Interface série RS485

#### 3.8.1 Vue d'ensemble

Le RS485 est une interface de bus à deux fils compatible avec une topologie de réseau multipoints, c.-à-d. que des nœuds peuvent être connectés comme un bus ou via des câbles de dérivation depuis un tronçon de ligne commun. Un total de 32 nœuds peuvent être connectés à 1 segment de réseau.

Les répéteurs divisent les segments de réseaux (voir l'illustration 3.40).

**AVIS!**

Chaque répéteur fonctionne comme un nœud au sein du segment sur lequel il est installé. Chaque nœud connecté au sein d'un réseau donné doit disposer d'une adresse de nœud unique pour tous les segments.

Terminer chaque segment aux deux extrémités, à l'aide du commutateur de terminaison (S801) du variateur de fréquence ou d'un réseau de résistances de terminaison polarisé. Utiliser toujours un câble blindé à paire torsadée

(STP) pour le câblage du bus et suivre les règles habituelles en matière d'installation.

Il est important de disposer d'une mise à la terre de faible impédance du blindage à chaque nœud, y compris à hautes fréquences. Relier alors une grande surface du blindage à la terre, par exemple à l'aide d'un étrier de serrage ou d'un presse-étoupe conducteur. Il peut être nécessaire d'appliquer des câbles d'égalisation de potentiel pour maintenir le même potentiel de terre dans tout le réseau, en particulier dans les installations comportant des câbles longs.

Pour éviter toute disparité d'impédance, utiliser toujours le même type de câble dans l'ensemble du réseau. Lors du raccordement d'un moteur au variateur de fréquence, utiliser toujours un câble de moteur blindé.

Câble	Paire torsadée blindée (STP)
Impédance [ $\Omega$ ]	120
Longueur de câble [m]	1 200 max. (y compris les câbles de dérivation) 500 max. de poste à poste

Tableau 3.24 Spécifications du câble

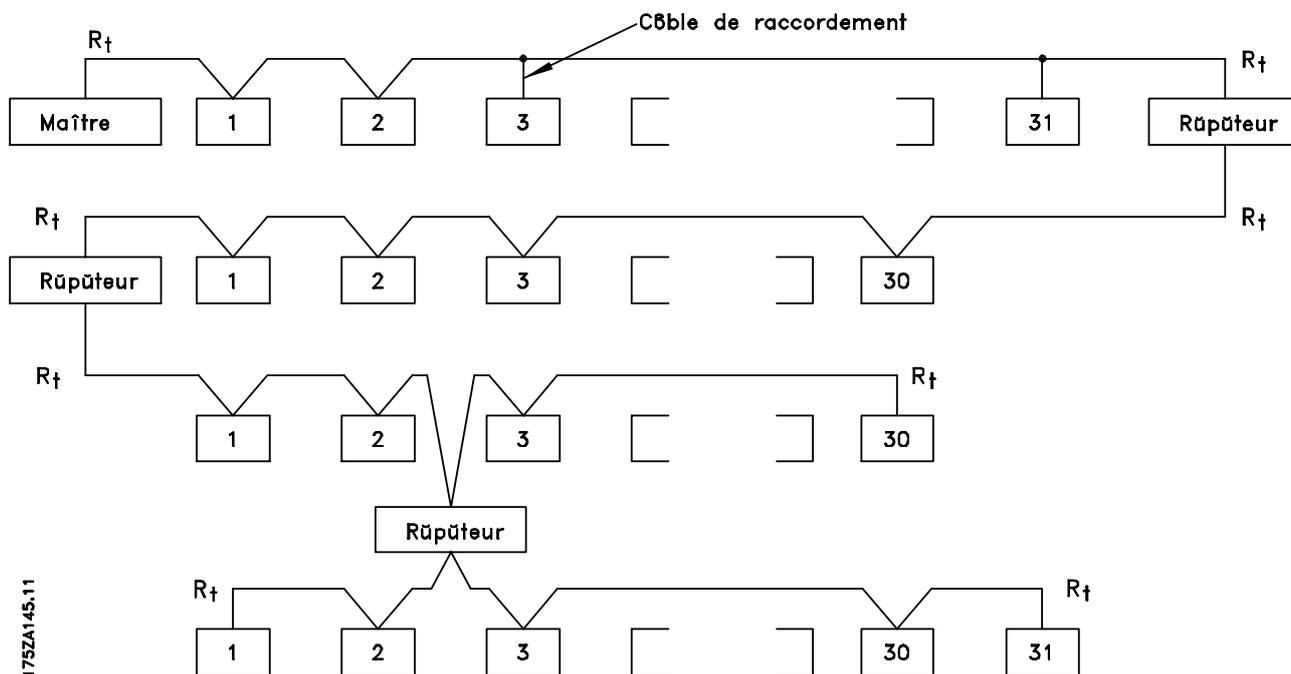


Illustration 3.40 Interface bus RS485

		Paramètres	
FC		Fonction	charge
+24 V	12	Paramètre 8-30	
+24 V	13	Protocole	FC*
D IN	18	Paramètre 8-31	1*
D IN	19	Adresse	
COM	20	Paramètre 8-32	9600*
D IN	27	Vit. transmission	
D IN	29	* = valeur par défaut	
D IN	32	<b>Remarques/commentaires :</b> Sélectionner le protocole, l'adresse et la vitesse de transmission dans les paramètres mentionnés ci-dessus. D IN 37 est une option.	
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
R1	01		
	02		
	03		
R2	04		
	05		
	06		
		RS-485	
	61		
	68		
	69		

Tableau 3.25 Raccordement du réseau RS485

### 3.8.2 Raccordement du réseau

Un ou plusieurs variateurs de fréquence peuvent être raccordés à un contrôleur (ou maître) à l'aide de l'interface normalisée RS485. La borne 68 est raccordée au signal P (TX+, RX+) tandis que la borne 69 est raccordée au signal N (TX-, RX-). Voir les dessins au chapitre 3.5.1 Schéma de câblage.

Utiliser des liaisons parallèles pour raccorder plusieurs variateurs de fréquence au même maître.

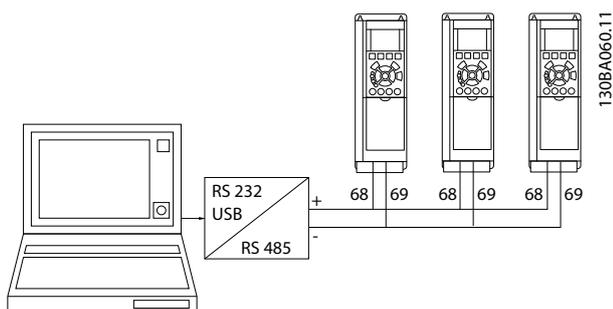


Illustration 3.41 Connexions parallèles

Pour éviter des courants d'équilibrage de tension à l'écran, raccorder selon l'illustration 3.20.

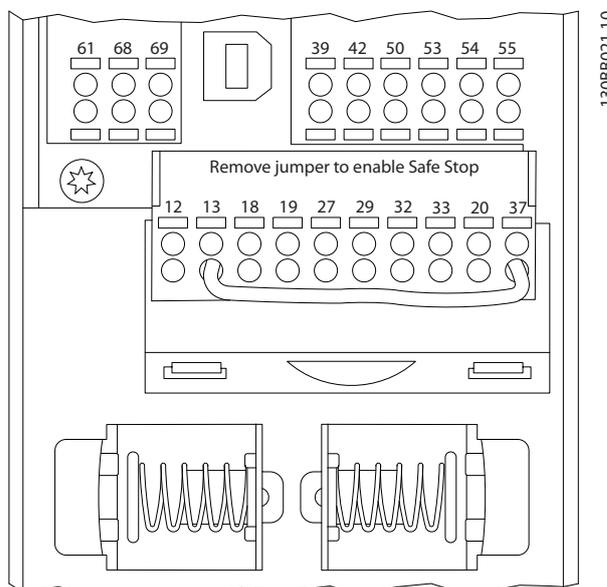


Illustration 3.42 Borne de la carte de commande

### 3.8.3 Terminaison du bus RS485

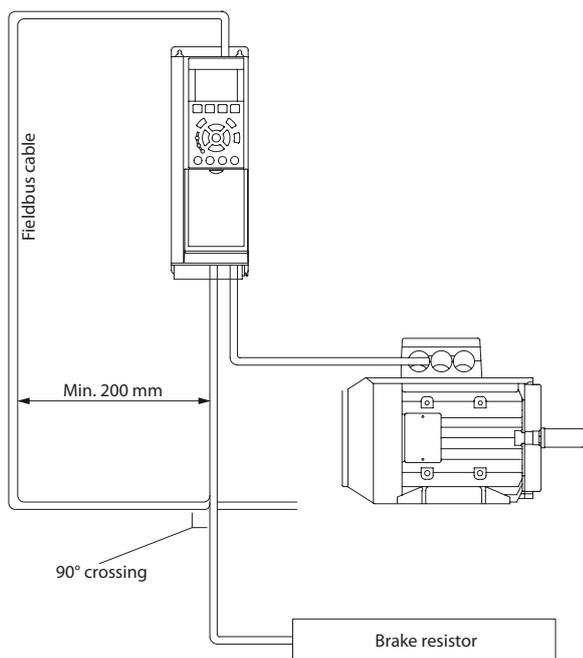
Terminer le bus RS485 par un réseau de résistances à chaque extrémité. À cette fin, mettre le commutateur S801 de la carte de commande sur ON.

Régler le protocole de communication au par. *paramètre 8-30 Protocole.*

### 3.8.4 Précautions CEM

Les précautions CEM suivantes sont recommandées pour assurer une exploitation sans interférence du réseau RS485.

Respecter les réglementations nationales et locales en vigueur, par exemple à l'égard de la protection par mise à la terre. Maintenir le câble de communication RS485 à l'écart des câbles du moteur et de résistance de freinage, afin d'éviter une nuisance réciproque des bruits liés aux hautes fréquences. Normalement, une distance de 200 mm (8 pouces) est suffisante, mais il est recommandé de garder la plus grande distance possible, notamment en cas d'installation de câbles en parallèle sur de grandes distances. Si le câble RS485 doit croiser un câble de moteur et de résistance de freinage, il doit le croiser suivant un angle de 90°.



1308D507.11

Illustration 3.43 Passage des câbles

### 3.8.5 Vue d'ensemble du protocole FC

Le protocole FC, également appelé bus FC ou bus standard, est le bus de terrain standard de Danfoss. Il définit une technique d'accès selon le principe maître-esclave pour les communications via le bus série.

Un maître et un maximum de 126 esclaves peuvent être raccordés au bus. Le maître sélectionne chaque esclave grâce à un caractère d'adresse dans le télégramme. Un esclave ne peut jamais émettre sans y avoir été autorisé au préalable, et le transfert direct de messages entre les différents esclaves n'est pas possible. Les communications ont lieu en mode semi-duplex.

La fonction du maître ne peut pas être transférée vers un autre nœud (système à maître unique).

La couche physique est la RS485, qui utilise le port RS485 intégré au variateur de fréquence. Le protocole FC prend en charge différents formats de télégramme :

- Un format court de 8 octets pour les données de process.
- Un format long de 16 octets qui comporte également un canal de paramètres.
- Un format utilisé pour les textes.

### 3.8.6 Configuration du réseau

Définir les paramètres suivants pour activer le protocole FC du variateur de fréquence :

Numéro de paramètre	Réglage
Paramètre 8-30 Protocole	FC
Paramètre 8-31 Adresse	1-126
Paramètre 8-32 Vit. Trans. port FC	2400-115200
Paramètre 8-33 Parité/bits arrêt	Parité à nombre pair, 1 bit d'arrêt (défaut)

Tableau 3.26 Paramètres du protocole FC

### 3.8.7 Structure des messages du protocole FC

#### 3.8.7.1 Contenu d'un caractère (octet)

Chaque caractère transmis commence par un bit de départ. Ensuite, 8 bits de données, correspondant à un octet, sont transmis. Chaque caractère est sécurisé par un bit de parité. Ce bit est réglé sur 1 lorsqu'il atteint la parité. La parité est atteinte en présence d'un nombre égal de 1 s dans les 8 bits de données et le bit de parité au total. Le caractère se termine par un bit d'arrêt et se compose donc au total de 11 bits.

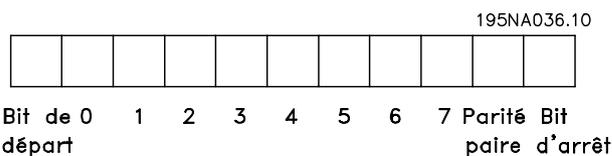


Illustration 3.44 Contenu d'un caractère

#### 3.8.7.2 Structure du télégramme

Chaque télégramme présente la structure suivante :

- Caractère de départ (STX) = 02 Hex.
- Un octet indiquant la longueur du télégramme (LGE).
- Un octet indiquant l'adresse (ADR) du variateur de fréquence.

Viennent ensuite plusieurs octets de données (nombre variable, dépend du type de télégramme).

Un octet de contrôle des données (BCC) termine le télégramme.

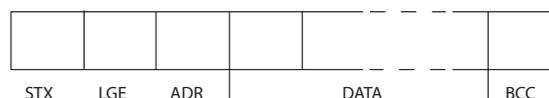


Illustration 3.45 Structure du télégramme

### 3.8.7.3 Longueur du télégramme (LGE)

La longueur du télégramme comprend le nombre d'octets de données auquel s'ajoutent l'octet d'adresse ADR et l'octet de contrôle des données BCC.

4 octets de données	LGE = 4 + 1 + 1 = 6 octets
12 octets de données	LGE = 12 + 1 + 1 = 14 octets
Télégrammes contenant des textes	10 <sup>1)</sup> + n octets

**Tableau 3.27** Longueur des télégrammes

1) 10 correspond aux caractères fixes tandis que n est variable (dépend de la longueur du texte).

### 3.8.7.4 Adresse (ADR) du variateur de fréquence

Deux formats d'adresse différents sont utilisés. La plage d'adresse du variateur est soit de 1-31 soit de 1-126.

- Format d'adresse 1-31
  - Bit 7 = 0 (format adresse 1-31 actif).
  - Bit 6 non utilisé.

### 3.8.7.6 Champ de données

La construction de blocs de données dépend du type de télégramme. Il existe trois types de télégrammes et le type de télégramme est valable aussi bien pour les télégrammes de commande (maître⇒esclave) que pour les télégrammes de réponse (esclave⇒maître).

Voici les 3 types de télégramme :

#### Bloc de process (PCD)

Un PCD est composé d'un bloc de données de 4 octets (2 mots) et comprend :

- Mot de contrôle et valeur de référence (du maître à l'esclave).
- Mot d'état et fréquence de sortie actuelle (de l'esclave au maître).



**Illustration 3.46** Bloc de process

- Bit 5 = 1 : diffusion, les bits d'adresse (0-4) ne sont pas utilisés.
- Bit 5 = 0 : pas de diffusion.
- Bit 0-4 = adresse du variateur de fréquence 1-31.

- Format d'adresse 1-126
  - Bit 7 = 1 (format adresse 1-126 actif).
  - Bit 0-6 = adresse du variateur de fréquence 1-126.
  - Bit 0-6 = 0 diffusion.

L'esclave renvoie l'octet d'adresse sans modification dans le télégramme de réponse au maître.

### 3.8.7.5 Octet de contrôle des données (BCC)

La somme de contrôle est calculée comme une fonction XOR. Avant de recevoir le premier octet du télégramme, la somme de contrôle calculée est égale à 0.

### Bloc de paramètres

Un bloc de paramètres est utilisé pour le transfert de paramètres entre le maître et l'esclave. Le bloc de données est composé de 12 octets (6 mots) et contient également le bloc de process.

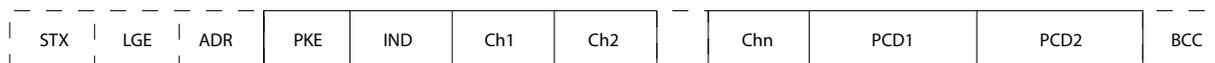
130BAZ / 1.10



Illustration 3.47 Bloc de paramètres

### Bloc de texte

Un bloc de texte est utilisé pour lire ou écrire des textes via le bloc de données.



130BAZ70.10

Illustration 3.48 Bloc de texte

### 3.8.7.7 Champ PKE

Le champ PKE contient deux sous-champs :

- Ordre et réponse de paramètres AK.
- Numéro de paramètre PNU.

130BA268.10

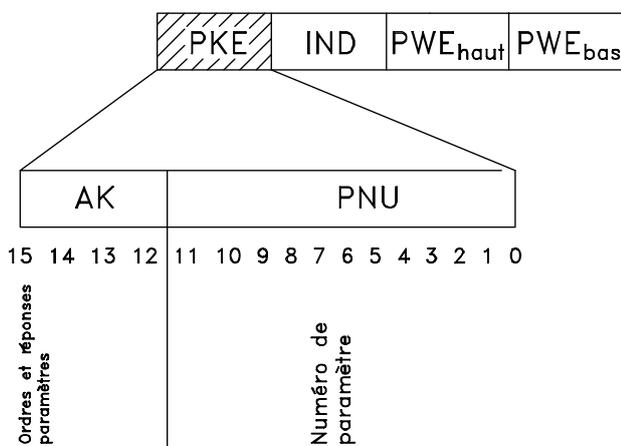


Illustration 3.49 Champ PKE

Les bits 12 à 15 sont utilisés pour le transfert d'ordres de paramètres du maître à l'esclave ainsi que pour la réponse traitée par l'esclave et renvoyée au maître.

Numéro bit				Ordre de paramètre
15	14	13	12	
0	0	0	0	Pas d'ordre
0	0	0	1	Lire valeur du paramètre
0	0	1	0	Écrire valeur du paramètre en RAM (mot)
0	0	1	1	Écrire valeur du paramètre en RAM (mot double)
1	1	0	1	Écrire valeur du paramètre en RAM et EEPROM (mot double)
1	1	1	0	Écrire valeur du paramètre en RAM et EEPROM (mot)
1	1	1	1	Lire/écrire texte

Tableau 3.28 Ordres de paramètres maître ⇒ esclave

Numéro bit				Réponse
15	14	13	12	
0	0	0	0	Pas de réponse
0	0	0	1	Valeur du paramètre transmise (mot)
0	0	1	0	Valeur du paramètre transmise (mot double)
0	1	1	1	Ordre impossible à exécuter
1	1	1	1	Texte transmis

Tableau 3.29 Réponse esclave ⇒ maître

S'il est impossible d'exécuter l'ordre, l'esclave envoie cette réponse :

0111 *Ordre impossible à exécuter*

- et publie un rapport de défauts (voir le *Tableau 3.30*) dans la valeur de paramètre (PWE) :

PWE bas (Hex)	Message d'erreur
0	Le numéro de paramètre utilisé n'existe pas.
1	Aucun accès en écriture au paramètre défini.
2	La valeur des données dépasse les limites du paramètre.

3	L'indice utilisé n'existe pas.
4	Le paramètre n'est pas de type tableau.
5	Le type de données ne correspond pas au paramètre défini.
11	La modification des données dans le paramètre défini n'est pas possible dans l'état actuel du variateur de fréquence. Certains paramètres ne peuvent être modifiés qu'avec le moteur à l'arrêt.
82	Aucun accès du bus au paramètre défini.
83	La modification des données est impossible car les réglages d'usine ont été sélectionnés

Tableau 3.30 Rapports d'erreur des valeurs de paramètre

### 3.8.7.8 Numéro de paramètre (PNU)

Les bits n° 0 à 11 sont utilisés pour le transfert des numéros de paramètre. La fonction du paramètre concerné est définie dans la description des paramètres dans le *Guide de programmation*.

### 3.8.7.9 Indice (IND)

L'indice est utilisé avec le numéro de paramètre pour l'accès lecture/écriture aux paramètres dotés d'un indice, p. ex. le par. *paramètre 15-30 Journal alarme : code*. L'indice est composé de 2 octets, un octet de poids faible et un octet de poids fort.

Seul l'octet de poids faible est utilisé comme un indice.

### 3.8.7.10 Valeur du paramètre (PWE)

Le bloc valeur du paramètre se compose de 2 mots (4 octets) et la valeur dépend de l'ordre donné (AK). Le maître exige une valeur de paramètre lorsque le bloc PWE ne contient aucune valeur. Pour modifier une valeur de paramètre (écriture), écrire la nouvelle valeur dans le bloc PWE et l'envoyer du maître à l'esclave.

Lorsqu'un esclave répond à une demande de paramètre (ordre de lecture), la valeur actuelle du paramètre du bloc PWE est transmise et renvoyée au maître. Si un paramètre ne contient pas de valeur numérique, mais plusieurs options de données, par exemple *paramètre 0-01 Langue* où [0] Anglais et [4] Danois, il convient de choisir la valeur de données en saisissant la valeur dans le bloc PWE. La communication série permet de lire uniquement les paramètres de type de données 9 (séquence de texte).

Les par. *Paramètre 15-40 Type. FC* à *paramètre 15-53 N° série carte puissance* contiennent le type de données 9.

À titre d'exemple, le par. *paramètre 15-40 Type. FC* permet de lire l'unité et la plage de tension secteur. Lorsqu'une séquence de texte est transmise (lue), la longueur du télégramme est variable et les textes présentent des longueurs variables. La longueur du télégramme est indiquée dans le 2<sup>e</sup> octet du télégramme, LGE. Lors d'un

transfert de texte, le caractère d'indice indique s'il s'agit d'un ordre de lecture ou d'écriture.

Afin de pouvoir lire un texte via le bloc PWE, régler l'ordre de paramètre (AK) sur F Hex. L'octet haut du caractère d'indice doit être 4.

Certains paramètres contiennent du texte qui peut être écrit via le bus série. Pour écrire un texte via le bloc PWE, régler l'ordre de paramètre (AK) sur F Hex. L'octet haut du caractère d'indice doit être 5.

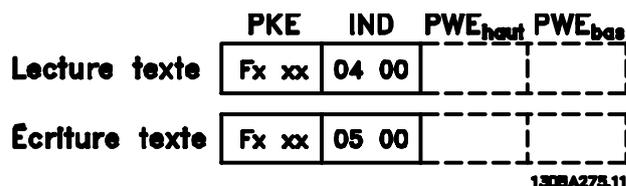


Illustration 3.50 Texte via le bloc PWE

### 3.8.7.11 Types de données pris en charge

Non signé signifie que le télégramme ne comporte pas de signe.

Types de données	Description
3	Nombre entier 16 bits
4	Nombre entier 32 bits
5	Non signé 8 bits
6	Non signé 16 bits
7	Non signé 32 bits
9	Séquence de texte
10	Chaîne d'octets
13	Différence de temps
33	Réservé
35	Séquence de bits

Tableau 3.31 Types de données pris en charge

### 3.8.7.12 Conversion

Le chapitre Réglage d'usine montre les caractéristiques de chaque paramètre. Les valeurs de paramètre ne sont transmises que sous la forme de nombres entiers. Les facteurs de conversion sont donc utilisés pour transmettre des nombres décimaux.

Le par. *Paramètre 4-12 Vitesse moteur limite basse [Hz]* a un facteur de conversion de 0,1. Pour préréglager la fréquence minimale sur 10 Hz, transmettre la valeur 100. Un facteur de conversion de 0,1 signifie que la valeur transmise est multipliée par 0,1. La valeur 100 est donc lue sous la forme 10,0.

Exemples :

0 s ⇒ indice de conversion 0

0,00 s ⇒ indice de conversion -2

0 ms ⇒ indice de conversion -3

0,00 ms ⇒ indice de conversion -5

3

### 3.8.7.13 Mots de process (PCD)

Le bloc de mots de process est divisé en deux blocs, chacun de 16 bits, qui apparaissent toujours dans l'ordre indiqué.

PCD 1	PCD 2
Télégramme de contrôle (mot de contrôle maître⇒esclave)	Référence-valeur
Télégramme de contrôle (esclave⇒maître) Mot d'état	Fréquence de sortie actuelle

Tableau 3.32 Mots de process (PCD)

## 3.8.8 Exemples de protocole FC

### 3.8.8.1 Écriture d'une valeur de paramètre

Changer le par. *paramètre 4-14 Vitesse moteur limite haute [Hz]* sur 100 Hz.

Écrire les données en EEPROM.

PKE = E19E Hex - Écriture d'un mot unique au par. *paramètre 4-14 Vitesse moteur limite haute [Hz]* :

IND = 0000 Hex

PWEHAUT = 0000 hex

PWEBAS = 03E8 Hex - Valeur de données 1000 correspondant à 100 Hz, voir le *chapitre 3.8.7.12 Conversion*.

Le télégramme présente l'apparence suivante :

E19E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

Illustration 3.51 Écrire les données en EEPROM

130BA092.10

### AVIS!

**Paramètre 4-14 Vitesse moteur limite haute [Hz] est un mot unique, et l'ordre de paramètre pour l'écriture dans l'EEPROM est E. Le numéro de paramètre 4-14 est 19E au format hexadécimal.**

La réponse de l'esclave au maître est :

119E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

Illustration 3.52 Réponse de l'esclave

130BA093.10

### 3.8.8.2 Lecture d'une valeur de paramètre

Lire la valeur au par. *paramètre 3-41 Temps d'accél. rampe 1*.

PKE = 1155 Hex - Lire la valeur au par. *paramètre 3-41 Temps d'accél. rampe 1*.

IND = 0000 Hex

PWEHAUT = 0000 hex

PWEBAS = 0000 hex

1155	H	0000	H	0000	H	0000	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

130BA094.10

Illustration 3.53 Valeur de paramètre

Si la valeur au par. *paramètre 3-41 Temps d'accél. rampe 1* est égale à 10 s, la réponse de l'esclave au maître est :

130BA267.10

1155	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

Illustration 3.54 Réponse de l'esclave

3E8 Hex correspond à 1000 au format décimal. L'indice de conversion du par. *paramètre 3-41 Temps d'accél. rampe 1* est -2, c.-à-d. 0,01.

Le par. *paramètre 3-41 Temps d'accél. rampe 1* est du type *Non signé 32 bits*.

## 3.8.9 Protocole Modbus RTU

### 3.8.9.1 Hypothèses de départ

Danfoss part du principe que le contrôleur installé prend en charge les interfaces mentionnées dans ce document et que toutes les exigences et restrictions concernant le contrôleur et le variateur de fréquence sont strictement respectées.

Le Modbus RTU intégré (terminal distant) est conçu pour communiquer avec n'importe quel contrôleur prenant en charge les interfaces définies dans ce document. Il est entendu que l'utilisateur connaît parfaitement les capacités et les limites du contrôleur.

### 3.8.9.2 Vue d'ensemble du Modbus RTU

La présentation du Modbus RTU décrit le procédé qu'utilise un contrôleur pour accéder à un autre dispositif, indépendamment du type de réseau de communication physique. Cela inclut la manière dont le Modbus RTU répond aux demandes d'un autre dispositif et comment les erreurs sont détectées et signalées. Il établit également un format commun pour la structure et le contenu des champs de message.

Pendant les communications sur un réseau Modbus RTU, le protocole :

- détermine la façon dont chaque contrôleur apprend l'adresse de son dispositif.
- détermine la façon dont il reconnaît un message qui lui est adressé.

- détermine les actions à entreprendre.
- extrait les données et les informations contenues dans le message.

Si une réponse est nécessaire, le contrôleur élabore et envoie le message de réponse.

Les contrôleurs communiquent à l'aide d'une technique maître-esclave dans lequel le maître peut initier des transactions (appelées requêtes). Les esclaves répondent en fournissant au maître les données demandées ou en effectuant l'action demandée dans la requête.

Le maître peut s'adresser à un esclave en particulier ou transmettre un message à diffusion générale à tous les esclaves. Les esclaves renvoient une réponse aux requêtes qui leur sont adressées individuellement. Aucune réponse n'est renvoyée aux requêtes à diffusion générale du maître. Le protocole Modbus RTU établit le format de la requête du maître en indiquant :

- L'adresse du dispositif (ou diffusion).
- Un code de fonction définissant l'action requise.
- Toutes les données à envoyer.
- Un champ de contrôle d'erreur.

Le message de réponse de l'esclave est également construit en utilisant le protocole Modbus. Il contient des champs confirmant l'action entreprise, toute donnée à renvoyer et un champ de contrôle d'erreur. Si une erreur se produit lors de la réception du message ou si l'esclave est incapable d'effectuer l'action demandée, ce dernier élabore et renvoie un message d'erreur ou bien une temporisation se produit.

### 3.8.9.3 Variateur de fréquence avec Modbus RTU

Le variateur de fréquence communique au format Modbus RTU sur l'interface intégrée RS485. Le Modbus RTU offre l'accès au mot de contrôle et à la référence du bus du variateur de fréquence.

Le mot de contrôle permet au maître Modbus de contrôler plusieurs fonctions importantes du variateur de fréquence.

- Start
- Arrêt du variateur de fréquence de plusieurs façons :
  - Arrêt en roue libre
  - Arrêt rapide
  - Arrêt avec freinage par injection de courant continu
  - Arrêt normal (rampe)
- Reset après une coupure
- Fonctionnement à plusieurs vitesses prédéfinies
- Fonctionnement en sens inverse

- Changement du process actif
- Contrôle du relais intégré du variateur de fréquence

La référence du bus est généralement utilisée pour commander la vitesse. Il est également possible d'accéder aux paramètres, de lire leurs valeurs et le cas échéant, d'écrire leurs valeurs. Cela permet de disposer d'une gamme d'options de contrôle, comprenant le contrôle du point de consigne du variateur de fréquence lorsque le régulateur PI interne est utilisé.

### 3.8.9.4 Configuration du réseau

Pour activer le Modbus RTU sur le variateur de fréquence, régler les paramètres suivants :

Paramètre	Réglage
Paramètre 8-30 Protocole	Modbus RTU
Paramètre 8-31 Adresse	1-247
Paramètre 8-32 Vit. transmission	2400-115200
Paramètre 8-33 Parité/bits arrêt	Parité à nombre pair, 1 bit d'arrêt (défaut)

Tableau 3.33 Paramètres du Modbus RTU

## 3.8.10 Structure des messages du Modbus RTU

### 3.8.10.1 Variateur de fréquence avec Modbus RTU

Les contrôleurs sont configurés pour communiquer sur le réseau Modbus à l'aide du mode RTU ; chaque octet d'un message contient 2 caractères de 4 bits hexadécimaux. Le format de chaque octet est indiqué dans le *Tableau 3.34*.

Bit de démarrage	Octet de données	Arrêt/parité	Arrêt

Tableau 3.34 Format de chaque octet

Système de codage	Binaire 8 bits, hexadécimal 0-9, A-F. 2 caractères hexadécimaux contenus dans chaque champ à 8 bits du message.
Bits par octet	1 bit de démarrage. 8 bits de données, bit de plus faible poids envoyé en premier ; 1 bit pour parité paire/impair ; pas de bit en l'absence de parité. 1 bit d'arrêt si la parité est utilisée ; 2 bits en l'absence de parité.
Champ de contrôle d'erreur	Contrôle de redondance cyclique (CRC).

### 3.8.10.2 Structure des messages Modbus RTU

Le dispositif de transmission place un message Modbus RTU dans un cadre avec un début connu et un point final. Cela permet aux dispositifs de réception de commencer au début du message, de lire la portion d'adresse, de déterminer à quel dispositif il s'adresse (ou tous les dispositifs si le message est à diffusion générale) et de reconnaître la fin du message. Les messages partiels sont détectés et des erreurs apparaissent. Les caractères pour la transmission doivent être au format hexadécimal 00 à FF dans chaque champ. Le variateur de fréquence surveille en permanence le bus du réseau, même pendant les intervalles silencieux. Lorsqu'un variateur de fréquence ou un dispositif reçoit le premier champ (le champ d'adresse), il le décode pour déterminer à quel dispositif le message s'adresse. Les messages du Modbus RTU adressés à zéro sont les messages à diffusion générale. Aucune réponse n'est permise pour les messages à diffusion générale. Une structure de message typique est présentée dans le *Tableau 3.35*.

Démarrage	Adresse	Fonction	Données	Contrôle CRC	End
T1-T2-T3-T4	8 bits	8 bits	N x 8 bits	16 bits	T1-T2-T3-T4

Tableau 3.35 Structure typique des messages du Modbus RTU

### 3.8.10.3 Champ démarrage/arrêt

Les messages commencent avec une période silencieuse d'au moins 3,5 intervalles de caractère. Ceci est effectué grâce à un multiple d'intervalles de caractère en fonction de la vitesse de transmission du réseau sélectionnée (indiqué comme démarrage T1-T2-T3-T4). Le premier champ transmis est l'adresse du dispositif. Après transfert du dernier caractère, une période similaire d'au moins 3,5 intervalles de caractère marque la fin du message. Un nouveau message peut commencer après cette période. La structure entière du message doit être transmise comme une suite ininterrompue. Si une période silencieuse de plus de 1,5 intervalle de caractère se produit avant achèvement de la structure, le dispositif de réception élimine le message incomplet et considère que le prochain octet est le champ d'adresse d'un nouveau message. De même, si un nouveau message commence avant 3,5 intervalles de caractère après un message, le dispositif de réception le considère comme la suite du message précédent. Cela entraîne une temporisation (pas de réponse de l'esclave), puisque la valeur du champ CRC final n'est pas valide pour les messages combinés.

### 3.8.10.4 Champ d'adresse

Le champ d'adresse d'une structure de message contient 8 bits. Les adresses des dispositifs esclaves valides sont comprises dans une plage de 0 à 247 décimal. Chaque dispositif esclave dispose d'une adresse dans la plage de 1 à 247 (0 est réservé pour le mode de diffusion générale, que tous les esclaves reconnaissent). Un maître s'adresse à un esclave en plaçant l'adresse de l'esclave dans le champ d'adresse du message. Lorsque l'esclave envoie sa réponse, il place sa propre adresse dans ce champ d'adresse pour faire savoir au maître quel esclave est en train de répondre.

### 3.8.10.5 Champ de fonction

Le champ de fonction d'une structure de message contient 8 bits. Les codes valides figurent dans une plage comprise entre 1 et FF. Les champs de fonction sont utilisés pour le transfert de paramètres entre le maître et l'esclave. Lorsqu'un message est envoyé par un maître à un dispositif esclave, le champ de code de fonction indique à l'esclave le type d'action à effectuer. Lorsque l'esclave répond au maître, il utilise le champ de code de fonction pour indiquer soit une réponse normale (sans erreur) soit le type d'erreur survenue (appelée réponse d'exception). Pour une réponse normale, l'esclave renvoie simplement le code de fonction d'origine. Pour une réponse d'exception, l'esclave renvoie un code équivalent au code de fonction d'origine avec son bit de plus fort poids réglé sur "1" logique. De plus, l'esclave place un code unique dans le champ de données du message de réponse. Cela indique au maître le type d'erreur survenue ou la raison de l'exception. Se reporter également au *chapitre 3.8.10.10 Codes de fonction pris en charge par le Modbus RTU* et au *chapitre 3.8.10.11 Codes d'exceptions Modbus*.

### 3.8.10.6 Champ de données

Le champ de données est construit en utilisant des ensembles de 2 chiffres hexadécimaux, dans la plage de 00 à FF au format hexadécimal. Ceux-ci sont composés d'un caractère RTU. Le champ de données des messages envoyés par le maître au dispositif esclave contient des informations complémentaires que l'esclave doit utiliser pour effectuer l'action définie par le code de fonction. Cela peut inclure des éléments tels que des adresses de bobines ou de registres, la quantité d'éléments à manier et le comptage des octets de données réels dans le champ.

### 3.8.10.7 Champ de contrôle CRC

Les messages comportent un champ de contrôle d'erreur, fonctionnant sur la base d'une méthode de contrôle de redondance cyclique (CRC). Le champ CRC vérifie le

contenu du message entier. Il s'applique indépendamment de la méthode de contrôle de la parité utilisée pour chaque caractère du message. La valeur CRC est calculée par le dispositif de transmission, qui joint le CRC sous la forme du dernier champ du message. Le dispositif de réception recalcule un CRC lors de la réception du message et compare la valeur calculée à la valeur réelle reçue dans le champ CRC. Si les deux valeurs ne sont pas égales, une temporisation du temps du bus se produit. Le champ de contrôle d'erreur contient une valeur binaire de 16 bits mise en œuvre sous la forme de deux octets de 8 bits. Ensuite, l'octet de poids faible du champ est joint en premier, suivi de l'octet de poids fort. L'octet de poids fort du CRC est le dernier octet envoyé dans le message.

### 3.8.10.8 Adresse de registre des bobines

En Modbus, toutes les données sont organisées dans des registres de bobines et de maintien. Les bobines contiennent un seul bit, tandis que les registres de maintien contiennent un mot à 2 octets (16 bits). Toutes les adresses de données des messages du Modbus sont référencées sur zéro. La première occurrence d'un élément de données est adressée comme un élément 0. Par exemple : la bobine connue comme *bobine 1* dans un contrôleur programmable est adressée dans le champ d'adresse de données d'un message du Modbus. La *bobine 127 décimal* est adressée comme *bobine 007EHEX (126 décimal)*.

Le *registre de maintien 40001* est adressé comme *registre 0000* dans le champ d'adresse de données du message. Le champ de code de fonction spécifie déjà une exploitation de registre de maintien. La référence 4XXXX est donc implicite. Le *registre de maintien 40108* est adressé comme *registre 006BHEX (107 décimal)*.

Numéro de bobine	Description	Sens du signal
1-16	Mot de contrôle du variateur de fréquence.	Maître vers esclave
17-32	Référence de vitesse ou de point de consigne du variateur Plage 0x0 - 0xFFFF (-200 %... ~200 %).	Maître vers esclave
33-48	Mot d'état du variateur de fréquence (voir le <i>Tableau 3.38</i> )	Esclave vers maître
49-64	Mode boucle ouverte : fréquence de sortie du variateur de fréquence. Mode boucle fermée : signal de retour du variateur de fréquence.	Esclave vers maître
65	Contrôle d'écriture du paramètre (maître vers esclave)	Maître vers esclave
	0 = Les modifications de paramètres sont écrites dans la RAM du variateur de fréquence.	
	1 = Les modifications de paramètres sont écrites dans la RAM et l'EEPROM du variateur de fréquence	
66-65536	Réservé	

Tableau 3.36 Descriptions de la bobine

Bobine	0	1
01	Référence prédéfinie LSB	
02	Référence prédéfinie MSB	
03	Freinage CC	Pas de freinage CC
04	Arrêt en roue libre	Pas d'arrêt en roue libre
05	Arrêt rapide	Pas d'arrêt rapide
06	Gel fréquence	Pas de gel fréquence
07	Arrêt rampe	Démarrage
08	Pas de reset	Reset
09	Pas de jogging	Jogging
10	Rampe 1	Rampe 2
11	Données non valides	Données valides
12	Relais 1 inactif	Relais 1 actif
13	Relais 2 inactif	Relais 2 actif
14	Process LSB	
15	Process MSB	
16	Pas d'inversion	Inversion

Tableau 3.37 Mot de contrôle du variateur de fréquence (profil FC)

Bobine	0	1
33	Commande non prête	Commande prête
34	Variateur de fréquence non prêt	Variateur de fréquence prêt
35	Arrêt en roue libre	Arrêt de sécurité
36	Pas d'alarme	Alarme
37	Non utilisé	Non utilisé
38	Non utilisé	Non utilisé
39	Non utilisé	Non utilisé
40	Absence d'avertissement	Avertissement
41	Pas à référence	À référence
42	Mode manuel	Mode automatique
43	Hors de la plage de fréquence	Dans plage de fréq.
44	Arrêté	Fonctionne
45	Non utilisé	Non utilisé
46	Pas d'avertis. de tension	Avertissement de tension
47	Pas dans limite de courant	Limite de courant
48	Sans avertis. thermique	Avertis.thermiq.

Tableau 3.38 Mot d'état du variateur de fréquence (profil FC)

Numéro de registre	Description
00001-00006	Réservé
00007	Dernier code d'erreur depuis une interface d'objet de données FC
00008	Réservé
00009	Indice de paramètres <sup>1)</sup>
00010-00990	Groupe de paramètres 000 (paramètres 0-01 à 0-99)
01000-01990	Groupe de paramètres 1-00 (paramètres 1-00 à 1-99)
02000-02990	Groupe de paramètres 2-00 (paramètres 2-00 à 2-99)
03000-03990	Groupe de paramètres 3-00 (paramètres 3-00 à 3-99)
04000-04990	Groupe de paramètres 4-00 (paramètres 4-00 à 4-99)
...	...
49000-49990	Groupe de paramètres 49-00 (paramètres 49-00 à 49-99)
50000	Données d'entrée : registre du mot de contrôle du variateur de fréquence (CTW)
50010	Données d'entrée : registre de référence du bus (REF)
...	...
50200	Données de sortie : registre du mot d'état du variateur de fréquence (STW)
50210	Données de sortie : registre de la valeur réelle principale du variateur (MAV)

Tableau 3.39 Registres de stockage

1) Sert à spécifier le numéro d'indice à utiliser lors de l'accès à un paramètre indexé.

### 3.8.10.9 Comment contrôler le variateur de fréquence

Les codes disponibles pouvant être utilisés dans les champs de fonction et de données d'un message du Modbus RTU sont répertoriés au *chapitre 3.8.10.10 Codes de fonction pris en charge par le Modbus RTU* et au *chapitre 3.8.10.11 Codes d'exceptions Modbus*.

### 3.8.10.10 Codes de fonction pris en charge par le Modbus RTU

Le Modbus RTU prend en charge l'utilisation des codes de fonction (voir le *Tableau 3.40*) dans le champ de fonction d'un message.

Fonction	Code de fonction (hex)
Lecture bobines	1
Lecture registres de maintien	3
Écriture bobine unique	5
Écriture registre unique	6
Écriture bobines multiples	F
Écriture registres multiples	10
Obtenir le compteur d'événements de communication	B
Rapport ID esclave	11

Tableau 3.40 Codes de fonction

Fonction	Code de fonction	Code de sous-fonction	Sous-fonction
Diagnostics	8	1	Redémarrer communication
		2	Renvoyer registre de diagnostic
		10	Nettoyer compteurs et registre de diagnostic
		11	Renvoyer comptage message bus
		12	Renvoyer comptage erreur communication bus
		13	Retourner le compteur d'erreurs esclave
		14	Renvoyer comptage message esclave

Tableau 3.41 Codes de fonction et codes de sous-fonction

### 3.8.10.11 Codes d'exceptions Modbus

Pour plus d'informations sur la structure d'une réponse d'exception, se reporter au *chapitre 3.8.10.5 Champ de fonction*.

Code	Nom	Signification
1	Fonction non autorisée	Le code de fonction reçu dans la requête ne correspond pas une action autorisée pour le serveur (ou esclave). Cela peut venir du fait que le code de fonction n'est applicable qu'à des dispositifs plus récents et n'a pas été implémenté dans l'unité sélectionnée. Cela peut également signifier que le serveur (ou esclave) est dans un état incorrect pour traiter une demande de ce type, par exemple parce qu'il n'est pas configuré pour renvoyer les valeurs du registre.
2	Adresse de données illégale	L'adresse de données reçue dans la requête n'est pas une adresse autorisée pour le serveur (ou esclave). Plus spécifiquement, la combinaison du numéro de référence et de la longueur du transfert n'est pas valide. Pour un contrôleur avec 100 registres, une requête avec offset de 96 et longueur de 4 peut réussir, une requête avec offset de 96 et longueur de 5 génère l'exception 02.
3	Valeur de données illégale	Une valeur contenue dans le champ de données de la requête n'est pas autorisée pour le serveur (esclave). Cela signale une erreur dans la structure du reste d'une requête complexe, p. ex. la longueur impliquée est incorrecte. Cela NE signifie PAS spécifiquement qu'un élément de données envoyé pour stockage dans un registre présente une valeur en dehors de l'attente du programme d'application, puisque le protocole Modbus n'a pas connaissance de la signification d'une valeur particulière dans un registre particulier.
4	Échec du dispositif esclave	Une erreur irréparable s'est produite alors que le serveur (ou esclave) tentait d'effectuer l'action demandée.

Tableau 3.42 Codes d'exceptions Modbus

## 3.8.11 Accès aux paramètres

### 3.8.11.1 Gestion des paramètres

Le PNU (numéro de paramètre) est traduit depuis l'adresse du registre contenue dans le message lecture ou écriture Modbus. Le numéro du paramètre est traduit vers le Modbus en tant que décimal (10 x numéro de paramètre). Exemple : Affichage par *paramètre 3-12 Rattrap/ralentiss* (16 bits) : Le registre de maintien 3120 conserve la valeur des paramètres. Une valeur de 1352 (décimale) signifie que le paramètre est réglé sur 12,52 %.

Affichage par *paramètre 3-14 Réf.prédéf.relative* (32 bits) : Les registres de maintien 3410 et 3411 conservent la valeur

des paramètres. Une valeur de 11300 (décimale) signifie que le paramètre est réglé sur 1113,00.

Pour plus d'informations sur les paramètres, la taille et l'indice de conversion, consulter le *guide de programmation*.

### 3.8.11.2 Stockage des données

La bobine 65 décimal détermine si les données écrites sur le variateur de fréquence sont enregistrées dans l'EEPROM et dans la RAM (bobine 65 = 1) ou uniquement dans la RAM (bobine 65 = 0).

### 3.8.11.3 IND (Index)

Certains paramètres du variateur de fréquence sont des paramètres de tableau, par exemple le par. *paramètre 3-10 Réf.prédéfinie*. Comme le Modbus ne prend pas en charge les tableaux dans les registres de maintien, le variateur de fréquence a réservé le registre de maintien 9 comme pointeur vers le tableau. Avant de lire ou d'écrire dans un paramètre de tableau, régler le registre de maintien 9. Le réglage du registre de maintien sur la valeur 2 entraîne le placement de la lecture/écriture suivante dans les paramètres de tableau de l'indice 2.

### 3.8.11.4 Blocs de texte

On accède aux paramètres stockés sous forme de chaînes de texte comme on le fait pour les autres paramètres. La taille maximum d'un bloc de texte est de 20 caractères. Si une demande de lecture d'un paramètre contient plus de caractères que n'en contient le paramètre, la réponse est tronquée. Si la demande de lecture d'un paramètre contient moins de caractères que n'en contient le paramètre, la réponse comporte des espaces.

### 3.8.11.5 Facteur de conversion

Une valeur de paramètre ne pouvant être transmise que sous la forme d'un nombre entier, il faut utiliser un facteur de conversion pour transmettre des chiffres à décimales.

### 3.8.11.6 Valeurs de paramètre

#### Types de données standard

Les types de données standard sont int16, int32, uint8, uint16 et uint32. Ils sont stockés comme 4x registres (40001-4FFFF). Les paramètres sont lus à l'aide de la fonction 03HEX *Lecture registres de maintien*. Ils sont écrits à l'aide de la fonction 6HEX *Prédéfinir registre unique* pour 1 registre (16 bits) et de la fonction 10HEX *Prédéfinir registres multiples* pour 2 registres (32 bits). Les tailles lisibles vont de 1 registre (16 bits) à 10 registres (20 caractères).

### Types de données non standard

Les types de données non standard sont des chaînes de texte et sont stockés comme registres 4x (40001–4FFFF). Les paramètres sont lus à l'aide de la fonction 03HEX *Lecture registres de maintien* et écrits à l'aide de la fonction 10HEX *Prédéfinir registres multiples*. Les tailles lisibles vont de 1 registre (2 caractères) à 10 registres (20 caractères).

### 3.8.12 Profil de contrôle FC Drive

#### 3.8.12.1 Mot de contrôle selon le profil FC (paramètre 8-10 Profil de ctrl = profil FC)

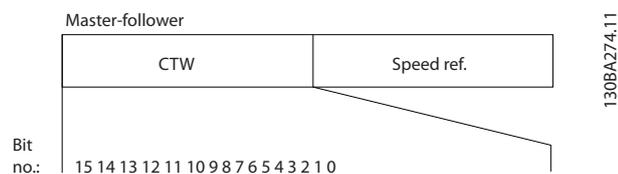


Illustration 3.55 Mot contrôle

Bit	Valeur de bit = 0	Valeur de bit = 1
00	Valeur de référence	Sélection externe lsb
01	Valeur de référence	Sélection externe msb
02	Freinage CC	Rampe
03	Roue libre	Pas de roue libre
04	Arrêt rapide	Rampe
05	Maintien fréquence de sortie	Utiliser rampe
06	Arrêt rampe	Démarrage
07	Pas de fonction	Reset
08	Pas de fonction	Jogging
09	Rampe 1	Rampe 2
10	Données non valides	Données valides
11	Pas de fonction	Relais 01 actif
12	Pas de fonction	Relais 02 actif
13	Configuration des paramètres	Sélection lsb
14	Configuration des paramètres	Sélection msb
15	Pas de fonction	Inversion

Tableau 3.43 Bits du mot de contrôle

#### Signification des bits de contrôle

##### contrôle 00/01

Utiliser les bits 00 et 01 pour choisir entre les quatre valeurs de référence préprogrammées au par. *paramètre 3-10 Réf.prédéfinie* selon le *Tableau 3.44* :

Valeur de réf. programmée	Paramètre	Bit 01	Bit 00
1	<i>Paramètre 3-10 Réf.prédéfinie [0]</i>	0	0
2	<i>Paramètre 3-10 Réf.prédéfinie [1]</i>	0	1
3	<i>Paramètre 3-10 Réf.prédéfinie [2]</i>	1	0
4	<i>Paramètre 3-10 Réf.prédéfinie [3]</i>	1	1

Tableau 3.44 Valeurs de référence

### AVIS!

Faire une sélection au par. *paramètre 8-56 Sélect. réf. par défaut* afin d'établir la liaison entre les bits 00/01 et la fonction correspondante des entrées digitales.

#### Bit 02, Freinage CC

Bit 02 = 0 entraîne le freinage CC et l'arrêt. Le courant de freinage et la durée sont définis aux par. *paramètre 2-01 Courant frein CC* et *paramètre 2-02 Temps frein CC*.

Bit 02 = 1 mène à la rampe.

#### Bit 03, Roue libre

Bit 03 = 0 : le variateur de fréquence lâche immédiatement le moteur (les transistors de sortie s'éteignent) et il s'arrête en roue libre.

Bit 03 = 1 : le variateur de fréquence lance le moteur si les autres conditions de démarrage sont remplies.

Faire une sélection au par. *paramètre 8-50 Sélect.roue libre* afin d'établir la liaison entre le bit 03 et la fonction correspondante d'une entrée digitale.

#### Bit 04, Arrêt rapide

Bit 04 = 0 : entraîne la vitesse du moteur à suivre la rampe de décélération rapide jusqu'à l'arrêt (réglé au par. *paramètre 3-81 Temps rampe arrêt rapide*).

#### Bit 05, Maintien fréquence de sortie

Bit 05 = 0 : la fréquence de sortie actuelle (en Hz) est gelée. Modifier la fréquence de sortie gelée uniquement à l'aide des entrées digitales (*paramètre 5-10 E.digit.born.18* à *paramètre 5-15 E.digit.born.33*) programmées sur *Accélération* et *Décélération*.

**AVIS!**

Si la fonction Gel sortie est active, le variateur de fréquence ne peut s'arrêter qu'en procédant comme suit :

- Bit 03, Arrêt en roue libre
- Bit 02, Freinage CC
- Entrée digitale (*paramètre 5-10 E.digit.born.18 à paramètre 5-15 E.digit.born.33*) programmée sur Freinage CC, Arrêt roue libre ou Reset et Arrêt roue libre.

**Bit 06, Arrêt/marche rampe**

Bit 06 = 0 : entraîne l'arrêt, la vitesse du moteur suit la rampe de décélération jusqu'à l'arrêt via le paramètre de rampe de décélération sélectionné.

Bit 06 = 1 : permet au variateur de fréquence de lancer le moteur si les autres conditions de démarrage sont remplies.

Faire une sélection au par. *paramètre 8-53 Sélect.dém.* afin d'établir la liaison entre le bit 06 Arrêt/marche rampe et la fonction correspondante d'une entrée digitale.

**Bit 07, Reset**

Bit 07 = 0 : pas de reset.

Bit 07 = 1 : remet à zéro un état de défaut. Le reset est activé au début du signal, lors du changement de 0 logique pour 1 logique, par exemple.

**Bit 08, Jogging**

Bit 08 = 1 : la fréquence de sortie est déterminée par le par. *paramètre 3-19 Fréq.Jog. [tr/min]*.

**Bit 09, Choix de rampe 1/2**

Bit 09 = 0 : la rampe 1 est active (*paramètre 3-41 Temps d'accél. rampe 1 à paramètre 3-42 Temps décél. rampe 1*).

Bit 09 = 1 : la rampe 2 (*paramètre 3-51 Temps d'accél. rampe 2 à paramètre 3-52 Temps décél. rampe 2*) est active.

**Bit 10, Données non valides/valides**

Indique au variateur de fréquence dans quelle mesure le mot de contrôle doit être utilisé ou ignoré.

Bit 10 = 0 : le mot de contrôle est ignoré.

Bit 10 = 1 : le mot de contrôle est utilisé. Cette fonction est pertinente car le télégramme contient toujours le mot de contrôle, indépendamment du type de télégramme. Désactiver le mot de contrôle si l'on ne souhaite pas l'utiliser pour mettre des paramètres à jour ou les lire.

**Bit 11, Relais 01**

Bit 11 = 0 : le relais n'est pas activé.

Bit 11 = 1 : le relais 01 est activé à condition d'avoir sélectionné *Mot contrôle bit 11* au par. *paramètre 5-40 Fonction relais*.

**Bit 12, Relais 04**

Bit 12 = 0 : le relais 04 n'est pas activé.

Bit 12 = 1 : le relais 04 est activé à condition d'avoir sélectionné *Mot contrôle bit 12* au par. *paramètre 5-40 Fonction relais*.

**Bits 13/14, Sélection de process**

Utiliser les bits 13 et 14 pour choisir entre les quatre process selon le *Tableau 3.45*

Process	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Tableau 3.45 Spécification des process de menu

Cette fonction n'est possible que lorsque [9] *Multi process* est sélectionné au par. *paramètre 0-10 Process actuel*.

Faire une sélection au par. *paramètre 8-55 Sélect.proc.* afin d'établir la liaison entre les bits 13/14 et la fonction correspondante des entrées digitales.

**Bit 15 Inverse**

Bit 15 = 0 : pas d'inversion.

Bit 15 = 1 : Inversion. Dans le réglage par défaut, l'inversion est réglée sur Entrée dig. au par. *paramètre 8-54 Sélect.Invers..* Le bit 15 n'implique une inversion qu'à condition d'avoir sélectionné *Communication série, Logique* ou *Logique et*.

### 3.8.12.2 Mot d'état selon le profil FC (STW) (*paramètre 8-10 Profil de ctrl= profil FC*)

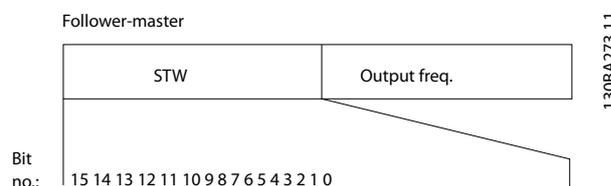


Illustration 3.56 Mot d'état

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Commande non prête	Commande prête
01	Var. pas prêt	Variateur prêt
02	Roue libre	Activé (démarrage possible)
03	Pas d'erreur	Alarme
04	Pas d'erreur	Erreur (pas de déclenchement)
05	Réservé	-
06	Pas d'erreur	Alarme verrouillée
07	Absence d'avertissement	Avertissement
08	Vitesse ≠ référence	Vitesse = référence
09	Commande locale	Contrôle par bus
10	Hors limite fréquence	Limite de fréquence OK
11	Inactif	Fonctionne
12	Variateur OK	Arrêté, démarrage automatique
13	Tension OK	Tension dépassée
14	Couple OK	Couple dépassé
15	Temporisation OK	Temporisation dépassée

Tableau 3.46 Bits de mot d'état

### Explication des bits d'état

#### Bit 00, Commande non prête/prête

Bit 00 = 0 : le variateur de fréquence disjoncte.

Bit 00 = 1 : le variateur de fréquence est prêt à fonctionner mais l'étage de puissance n'est pas forcément alimenté (en cas d'alimentation 24 V externe de la commande).

#### Bit 01, Variateur prêt

Bit 01 = 1 : le variateur de fréquence est prêt à fonctionner mais un ordre de roue libre est actif via les entrées digitales ou la communication série.

#### Bit 02, Arrêt roue libre

Bit 02 = 0 : le variateur de fréquence lâche le moteur.

Bit 02 = 1 : le variateur de fréquence démarre le moteur à l'aide d'un ordre de démarrage.

#### Bit 03, Pas d'erreur/alarme

Bit 03 = 0 : le variateur de fréquence n'est pas en état de panne.

Bit 03 = 1 : le variateur de fréquence disjoncte. Pour rétablir le fonctionnement, appuyer sur [Reset].

#### Bit 04, Pas d'erreur/erreur (pas de déclenchement)

Bit 04 = 0 : le variateur de fréquence n'est pas en état de panne.

Bit 04 = 1 : le variateur de fréquence indique une erreur mais ne disjoncte pas.

#### Bit 05, Inutilisé

Le bit 05 du mot d'état n'est pas utilisé.

#### Bit 06, Pas d'erreur/alarme verrouillée

Bit 06 = 0 : le variateur de fréquence n'est pas en état de panne.

Bit 06 = 1 : le variateur de fréquence a disjoncté et est verrouillé.

#### Bit 07, Absence d'avertissement/avertissement

Bit 07 = 0 : Il n'y a pas d'avertissements.

Bit 07 = 1 : un avertissement s'est produit.

#### Bit 08, Vitesse ≠ référence/vitesse = référence

Bit 08 = 0 : le moteur tourne mais la vitesse actuelle est différente de la référence de vitesse réglée. Ceci peut par exemple être le cas au moment des accélérations et décélérations de rampe en cas d'arrêt/marche.

Bit 08 = 1 : la vitesse du moteur est égale à la référence de vitesse réglée.

#### Bit 09, Commande locale/contrôle par bus

Bit 09 = 0 : [Stop/Reset] est activé sur l'unité de commande ou *Commande locale* est sélectionné au par. *paramètre 3-13 Type référence*. Le contrôle via la communication série est impossible.

Bit 09 = 1 : il est possible de commander le variateur de fréquence via le bus de terrain/la communication série.

#### Bit 10, Hors limite fréquence

Bit 10 = 0 : la fréquence de sortie a atteint la valeur réglée au par. *paramètre 4-11 Vit. mot., limite infér. [tr/min]* ou *paramètre 4-13 Vit.mot., limite supér. [tr/min]*.

Bit 10 = 1 : la fréquence de sortie figure dans les limites mentionnées.

#### Bit 11, Pas d'exploitation/exploitation

Bit 11 = 0 : le moteur ne fonctionne pas.

Bit 11 = 1 : le variateur de fréquence a reçu un signal de démarrage ou la fréquence de sortie est supérieure à 0 Hz.

#### Bit 12, Variateur OK/arrêté, démarrage auto

Bit 12 = 0 : l'onduleur n'est pas soumis à une surtempérature temporaire.

Bit 12 = 1 : l'onduleur est arrêté à cause d'une surtempérature mais l'unité n'a pas disjoncté et poursuit son fonctionnement dès que la surtempérature disparaît.

#### Bit 13, Tension OK/limite dépassée

Bit 13 = 0 : absence d'avertissement de tension.

Bit 13 = 1 : la tension CC du circuit intermédiaire du variateur de fréquence est trop faible ou trop élevée.

#### Bit 14, Couple OK/limite dépassée

Bit 14 = 0 : le courant du moteur est inférieur à la limite de couple sélectionnée au par. *paramètre 4-18 Limite courant*.

Bit 14 = 1 : la limite de couple du par. *paramètre 4-18 Limite courant* a été dépassée.

#### Bit 15, Temporisation OK/limite dépassée

Bit 15 = 0 : les temporisations de protection thermique du moteur et de protection thermique n'ont pas dépassé 100 %.

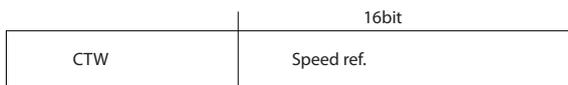
Bit 15 = 1 : l'une des temporisations a dépassé 100 %.

Tous les bits du STW sont réglés sur 0 si la connexion entre l'option Interbus et le variateur de fréquence est perdue ou si un problème de communication interne est survenu.

### 3.8.12.3 Valeur de référence de vitesse du bus

La vitesse de référence est transmise au variateur de fréquence par une valeur relative en %. La valeur est transmise sous forme d'un mot de 16 bits ; en nombres entiers (0-32767), la valeur 16384 (4000 hexadécimal) correspond à 100 %. Les nombres négatifs sont exprimés en complément de 2. La fréquence de sortie réelle (MAV) est mise à l'échelle de la même façon que la référence du bus.

Master-follower



Follower-master

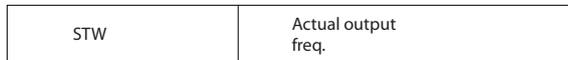


Illustration 3.57 Fréquence de sortie réelle (MAV)

130BA276.11

La référence et la MAV sont toujours mises à l'échelle de la façon suivante :

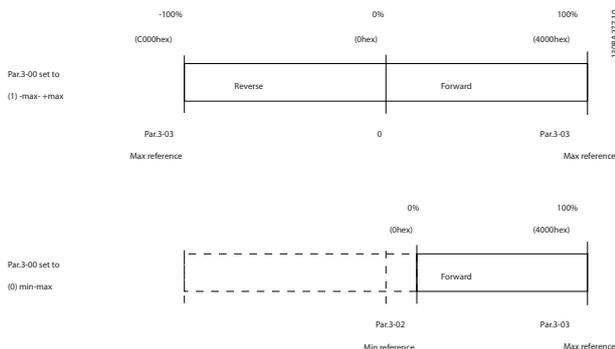


Illustration 3.58 Référence et MAV

### 3.8.12.4 Mot de contrôle selon le Profil PROFIdrive (CTW)

Le mot de contrôle est utilisé pour envoyer des commandes à un esclave à partir d'un maître (p. ex. un PC).

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Off 1	On 1
01	Off 2	On 2
02	Off 3	On 3
03	Roue libre	Pas de roue libre
04	Arrêt rapide	Rampe
05	Maintien fréquence de sortie	Utiliser rampe
06	Arrêt rampe	Start
07	Pas de fonction	Reset
08	Jogging 1 OFF	Jogging 1 ON
09	Jogging 2 OFF	Jogging 2 ON
10	Données non valides	Données valides
11	Pas de fonction	Ralentis.
12	Pas de fonction	Rattrapage
13	Configuration des paramètres	Sélection lsb
14	Configuration des paramètres	Sélection msb
15	Pas de fonction	Inversion

Tableau 3.47 Bits du mot de contrôle

#### Signification des bits de contrôle

##### contrôle 00, OFF 1/ON 1

La rampe normale s'arrête via les temps de la rampe en cours de sélection.

Bit 00 = 0 implique l'arrêt et l'activation du relais de sortie 1 ou 2 si la fréquence de sortie est de 0 Hz et si [Relais 123] est sélectionné au par. *paramètre 5-40 Fonction relais*. Bit 0 = 1 signifie que le variateur de fréquence est en État 1 : *Commutation sur inhibée*.

##### Bit 01, OFF 2/ON 2

Arrêt en roue libre

Bit 01 = 0 : arrêt en roue libre et activation du relais de sortie 1 ou 2 si la fréquence de sortie est de 0 Hz et si [Relais 123] a été sélectionné au par. *paramètre 5-40 Fonction relais*.

##### Bit 02, OFF 3/ON 3

Arrêt rapide utilisant le temps de rampe du *paramètre 3-81 Temps rampe arrêt rapide*. Bit 02 = 0 : arrêt rapide et activation du relais de sortie 1 ou 2 si la fréquence de sortie est de 0 Hz et si [Relais 123] a été sélectionné au par. *paramètre 5-40 Fonction relais*. Bit 02 = 1 signifie que le variateur de fréquence est en État 1 : *Commutation sur inhibée*.

##### Bit 03, Roue libre/pas de roue libre

Le bit d'arrêt en roue libre 03 = 0 génère un arrêt. Lorsque le bit 03 = 1, le variateur de fréquence peut démarrer si les autres conditions de démarrage sont remplies.

**AVIS!**

La sélection dans le par. *paramètre 8-50 Sélect.roue libre* détermine comment le bit 03 est lié à la fonction correspondante des entrées digitales.

**Bit 04, Arrêt rapide/rampe**

Arrêt rapide utilisant le temps de rampe du *paramètre 3-81 Temps rampe arrêt rapide*.

Bit 04 = 0 : un arrêt rapide se produit.

Lorsque le bit 04 = 1, le variateur de fréquence peut démarrer si les autres conditions de démarrage sont remplies.

**AVIS!**

La sélection au par. *paramètre 8-51 Sélect. arrêt rapide* détermine comment le bit 04 est relié à la fonction correspondante des entrées digitales.

**Bit 05, Maintien fréquence sortie/utiliser rampe**

Bit 05 = 0 : la fréquence de sortie actuelle peut être maintenue même si la référence est modifiée.

Lorsque le bit 05 = 1, le variateur de fréquence peut assurer à nouveau sa fonction de réglage ; le fonctionnement s'effectue selon la référence respective.

**Bit 06, Arrêt/marche rampe**

L'arrêt normal de rampe utilise les temps de la rampe effective sélectionnée. En outre, activation du relais de sortie 01 ou 04 si la fréquence de sortie est de 0 Hz et si Relais 123 est sélectionné au par. *paramètre 5-40 Fonction relais*.

Bit 06 = 0 entraîne un arrêt.

Bit 06 = 1 signifie que le variateur de fréquence peut démarrer si les autres conditions de démarrage sont remplies.

**AVIS!**

La sélection au par. *paramètre 8-53 Sélect.dém.* détermine comment le bit 06 est relié à la fonction correspondante des entrées digitales.

**Bit 07, Pas de fonction/réinitialisation**

Réinitialisation après déconnexion.

Accuse réception de l'événement dans le tampon des pannes.

Quand bit 07=0, aucun reset n'a lieu.

En cas de changement de pente du bit 07 à 1, une réinitialisation a lieu après la mise hors tension.

**Bit 08, Jogging 1 OFF/ON**

Activation de la vitesse prédéfinie au *paramètre 8-90 Vitesse Bus Jog 1*. Jogging 1 est possible seulement si bit 04 =0 et bit 00-03 =1.

**Bit 09, Jogging 2 OFF/ON**

Activation de la vitesse préprogrammée au par. *paramètre 8-91 Vitesse Bus Jog 2*. Jogging 2 n'est possible que si bit 04 = 0 et bit 00-03 = 1.

**Bit 10, Données non valides/valides**

S'utilise pour indiquer au variateur de fréquence dans quelle mesure le mot de contrôle doit être utilisé ou ignoré.

Bit 10 = 0 implique que le mot de contrôle est ignoré.

Bit 10 = 1 implique que le mot de contrôle est utilisé.

Cette fonction est pertinente du fait que le mot de contrôle est toujours contenu dans le message quel que soit le type de télégramme utilisé. On peut ainsi désactiver le mot de contrôle s'il n'est pas utilisé pour mettre des paramètres à jour ou les lire.

**Bit 11, Pas de fonction/ralentissement**

Sert à diminuer la référence de vitesse d'un montant égal à la valeur figurant au par. *paramètre 3-12 Rattrap/ralentiss.*

Lorsque le bit 11 = 0, la référence n'est pas modifiée.

Bit 11 = 1 : la référence est diminuée.

**Bit 12, Pas de fonction/rattrapage**

Sert à augmenter la référence de vitesse d'un montant égal à la valeur figurant au par. *paramètre 3-12 Rattrap/ralentiss.*

Lorsque le bit 12 = 0, la référence n'est pas modifiée.

Bit 12 = 1 : la référence est augmentée.

Si les fonctions de ralentissement et d'accélération sont activées (bits 11 et 12 = 1), le ralentissement a la priorité, c'est-à-dire que la valeur de référence de la vitesse sera diminuée.

**Bits 13/14, Sélection de process**

Les bits 13 et 14 sont utilisés pour choisir entre les 4 configurations de paramètres selon le *Tableau 3.48* :

Cette fonction n'est possible que lorsque [9] *Multi process* est sélectionné au par. *paramètre 0-10 Process actuel*. La sélection au par. *paramètre 8-55 Sélect.proc.* détermine comment les bits 13 et 14 sont reliés à la fonction correspondante des entrées digitales. Il est seulement possible de changer le process en cours si les process ont été reliés au par. *paramètre 0-12 Ce réglage lié à*.

Configuration	Bit 13	Bit 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

Tableau 3.48 Sélection de process

**Bit 15, Pas de fonction/inverse**

Bit 15 = 0 implique une absence d'inversion.

Bit 15 = 1 implique une inversion.

**AVIS!**

Dans le réglage d'usine, l'inversion est réglée sur *Entrée dig.* au par. *paramètre 8-54 Sélect.Invers..*

**AVIS!**

Le bit 15 n'implique une inversion qu'à condition d'avoir sélectionné *Communication série, Logique ou Logique et*.

### 3.8.12.5 Mot d'état selon le Profil PROFIdrive (STW)

Le mot d'état sert à communiquer l'état d'un esclave à un maître (par exemple un PC).

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Commande non prête	Commande prête
01	Var. pas prêt	Variateur prêt
02	Roue libre	Activé (démarrage possible)
03	Pas d'erreur	Alarme
04	OFF 2	ON 2
05	OFF 3	ON 3
06	Démarrage possible	Démarrage impossible
07	Absence d'avertissement	Avertissement
08	Vitesse ≠ référence	Vitesse = référence
09	Commande locale	Contrôle par bus
10	Hors limite fréquence	Limite de fréquence OK
11	Inactif	Fonctionne
12	Variateur OK	Arrêté, démarrage automatique
13	Tension OK	Tension dépassée
14	Couple OK	Couple dépassé
15	Temporisation OK	Temporisation dépassée

Tableau 3.49 Bits de mot d'état

#### Explication des bits d'état

##### Bit 00, Commande non prête/prête

Lorsque le bit 00 = 0, le bit 00, 01 ou 02 du mot de contrôle est sur 0 (OFF 1, OFF 2 ou OFF 3) - ou le variateur de fréquence est déconnecté (arrêt).

Lorsque le bit 00 = 1, la commande du variateur de fréquence est prête, mais on ne dispose pas obligatoirement d'une alimentation vers le bloc présent (dans le cas d'une alimentation externe de 24 V du système de contrôle).

##### Bit 01, Variateur pas prêt/prêt

Même signification que le bit 00 ; toutefois, on dispose ici d'une alimentation vers le bloc de puissance. Le variateur de fréquence est prêt lorsqu'il reçoit les signaux de démarrage requis.

##### Bit 02, Roue libre/activer

Lorsque le bit 02 = 0, le bit 00, 01 ou 02 du mot de contrôle est sur 0 (OFF 1, OFF 2 ou OFF 3 ou roue libre) - ou le variateur de fréquence est déconnecté (arrêt). Lorsque le bit 02 = 1, le bit 00, 01 ou 02 du mot de contrôle est sur 1 ; le variateur de fréquence ne s'est pas arrêté.

##### Bit 03, Pas d'erreur/alarme

Lorsque le bit 03 = 0, le variateur de fréquence n'est pas en état d'erreur.

Lorsque le bit 03 = 1, le variateur de fréquence s'est arrêté et requiert un signal de réinitialisation pour pouvoir redémarrer.

##### Bit 04, ON 2/OFF 2

Bit 04 = 0 : le bit 01 du mot de contrôle est sur « 0 ».

Bit 04 = 1 : le bit 01 du mot de contrôle est sur 1.

##### Bit 05, ON 3/OFF 3

Bit 05 = 0 : le bit 02 du mot de contrôle est sur « 0 ».

Bit 05 = 1 : le bit 02 du mot de contrôle est sur 1.

##### Bit 06, Démarrage possible/impossible

Si [1] PROFIdrive a été sélectionné au par.

*paramètre 8-10 Profil mot contrôle*, le bit 06 est sur 1 après un acquittement de déconnexion, après activation de OFF2 et OFF3 et après enclenchement de la tension de réseau.

*Démarrage impossible* est réinitialisé, avec le bit 00 du mot de contrôle réglé sur 0 et les bits 01, 02 et 10 réglés sur 1.

##### Bit 07, Absence d'avertissement/avertissement

Bit 07 = 0 signifie qu'il n'y a pas d'avertissements.

Bit 07 = 1 signifie l'apparition d'un avertissement.

##### Bit 08, Vitesse ≠ référence/vitesse = référence

Bit 08 = 0 signifie que la vitesse effective du moteur dévie de la référence de vitesse définie. Cela peut être par exemple le cas si la vitesse a été modifiée au démarrage/à l'arrêt par la rampe d'accélération/de décélération.

Bit 08 = 1 signifie que la vitesse effective du moteur correspond à la référence de vitesse définie.

##### Bit 09, Exploitation locale/contrôle du bus

Bit 09 = 0 indique que le variateur de fréquence a été arrêté au moyen de la touche [Stop] du LCP ou que [Mode hand/auto] ou [Local] a été sélectionné au par.

*paramètre 3-13 Type référence*.

Bit 09 = 1 indique que le variateur de fréquence est commandé par l'interface série.

##### Bit 10, Hors limite fréquence/limite de fréquence OK

Lorsque le bit 10 = 0, cela indique que la fréquence de sortie se trouve en dehors des limites définies aux par.

*paramètre 4-52 Avertis. vitesse basse et*

*paramètre 4-53 Avertis. vitesse haute*.

Bit 10 = 1 indique que la fréquence de sortie se trouve dans les limites mentionnées.

##### Bit 11, Pas d'exploitation/exploitation

Bit 11 = 0 indique que le moteur ne tourne pas.

Bit 11 = 1 indique que le variateur de fréquence dispose d'un signal de démarrage, ou que la fréquence de sortie est supérieure à 0 Hz.

##### Bit 12, Variateur OK/arrêté, démarrage auto

Bit 12 = 0, l'onduleur n'est soumis à aucune surcharge temporaire.

Bit 12 = 1 indique que l'onduleur s'est arrêté en raison d'une surcharge. Toutefois, le variateur de fréquence ne s'est pas déconnecté (avec mise en défaut) et redémarre dès la disparition de la surcharge.

**Bit 13, Tension OK/tension dépassée**

Bit 13 = 0 indique que les limites de tension du variateur de fréquence ne sont pas dépassées.

Bit 13 = 1 indique que la tension continue dans le circuit intermédiaire du variateur de fréquence est trop faible ou trop élevée.

**Bit 14, Couple OK/couple dépassé**

Bit 14 = 0 signifie que le couple du moteur est inférieur à la limite sélectionnée aux par. *paramètre 4-16 Mode moteur limite couple* et *paramètre 4-17 Mode générateur limite couple*.

Bit 14 = 1 : la limite du couple sélectionnée aux par. *paramètre 4-16 Mode moteur limite couple* et *paramètre 4-17 Mode générateur limite couple* est dépassée.

**Bit 15, Temporisation OK/temporisation dépassée**

Bit 15 = 0 indique que les temporisations de la protection thermique du moteur et de la protection thermique du variateur de fréquence n'ont pas dépassé 100 %.

Bit 15 = 1 indique que l'une des temporisations a dépassé 100 %.

### 3.9 Liste de contrôle de la conception du système

Le *Tableau 3.50* fournit une liste de contrôle pour l'intégration d'un variateur de fréquence dans un système de contrôle du moteur. La liste constitue un rappel de toutes les catégories et options générales nécessaires à la spécification des exigences du système.

Catégorie	Détails	Remarques	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Modèle FC</b>			
<b>Puissance</b>			
	Volts		
	Courant		
<b>Physique</b>			
	Dimensions		
	Poids		
<b>Conditions ambiantes de fonctionnement</b>			
	Température		
	Altitude		
	Humidité		
	Qualité de l'air/poussière		
	Conditions de déclassement		
<b>Taille de protection</b>			
<b>Entrée</b>			
<b>Câbles</b>			
	Type		
	Longueur		
<b>Fusibles</b>			
	Type		
	Taille		
	Caractéristiques nominales		
<b>Options</b>			
	Connecteurs		
	Contacts		
	Filtres		
<b>Sortie</b>			
<b>Câbles</b>			
	Type		
	Longueur		
<b>Fusibles</b>			
	Type		
	Taille		
	Caractéristiques nominales		
<b>Options</b>			
	Filtres		
<b>Commande</b>			
<b>Câblage</b>			
	Type		
	Longueur		
	Connexions des bornes		
<b>Communication</b>			
	Protocole		
	Connexion		
	Câblage		
<b>Options</b>			

Catégorie	Détails	Remarques	<input type="checkbox"/>
	Connecteurs		
	Contacts		
	Filtres		
<b>Moteur</b>			
	Type		
	Caractéristiques nominales		
	Voltage (Tension)		
	Options		
<b>Outils spéciaux et équipement</b>			
	Déplacement et stockage		
	Installation		
	Raccordement électrique		

Tableau 3.50 Liste de contrôle de la conception du système

## 4 Exemples d'applications

### 4.1 Vue d'ensemble des caractéristiques de l'application

Le variateur VLT® AQUA Drive FC 202 est dédié aux applications d'eau et d'eaux usées. La large gamme de caractéristiques standard et optionnelles inclut SmartStart et le menu rapide, en particulier pour les applications liées à l'eau et aux eaux usées :

- **Contrôle en cascade**  
Le contrôle en cascade de base est intégré en standard, avec une capacité pouvant atteindre 3 pompes. Le contrôle en cascade commande la vitesse d'une seule pompe dans un système à plusieurs pompes. Il s'agit d'une solution économique, pour les groupes survolteurs par exemple. Les systèmes comportant plusieurs pompes à vitesse variable requièrent le contrôleur de cascade étendu (MCO 101) ou le contrôleur de cascade avancé (MCO 102).
- **Alternance moteur**  
La fonctionnalité d'alternance du moteur convient aux applications avec 2 moteurs ou 2 pompes partageant 1 variateur de fréquence.
- **Compensation du débit**  
La compensation du débit adapte le point de consigne au débit et permet d'installer le capteur de pression près de la pompe.
- **Détection de fonctionnement à sec**  
La caractéristique empêche l'endommagement de la pompe en évitant le fonctionnement à sec et la surchauffe de la pompe.
- **Détection de fin de courbe**  
La caractéristique détecte lorsque la pompe tourne à vitesse maximale et que la consigne ne peut pas être atteinte pendant une période définie par l'utilisateur.
- **Décolmatage**  
Cette caractéristique de nettoyage de prévention ou de réaction a été conçue pour les pompes sur des applications liées aux eaux usées. Voir le *chapitre 4.2.3 29-1\* Fonction décolmatage* pour plus de précisions.
- **Rampes initiale/finale**  
La programmation des temps de rampe courts à la vitesse minimale protège les paliers et assure le refroidissement suffisant des applications avec pompes submersibles.
- **Protection par clapet antiretour**  
Un taux de ralentissement faible protège les clapets anti-retour et empêche les coups de bélier.
- **STO**  
La fonction STO active l'arrêt de sécurité (roue libre) en cas de situation critique.
- **Détection de débit faible**  
Cette caractéristique détecte des conditions d'absence de débit et de débit faible du système.
- **Mode veille**  
Le mode veille permet d'économiser de l'énergie en arrêtant la pompe en l'absence de demande.
- **Mode de remplissage des tuyaux**  
Le mode de remplissage des tuyaux comprend des fonctionnalités qui permettent de remplir doucement les tuyaux et d'éviter les coups de bélier. Cette caractéristique fournit différents modes pour les tuyaux horizontaux et verticaux.
- Horloge en temps réel
- **Contrôleur logique avancé (SLC)**  
La fonction SLC comprend la programmation d'une séquence composée d'événements et d'actions. SLC offre une large gamme de fonctions PLC en utilisant des comparateurs, des règles logiques et des temporisations.
- **Pré/post-lubrification**  
Voir le *chapitre 4.2.4 Pré/post-lubrification* pour plus de précisions.
- **Confirmation du débit**  
Voir *chapitre 4.2.5 29-5\* Confirmation du débit* pour des précisions.
- **Surveillance de la vitesse minimum avancée des pompes submersibles**  
Voir le *chapitre 4.2.6 Surveillance de la vitesse minimum avancée des pompes submersibles* pour plus de précisions.
- **Maintenance préventive**  
La maintenance préventive permet de programmer les intervalles d'entretien dans le variateur de fréquence.

## 4.2 Fonctions choisies de l'application

### 4.2.1 SmartStart

Avec l'assistant SmartStart, il est désormais plus facile et plus rentable de mettre le variateur de fréquence en service. SmartStart est activé à la première mise sous tension ou après une réinitialisation à l'usine et guide les utilisateurs dans une série d'étapes faciles afin de garantir le contrôle correct et le plus efficace possible du moteur. Le SmartStart peut être démarré à tout moment directement via le menu rapide. Sélectionner les paramètres à partir du panneau de commande graphique dans 28 langues.

- Une seule pompe/moteur en boucle ouverte ou fermée
- Alternance moteur : lorsque 2 moteurs partagent 1 variateur de fréquence.
- Contrôle en cascade de base : commande de vitesse d'une seule pompe dans un système à plusieurs pompes. Il s'agit d'une solution économique, sur les groupes survolteurs par exemple.
- Maître-suiveur : commander jusqu'à 8 variateurs de fréquence et pompes pour garantir un fonctionnement régulier de l'ensemble du système de pompage.

### 4.2.2 Menu rapide Eau et pompes

L'option Eau et pompes du menu rapide offre un accès rapide aux caractéristiques liées à l'eau et aux pompes les plus courantes du VLT® AQUA Drive :

- Rampes spéciales (rampe initiale/finale, rampe clapet anti-retour)
- Mode veille
- Décolmatage
- Détection de fonctionnement à sec
- Détection de fin de courbe
- Compensation du débit
- Mode de remplissage des tuyaux pour les systèmes de tuyaux verticaux et horizontaux
- Performance de contrôle
- Commande de vitesse minimale

### 4.2.3 29-1\* Fonction décolmatage

Dans les applications associées à l'eau, l'objectif de la fonction de décolmatage est de dégager l'aube de la pompe des débris afin que la pompe fonctionne normalement.

Un événement de décolmatage est défini comme l'intervalle entre le début du décolmatage par le variateur de fréquence et la fin du décolmatage. Au début d'un décolmatage, le variateur de fréquence suit d'abord une rampe jusqu'à un arrêt, puis un délai expire avant le début du premier cycle.

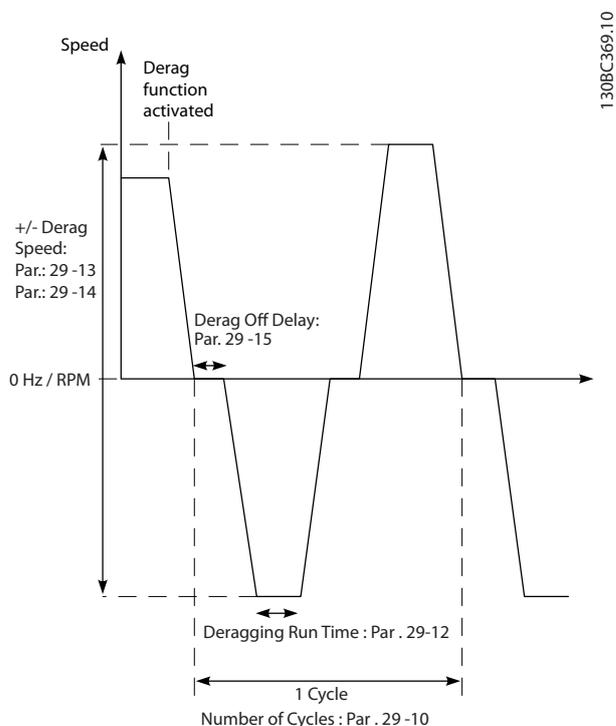


Illustration 4.1 Fonction décolmatage

Si un décolmatage est déclenché depuis un variateur de fréquence arrêté, le premier retard est ignoré. L'événement de décolmatage peut être constitué de plusieurs cycles ; un cycle se compose d'une impulsion en marche arrière, suivie d'une impulsion en marche avant. Le décolmatage est considéré comme terminé à la fin de l'exécution du nombre spécifié de cycles. Plus spécifiquement, à la dernière impulsion (toujours en avant) du dernier cycle, le décolmatage est considéré comme terminé à l'expiration du temps d'exécution (le variateur de fréquence fonctionne à la vitesse de décolmatage). Entre les impulsions, la sortie du variateur de fréquence passe en roue libre pendant une temporisation de coupure spécifiée afin de laisser décanter les débris dans la pompe.

#### **AVIS!**

**Ne pas activer le décolmatage si la pompe ne peut pas fonctionner en marche arrière.**

Il existe 3 notifications pour un événement de décolmatage en cours :

- État sur le LCP : *Décolmatage à distance*.
- Un bit dans le mot d'état élargi (bit 23, 80 0000 hex).
- Une sortie digitale peut être configurée pour refléter l'état actif du décolmatage.

Selon l'application et l'utilisation visées, cette fonction peut être utilisée à titre préventif ou comme mesure curative. Elle peut également être déclenchée/démarrée selon les méthodes suivantes :

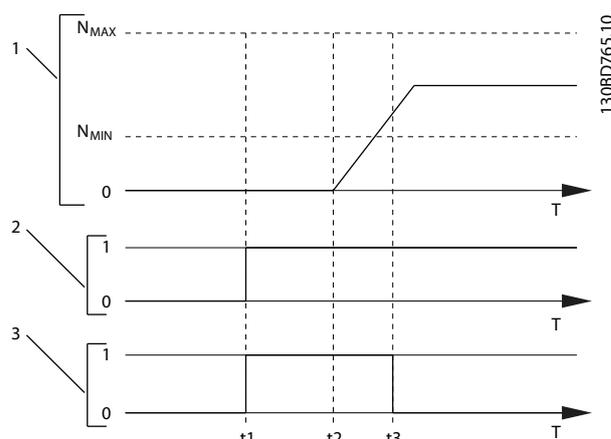
- À chaque ordre de démarrage (*paramètre 29-11 Derag at Start/Stop*)
- À chaque ordre d'arrêt (*paramètre 29-11 Derag at Start/Stop*)
- À chaque ordre de démarrage/arrêt (*paramètre 29-11 Derag at Start/Stop*)
- Sur une entrée digitale (groupe de paramètres 5-1\* *Entrées digitales*)
- Sur action de variateur avec le contrôleur Smart Logic (*paramètre 13-52 Action contr. logique avancé*)
- Action temporisée (groupe de paramètres 23-\*\* *Fonct. liées au tps*)
- Alimentation élevée (groupe de paramètres 29-2\* *Derag Power Tuning*)

#### 4.2.4 Pré/post-lubrification

Les pièces mécaniques de certains moteurs doivent être lubrifiées avant et pendant le fonctionnement afin d'éviter les dommages et l'usure. C'est tout particulièrement le cas lorsque le moteur ne tourne pas pendant une longue période. La pré-lubrification prend également en charge les applications qui peuvent nécessiter le fonctionnement de certains ventilateurs d'extraction. La caractéristique de pré-lubrification indique à un dispositif externe qu'il peut commencer à lancer une action spécifique pendant une période définie par l'utilisateur à partir du front montant d'une commande d'exécution (une demande de démarrage par exemple). En outre, un délai de démarrage (*paramètre 1-71 Retard démar.*) peut être saisi de façon à ce que la pré-lubrification se produise uniquement lorsque le variateur de fréquence est arrêté et à ce qu'elle se termine juste avant l'accélération du variateur de fréquence. La pré-lubrification peut aussi être configurée de façon à ce que le dispositif externe reste non signalé à tout moment lorsque le variateur de fréquence est fonctionnant ou de façon à ce que le signal reste actif après l'arrêt du moteur (*paramètre 29-42 Post Lube Time*). Des exemples d'applications incluent un dispositif de lubrification des pièces mécaniques d'un moteur ou d'une pompe ou un type de ventilateur d'extraction.

Un exemple d'utilisation d'un dispositif de lubrification pourrait impliquer le démarrage de la lubrification au front montant d'une demande de démarrage. Différer le démarrage d'un certain temps et arrêter la lubrification lorsque le délai expire et que le variateur de fréquence démarre.

L'illustration 4.2 présente une utilisation différente de la caractéristique. Dans ce cas, la temporisation expire alors que le variateur de fréquence est déjà en train d'accélérer. Voir les paramètres associés dans le Tableau 4.1.



1	Courbe de vitesse
2	Ordre de démarrage (par exemple la borne 18)
3	Signal de sortie de pré-lubrification
t1	Ordre de démarrage émis (la borne 18 par exemple est activée). La temporisation de démarrage (par. <i>paramètre 1-71 Retard démar.</i> ) et la temporisation de pré-lubrification ( <i>paramètre 29-41 Pre Lube Time</i> ).
t2	La temporisation de démarrage expire. Le variateur de fréquence commence à accélérer.
t3	La temporisation de pré-lubrification ( <i>paramètre 29-41 Pre Lube Time</i> ) expire.

Illustration 4.2 Exemple de fonction de pré/post-lubrification

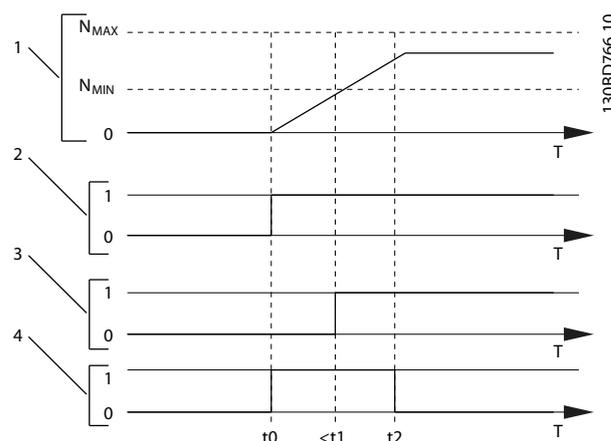
Paramètre et nom	Description	Réglages	Unité
Paramètre 29-4 0 Pre/Post Lube Function	Sélectionner la fonction de pré/post-lubrification. Utiliser le par. paramètre 1-71 Retard démar. pour définir la temporisation avant que le moteur ne commence à accélérer.	[0]*Disabled [1] Pre lube only [2] Pre & running [3] Pre & running & post	-
Paramètre 29-4 1 Pre Lube Time	Saisir la durée du signal après le signal de démarrage. À utiliser uniquement lorsque l'option [1] Pre lube Only est sélectionnée au par. paramètre 29-40 Pre/Post Lube Function.	0-600 (*10)	s
Paramètre 29-4 2 Post Lube Time	Sélectionner la durée du signal après l'arrêt du moteur. À utiliser uniquement lorsque l'option [3] Pre & Running & Post est sélectionnée au par. paramètre 29-40 Pre/Post Lube Function.	0-600 (*10)	s

Tableau 4.1 Paramètres de pré/post-lubrification

#### 4.2.5 29-5\* Confirmation du débit

La fonction Confirmation du débit a été prévue pour les applications sur lesquelles le moteur ou la pompe doit tourner dans l'attente d'un événement externe. La surveillance de Confirmation du débit attend une entrée digitale du capteur sur un robinet-vanne, un interrupteur de débit ou un dispositif externe similaire indiquant que le dispositif est dans la position ouverte et que le débit est possible. Au par. paramètre 29-50 Validation Time, un utilisateur définit le temps d'attente par le VLT® AQUA Drive FC 202 du signal d'entrée digitale depuis le dispositif externe afin de confirmer le débit. Une fois le débit confirmé, le variateur de fréquence vérifie à nouveau le signal après le délai de vérification du débit puis fonctionne normalement. L'état du LCP indique « Débit en cours de vérification » lorsque la surveillance du débit est active.

Le variateur de fréquence se déclenche avec l'alarme *Flow Not Confirmed*, si le signal d'entrée digitale attendu devient inactif avant l'expiration du temps de validation du débit ou du temps de vérification du débit.



1	Courbe de vitesse
2	Ordre de démarrage (par exemple la borne 18)
3	Signal digital du dispositif externe qui confirme que le débit est possible.
4	Vérification du débit
t0	Ordre de démarrage émis (la borne 18 par exemple est activée).
t1	Le signal digital d'un dispositif externe est activé avant que le par. paramètre 29-50 Validation Time n'expire.
t2	Lorsque le paramètre 29-51 Verification Time réussit, le variateur de fréquence vérifie le signal depuis le dispositif externe puis fonctionne normalement.

Illustration 4.3 Confirmation du débit

Paramètre et nom	Description	Réglages	Unité
Paramètre 29-5 0 Validation Time	L'entrée digitale doit être active pendant le temps de validation.	0.1-999.0 (*dépend de la taille)	s
Paramètre 29-5 1 Verification Time	Le débit sera confirmé si, à la fin du temps de vérification, l'entrée digitale est encore active.	0.1-255.0 (*15)	s

Tableau 4.2 Paramètres de confirmation du débit

### AVIS!

Les paramètres sont uniquement visibles sur le LCP lorsqu'une entrée digitale est configurée comme confirmation du débit.

#### 4.2.6 Surveillance de la vitesse minimum avancée des pompes submersibles

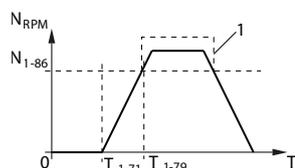
Certaines pompes sont très sensibles au fonctionnement à basse vitesse. Les raisons typiques sont une lubrification ou un refroidissement insuffisant à basse vitesse.

Dans des conditions de surcharge, le variateur de fréquence se protège en utilisant ses caractéristiques de protection intégrales, qui incluent l'abaissement de la vitesse. Par exemple, le contrôleur de limite de courant peut abaisser la vitesse. Cela signifie que dans certains cas, la vitesse peut être inférieure à celle spécifiée au par. *paramètre 4-11 Vit. mot., limite infér. [tr/min]* et au par. *paramètre 4-12 Vitesse moteur limite basse [Hz]*.

La caractéristique de surveillance de la vitesse minimum avancée déclenche le variateur de fréquence si la vitesse descend au-dessous d'une certaine valeur : si le moteur de la pompe n'atteint pas la vitesse spécifiée au par.

*paramètre 1-86 Arrêt vit. basse [tr/min]* dans le temps défini au par. *paramètre 1-79 Pump Start Max Time to Trip* (l'accélération est trop longue), le variateur de fréquence se déclenche. Les temporisateurs du par.

*paramètre 1-71 Retard démar.* et du *paramètre 1-79 Pump Start Max Time to Trip* démarrent en même temps lorsque l'ordre de démarrage est émis. Par exemple, cela signifie que si la valeur du par. *paramètre 1-71 Retard démar.* est supérieure ou égale à celle du par. *paramètre 1-79 Pump Start Max Time to Trip*, le variateur de fréquence ne démarre jamais.



T <sub>1-71</sub>	<i>Paramètre 1-71 Retard démar..</i>
T <sub>1-79</sub>	<i>Paramètre 1-79 Pump Start Max Time to Trip.</i> Ce temps inclut le temps spécifié dans T1-71..
N <sub>1-86</sub>	<i>Paramètre 1-86 Arrêt vit. basse [tr/min].</i> Si la vitesse descend en-dessous de cette valeur pendant le fonctionnement normal, le variateur de fréquence se déclenche.
1	Fonctionnement normal.

Illustration 4.4 Gestion avancée de la vitesse minimum

#### Exemple d'application du SLC

##### Une séquence 1 :

1. Démarrage.
2. Rampe d'accélération.
3. Faire fonctionner à une vitesse de référence pendant 2 s.
4. Rampe de décélération.

#### 4.3 Exemples de configuration d'applications

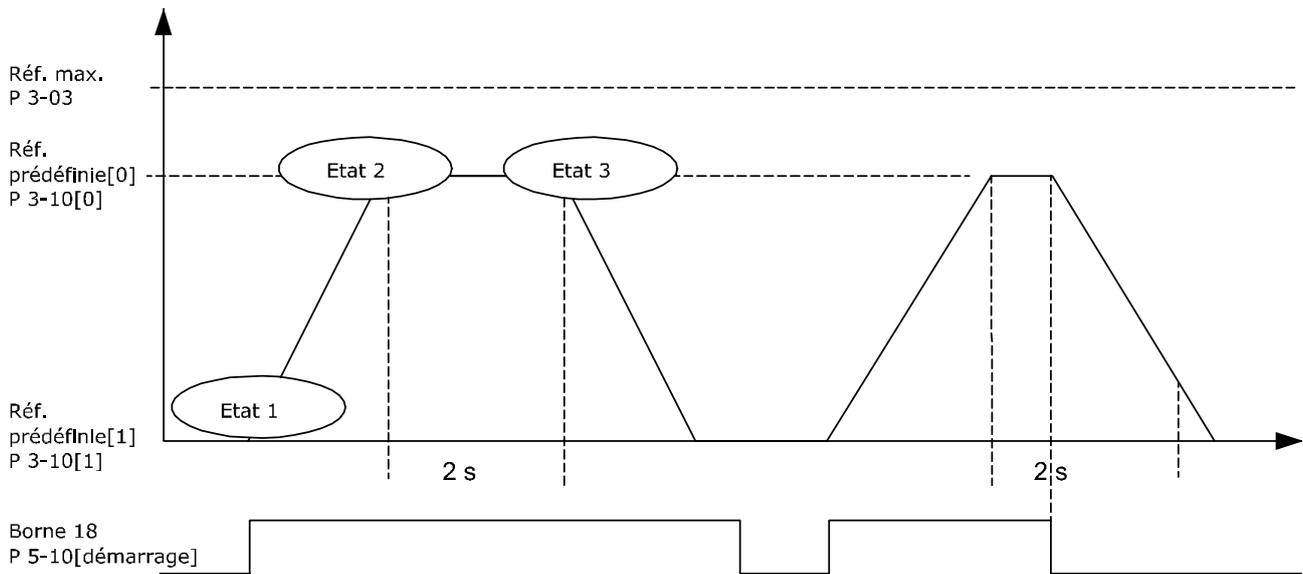
Les exemples de cette partie servent de référence rapide pour les applications courantes.

- Les réglages des paramètres correspondent aux valeurs régionales par défaut sauf indication contraire (sélection au par. *paramètre 0-03 Réglages régionaux*).
- Les paramètres associés aux bornes et leurs réglages sont indiqués à côté des dessins.
- Le réglage des commutateurs des bornes analogiques A53 ou A54 est aussi représenté.

#### AVIS!

En cas d'utilisation de la fonctionnalité STO en option, un cavalier peut être nécessaire entre la borne 12 (ou 13) et la borne 37 pour que le variateur de fréquence fonctionne lorsque les valeurs de programmation d'usine par défaut sont utilisées.

5. Maintenir l'arbre jusqu'à l'arrêt.



130BA157.11

Illustration 4.5 Rampe d'accélération/rampe de décélération

Régler les temps de rampe souhaités aux par. *paramètre 3-41 Temps d'accél. rampe 1* et *paramètre 3-42 Temps décél. rampe 1*.

$$t_{rampe} = \frac{t_{acc} \times n_{norm} (par. 1 - 25)}{réf [tr/min]}$$

Régler la borne 27 sur [0] *Inactif (paramètre 5-12 E.digit.born.27)*

Régler la référence prédéfinie 0 à la première vitesse prédéfinie (*paramètre 3-10 Réf.prédéfinie [0]*) en pourcentage de la vitesse de référence max. (*paramètre 3-03 Réf. max.*). Exemple : 60 %

Régler la référence prédéfinie 1 à la deuxième vitesse prédéfinie (*paramètre 3-10 Réf.prédéfinie [1]*). P. ex. : 0 % (zéro).

Régler la temporisation 0 pour une vitesse de fonctionnement constante au par. *paramètre 13-20 Tempo.contrôleur de logique avancé [0]*. Exemple : 2 s

Régler Événement 1 au par. *paramètre 13-51 Événement contr. log avancé [1]* sur [1] *Vrai*.

Régler Événement 2 au par. *paramètre 13-51 Événement contr. log avancé [2]* sur [4] *Sur réf.*

Régler Événement 3 au par. *paramètre 13-51 Événement contr. log avancé [3]* sur [30] *Temporisation 0*.

Régler Événement 4 au par. *paramètre 13-51 Événement contr. log avancé [4]* sur [0] *Faux*.

Régler Action 1 au par. *paramètre 13-52 Action contr. logique avancé [1]* sur [10] *Réf. prédéf. 0*

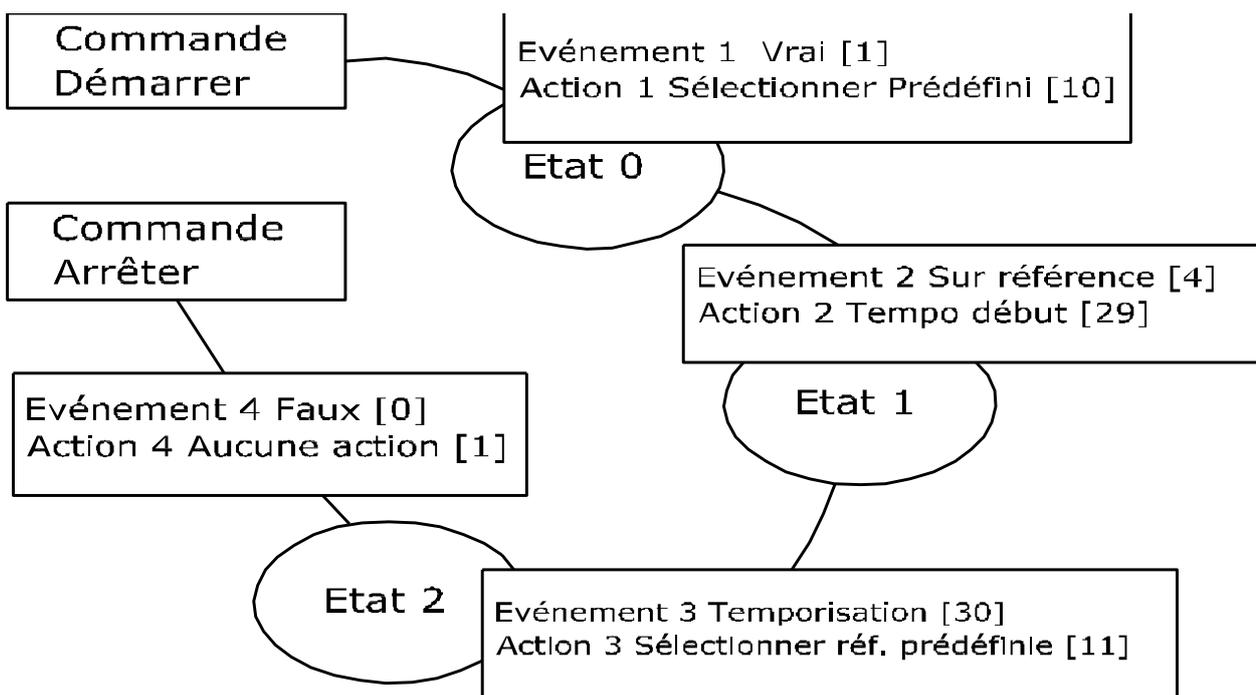
Régler Action 2 au par. *paramètre 13-52 Action contr. logique avancé [2]* sur [29] *Tempo début 0*.

Régler Action 3 au par. *paramètre 13-52 Action contr. logique avancé [3]* sur [11] *Réf. prédéf. 1*.

Régler Action 4 au par. *paramètre 13-52 Action contr. logique avancé [4]* sur [1] *Aucune action*.

Régler le au par. *paramètre 13-00 Mode contr. log avancé* sur *Actif*.

L'ordre de démarrage/d'arrêt est appliqué sur la borne 18. Si le signal d'arrêt est appliqué, le variateur de fréquence décélère et passe en fonctionnement libre.



130BA148.11

Illustration 4.6 Exemple d'application du SLC

### 4.3.1 Application de pompe immergée

Le système est constitué d'une pompe submersible contrôlée par un Danfoss VLT® AQUA Drive et un transmetteur de pression. Le transmetteur donne un signal de retour de 4-20 mA au variateur, qui maintient une pression constante lors du contrôle de la vitesse de la pompe. Pour configurer un variateur de fréquence pour une application de pompe submersible, quelques éléments importants doivent être pris en compte. Sélectionner le variateur de fréquence selon le courant du moteur.

1. Le moteur est un *moteur à stator chemisé* avec un cylindre en acier inoxydable entre le rotor et le stator. L'entrefer est plus grand, avec une résistance magnétique plus élevée que sur un moteur normal ; d'où un champ plus faible pour ces moteurs conçus avec un courant nominal plus élevé qu'un moteur normal avec une puissance nominale identique.
2. La pompe comporte des paliers de butée qui sont endommagés en cas de fonctionnement en dessous de la vitesse minimale, laquelle est normalement de 30 Hz.
3. La réactance du moteur est non linéaire sur les moteurs de pompe submersible et l'adaptation automatique au moteur (AMA) n'est pas toujours possible. Normalement, les pompes submersibles fonctionnent en général avec des câbles moteur longs qui peuvent éliminer la réactance non linéaire du moteur et permettre au variateur de fréquence de réaliser une AMA. Si l'AMA échoue, les données moteur peuvent être saisies dans le groupe de paramètres 1-3\*. *Données av. moteur* (voir la fiche technique du moteur). Ne pas oublier que si l'AMA est réussie, le variateur de fréquence compensera la baisse de tension dans les câbles moteur longs ; donc si les données moteur avancées sont définies manuellement, la longueur du câble moteur doit être prise en compte pour optimiser les performances du système.
4. Il est important que le système en fonctionnement entraîne une usure minimale de la pompe et du moteur. Un filtre sinus Danfoss peut réduire la contrainte d'isolation du moteur et augmenter la durée de vie (vérifier l'isolation réelle du moteur et les spécifications dU/dt du variateur de fréquence). Noter que la plupart des fabricants de pompes submersibles requièrent l'utilisation de filtres de sortie.
5. La performance CEM peut être difficile à obtenir du fait que le câble de pompe spécial, capable de supporter les conditions d'humidité du puits, est normalement non blindé. Une solution pourrait être d'utiliser un câble blindé au-dessus du puits et de fixer le blindage au tuyau du puits si celui-ci est en acier. Un filtre sinus réduit également les

interférences électromagnétiques des câbles moteur non blindés.

Le moteur à stator chemisé spécial est utilisé en raison des conditions d'humidité de l'installation. Le variateur de fréquence doit être configuré pour le système en fonction du courant de sortie afin de pouvoir faire tourner le moteur à la puissance nominale.

Pour éviter l'endommagement des paliers de butée de la pompe et pour garantir de façon rapide le refroidissement suffisant du moteur, il est important de faire accélérer la pompe de l'arrêt à la vitesse min. le plus vite possible. Les fabricants reconnus de pompes submersibles recommandent que la pompe atteigne la vitesse min. (30 Hz) en 2 à 3 secondes maximum. Le nouveau VLT® AQUA Drive FC 202 est conçu avec une rampe initiale et finale pour ces applications. Les rampes initiale et finale sont deux rampes individuelles : la rampe initiale, si elle est activée, fait accélérer le moteur de l'arrêt à la vitesse min. et passe automatiquement à la rampe normale lorsque la vitesse min. est atteinte. La rampe finale fait l'inverse de la vitesse min. à l'arrêt dans une situation d'arrêt. Envisager également la gestion avancée de la vitesse minimum de la façon décrite au *chapitre 4.2 Fonctions choisies de l'application*.

Pour obtenir une protection supplémentaire de la pompe, utiliser la détection de fonctionnement à sec. Se reporter au *Guide de programmation* pour plus d'informations.

Le mode de remplissage des tuyaux peut être activé pour éviter les coups de bélier. Le variateur de fréquence Danfoss est capable de remplir des tuyaux verticaux à l'aide du régulateur PID pour faire monter lentement la pression avec un taux spécifié par l'utilisateur (unités/seconde). S'il est activé, le variateur de fréquence entre en mode remplissage lorsqu'il atteint la vitesse minimum après le démarrage. La pression augmente lentement jusqu'à atteindre la consigne remplie définie par l'utilisateur, après cela le variateur de fréquence désactive automatiquement le mode de remplissage des tuyaux et continue en fonctionnement en boucle fermée normal.

### Câblage électrique

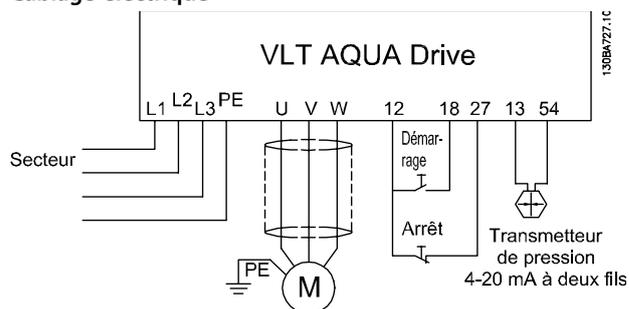


Illustration 4.7 Câblage de l'application de pompe submersible

### AVIS!

Régler le format de l'entrée analogique 2 (borne 54) en mA (commutateur 202).

### Réglage des paramètres

Paramètre
Paramètre 1-20 Puissance moteur [kW]/paramètre 1-21 Puissance moteur [CV]
Paramètre 1-22 Tension moteur
Paramètre 1-24 Courant moteur
Paramètre 1-28 Ctrl rotation moteur
Activer l'adaptation auto. au moteur réduite au par. paramètre 1-29 Adaptation auto. au moteur (AMA)

Tableau 4.3 Paramètres pertinents de la pompe submersible Application

Paramètre	Réglage
Paramètre 3-02 Référence minimale	L'unité de la référence minimum correspond à l'unité au par. paramètre 20-12 Unité référence/retour
Paramètre 3-03 Réf. max.	L'unité de la référence maximum correspond à l'unité au par. paramètre 20-12 Unité référence/retour
Paramètre 3-84 Tps rampe initial	(2 s)
Paramètre 3-88 Tps de rampe final	(2 s)
Paramètre 3-41 Temps d'accél. rampe 1	(8 s selon la taille)
Paramètre 3-42 Temps décél. rampe 1	(8 s selon la taille)
Paramètre 4-11 Vit. mot., limite infér. [tr/min]	(30 Hz)
Paramètre 4-13 Vit.mot., limite supér. [tr/min]	(50/60 Hz)
Utiliser l'assistant Boucle fermée sous Quick Menu_Funtion_Setup (menu rapide régl. fonctions) pour définir facilement les réglages du signal de retour du régulateur PID.	

Tableau 4.4 Exemple de réglages de la pompe submersible Application

Paramètre	Réglage
Paramètre 29-00 Pipe Fill Enable	
Paramètre 29-04 Pipe Fill Rate	(Unités de retour/s)
Paramètre 29-05 Filled Setpoint	(unités de retour)

Tableau 4.5 Exemple de réglages du mode de remplissage des tuyaux

Performance

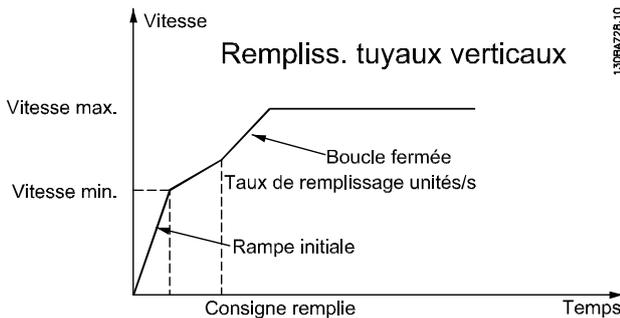


Illustration 4.8 Mode de remplissage des tuyaux, courbe de performance

4.3.2 Contrôleur de cascade BASIC

Le contrôleur de cascade BASIC est utilisé pour les applications de pompage où une certaine pression (hauteur) ou niveau doit être maintenu au-dessus d'une large plage dynamique. Faire fonctionner une grosse pompe à vitesse variable sur une plage étendue n'est pas une solution idéale en raison de la faible efficacité de la

pompe à faible vitesse. Dans la pratique, la limite pour la pompe est de 25 % de la vitesse nominale à pleine charge.

Avec le contrôleur de cascade BASIC, un variateur de fréquence commande un moteur (principal) à vitesse variable en tant que pompe à vitesse variable et permet le démarrage et l'arrêt de 2 pompes à vitesse constante supplémentaires. Raccorder les pompes à vitesse constante supplémentaires directement au secteur ou via des démarreurs progressifs. Le changement de vitesse de la pompe initiale fournit une commande de vitesse variable au système. La vitesse variable maintient la pression constante, ce qui entraîne une réduction de la fatigue du système et un fonctionnement plus silencieux des systèmes de pompage.

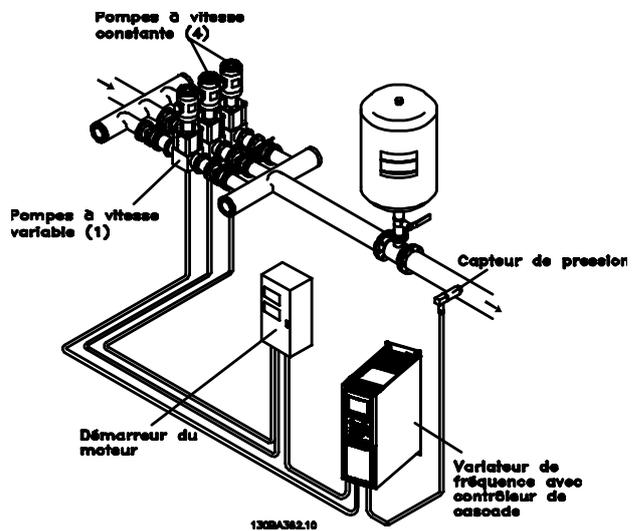


Illustration 4.9 Contrôleur de cascade BASIC

Pompe principale fixe

Les moteurs doivent avoir les mêmes dimensions. Le contrôleur de cascade BASIC permet au variateur de fréquence de contrôler jusqu'à 3 pompes de taille égale à l'aide de 2 relais intégrés au variateur de fréquence. Lorsque la pompe variable (principale) est raccordée directement au variateur de fréquence, les 2 relais intégrés contrôlent les deux autres pompes. Lorsque les alternances de pompe principale sont activées, les pompes sont raccordées aux relais intégrés et le variateur de fréquence peut faire fonctionner 2 pompes.

Alternance de la pompe principale

Les moteurs doivent avoir les mêmes dimensions. La fonction permet de cycler le variateur de fréquence entre les pompes dans le système (2 pompes maximum). Dans cette exploitation, le temps de fonctionnement entre les pompes est compensé par la réduction des besoins de maintenance des pompes et l'augmentation de la fiabilité et de la durée de vie du système. L'alternance de la pompe

principale peut avoir lieu sur un signal de commande ou au démarrage (en ajoutant une autre pompe).

L'ordre peut être une alternance manuelle ou un signal d'événement d'alternance. Si l'événement d'alternance est sélectionné, l'alternance de la pompe principale a lieu chaque fois que l'événement se produit. Les sélections incluent :

- Lorsqu'une temporisation d'alternance expire ;
- à une heure prédéfinie du jour ;
- ou lorsque la pompe principale passe en mode veille.

La charge réelle du système détermine le déclenchement.

Un paramètre séparé n'autorise l'alternance que si la capacité totale nécessaire est  $> 50\%$ . La capacité totale des pompes est déterminée par la capacité de la pompe principale plus celles des pompes à vitesse fixe.

#### Gestion de la largeur de bande

Dans les systèmes à contrôle en cascade, afin d'éviter une commutation fréquente des pompes à vitesse fixe, la pression du système voulue est maintenue dans une largeur de bande plutôt qu'à un niveau constant. La largeur de bande de déclenchement offre la largeur de bande nécessaire à l'exploitation. Lorsqu'une modification importante et rapide intervient dans la pression du système, la largeur de bande prioritaire se substitue à la largeur de bande de déclenchement pour éviter une réponse immédiate à un changement de pression de courte durée. Il est possible de programmer une temporisation de la largeur de bande prioritaire pour empêcher le déclenchement jusqu'à la stabilisation de la pression du système et l'établissement d'un contrôle normal.

Lorsque le contrôleur de cascade est activé et que le variateur de fréquence émet une alarme d'arrêt, la hauteur du système est maintenue par le démarrage et l'arrêt des pompes à vitesse fixe. Pour éviter des déclenchements et des arrêts fréquents et minimiser les fluctuations de pression, une largeur de bande à vitesse fixe plus large est utilisée au lieu de la largeur de bande de déclenchement.

#### 4.3.3 Démarrage de la pompe avec alternance de la pompe principale

Avec l'alternance de la pompe principale activée, un maximum de deux pompes peut être contrôlé. Sur un ordre d'alternance, le PID s'arrête, la pompe principale décélère jusqu'à la fréquence minimale ( $f_{\min}$ ) et, après une temporisation, accélère jusqu'à la fréquence maximale ( $f_{\max}$ ). Lorsque la vitesse de la pompe principale atteint la fréquence d'arrêt, la pompe à vitesse fixe s'arrête. La pompe principale continue à accélérer puis décélère jusqu'à l'arrêt et les deux relais s'arrêtent.

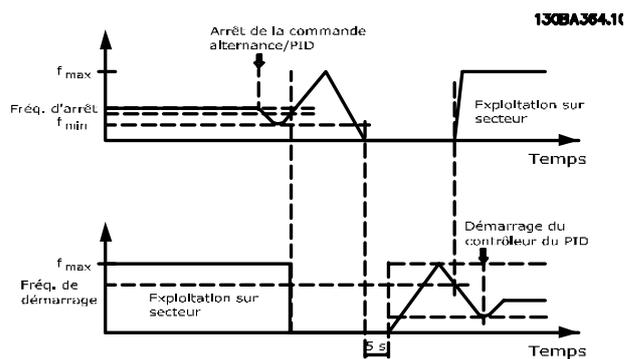


Illustration 4.10 Alternance de pompe principale

Après un retard, le relais de la pompe à vitesse fixe démarre et cette pompe devient la nouvelle pompe principale. La nouvelle pompe principale accélère jusqu'à la vitesse maximale puis décélère jusqu'à la vitesse minimale. Lors de la rampe de décélération et lorsqu'elle atteint la fréquence de démarrage, l'ancienne pompe principale démarre maintenant sur le secteur comme nouvelle pompe à vitesse fixe.

Si la pompe principale a fonctionné à la fréquence minimale ( $f_{\min}$ ) pendant une durée programmée, avec une pompe à vitesse fixe en fonctionnement, la pompe principale contribue peu au système. Lorsque la valeur programmée de la temporisation expire, la pompe principale est enlevée, évitant des problèmes de réchauffement d'eau.

#### 4.3.4 État et fonctionnement du système

Si la pompe principale passe en mode veille, la fonction est affichée sur le LCP. Il est possible d'alterner la pompe principale en mode veille.

Lorsque le contrôleur de cascade est activé, l'état d'exploitation de chaque pompe et du contrôleur de cascade est affiché sur le LCP. Les informations affichées comprennent :

- L'état des pompes est une lecture de l'état des relais affectés à chaque pompe. L'affichage montre les pompes désactivées, éteintes, en fonctionnement sur le variateur de fréquence ou sur le démarreur secteur/moteur.
- L'état cascade est une lecture de l'état du contrôleur de cascade. L'affichage indique la désactivation du contrôleur de cascade, l'extinction et l'arrêt d'urgence de toutes les pompes, le fonctionnement de toutes les pompes, le déclenchement/l'arrêt des pompes à vitesse fixe et l'alternance de la pompe principale.

- L'arrêt en l'absence de débit assure que toutes les pompes à vitesse fixe s'arrêtent individuellement jusqu'à ce que l'état d'absence de débit disparaisse.

### 4.3.5 Schéma de câblage du contrôleur de cascade

L'illustration 4.11 montre un exemple avec le contrôleur de cascade BASIC intégré, 1 pompe à vitesse variable (principale) et 2 pompes à vitesse fixe, un transmetteur 4-20 mA et un verrouillage de sécurité du système.

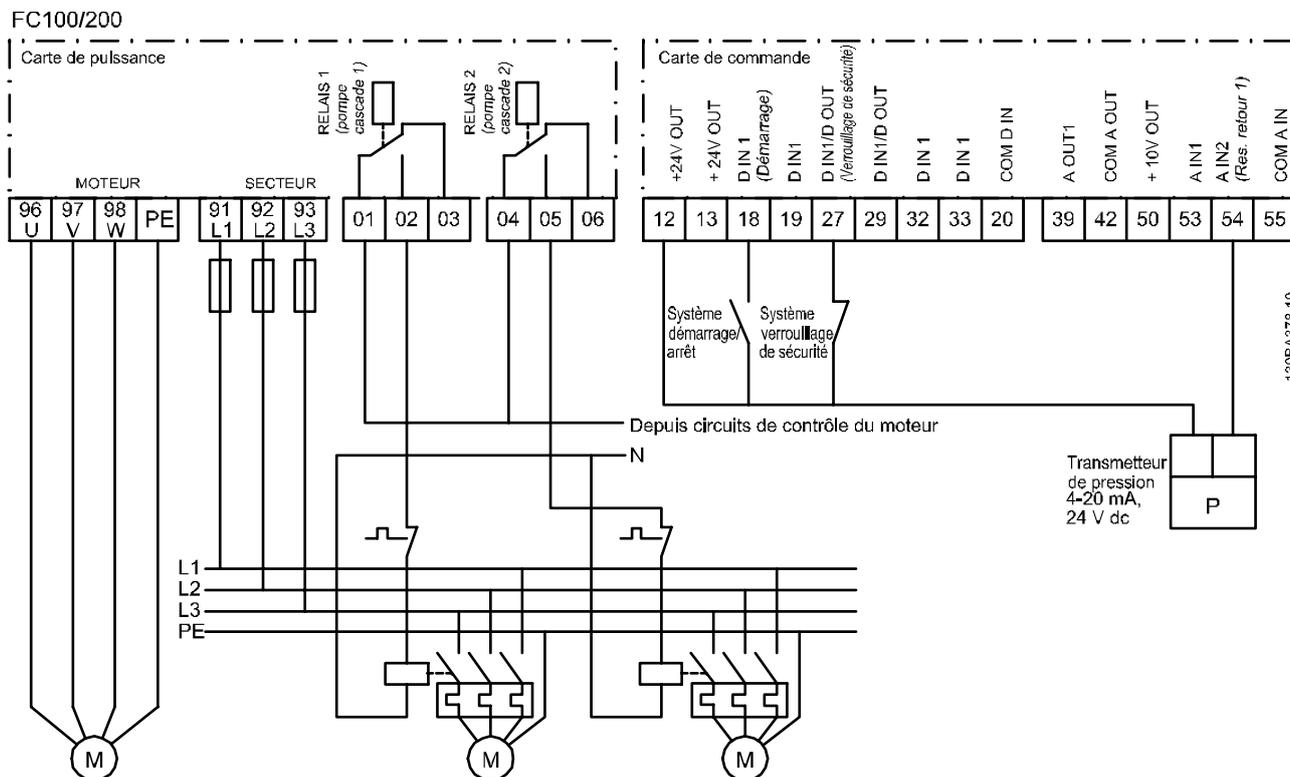


Illustration 4.11 Schéma de câblage du contrôleur de cascade

### 4.3.6 Schéma de câblage de la pompe à vitesse variable/fixe

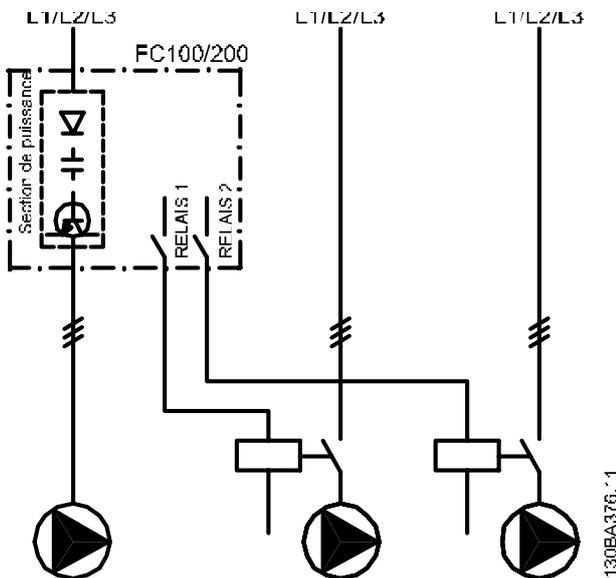


Illustration 4.12 Schéma de câblage de la pompe à vitesse variable/fixe

- Les relais 1 (R1) et 2 (R2) sont les relais intégrés du variateur de fréquence.
- Quand tous les relais sont hors tension, le premier relais intégré enclenche le contacteur correspondant à la pompe contrôlée par le relais. Par exemple, le Relais 1 démarre le contacteur K1, qui devient la pompe principale.
- Blocs K1 pour K2 via le verrouillage mécanique, évitant que le secteur ne soit connecté à la sortie du variateur de fréquence (via K1).
- Le contact normalement fermé auxiliaire sur K1 empêche K3 de démarrer.
- Le Relais 2 contrôle le contacteur K4 pour le contrôle on/off de la pompe à vitesse fixe.
- Lors de l'alternance, les deux relais sont hors tension et désormais le relais 2 est mis sous tension comme premier relais.

Pour obtenir une description détaillée de la mise en service d'une pompe mixte et d'applications maître/esclave, consulter le *Manuel d'utilisation des options du contrôleur de cascade VLT® MCO 101/102*.

### 4.3.7 Schéma de câblage d'alternance de la pompe principale

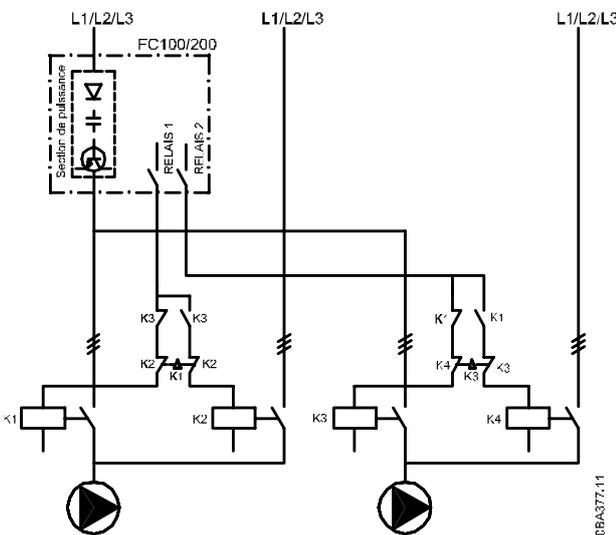


Illustration 4.13 Schéma de câblage d'alternance de la pompe principale

Chaque pompe doit être connectée à deux contacteurs (K1/K2 et K3/K4) à l'aide d'un verrouillage mécanique. Des relais thermiques ou d'autres dispositifs de protection du moteur doivent être appliqués conformément à la réglementation locale et/ou aux exigences particulières.

### 4.3.8 Réinitialisation d'alarme externe

		Paramètres	
		Fonction	Réglage
FC			
+24 V	12	Paramètre 5-11 E. [1] Reset digit.born.19	
+24 V	13		
D IN	18	* = valeur par défaut	
D IN	19	Remarques/commentaires : D IN 37 est une option.	
COM	20		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tableau 4.6 Réinitialisation d'alarme externe

### 4.3.9 Signal de retour

FC		Paramètres	
		Fonction	Réglage
+24 V	12	Paramètre 6-22 Ech.min./born.54	4 mA*
+24 V	13		
D IN	18	Paramètre 6-23 Ech.max./born.54	20 mA*
D IN	19		
COM	20	Paramètre 6-24 Val.ret./Réf.bas.born.54	0*
D IN	27		
D IN	29	Paramètre 6-25 Val.ret./Réf.haut.born.54	50*
D IN	32		
D IN	33	* = valeur par défaut	
D IN	37	Remarques/commentaires : D IN 37 est une option.	

Tableau 4.7 Transducteur de retour de courant analogique

FC		Paramètres	
		Fonction	Réglage
+24 V	12	Paramètre 6-20 E ch.min.U/born.54	0,07 V*
+24 V	13		
D IN	18	Paramètre 6-21 E ch.max.U/born.54	10 V*
D IN	19		
COM	20	Paramètre 6-24 V al.ret./Réf.bas.born.54	0*
D IN	27		
D IN	29	Paramètre 6-25 V al.ret./Réf.haut.born.54	50*
D IN	32		
D IN	33	* = valeur par défaut	
D IN	37	Remarques/commentaires : D IN 37 est une option.	

Tableau 4.9 Transducteur de retour de tension analogique (4 fils)

FC		Paramètres	
		Fonction	Réglage
+24 V	12	Paramètre 6-20 E ch.min.U/born.54	0,07 V*
+24 V	13		
D IN	18	Paramètre 6-21 E ch.max.U/born.54	10 V*
D IN	19		
COM	20	Paramètre 6-24 V al.ret./Réf.bas.born.54	0*
D IN	27		
D IN	29	Paramètre 6-25 V al.ret./Réf.haut.born.54	50*
D IN	32		
D IN	33	* = valeur par défaut	
D IN	37	Remarques/commentaires : D IN 37 est une option.	

Tableau 4.8 Transducteur de retour de tension analogique (3 fils)

FC		Paramètres	
		Fonction	Réglage
+24 V	12	Paramètre 6-10 E ch.min.U/born.53	0,07 V*
+24 V	13		
D IN	18	Paramètre 6-11 E ch.max.U/born.53	10 V*
D IN	19		
COM	20	Paramètre 6-14 V al.ret./Réf.bas.born.53	0 Hz
D IN	27		
D IN	29	Paramètre 6-15 V al.ret./Réf.haut.born.53	50 Hz
D IN	32		
D IN	33	* = valeur par défaut	
D IN	37	Remarques/commentaires : D IN 37 est une option.	

Tableau 4.10 Référence de vitesse analogique (tension)

FC		Paramètres	
		Fonction	Réglage
+24 V	120	Paramètre 6-12 E	4 mA*
+24 V	130	ch.min./born.53	
D IN	180	Paramètre 6-13 E	20 mA*
D IN	190	ch.max./born.53	
COM	200	Paramètre 6-14 V	0 Hz
D IN	270	al.ret./	
D IN	290	Réf.bas.born.53	
D IN	320	Paramètre 6-15 V	50 Hz
D IN	330	al.ret./	
D IN	370	Réf.haut.born.53	
+10 V		* = valeur par défaut	
A IN	530	Remarques/commentaires : D IN 37 est une option.	
A IN	540		
COM	550		
A OUT	420		
COM	390		

Tableau 4.11 Référence de vitesse analogique (courant)

4.3.11 Marche/arrêt

FC		Paramètres	
		Fonction	Réglage
+24 V	120	Paramètre 5-10 E.	[8]
+24 V	130	digit.born.18	Démarrage*
D IN	180	Paramètre 5-12 E.	[7]
D IN	190	digit.born.27	Verrouillage sécu.
COM	200	* = valeur par défaut	
D IN	270	Remarques/commentaires : D IN 37 est une option.	
D IN	290		
D IN	320		
D IN	330		
D IN	370		
+10 V	500		
A IN	530		
A IN	540		
COM	550		
A OUT	420		
COM	390		

Tableau 4.13 Ordre marche/arrêt avec verrouillage externe

FC		Paramètres	
		Fonction	Réglage
+24 V	120	Paramètre 6-10 E	0,07 V*
+24 V	130	ch.min.U/born.53	
D IN	180	Paramètre 6-11 E	10 V*
D IN	190	ch.max.U/born.53	
COM	200	Paramètre 6-14 V	0 Hz
D IN	270	al.ret./	
D IN	290	Réf.bas.born.53	
D IN	320	Paramètre 6-15 V	1500 Hz
D IN	330	al.ret./	
D IN	370	Réf.haut.born.53	
+10 V		* = valeur par défaut	
A IN	530	Remarques/commentaires : D IN 37 est une option.	
A IN	540		
COM	550		
A OUT	420		
COM	390		

Tableau 4.12 Référence de vitesse (à l'aide d'un potentiomètre manuel)

FC		Paramètres	
		Fonction	Réglage
+24 V	120	Paramètre 5-10 E.	[8]
+24 V	130	digit.born.18	Démarrage*
D IN	180	Paramètre 5-12 E.	[7]
D IN	190	digit.born.27	Verrouillage sécu.
COM	200	* = valeur par défaut	
D IN	270	Remarques/commentaires : Si le par. paramètre 5-12 E. digit.born.27 est réglé sur [0] Inactif, aucun cavalier n'est requis sur la borne 27. D IN 37 est une option.	
D IN	290		
D IN	320		
D IN	330		
D IN	370		
+10 V	500		
A IN	530		
A IN	540		
COM	550		
A OUT	420		
COM	390		
R1	010		
	020		
	030		
R2	040		
	050		
	060		

Tableau 4.14 Ordre marche/arrêt sans verrouillage externe

		Paramètres	
FC		Fonction	Réglage
+24 V	120	Paramètre 5-10 E. <i>digit.born.18</i>	[8] Démarrage*
+24 V	130	Paramètre 5-11 E. <i>digit.born.19</i>	[52] Autorisation de marche
D IN	180	Paramètre 5-12 E. <i>digit.born.27</i>	[7] Verrouillage sécu.
D IN	190	Paramètre 5-40 F <i>onction relais</i>	[167] Ordre dém. actif
COM	200	* = valeur par défaut	
D IN	270	Remarques/commentaires : D IN 37 est une option.	
D IN	290		
D IN	320		
D IN	330		
D IN	370		
+10 V	500		
A IN	530		
A IN	540		
COM	550		
A OUT	420		
COM	390		
R1	010		
	020		
	030		
R2	040		
	050		
	060		

Tableau 4.15 Autorisation de marche

		Paramètres	
VLT		Fonction	Réglage
+24 V	120	Paramètre 1-90 P rotect. thermique mot.	[2] Arrêt thermistance
+24 V	130	Paramètre 1-93 S ource Thermistance	[1] Entrée ANA 53
D IN	180	* = valeur par défaut	
D IN	190	Remarques/commentaires : Si seul un avertissement est souhaité, le par. <i>paramètre 1-90 Protect. thermique mot.</i> doit être réglé sur [1] Avertis. Thermist. D IN 37 est une option.	
COM	200		
D IN	270		
D IN	290		
D IN	320		
D IN	330		
D IN	370		
+10 V	500		
A IN	530		
A IN	540		
COM	550		
A OUT	420		
COM	390		
U - I	A53		

Tableau 4.16 Thermistance moteur

### 4.3.12 Thermistance moteur

## ⚠ AVERTISSEMENT

### ISOLATION THERMISTANCE

Risque de blessures ou de dommages à l'équipement.

- Utiliser uniquement des thermistances comportant une isolation renforcée ou double pour satisfaire aux exigences d'isolation PELV.

## 5 Exigences particulières

Ce chapitre fournit des données concernant le fonctionnement du variateur de fréquence dans des conditions qui nécessitent un déclassement. Parfois, ce déclassement est réalisé manuellement. Dans d'autres conditions, le variateur de fréquence effectue automatiquement un déclassement si nécessaire. Le déclassement permet de garantir les performances à des étapes critiques, où l'arrêt constituerait une alternative.

### 5.1 Déclassement manuel

#### 5.1.1 Quand envisager le déclassement

Envisager le déclassement dans l'une des conditions suivantes :

- Fonctionnement au-dessus de 1 000 m (faible pression atmosphérique)
- Fonctionnement à basse vitesse
- Câbles moteur longs
- Câbles présentant une section large
- Température ambiante élevée

Pour plus d'informations, se reporter au *chapitre 5.3 Déclassement pour température ambiante*.

#### 5.1.2 Déclassement pour fonctionnement à faible vitesse

Lorsqu'un moteur est raccordé à un variateur de fréquence, il est nécessaire de vérifier que son refroidissement est adapté.

Le niveau de chauffe dépend de la charge sur le moteur ainsi que de la vitesse et de la durée de fonctionnement.

#### Applications de couple constant (mode CT)

Un problème peut survenir à faible vitesse de rotation dans des applications de couple constant. Dans une application de couple constant, un moteur peut surchauffer à des vitesses faibles en raison du peu d'air de refroidissement venant du ventilateur intégré au moteur. Si le moteur doit fonctionner en continu à une vitesse de rotation inférieure à la moitié de la vitesse nominale, il convient donc de lui apporter un supplément d'air de refroidissement (ou d'utiliser un moteur conçu pour ce type de fonctionnement).

Une autre solution consiste à réduire le degré de charge du moteur en sélectionnant un moteur plus grand. Cependant, la conception du variateur de fréquence impose des limites quant à la taille du moteur.

#### Applications de couple variable (quadratique) (VT)

Dans les applications VT telles que pompes centrifuges et ventilateurs, lorsque le couple est proportionnel au carré de la vitesse et la puissance est proportionnelle au cube de la vitesse, il n'y a pas besoin de refroidissement ou de déclassement du moteur.

#### 5.1.3 Déclassement pour basse pression atmosphérique

La capacité de refroidissement de l'air est amoindrie en cas de faible pression atmosphérique.

Au-dessous d'une altitude de 1000 m, aucun déclassement n'est nécessaire. Au-dessus de 1000 m, déclasser le courant de sortie maximum ( $I_{\text{sortie}}$ ) à température ambiante ( $T_{\text{AMB}}$ ) en fonction de la courbe représentée sur l'illustration 5.1 : À des altitudes de plus de 2 000 m, merci de contacter Danfoss en ce qui concerne la norme PELV.

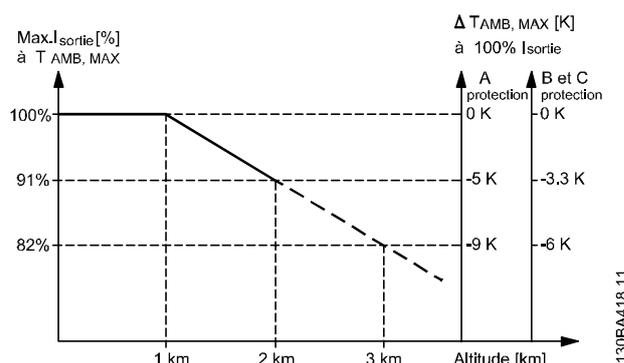


Illustration 5.1 Déclassement du courant de sortie en fonction de l'altitude à  $T_{\text{AMB, MAX}}$  pour les protections de tailles A, B et C.

Une autre solution consiste à diminuer la température ambiante à haute altitude et donc à garantir un courant de sortie de 100 %. Voici un exemple de lecture du graphique : la situation à 2000 m est élaborée pour une protection de type B avec  $T_{\text{AMB, MAX}} = 50 \text{ °C}$ . À une température de  $45 \text{ °C}$  ( $T_{\text{AMB, MAX}} - 3,3 \text{ K}$ ), 91 % du courant de sortie nominal est disponible. À une température de  $41,7 \text{ °C}$ , 100 % du courant de sortie nominal est disponible.

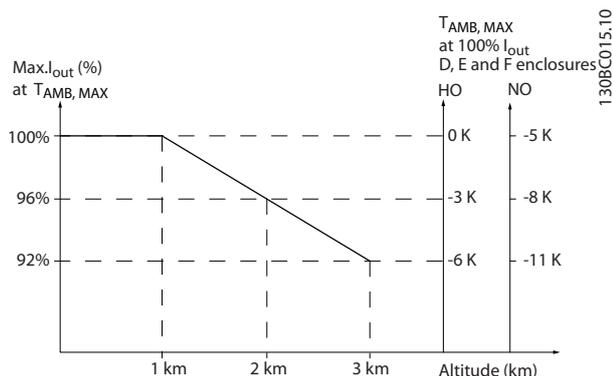


Illustration 5.2 Déclassement du courant de sortie en fonction de l'altitude à  $T_{AMB, MAX}$  pour une protection de taille D3h.

## 5.2 Déclassement pour installation de câbles moteurs longs ou à section augmentée

### AVIS!

S'applique aux variateurs de fréquence jusqu'à 90 kW seulement.

La longueur de câble maximale pour ce variateur de fréquence est de 300 m de câble non blindé et 150 m de câble blindé.

Ce variateur a été conçu pour fonctionner avec un câble moteur de section nominale. S'il faut utiliser un câble d'une section plus grosse, réduire le courant de sortie de 5 % à chaque étape d'augmentation de la section du câble.

La capacité à la terre et donc le courant à la terre augmentent avec la section du câble.

## 5.3 Déclassement pour température ambiante

La température moyenne ( $T_{AMB, MOY}$ ) sur 24 heures doit être inférieure d'au moins 5 °C à la température ambiante maximale autorisée ( $T_{AMB, MAX}$ ). Si le variateur de fréquence est en service à des températures ambiantes élevées, il est nécessaire de réduire le courant de sortie en continu. Le déclassement dépend du type de modulation, qui peut être réglé sur 60° AVM ou SFAVM au par. paramètre 14-00 Type modulation.

## 5.3.1 Déclassement pour température ambiante, protection de taille A

### 60° AVM - Modulation par largeur d'impulsion

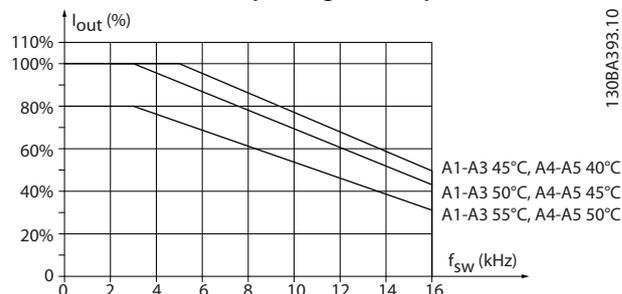


Illustration 5.3 Déclassement de  $I_{sortie}$  pour différentes  $T_{AMB, MAX}$  pour protection de taille A, utilisant 60° AVM

### SFAVM : Stator Frequency Asyncon Vector Modulation (modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique)

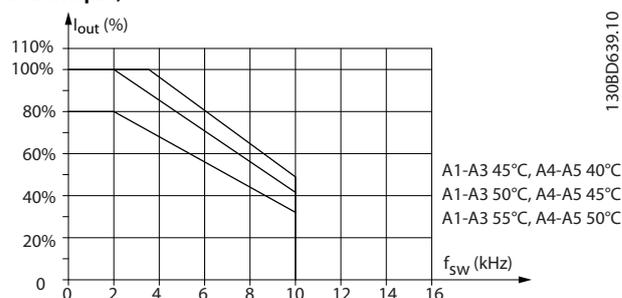


Illustration 5.4 Déclassement de  $I_{sortie}$  pour différentes  $T_{AMB, MAX}$  pour protections de type A, utilisant SFAVM

En cas d'utilisation de câble de moteur de 10 m ou moins dans une protection de taille A, un déclassement moindre est nécessaire. Cela vient du fait que la longueur du câble de moteur a une influence relativement importante sur le déclassement recommandé.

### 60° AVM

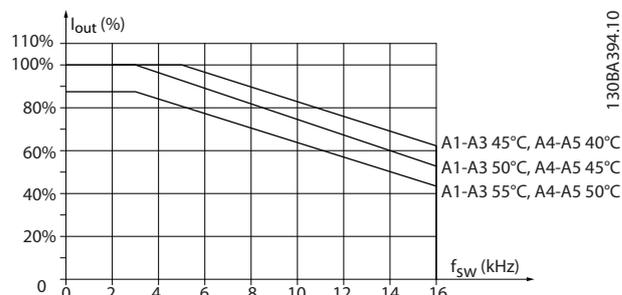


Illustration 5.5 Déclassement de  $I_{sortie}$  pour différentes  $T_{AMB, MAX}$  pour protection de type A, utilisant 60° AVM et un câble de moteur de 10 m maximum

SFAVM

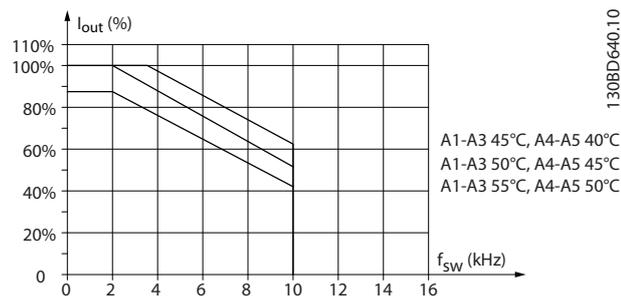


Illustration 5.6 Déclassement de  $I_{\text{sortie}}$  pour différentes  $T_{\text{AMB}}$ , MAX pour protection de type A, utilisant SFAVM et un câble de 10 m maximum

SFAVM : Stator Frequency Asynchrone Vector Modulation (modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique)

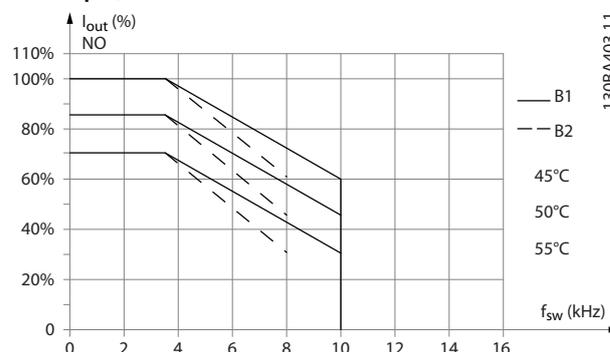


Illustration 5.9 Déclassement de  $I_{\text{sortie}}$  pour différentes  $T_{\text{AMB}}$ , MAX pour protections de tailles B1 et B2, utilisant SFAVM en mode surcharge normale (surcouple de 110 %)

5

5.3.2 Déclassement pour température ambiante, protection de taille B

Protections B, T2 et T4

60° AVM - Modulation par largeur d'impulsion

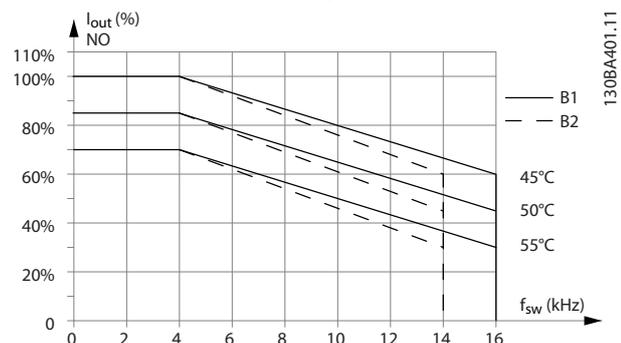


Illustration 5.7 Déclassement de  $I_{\text{sortie}}$  pour différentes  $T_{\text{AMB}}$ , MAX pour protections de tailles B1 et B2, utilisant 60° AVM en mode couple normal (surcouple de 110 %)

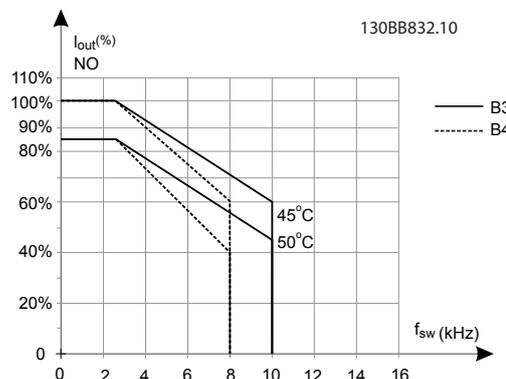


Illustration 5.10 Déclassement de  $I_{\text{sortie}}$  pour différentes  $T_{\text{AMB}}$ , MAX pour protections de tailles B3 et B4, utilisant SFAVM en mode surcharge normale (surcouple de 110 %)

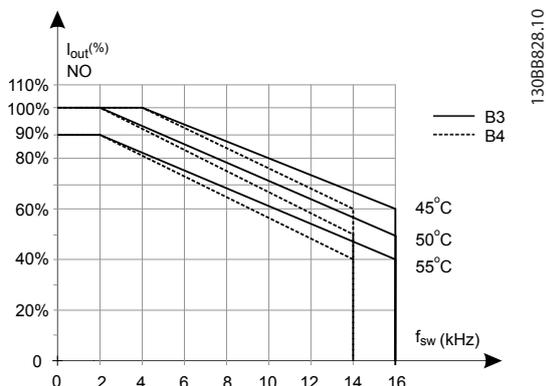


Illustration 5.8 Déclassement de  $I_{\text{sortie}}$  pour différentes  $T_{\text{AMB}}$ , MAX pour protections de tailles B3 et B4, utilisant 60° AVM en mode surcharge normale (surcouple de 110 %)

**Protections B, T6**

**60° AVM - Modulation par largeur d'impulsion**

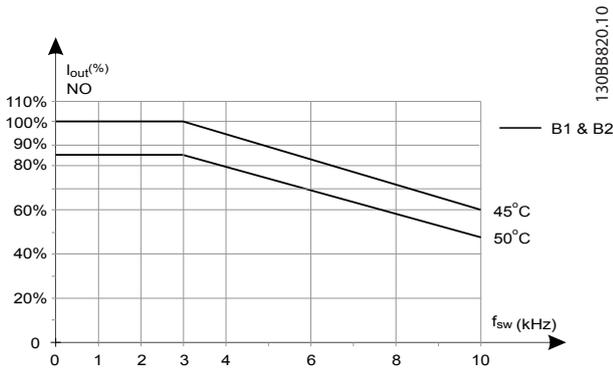


Illustration 5.11 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour variateurs de fréquence de 600 V, protection de taille B, 60° AVM, SN

**SFAVM : Stator Frequency Asyncon Vector Modulation (modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique)**

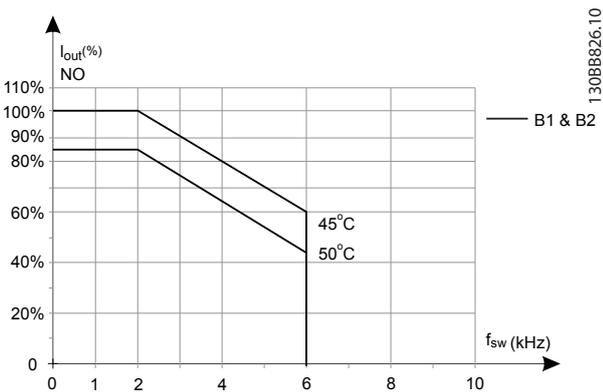


Illustration 5.12 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour variateurs de fréquence de 600 V, protection de taille B, SFAVM, SN

**Protections B, T7**

**Protections B2 et B4, 525-690 V**

**60° AVM - Modulation par largeur d'impulsion**

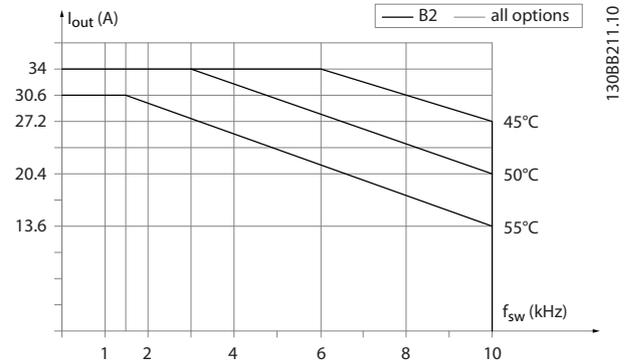


Illustration 5.13 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour protections de tailles B2 et B4, 60° AVM.

**SFAVM : Stator Frequency Asyncon Vector Modulation (modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique)**

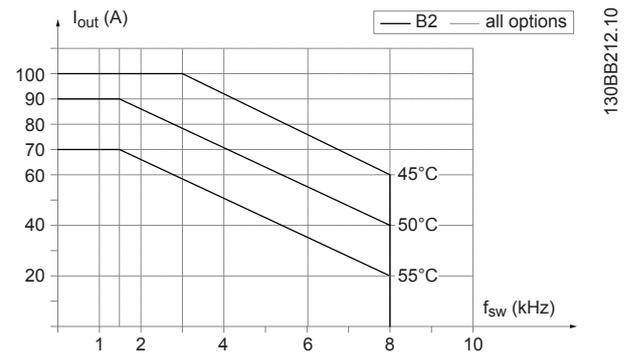


Illustration 5.14 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour protections de tailles B2 et B4, SFAVM.

### 5.3.3 Déclassement pour température ambiante, protection de taille C

#### Protections C, T2 et T4

#### 60° AVM - Modulation par largeur d'impulsion

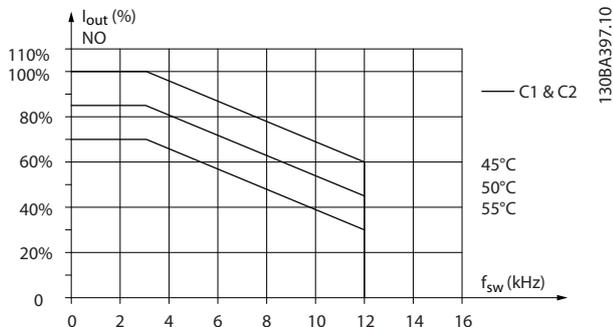


Illustration 5.15 Déclassement de  $I_{sortie}$  pour différentes  $T_{AMB, MAX}$  pour protections de tailles C1 et C2, utilisant 60° AVM en mode surcharge normale (surcouple de 110 %)

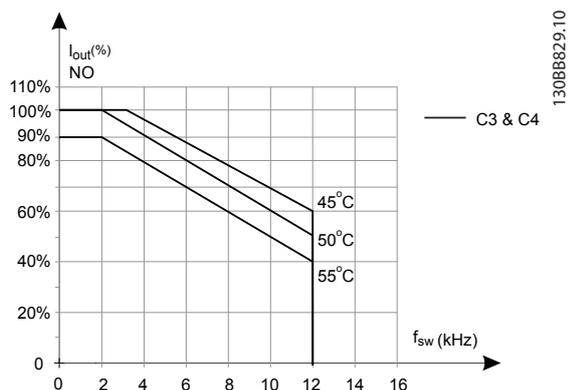


Illustration 5.16 Déclassement de  $I_{sortie}$  pour différentes  $T_{AMB, MAX}$  pour protections de tailles C3 et C4, utilisant 60° AVM en mode de surcharge normale (surcouple de 110 %)

#### SFAVM : Stator Frequency Asyncon Vector Modulation (modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique)

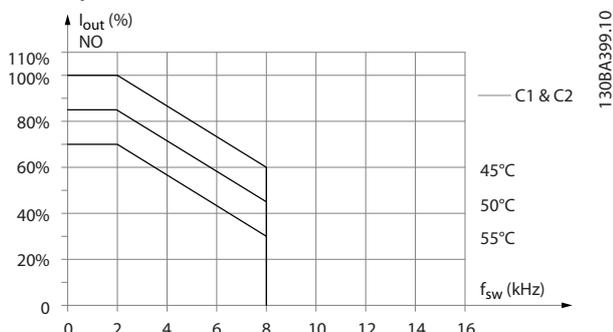


Illustration 5.17 Déclassement de  $I_{sortie}$  pour différentes  $T_{AMB, MAX}$  pour protections de tailles C1 et C2, utilisant SFAVM en mode de surcharge normale (surcouple de 110 %)

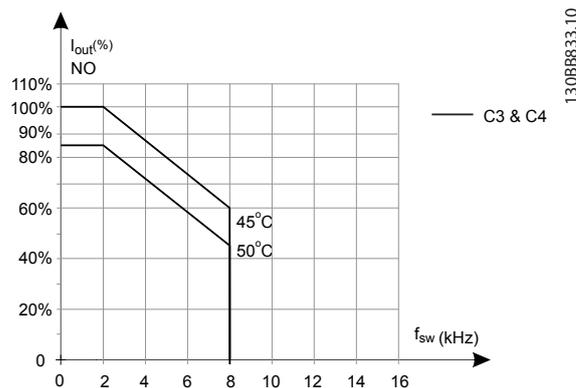


Illustration 5.18 Déclassement de  $I_{sortie}$  pour différentes  $T_{AMB, MAX}$  pour protections de tailles C3 et C4, utilisant SFAVM en mode de surcharge normale (surcouple de 110 %)

#### Protections de tailles C, T6

#### 60° AVM - Modulation par largeur d'impulsion

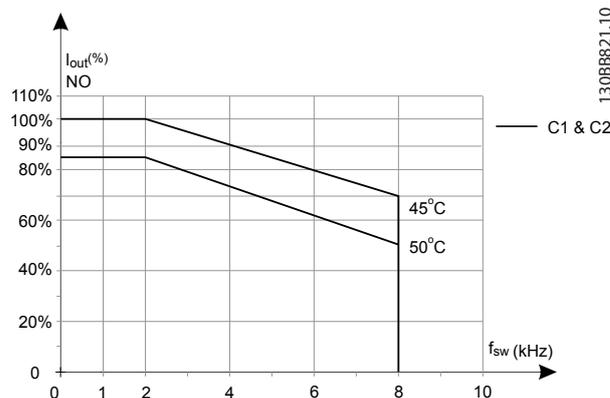


Illustration 5.19 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour variateurs de fréquence de 600 V, protection de taille C, 60° AVM, SN.

**SFAVM : Stator Frequency Asyncon Vector Modulation (modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique)**

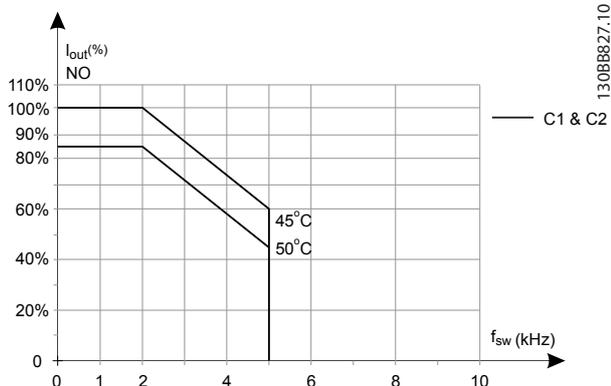


Illustration 5.20 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour variateurs de fréquence de 600 V, protection de taille C, SFAVM, SN

**Protection de taille C, T7  
60° AVM - Modulation par largeur d'impulsion**

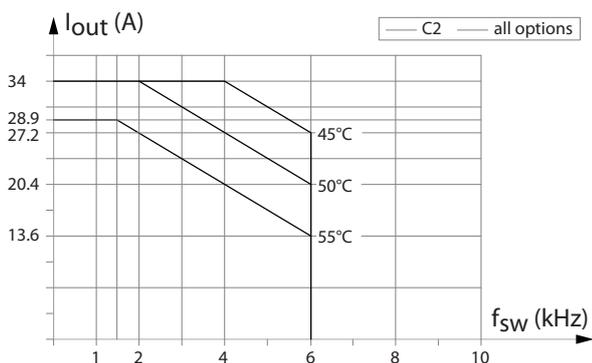


Illustration 5.21 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour protection de taille C2, 60° AVM.

**SFAVM : Stator Frequency Asyncon Vector Modulation (modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique)**

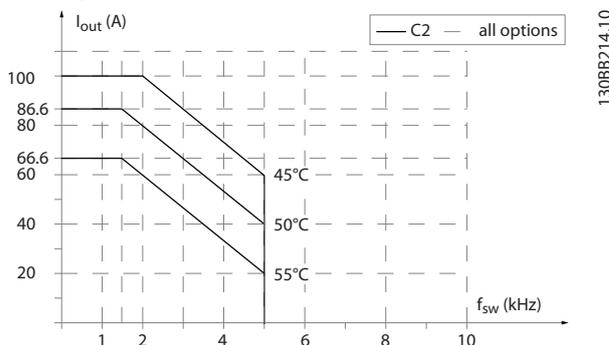


Illustration 5.22 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour protection de taille C2, SFAVM.

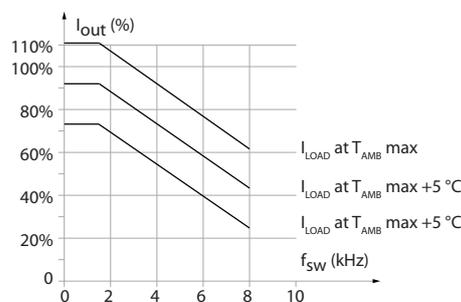


Illustration 5.23 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour protection de type C3.



Description	Position	Choix possibles <sup>1)</sup>
Option secteur	21	X: Pas d'option secteur 1: Sectionneur secteur 3: sectionneur secteur et fusible 5: sectionneur secteur, fusible et répartition de la charge 7: Fusible 8: Sectionneur secteur et répartition de la charge A : fusible et répartition de la charge D: Répartition de la charge
Adaptation	22	X : Entrées de câble standard O : filetage métrique européen dans les entrées de câble S : entrées de câble impériales
Adaptation	23	X : Pas d'adaptation
Version du logiciel	24- 27	SXXX : Dernière version - logiciel standard
Langue du logiciel	28	X : Non utilisé

Tableau 6.1 Référence de commande

- 1) Certains choix disponibles dépendent de la taille de protection.  
2) Disponibles uniquement pour les variateurs de fréquence  $\geq 75$  kW.  
3) Disponibles uniquement pour les variateurs de fréquence  $\geq 355$  kW.

Description	Position	Choix possibles
Options A	29- 30	AX : Pas d'option A A0 : MCA 101 PROFIBUS DP V1 (standard) A4 : DeviceNet MCA 104 (standard) AN : MCA 121 Ethernet IP AL : MCA 120 ProfiNet AQ : MCA-122 Modbus TCP
Options B	31- 32	BX : Pas d'option BY : Contrôleur de cascade étendu MCO 101 BK : MCB 101 option E/S à usage général BP : Option relais MCB 105 B0 : E/S analogique MCB 109 avec RTC de secours B2: Carte thermistance PTC MCB 112 B4 : Entrée de capteur MCB 114 VLT
Options C0	33- 34	CX : Pas d'option
Options C1	35	X : Pas d'option R : Carte relais externe MCB 113 5: Contrôleur de cascade avancé MCO 102

Description	Position	Choix possibles
Logiciel option C	36- 37	XX : Contrôleur standard
Options D	38- 39	DX : Pas d'option D0: Secours 24 V CC étendu

Tableau 6.2 Numéro de code de commande, options

**AVIS!**

Pour les puissances supérieures à 90 kW, consulter le *Manuel de configuration du VLT® AQUA DriveFC 202 110-1400 kW.*

## 6.1.2 Langue du logiciel

Le variateur de fréquence est automatiquement livré avec un ensemble de langues en fonction de la région d'où provient la commande. Les ensembles régionaux de langues sont répertoriés dans le *Tableau 6.3*.

Ensemble de langues 1			Ensemble de langues 2
Portugais brésilien	Finois	Russe	Indonésien
Bulgare	Français	Espagnol	Chinois
Croate	Allemand	Serbe	Chinois traditionnel
Tchèque	Grec	Slovène	Allemand
Danois	Hongrois	Espagnol	Japonais
Néerlandais	Italien	Suédois	Coréen
Anglais	Polonais	Turc	Russe
Anglais américain	Roumain	-	Thaï

Tableau 6.3 Ensembles de langues du logiciel

Pour commander des variateurs de fréquence avec un autre ensemble de langues, contacter le bureau commercial local.

## 6.2 Options, accessoires et pièces détachées

### 6.2.1 Options et accessoires

Description	Référence	
	Non tropicalisé	Tropicalisé
<b>Matériel divers</b>		
Kit du panneau VLT® avec protection de taille A5	130B1028	
Kit du panneau VLT® avec protection de taille B1	130B1046	
Kit du panneau VLT® avec protection de taille B2	130B1047	
Kit du panneau VLT® avec protection de taille C1	130B1048	
Kit du panneau VLT® avec protection de taille C2	130B1049	
Supports de fixation du VLT® pour protection de taille A5	130B1080	
Supports de fixation du VLT® pour protection de taille B1	130B1081	
Supports de fixation du VLT® pour protection de taille B2	130B1082	
Supports de fixation du VLT® pour protection de taille C1	130B1083	
Supports de fixation du VLT® pour protection de taille C2	130B1084	
Kit VLT® IP 21/NEMA Type 1, protection de taille A1	130B1121	
Kit VLT® IP 21/NEMA Type 1, protection de taille A2	130B1122	
Kit VLT® IP 21/NEMA Type 1, protection de taille A3	130B1123	
Kit supérieur VLT® IP 21/NEMA Type 1, protection de taille A2	130B1132	
Kit supérieur VLT® IP 21/NEMA Type 1, protection de taille A3	130B1133	
Plaque arrière VLT® IP55/NEMA Type12, protection de taille A5	130B1098	
Plaque arrière VLT® IP21/NEMA Type 1, IP55/NEMA Type 12, protection de taille B1	130B3383	
Plaque arrière VLT® IP21/NEMA Type 1, IP55/NEMA Type 12, protection de taille B2	130B3397	
Plaque arrière VLT® IP20/Type 1, protection de taille B4	130B4172	
Plaque arrière VLT® IP21/NEMA Type 1, IP55/NEMA Type 12, protection de taille C1	130B3910	
Plaque arrière VLT® IP21/NEMA Type 1, IP55/NEMA Type 12, protection de taille C2	130B3911	
Plaque arrière VLT® IP20/NEMA Type 1, protection de taille C3	130B4170	
Plaque arrière VLT® IP20/NEMA Type 1, protection de taille C4	130B4171	
Plaque arrière VLT® IP66/NEMA Type 4X, protection de taille A5	130B3242	
Plaque arrière en acier inoxydable VLT® IP66/NEMA Type 4X, protection de taille B1	130B3434	
Plaque arrière en acier inoxydable VLT® IP66/NEMA Type 4X, protection de taille B2	130B3465	
Plaque arrière en acier inoxydable VLT® IP66/NEMA Type 4X, protection de taille C1	130B3468	

Description	Référence	
	Non tropicalisé	Tropicalisé
Plaque arrière en acier inoxydable VLT® IP66/NEMA Type 4X, protection de taille C2	130B3491	
Connecteur Sub-D9 adaptateur Profibus VLT®	130B1112	
Kit de plaque écran Profibus pour IP20, protections de tailles A1, A2 et A3	130B0524	
Bloc de raccordement pour la connexion CC bus sur protections de tailles A2/A3	130B1064	
Bornes à vis VLT®	130B1116	
Extension USB VLT®, câble de 350 mm	130B1155	
Extension USB VLT®, câble de 650 mm	130B1156	
Châssis arrière VLT® A2 pour 1 résistance de freinage	175U0085	
Châssis arrière VLT® A3 pour 1 résistance de freinage	175U0088	
Châssis arrière VLT® A2 pour 2 résistances de freinage	175U0087	
Châssis arrière VLT® A3 pour 2 résistances de freinage	175U0086	
<b>Panneau de commande local</b>		
Panneau de commande local numérique LCP 101 VLT®	130B1124	
Panneau de commande local graphique LCP 102 VLT®	130B1107	
Câble VLT® pour LCP 2, 3 m	175Z0929	
Kit de montage du panneau VLT® pour tous les types de LCP	130B1170	
Kit de montage du panneau VLT®, LCP graphique	130B1113	
Kit de montage du panneau VLT®, LCP numérique	130B1114	
Kit de montage du LCP VLT®, sans LCP	130B1117	
Couvercle aveugle du kit de montage du LCP VLT® IP55/66, 8 m	130B1129	
Panneau de commande LCP 102 VLT®, graphique	130B1078	
Couvercle aveugle VLT®, avec logo Danfoss, IP55/66	130B1077	
<b>Options pour emplacement A</b>		
VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® Profinet MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® Ethernet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
<b>Options pour emplacement B</b>		
VLT® General purpose I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® Relay option MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® PTC thermistor card MCB 112		130B1137
VLT® Extended cascade controller MCO 101	130B1118	130B1218
VLT® Sensor input option MCB 114	130B1172	130B1272
VLT® Analog I/O option avec RTC MCB 109	130B1143	130B1243
<b>Kits de montage des options C</b>		
Kit de montage VLT® pour option C, 40 mm, protections de tailles A2/A3	130B7530	
Kit de montage VLT® pour option C, 60 mm, protections de tailles A2/A3	130B7531	
Kit de montage VLT® pour option C, protection de taille A5	130B7532	
Kit de montage VLT® pour option C, protections de tailles B/C/D/E/F (sauf B3)	130B7533	
Kit de montage VLT® pour option C, 40 mm, protection de taille B3	130B1413	
Kit de montage VLT® pour option C, 60 mm, protection de taille B3	130B1414	
<b>Options pour emplacement C</b>		
VLT® Advanced cascade controller MCO102	130B1154	130B1254
VLT® Extended relay card MCB 113	130B1164	130B1264
<b>Option pour emplacement D</b>		
Option d'alimentation 24 V CC VLT® MCB 107	130B1108	130B1208
<b>Kits de contrôle des courants de fuite</b>		
Kit de contrôle des courants de fuite VLT®, protections de tailles A2/A3	130B5645	

Description	Référence	
	Non tropicalisé	Tropicalisé
Kit de contrôle des courants de fuite VLT®, protection de taille B3	130B5764	
Kit de contrôle des courants de fuite VLT®, protection de taille B4	130B5765	
Kit de contrôle des courants de fuite VLT®, protection de taille C3	130B6226	
Kit de contrôle des courants de fuite VLT®, protection de taille C4	130B5647	
<b>Logiciel PC</b>		
Logiciel de programmation MCT 10, 1 licence	130B1000	
Logiciel de programmation MCT 10, 5 licences	130B1001	
Logiciel de programmation MCT 10, 10 licences	130B1002	
Logiciel de programmation MCT 10, 25 licences	130B1003	
Logiciel de programmation MCT 10, 50 licences	130B1004	
Logiciel de programmation MCT 10, 100 licences	130B1005	
Logiciel de programmation MCT 10, > 100 licences	130B1006	
Il est possible de commander les options en tant qu'options incorporées en usine (voir les informations concernant les commandes au chapitre 6.1 Commande).		

Tableau 6.4 Références des options et accessoires

## 6.2.2 Pièces de rechange

Consulter l'atelier VLT ou le système de configuration pour connaître les pièces de rechange disponibles pour vos spécifications, [VLTShop.danfoss.com](http://VLTShop.danfoss.com).

## 6.2.3 Sacs d'accessoires

Type	Description	Référence
<b>Sacs d'accessoires</b>		
Sac d'accessoires A1	Sac d'accessoires, protection de taille A1	130B1021
Sac d'accessoires A2/A3	Sac d'accessoires, protections de tailles A2/A3	130B1022
Sac d'accessoires A5	Sac d'accessoires, protection de taille A5	130B1023
Sac d'accessoires A1-A5	Sac d'accessoires, protections de tailles A1-A5 Connecteur de frein et de répartition de la charge	130B0633
Sac d'accessoires B1	Sac d'accessoires, protection de taille B1	130B2060
Sac d'accessoires B2	Sac d'accessoires, protection de taille B2	130B2061
Sac d'accessoires B3	Sac d'accessoires, protection de taille B3	130B0980
Sac d'accessoires B4	Sac d'accessoires, protection de taille B4, 18,5-22 kW	130B1300
Sac d'accessoires B4	Sac d'accessoires, protection de taille B4, 30 kW	130B1301
Sac d'accessoires C1	Sac d'accessoires, protection de taille C1	130B0046
Sac d'accessoires C2	Sac d'accessoires, protection de taille C2	130B0047
Sac d'accessoires C3	Sac d'accessoires, protection de taille C3	130B0981
Sac d'accessoires C4	Sac d'accessoires, protection de taille C4, 55 kW	130B0982
Sac d'accessoires C4	Sac d'accessoires, protection de taille C4, 75 kW	130B0983

Tableau 6.5 Références des sacs d'accessoires

## 6.2.4 Sélection des résistances de freinage

Lorsque la référence de vitesse d'un variateur de fréquence est réduite, le moteur agit comme un générateur et le variateur de fréquence freine. Lorsqu'un moteur agit comme un générateur, il alimente le variateur de fréquence en énergie, laquelle est ensuite collectée dans le circuit intermédiaire. La fonction de la résistance de freinage consiste à charger le circuit intermédiaire durant le freinage de manière à ce que la puissance de freinage soit absorbée par la résistance de freinage.

Si une résistance de freinage n'est pas utilisée, la tension du circuit intermédiaire du variateur de fréquence augmente jusqu'à ce que le variateur disjoncte pour se mettre en sécurité. L'utilisation d'une résistance de freinage permet de freiner rapidement de lourdes charges, p. ex. sur un convoyeur à bande.

Les résistances de freinage de cette série sont toutes des composants externes. La résistance de freinage ne fait donc pas partie intégrante du variateur de fréquence. La résistance de freinage externe offre les avantages suivants :

- La durée du cycle de la résistance peut être sélectionnée en fonction des besoins.
- La chaleur produite lors du freinage peut être évacuée hors du boîtier métallique pour permettre à l'énergie d'être exploitée.
- Les composants électroniques ne surchauffent pas, même en cas de surcharge de la résistance de freinage.

Les résistances de freinage recommandées sont répertoriées au *chapitre 6.2.5 Résistances de freinage recommandées* et au *chapitre 6.2.6 Résistances de freinage alternatives, T2 et T4*. Pour plus d'informations, consulter le *Manuel de configuration de la résistance VLT® Brake Resistor MCE 101*.

### Charges horizontales et verticales

La plage de la résistance de freinage Danfoss est constitué de 2 groupes :

- Résistances de freinage pour les charges horizontales (transporteurs, chariots, ponts roulants à portique, etc.), voir l'*Illustration 6.2* ;
- Résistances de freinage pour charges verticales (grues, monte-charges, élévateurs), voir l'*Illustration 6.3*.

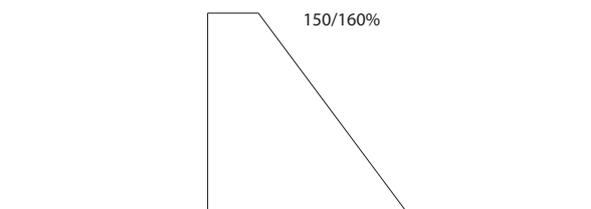


Illustration 6.2 Charges horizontales



Illustration 6.3 Charges verticales

La gamme des résistances de freinage a été prévue pour répondre aux besoins généraux de freinage pour les applications de freinage horizontales et verticales.

Pour répondre aux gammes horizontales et verticales, 3 types de résistances de freinage sont disponibles :

- Résistances de freinage flatpack au boîtier en aluminium
- Résistances de freinage compactes au boîtier en aluminium
- Résistances de freinage à grille en acier

Se reporter au *chapitre 6.2.5 Résistances de freinage recommandées* et au *chapitre 6.2.6 Résistances de freinage alternatives, T2 et T4* pour connaître les informations liées à la commande.

175UA067.10

175UA068.10

## 6.2.5 Résistances de freinage recommandées

Secteur	Classe de tension
$P_m$	Puissance nominale du moteur adaptée au type de variateur de fréquence
$R_{min}$	Résistance de freinage minimale autorisée par variateur de fréquence
$R_{rec}$	Résistance de freinage recommandée des résistances de freinage Danfoss
Thermorelais	Courant de freinage du relais thermique externe
Numéro de code	Références des résistances de freinage Danfoss
Section de câble	Valeur minimale recommandée obtenue à partir d'un câble en cuivre isolé par du PVC, une température ambiante de 30 °C avec dissipation normale de la chaleur
$P_{fr,cont.}$	Puissance nominale moyenne de la résistance de freinage. Le thermocontact s'active à environ 90 % de la puissance nominale continue à des résistances de freinage avec protections IP54, IP21 et IP65.
$R_{fr,nom}$	Valeur de résistance nominale (calculée) pour garantir une puissance de freinage sur l'arbre moteur de 150/160/110 % pendant 1 minute.

Tableau 6.6 Abréviations utilisées du Tableau 6.7 au Tableau 6.14

## Cycle d'utilisation de 10 %, freinage horizontal, T2

FC 202				Cycle d'utilisation de 10 % du freinage horizontal							
Données du variateur de fréquence				Données de la résistance de freinage						Installation	
				$R_{rec}$ [Ω]	$P_{fr,cont.}$ [kW]	Référence Danfoss			Bolt connection IP20	Section du câble [mm <sup>2</sup> ]	Thermo relais [A]
Fil IP54	Borne à vis IP21	Borne à vis IP65									
Type secteur	$P_m$ [kW]	$R_{min}$ [Ω]	$R_{fr,nom}$ [Ω]								
T2	0,25	380	691,3	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T2	0,37	380	466,7	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,55	275	313,7	300	0,100	175u3006	-	-	-	1,5	0,6
T2	0,75	188	230,0	200	0,100	175u3011	-	-	-	1,5	0,7
T2	1,1	130	152,9	145	0,100	175u3016	-	-	-	1,5	0,8
T2	1,5	81,0	110,5	100	0,100	175u3021	-	-	-	1,5	0,9
T2	2,2	58,5	74,1	70	0,200	175u3026	-	-	-	1,5	1,6
T2	3	45,0	53,7	48	0,200	175u3031	-	-	-	1,5	1,9
T2	3,7	31,5	39,9	35	0,300	175u3325	-	-	-	1,5	2,7
T2	5,5	22,5	28,7	27	0,360	175u3326	175u3477	175u3478	-	1,5	3,5
T2	7,5	17,7	20,8	18	0,570	175u3327	175u3442	175u3441	-	1,5	5,3
T2	11	12,6	14,0	13	0,680	175u3328	175u3059	175u3060	-	1,5	6,8
T2	15	8,7	10,2	9,0	1,130	175u3329	175u3068	175u3069	-	2,5	10,5
T2	18,5	5,3	8,2	5,7	1,400	175u3330	175u3073	175u3074	-	4	15
T2	22	5,1	6,9	5,7	1,700	175u3331	175u3483	175u3484	-	4	16
T2	30	3,2	5,0	3,5	2,200	175u3332	175u3080	175u3081	-	6	24
T2	37	3,0	4,1	3,5	2,800	175u3333	175u3448	175u3447	-	10	27
T2	45	2,4	3,3	2,8	3,200	175u3334	175u3086	175u3087	-	16	32

Tableau 6.7 T2, freinage horizontal, cycle d'utilisation de 10 %, résistances de freinage recommandées

## Cycle d'utilisation de 40 %, freinage vertical, T2

FC 202				Freinage vertical, cycle d'utilisation 40 %							
Données du variateur de fréquence				Données de la résistance de freinage						Installation	
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>fr,cont.</sub> [kW]	Référence Danfoss				Section du câble [mm <sup>2</sup> ]	Thermo relais [A]
Type secteur	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>fr,nom</sub> [Ω]			Fil IP54	Borne à vis IP21	Borne à vis IP65	Bolt connection IP20		
T2	0,25	380	691,3	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T2	0,37	380	466,7	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,55	275	313,7	300	0,200	175u3096	-	-	-	1,5	0,8
T2	0,75	188	230,0	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T2	1,1	130	152,9	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T2	1,5	81,0	110,5	100	0,450	175u3301	175u3402	175u3401	-	1,5	2
T2	2,2	58,5	74,1	70	0,570	175u3302	175u3404	175u3403	-	1,5	2,7
T2	3	45,0	53,7	48	0,960	175u3303	175u3406	175u3405	-	1,5	4,2
T2	3,7	31,5	39,9	35	1,130	175u3304	175u3408	175u3407	-	1,5	5,4
T2	5,5	22,5	28,7	27	1,400	175u3305	175u3410	175u3409	-	1,5	6,8
T2	7,5	17,7	20,8	18	2,200	175u3306	175u3412	175u3411	-	1,5	10,4
T2	11	12,6	14,0	13	3,200	175u3307	175u3414	175u3413	-	2,5	14,7
T2	15	8,7	10,2	9,0	5,500	-	175u3176	175u3177	-	4	23
T2	18,5	5,3	8,2	5,7	6,000	-	-	-	175u3233	10	33
T2	22	5,1	6,9	5,7	8,000	-	-	-	175u3234	10	38
T2	30	3,2	5,0	3,5	9,000	-	-	-	175u3235	16	51
T2	37	3,0	4,1	3,5	14,000	-	-	-	175u3224	25	63
T2	45	2,4	3,3	2,8	17,000	-	-	-	175u3227	35	78

6

Tableau 6.8 T2, freinage vertical, cycle d'utilisation de 40 %, résistances de freinage recommandées

## Cycle d'utilisation de 10 %, freinage horizontal, T4

FC 202				Cycle d'utilisation de 10 % du freinage horizontal							
Données du variateur de fréquence				Données de la résistance de freinage						Installation	
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>fr,cont.</sub> [kW]	Référence Danfoss				Section du câble [mm <sup>2</sup> ]	Thermo relais [A]
Type secteur	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>fr,nom</sub> [Ω]			Fil IP54	Borne à vis IP21	Borne à vis IP65	Bolt connection IP20		
T4	0,37	1000	1864,2	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T4	0,55	1000	1246,3	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T4	0,75	620	910,2	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T4	1,1	546	607,3	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T4	1,5	382	437,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T4	2,2	260	293,3	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T4	3	189	212,7	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T4	4	135	157,3	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T4	5,5	99,0	113,3	110	0,450	175u3335	175u3450	175u3449	-	1,5	1,9
T4	7,5	72,0	82,4	80	0,570	175u3336	175u3452	175u3451	-	1,5	2,5
T4	11	50,0	55,3	56	0,680	175u3337	175u3027	175u3028	-	1,5	3,3
T4	15	36,0	40,3	38	1,130	175u3338	175u3034	175u3035	-	1,5	5,2
T4	18,5	27,0	32,5	28	1,400	175u3339	175u3039	175u3040	-	1,5	6,7
T4	22	20,3	27,2	22	1,700	175u3340	175u3047	175u3048	-	1,5	8,3
T4	30	18,0	19,8	19	2,200	175u3357	175u3049	175u3050	-	1,5	10,1
T4	37	13,4	16,0	14	2,800	175u3341	175u3055	175u3056	-	2,5	13,3
T4	45	10,8	13,1	12	3,200	175u3359	175u3061	175u3062	-	2,5	15,3
T4	55	8,8	10,7	9,5	4,200	-	175u3065	175u3066	-	4	20
T4	75	6,5	7,8	7,0	5,500	-	175u3070	175u3071	-	6	26
T4	90	4,2	6,5	5,5	7,000	-	-	-	175u3231	10	36
T4	110	3,6	5,3	4,7	9,000	-	-	-	175u3079	16	44
T4	132	3,0	4,4	3,7	11,000	-	-	-	175u3083	25	55
T4	160	2,5	3,6	3,3	13,000	-	-	-	175u3084	35	63
T4	200	2,0	2,9	2,7	16,000	-	-	-	175u3088	50	77
T4	250	1,6	2,3	2,1	20,000	-	-	-	175u3091	70	98
T4	315	1,2	1,8	1,7	26,000	-	-	-	175u3093	2 x 35	124
T4	355	1,2	1,6	1,3	32,000	-	-	-	175u3097	2 x 35	157
T4	400	1,2	1,4	1,2	36,000	-	-	-	175u3098	2 x 50	173
T4	450	1,1	1,3	1,1	42,000	-	-	-	175u3099	2 x 50	196
T4	500	0,9	1,1	2 x 1,9	-	-	-	-	-	-	-
T4	560	0,9	1,0	2 x 1,7	-	-	-	-	-	-	-
T4	630	0,8	0,9	2 x 1,5	-	-	-	-	-	-	-
T4	710	0,7	0,8	2 x 1,3	-	-	-	-	-	-	-
T4	800	0,6	0,7	3 x 1,8	-	-	-	-	-	-	-
T4	1000	0,5	0,6	3 x 1,6	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 6.9 T4, freinage horizontal, cycle d'utilisation de 10 %, résistances de freinage recommandées

## Cycle d'utilisation de 40 %, freinage vertical, T4

FC 202				Freinage vertical, cycle d'utilisation 40 %							
Données du variateur de fréquence				Données de la résistance de freinage						Installation	
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>fr,cont.</sub> [kW]	Référence Danfoss				Section du câble [mm <sup>2</sup> ]	Thermo relais [A]
Type secteur	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>fr,nom</sub> [Ω]			Fil IP54	Borne à vis IP21	Borne à vis IP65	Bolt connection IP20		
T4	0,37	1000	1 864,2	1200	0,200	175u3101	-	-	-	1,5	0,4
T4	0,55	1000	1 246,3	1200	0,200	175u3101	-	-	-	1,5	0,4
T4	0,75	620	910,2	850	0,200	175u3308	-	-	-	1,5	0,5
T4	1,1	546	607,3	630	0,300	175u3309	-	-	-	1,5	0,7
T4	1,5	382	437,3	410	0,450	175u3310	175u3416	175u3415	-	1,5	1
T4	2,2	260	293,3	270	0,570	175u3311	175u3418	175u3417	-	1,5	1,4
T4	3	189	212,7	200	0,960	175u3312	175u3420	175u3419	-	1,5	2,1
T4	4	135	157,3	145	1,130	175u3313	175u3422	175u3421	-	1,5	2,7
T4	5,5	99,0	113,3	110	1,700	175u3314	175u3424	175u3423	-	1,5	3,7
T4	7,5	72,0	82,4	80	2,200	175u3315	175u3138	175u3139	-	1,5	5
T4	11	50,0	55,3	56	3,200	175u3316	175u3428	175u3427	-	1,5	7,1
T4	15	36,0	40,3	38	5,000	-	-	-	175u3236	1,5	11,5
T4	18,5	27,0	32,5	28	6,000	-	-	-	175u3237	2,5	14,7
T4	22	20,3	27,2	22	8,000	-	-	-	175u3238	4	19
T4	30	18,0	19,8	19	10,000	-	-	-	175u3203	4	23
T4	37	13,4	16,0	14	14,000	-	-	-	175u3206	10	32
T4	45	10,8	13,1	12	17,000	-	-	-	175u3210	10	38
T4	55	8,8	10,7	9,5	21,000	-	-	-	175u3213	16	47
T4	75	6,5	7,8	7,0	26,000	-	-	-	175u3216	25	61
T4	90	4,2	6,5	5,5	36,000	-	-	-	175u3219	35	81
T4	110	3,6	5,3	4,7	42,000	-	-	-	175u3221	50	95
T4	132	3,0	4,4	3,7	52,000	-	-	-	175u3223	70	119
T4	160	2,5	3,6	3,3	60,000	-	-	-	175u3225	2 x 35	135
T4	200	2,0	2,9	2,7	78,000	-	-	-	175u3228	2 x 50	170
T4	250	1,6	2,3	2,1	90,000	-	-	-	175u3230	2 x 70	207
T4	315	1,2	1,8	1,7	-	-	-	-	-	-	-
T4	355	1,2	1,6	1,3	-	-	-	-	-	-	-
T4	400	1,2	1,4	1,2	-	-	-	-	-	-	-
T4	450	1,1	1,3	1,1	-	-	-	-	-	-	-
T4	500	0,9	1,1	2 x 1,9	-	-	-	-	-	-	-
T4	560	0,9	1,0	2 x 1,7	-	-	-	-	-	-	-
T4	630	0,8	0,9	2 x 1,5	-	-	-	-	-	-	-
T4	710	0,7	0,8	2 x 1,3	-	-	-	-	-	-	-
T4	800	0,6	0,7	3 x 1,8	-	-	-	-	-	-	-
T4	1000	0,5	0,6	3 x 1,6	-	-	-	-	-	-	-

6

Tableau 6.10 T4, freinage vertical, cycle d'utilisation de 40 %, résistances de freinage recommandées

## Cycle d'utilisation de 10 %, freinage horizontal, T6

FC 202				Cycle d'utilisation de 10 % du freinage horizontal							
Données du variateur de fréquence				Données de la résistance de freinage						Installation	
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>fr,cont.</sub> [kW]	Référence Danfoss				Section du câble [mm <sup>2</sup> ]	Thermo relais [A]
Type secteur	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>fr,nom</sub> [Ω]			Fil IP54	Borne à vis IP21	Borne à vis IP65	Bolt connection IP20		
T6	0,75	620	1329,7	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T6	1,1	620	889,1	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T6	1,5	550	642,7	570	0,100	175u3003	-	-	-	1,5	0,4
T6	2,2	380	431,1	415	0,200	175u3005	-	-	-	1,5	0,7
T6	3	260	312,5	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T6	4	189	231,6	200	0,300	175u3342	-	-	-	1,5	1,1
T6	5,5	135	166,6	145	0,450	175u3343	175u3012	175u3013	-	1,5	1,7
T6	7,5	99,0	121,1	100	0,570	175u3344	175u3136	175u3137	-	1,5	2,3
T6	11	69,0	81,6	72	0,680	175u3345	175u3456	175u3455	-	1,5	2,9
T6	15	48,6	59,4	52	1,130	175u3346	175u3458	175u3457	-	1,5	4,4
T6	18,5	35,1	47,9	38	1,400	175u3347	175u3460	175u3459	-	1,5	5,7
T6	22	27,0	40,1	31	1,700	175u3348	175u3037	175u3038	-	1,5	7
T6	30	22,5	29,2	27	2,200	175u3349	175u3043	175u3044	-	1,5	8,5
T6	37	17,1	23,6	19	2,800	175u3350	175u3462	175u3461	-	2,5	11,4
T6	45	13,5	19,4	14	3,200	175u3358	175u3464	175u3463	-	2,5	14,2
T6	55	11,7	15,8	13,5	4,200	-	175u3057	175u3058	-	4	17
T6	75	9,9	11,5	11	5,500	-	175u3063	175u3064	-	6	21
T6	90	8,6	9,6	7,0	7,000	-	-	-	175u3245	10	32

Tableau 6.11 T6, freinage horizontal, cycle d'utilisation de 10 %, résistances de freinage recommandées

## Cycle d'utilisation de 40 %, freinage vertical, T6

FC 202				Freinage vertical, cycle d'utilisation 40 %							
Données du variateur de fréquence				Données de la résistance de freinage						Installation	
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>fr,cont.</sub> [kW]	Référence Danfoss				Section du câble [mm <sup>2</sup> ]	Thermo relais [A]
Type secteur	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>fr,nom</sub> [Ω]			Fil IP54	Borne à vis IP21	Borne à vis IP65	Bolt connection IP20		
T6	0,75	620	1 329,7	1200	0,360	-	175u3102	175u3103	-	1,5	0,6
T6	1,1	620	889,1	850	0,280	175u3317	175u3104	175u3105	-	1,5	0,6
T6	1,5	550	642,7	570	0,450	175u3318	175u3430	175u3429	-	1,5	0,9
T6	2,2	380	431,1	415	0,570	175u3319	175u3432	175u3431	-	1,5	1,1
T6	3	260	312,5	270	0,960	175u3320	175u3434	175u3433	-	1,5	1,8
T6	4	189	231,6	200	1,130	175u3321	175u3436	175u3435	-	1,5	2,3
T6	5,5	135	166,6	145	1,700	175u3322	175u3126	175u3127	-	1,5	3,3
T6	7,5	99,0	121,1	100	2,200	175u3323	175u3438	175u3437	-	1,5	4,4
T6	11	69,0	81,6	72	3,200	175u3324	175u3440	175u3439	-	1,5	6,3
T6	15	48,6	59,4	52	5,500	-	175u3148	175u3149	-	1,5	9,7
T6	18,5	35,1	47,9	38	6,000	-	-	-	175u3239	2,5	12,6
T6	22	27,0	40,1	31	8,000	-	-	-	175u3240	4	16
T6	30	22,5	29,2	27	10,000	-	-	-	175u3200	4	19
T6	37	17,1	23,6	19	14,000	-	-	-	175u3204	10	27
T6	45	13,5	19,4	14	17,000	-	-	-	175u3207	10	35
T6	55	11,7	15,8	13,5	21,000	-	-	-	175u3208	16	40
T6	75	9,9	11,5	11	26,000	-	-	-	175u3211	25	49
T6	90	8,6	9,6	7,0	30,000	-	-	-	175u3241	35	66

Tableau 6.12 T6, freinage vertical, cycle d'utilisation de 40 %, résistances de freinage recommandées

## Cycle d'utilisation de 10 %, freinage horizontal, T7

FC 202				Cycle d'utilisation de 10 % du freinage horizontal							
Données du variateur de fréquence				Données de la résistance de freinage						Installation	
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>fr,cont.</sub> [kW]	Référence Danfoss				Section du câble [mm <sup>2</sup> ]	Thermo relais [A]
Type secteur	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>fr,nom</sub> [Ω]			Fil IP54	Borne à vis IP21	Borne à vis IP65	Bolt connection IP20		
T7	1,1	620	830	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T7	1,5	513	600	570	0,100	175u3003	-	-	-	1,5	0,4
T7	2,2	340	403	415	0,200	175u3005	-	-	-	1,5	0,7
T7	3	243	292	270	0,300	175u3361	-	-	-	1,5	1
T7	4	180	216	200	0,360	-	175u3009	175u3010	-	1,5	1,3
T7	5,5	130	156	145	0,450	-	175u3012	175u3013	-	1,5	1,7
T7	7,5	94	113	105	0,790	-	175u3481	175u3482	-	1,5	2,6
T7	11	94,5	110,9	105	0,790	175u3360	175u3481	175u3482	-	1,5	2,7
T7	15	69,7	80,7	72	1,130	175u3351	175u3466	175u3465	-	1,5	3,8
T7	18,5	46,8	65,1	52	1,400	175u3352	175u3468	175u3467	-	1,5	4,9
T7	22	36,0	54,5	42	1,700	175u3353	175u3032	175u3033	-	1,5	6
T7	30	29,0	39,7	31	2,200	175u3354	175u3470	175u3469	-	1,5	7,9
T7	37	22,5	32,1	27	2,800	175u3355	175u3472	175u3471	-	2,5	9,6
T7	45	18,0	26,3	22	3,200	175u3356	175u3479	175u3480	-	2,5	11,3
T7	55	13,5	21,4	15,5	4,200	-	175u3474	175u3473	-	4	15
T7	75	13,5	15,6	13,5	5,500	-	175u3476	175u3475	-	6	19
T7	90	8,8	13,0	11	7,000	-	-	-	175u3232	10	25
T7	110	8,8	10,6	9,1	9,000	-	-	-	175u3067	16	32
T7	132	6,6	8,8	7,4	11,000	-	-	-	175u3072	16	39
T7	160	4,2	7,2	6,1	13,000	-	-	-	175u3075	16	46
T7	200	4,2	5,8	5,0	16,000	-	-	-	175u3078	25	57
T7	250	3,4	4,6	4,0	20,000	-	-	-	175u3082	35	71
T7	315	2,3	3,7	3,2	26,000	-	-	-	175u3085	50	90
T7	400	2,3	2,9	2,5	32,000	-	-	-	175u3089	70	113
T7	450	2,0	2,6	2,3	36,000	-	-	-	175u3090	2 x 35	125
T7	500	1,9	2,3	2,0	42,000	-	-	-	175u3092	2 x 35	145
T7	560	1,5	2,1	1,6	52,000	-	-	-	175u3094	2 x 50	180
T7	630	1,4	1,8	1,4	60,000	-	-	-	175u3095	2 x 50	207
T7	710	1,2	1,6	2 x 2,6	-	-	-	-	-	-	-
T7	800	1,1	1,4	2 x 2,2	-	-	-	-	-	-	-
T7	900	1,0	1,3	2 x 2,0	-	-	-	-	-	-	-
T7	1000	0,9	1,1	3 x 2,6	-	-	-	-	-	-	-
T7	1200	0,8	1,0	3 x 2,4	-	-	-	-	-	-	-
T7	1400	0,6	0,8	3 x 2,0	-	-	-	-	-	-	-

6

Tableau 6.13 T7, freinage horizontal, cycle d'utilisation de 10 %, résistances de freinage recommandées

## Cycle d'utilisation de 40 %, freinage vertical, T7

FC 202				Freinage vertical, cycle d'utilisation 40 %							
Données du variateur de fréquence				Données de la résistance de freinage						Installation	
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>fr,cont.</sub> [kW]	Référence Danfoss				Section du câble [mm <sup>2</sup> ]	Thermo relais [A]
Type secteur	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>fr,nom</sub> [Ω]			Fil IP54	Borne à vis IP21	Borne à vis IP65	Bolt connection IP20		
T7	1,1	620	830	630	0,360	-	175u3108	175u3109	-	1,5	0,8
T7	1,5	513	600	570	0,570	-	175u3110	175u3111	-	1,5	1
T7	2,2	340	403	415	0,790	-	175u3112	175u3113	-	1,5	1,3
T7	3	243	292	270	1,130	-	175u3118	175u3119	-	1,5	2
T7	4	180	216	200	1,700	-	175u3122	175u3123	-	1,5	2,8
T7	5,5	130	156	145	2,200	-	175u3106	175u3107	-	1,5	3,7
T7	7,5	94	113	105	3,200	-	175u3132	175u3133	-	1,5	5,2
T7	11	94,5	110,9	105	4,200	-	175u3134	175u3135	-	1,5	6
T7	15	69,7	80,7	72	4,200	-	175u3142	175u3143	-	1,5	7,2
T7	18,5	46,8	65,1	52	6,000	-	-	-	175u3242	2,5	10,8
T7	22	36,0	54,5	42	8,000	-	-	-	175u3243	2,5	13,9
T7	30	29,0	39,7	31	10,000	-	-	-	175u3244	4	18
T7	37	22,5	32,1	27	14,000	-	-	-	175u3201	10	23
T7	45	18,0	26,3	22	17,000	-	-	-	175u3202	10	28
T7	55	13,5	21,4	15,5	21,000	-	-	-	175u3205	16	37
T7	75	13,5	15,6	13,5	26,000	-	-	-	175u3209	16	44
T7	90	8,8	13,0	11	36,000	-	-	-	175u3212	25	57
T7	110	8,8	10,6	9,1	42,000	-	-	-	175u3214	35	68
T7	132	6,6	8,8	7,4	52,000	-	-	-	175u3215	50	84
T7	160	4,2	7,2	6,1	60,000	-	-	-	175u3218	70	99
T7	200	4,2	5,8	5,0	78,000	-	-	-	175u3220	2 x 35	125
T7	250	3,4	4,6	4,0	90,000	-	-	-	175u3222	2 x 35	150
T7	315	2,3	3,7	3,2	-	-	-	-	-	-	-
T7	400	2,3	2,9	2,5	-	-	-	-	-	-	-
T7	450	2,0	2,6	2,3	-	-	-	-	-	-	-
T7	500	1,9	2,3	2,0	-	-	-	-	-	-	-
T7	560	1,5	2,1	1,6	-	-	-	-	-	-	-
T7	630	1,4	1,8	1,4	-	-	-	-	-	-	-
T7	710	1,2	1,6	2 x 2,6	-	-	-	-	-	-	-
T7	800	1,1	1,4	2 x 2,2	-	-	-	-	-	-	-
T7	900	1,0	1,3	2 x 2,0	-	-	-	-	-	-	-
T7	1000	0,9	1,1	3 x 2,6	-	-	-	-	-	-	-
T7	1200	0,8	1,0	3 x 2,4	-	-	-	-	-	-	-
T7	1400	0,6	0,8	3 x 2,0	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 6.14 T7, freinage vertical, cycle d'utilisation de 40 %, résistances de freinage recommandées

## 6.2.6 Résistances de freinage alternatives, T2 et T4

Secteur	Classe de tension
$P_m$	Puissance nominale du moteur adaptée au type de variateur de fréquence
$R_{min}$	Résistance de freinage minimale autorisée par variateur de fréquence
$R_{rec}$	Résistance de freinage recommandée des résistances de freinage Danfoss
Cycle d'utilisation	$P_{fr, cont.} \times 100 / P_m$
Numéro de code	Références des résistances de freinage Danfoss
$P_{fr, cont.}$	Puissance nominale moyenne de la résistance de freinage.
$R_{fr, nom}$	Valeur de résistance nominale (calculée) pour garantir une puissance de freinage sur l'arbre moteur de 150/160/110 % pendant 1 minute.

Tableau 6.15 Abréviations utilisées du Tableau 6.16 au Tableau 6.17

## Secteur : 200-240 V, T2

FC 202	$P_m$	$R_{min}$	$R_{fr, nom}$	Flatpack IP65		
				$R_{rec}$ par élément/ $P_{fr, cont.}$	Cycle d'utilisation	Référence Danfoss
T2	[kW]	[ $\Omega$ ]	[ $\Omega$ ]	[ $\Omega/W$ ]	%	175Uxxxx
PK25	0,25	380	691,3	430/100	40	1002
PK37	0,37	380	466,7	430/100	27	1002
PK55	0,55	275	313,7	330/100	18	1003
PK55	0,55	275	313,7	310/200	36	0984
PK75	0,75	188	230,0	220/100	13	1004
PK75	0,75	188	230,0	210/200	26	0987
P1K1	1,1	130	152,9	150/100	9	1005
P1K1	1,1	130	152,9	150/200	18	0989
P1K5	1,5	81,0	110,5	100/100	7	1006
P1K5	1,5	81,0	110,5	100/200	14	0991
P2K2	2,2	58,5	74,1	72/200	9	0992
P3K0	3	45,0	53,7	50/200	7	0993
P3K7	3,7	31,5	39,9	35/200	6	0994
P3K7	3,7	31,5	39,9	72/200	11	2 x 0992
P5K5	5,5	22,5	28,7	40/200	7	2 x 0996

Tableau 6.16 Secteur : 200-240 V (T2), résistances de freinage alternatives

## Secteur : 380-480 V, T4

FC 202	P <sub>m</sub>	R <sub>min</sub>	R <sub>fr,nom</sub>	Flatpack IP65		
				R <sub>rec</sub> par élément/P <sub>fr</sub> , cont.	Cycle d'utilisation	Référence Danfoss
T4	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	%	175Uxxxx
PK75	0,75	620	910,2	830/100	13	1000
P1K1	1,1	546	607,3	620/100	9	1001
P1K1	1,1	546	607,3	620/200	18	0982
P1K5	1,5	382	437,3	430/100	7	1002
P1K5	1,5	382	437,3	430/200	14	0983
P2K2	2,2	260	293,3	310/200	9	0984
P3K0	3	189	212,7	210/200	7	0987
P4K0	4	135	157,3	150/200	5	0989
P4K0	4	135	157,3	300/200	10	2 x 0985
P5K5	5,5	99,0	113,3	130/200	7	2 x 0990
P7K5	7,5	72,0	82,4	80/240	6	2 x 0090

Tableau 6.17 Secteur : 380-480 V (T4), résistances de freinage alternatives

## 6.2.7 Filtres harmoniques

Les filtres harmoniques sont utilisés pour réduire les harmoniques du secteur.

- AHF 010 : distorsion de courant de 10 %
- AHF 005 : distorsion de courant de 5 %

**Refroidissement et ventilation**

IP20 : Refroidi par convection naturelle ou ventilateurs intégrés.

IP00 : Un refroidissement forcé supplémentaire est requis. Veiller à garantir un débit d'air suffisant par le filtre pendant l'installation pour empêcher la surchauffe du filtre. Un débit d'air minimum de 2 m/s est nécessaire via le filtre.

Caractéristiques de puissance et de courant <sup>1)</sup>		Moteur typique	Courant nominal du filtre		Référence AHF 005		Référence AHF 010	
			50 Hz		IP00	IP20	IP00	IP20
[kW]	[A]	[kW]	[A]					
0.37-4.0	1,2-9	3	10	130B1392	130B1229	130B1262	130B1027	
5.5-7.5	14,4	7,5	14	130B1393	130B1231	130B1263	130B1058	
11,0	22	11	22	130B1394	130B1232	130B1268	130B1059	
15,0	29	15	29	130B1395	130B1233	130B1270	130B1089	
18,0	34	18,5	34	130B1396	130B1238	130B1273	130B1094	
22,0	40	22	40	130B1397	130B1239	130B1274	130B1111	
30,0	55	30	55	130B1398	130B1240	130B1275	130B1176	
37,0	66	37	66	130B1399	130B1241	130B1281	130B1180	
45,0	82	45	82	130B1442	130B1247	130B1291	130B1201	
55,0	96	55	96	130B1443	130B1248	130B1292	130B1204	
75,0	133	75	133	130B1444	130B1249	130B1293	130B1207	
90,0	171	90	171	130B1445	130B1250	130B1294	130B1213	

Tableau 6.18 Filtres harmoniques pour 380-415 V, 50 Hz

Caractéristiques de puissance et de courant <sup>1)</sup>		Moteur typique	Courant nominal du filtre		Référence AHF 005		Référence AHF 010	
			60 Hz		IP00	IP20	IP00	IP20
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20	
0.37-4.0	1,2-9	3	10	130B3095	130B2857	130B2874	130B2262	
5.5-7.5	14,4	7,5	14	130B3096	130B2858	130B2875	130B2265	
11,0	22	11	22	130B3097	130B2859	130B2876	130B2268	
15,0	29	15	29	130B3098	130B2860	130B2877	130B2294	
18,0	34	18,5	34	130B3099	130B2861	130B3000	130B2297	
22,0	40	22	40	130B3124	130B2862	130B3083	130B2303	
30,0	55	30	55	130B3125	130B2863	130B3084	130B2445	
37,0	66	37	66	130B3026	130B2864	130B3085	130B2459	
45,0	82	45	82	130B3127	130B2865	130B3086	130B2488	
55,0	96	55	96	130B3128	130B2866	130B3087	130B2489	
75,0	133	75	133	130B3129	130B2867	130B3088	130B2498	
90,0	171	90	171	130B3130	130B2868	130B3089	130B2499	

**6**

Tableau 6.19 Filtrés harmoniques pour 380-415 V, 60 Hz

Caractéristiques de puissance et de courant <sup>1)</sup>		Moteur typique	Courant nominal du filtre		Référence AHF 005		Référence AHF 010	
			60 Hz		IP00	IP20	IP00	IP20
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20	
0,37-4,0	1-7,4	3	10	130B1787	130B1752	130B1770	130B1482	
5,5-7,5	9,9-13	7,5	14	130B1788	130B1753	130B1771	130B1483	
11,0	19	11	19	130B1789	130B1754	130B1772	130B1484	
15,0	25	15	25	130B1790	130B1755	130B1773	130B1485	
18,0	31	18,5	31	130B1791	130B1756	130B1774	130B1486	
22,0	36	22	36	130B1792	130B1757	130B1775	130B1487	
30,0	47	30	48	130B1793	130B1758	130B1776	130B1488	
37,0	59	37	60	130B1794	130B1759	130B1777	130B1491	
45,0	73	45	73	130B1795	130B1760	130B1778	130B1492	
55,0	95	55	95	130B1796	130B1761	130B1779	130B1493	
75,0	118	75	118	130B1797	130B1762	130B1780	130B1494	
90	154	90	154	130B1798	130B1763	130B1781	130B1495	

Tableau 6.20 Filtrés harmoniques pour 440-480 V, 60 Hz

1) Courant nominal et puissance nominale du variateur de fréquence selon les conditions de fonctionnement réelles.

Caractéristiques de puissance et de courant <sup>1)</sup>		Moteur typique	Courant nominal du filtre		Référence AHF 005		Référence AHF 010	
			60 Hz		IP00	IP20	IP00	IP20
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20	
11,0	15	10	15	130B5261	130B5246	130B5229	130B5212	
15,0	19	16,4	20	130B5262	130B5247	130B5230	130B5213	
18,0	24	20	24	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214	
22,0	29	24	29	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214	
30,0	36	33	36	130B5265	130B5250	130B5233	130B5216	
37,0	49	40	50	130B5266	130B5251	130B5234	130B5217	
45,0	58	50	58	130B5267	130B5252	130B5235	130B5218	
55,0	74	60	77	130B5268	130B5253	130B5236	130B5219	
75,0	85	75	87	130B5269	130B5254	130B5237	130B5220	
90	106	90	109	130B5270	130B5255	130B5238	130B5221	

Tableau 6.21 Filtrés harmoniques pour 600 V, 60 Hz

Caractéristiques de puissance et de courant <sup>1)</sup>		Moteur typique	Caractéristiques de puissance et de courant		Moteur typique	Courant nominal du filtre	Référence AHF 005		Référence AHF 010	
			551-690 V				50 Hz		IP00	IP20
500-550 V										
[kW]	[A]	[kW]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
11,0	15	7,5	P15K	16	15	15	130B5000	130B5088	130B5297	130B5280
15,0	19,5	11	P18K	20	18,5	20	130B5017	130B5089	130B5298	130B5281
18,0	24	15	P22K	25	22	24	130B5018	130B5090	130B5299	130B5282
22,0	29	18,5	P30K	31	30	29	130B5019	130B5092	130B5302	130B5283
30,0	36	22	P37K	38	37	36	130B5021	130B5125	130B5404	130B5284
37,0	49	30	P45K	48	45	50	130B5022	130B5144	130B5310	130B5285
45,0	59	37	P55K	57	55	58	130B5023	130B5168	130B5324	130B5286
55,0	71	45	P75K	76	75	77	130B5024	130B5169	130B5325	130B5287
75,0	89	55				87	130B5025	130B5170	130B5326	130B5288
90,0	110	90				109	130B5026	130B5172	130B5327	130B5289

**Tableau 6.22 Filtres harmoniques pour 500-690 V, 50 Hz**

1) Courant nominal et puissance nominale du variateur de fréquence selon les conditions de fonctionnement réelles.

## 6.2.8 Filtres sinus

Caractéristiques de puissance et de courant des variateurs de fréquence						Courant nominal du filtre			Fréquence de commutation	Référence	
200-240 V		380-440 V		441-500 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23 <sup>1)</sup>
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[kHz]		
-	-	0,37	1,3	0,37	1,1	2,5	2,5	2	5	130B2404	130B2439
0,25	1,8	0,55	1,8	0,55	1,6						
0,37	2,4	0,75	2,4	0,75	2,1						
		1,1	3	1,1	3	4,5	4	3,5	5	130B2406	130B2441
0,55	3,5	1,5	4,1	1,5	3,4						
0,75	4,6	2,2	5,6	2,2	4,8						
1,1	6,6	3	7,2	3	6,3	8	7,5	5,5	5	130B2408	130B2443
1,5	7,5	-	-	-	-						
-	-	4	10	4	8,2						
2,2	10,6	5,5	13	5,5	11	17	16	13	5	130B2411	130B2446
3	12,5	7,5	16	7,5	14,5						
3,7	16,7	-	-	-	-						
5,5	24,2	11	24	11	21	24	23	18	4	130B2412	130B2447
7,5	30,8	15	32	15	27	38	36	28,5	4	130B2413	130B2448
		18,5	37,5	18,5	34						
11	46,2	22	44	22	40	48	45,5	36	4	130B2281	130B2307
15	59,4	30	61	30	52	62	59	46,5	3	130B2282	130B2308
18,5	74,8	37	73	37	65	75	71	56	3	130B2283	130B2309
22	88	45	90	55	80	115	109	86	3	130B3179	130B3181*
30	115	55	106	75	105						
37	143	75	147	90	130						
45	170	90	177			180	170	135	3	130B3182	130B3183*

Tableau 6.23 Filtre sinus pour variateurs de fréquence avec 380-500 V

1) Les numéros de commande signalés par un \* sont IP23.

Caractéristiques de puissance et de courant des variateurs de fréquence						Courant nominal du filtre 690 V			Fréquence de commutation	Référence	
525-600 V		551-690 V		525-550 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		kHz	IP00
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]			
0,75	1,7	1,1	1,6	1,1	2,1	4,5	4	3	4	130B7335	130B7356
1,1	2,4	1,5	2,2	1,5	2,7						
1,5	2,7	2,2	3,2	2,2	3,9						
2,2	3,9	3,0	4,5	3,0	4,9						
3	4,9	4,0	5,5	4,0	6,1	10	9	7	4	130B7289	130B7324
4	6,1	5,5	7,5	5,5	9,0						
5,5	9	7,5	10	7,5	11						
7,5	11	11	13	7,5	14	13	12	9	3	130B3195	130B3196
11	18	15	18	11	19	28	26	21	3	130B4112	130B4113
15	22	18,5	22	15	23						
18,5	27	22	27	18	28						
22	34	30	34	22	36	45	42	33	3	130B4114	130B4115
30	41	37	41	30	48						
37	52	45	52	37	54	76	72	57	3	130B4116	130B4117*
45	62	55	62	45	65						
55	83	75	83	55	87	115	109	86	3	130B4118	130B4119*
75	100	90	100	75	105						
90	131	-	-	90	137						
						165	156	124	2	130B4121	130B4124*

Tableau 6.24 Filtre sinus pour variateurs de fréquence avec 525-600 V et 525-690 V

1) Les numéros de commande signalés par un \* sont IP23.

Paramètre	Réglage
Paramètre 14-00 Type modulation	[1] SFAVM
Paramètre 14-01 Fréq. commut.	Configurer conformément à chaque filtre. Ils sont répertoriés sur l'étiquette du filtre et dans le manuel des filtres de sortie. Les filtres sinus ne permettent pas de fréquence de commutation inférieure à celles spécifiées par le filtre individuel.
Paramètre 14-55 Filtre de sortie	[2] Filtre sinus fixe

Tableau 6.25 Réglage des paramètres pour l'exploitation avec un filtre sinus

## 6.2.9 Filtrés dU/dt

Caractéristiques du variateur de fréquence [V]										Courant nominal du filtre [V]				Référence		
200-240		380-440		441-500		525-550		551-690		380 à 60 Hz 200-400/ 440 à 50 Hz	460/480 à 60 Hz 500/525 à 50 Hz	575/600 à 60 Hz	690 à 50 Hz	IP00	IP20	IP54
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]			
3	12,5	5,5	13	5,5	11	5,5	9,5	1,1	1,6	17	15	13	10	N/A	130B7367 <sup>1)</sup>	N/A
3,7	16	7,5	16	7,5	14,5	7,5	11,5	1,5	2,2							
-	-	-	-	-	-	-	-	2,2	3,2							
-	-	-	-	-	-	-	-	3	4,5							
-	-	-	-	-	-	-	-	4	5,5							
-	-	-	-	-	-	-	-	5,5	7,5							
-	-	-	-	-	-	-	-	7,5	10							
5,5	24,2	11	24	11	21	7,5	14	11	13	44	40	32	27	130B2835	130B2836*	130B2837
7,5	30,8	15	32	15	27	11	19	15	18							
-	-	18,5	37,5	18,5	34	15	23	18,5	22							
-	-	22	44	22	40	18,5	28	22	27							
11	46,2	30	61	30	52	30	43	30	34	90	80	58	54	130B2838	130B2839*	130B2840
15	59,4	37	73	37	65	37	54	37	41							
18,5	74,8	45	90	55	80	45	65	45	52							
22	88	-	-	-	-	-	-	-	-							
-	-	-	-	-	-	-	-	55	62	106	105	94	86	130B2841	130B2842*	130B2843
-	-	55	106	75	105	55	87	75	83							
30	115	75	147	90	130	75	113	90	108	177	160	131	108	130B2844	130B2845*	130B2846
37	143	90	177	-	-	90	137	-	-							
45	170	-	-	-	-	-	-	-	-							

Tableau 6.26 filtres du/dt, 200-690 V

1) Les protections de taille A3 dédiées supportant le montage en armoire et le montage externe. Raccordement du câble blindé fixe au variateur de fréquence.

Paramètre	Réglage
Paramètre 14-01 Fréq. commut.	Toute fréquence de commutation supérieure à celle spécifiée par le filtre individuel est déconseillée.
Paramètre 14-55 Filtre de sortie	[0] Pas de filtre
Paramètre 14-56 Capacité filtre de sortie	Non utilisé
Paramètre 14-57 Inductance filtre de sortie	Non utilisé

Tableau 6.27 Réglages des paramètres du filtre dU/dt

## 6.2.10 Filtres en mode commun

Taille de protection	Numéro de commande	Dimensions du noyau					Poids
		W	w	H	h	d	[kg]
A et B	130B3257	60	43	40	25	22,3	0,25
C1	130B7679	82,8	57,5	45,5	20,6	33	
C2, C3, C4	130B3258	102	69	61	28	37	1,6
D	130B3259	189	143	126	80	37	2,45

Tableau 6.28 Filtres en mode commun, références

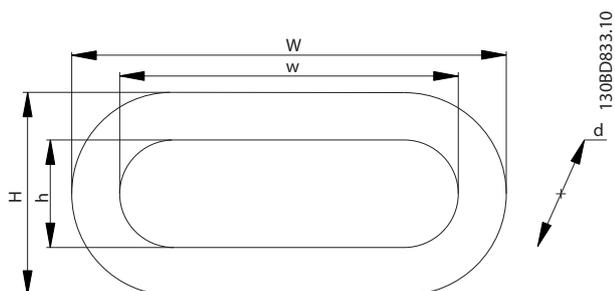


Illustration 6.4 Noyau HF-CM

6

## 7 Spécifications

### 7.1 Données électriques

#### 7.1.1 Alimentation secteur 1 x 200-240 V CA

Désignation du type	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P5K5	P7K5	P15K	P22K
Sortie d'arbre typique [kW]	1,1	1,5	2,2	3,0	3,7	5,5	7,5	15	22
Sortie d'arbre typique à 240 V [HP]	1,5	2,0	2,9	4,0	4,9	7,5	10	20	30
Protection nominale IP20/châssis	A3	-	-	-	-	-	-	-	-
Protection nominale IP21/Type 1	-	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
Protection nominale IP55/Type 12	A5	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
Protection nominale IP66/NEMA 4X	A5	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
<b>Courant de sortie</b>									
Continu (3 x 200-240 V) [A]	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7	24,2	30,8	59,4	88
Intermittent (3 x 200-240 V) [A]	7,3	8,3	11,7	13,8	18,4	26,6	33,4	65,3	96,8
kVA continu à 208 V [kVA]	2,4	2,7	3,8	4,5	6,0	8,7	11,1	21,4	31,7
<b>Courant d'entrée maximal</b>									
Continu (1x200-240 V) [A]	12,5	15	20,5	24	32	46	59	111	172
Intermittent (1 x 200-240 V) [A]	13,8	16,5	22,6	26,4	35,2	50,6	64,9	122,1	189,2
Fusibles d'entrée max. [A]	20	30	40	40	60	80	100	150	200
<b>Spécifications supplémentaires</b>									
Section max. de câble (secteur, moteur, frein) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	0,2-4 (4-10)					10 (7)	35 (2)	50 (1/0)	95 (4/0)
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour secteur avec sectionneur [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	25 (3)	50 (1/0)	2 x 50 (2 x 1/0) <sup>9)</sup> 10)
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour secteur sans sectionneur [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	25 (3)	50 (1/0)	95 (4/0)
Température nominale d'isolation du câble [°C]	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Perte de puissance estimée <sup>3)</sup> à charge nominale max. [W] <sup>4)</sup>	44	30	44	60	74	110	150	300	440
Rendement <sup>5)</sup>	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98

Tableau 7.1 Alimentation secteur 1 x 200-240 V CA - Surcharge normale de 110 % pendant 1 minute, P1K1-P22K

7.1.2 Alimentation secteur 3 x 200-240 V  
CA

Désignation du type	PK25		PK37		PK55		PK75	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Surcharge élevée/normale <sup>1)</sup>								
Sortie d'arbre typique [kW]	0,25		0,37		0,55		0,75	
Sortie d'arbre typique à 208 V [HP]	0,34		0,5		0,75		1	
Protection nominale IP20/châssis <sup>6)</sup>	A2		A2		A2		A2	
Protection nominale IP21/Type 1								
Protection nominale IP55/Type 12	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A4/A5	
Protection nominale IP66/NEMA 4X								
<b>Courant de sortie</b>								
Continu (3 x 200-240 V) [A]	1,8		2,4		3,5		4,6	
Intermittent (3 x 200-240 V) [A]	2,7	2,0	3,6	2,6	5,3	3,9	6,9	5,1
kVA continu à 208 V [kVA]	0,65		0,86		1,26		1,66	
<b>Courant d'entrée maximal</b>								
Continu (3 x 200-240 V) [A]	1,6		2,2		3,2		4,1	
Intermittent (3 x 200-240 V) [A]	2,4	1,8	3,3	2,4	4,8	3,5	6,2	4,5
Fusibles d'entrée max. [A]	10		10		10		10	
<b>Spécifications supplémentaires</b>								
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour secteur, moteur, frein et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] (AWG)	4, 4, 4 (12, 12, 12) (minimum 0,2 (24))							
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour sectionneur [mm <sup>2</sup> ] (AWG)	6, 4, 4 (10, 12, 12)							
Perte de puissance estimée <sup>3)</sup> à charge nominale max. [W] <sup>4)</sup>	21		29		42		54	
Rendement <sup>5)</sup>	0,94		0,94		0,95		0,95	

Tableau 7.2 Alimentation secteur 3 x 200-240 V CA, PK25-PK75

Désignation du type	P1K1		P1K5		P2K2		P3K0		P3K7	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Surcharge élevée/normale <sup>1)</sup>										
Sortie d'arbre typique [kW]	1,1		1,5		2,2		3,0		3,7	
Sortie d'arbre typique à 208 V [HP]	1,5		2		3		4		5	
Protection nominale IP20/châssis <sup>6)</sup>	A2		A2		A2		A3		A3	
Protection nominale IP21/Type 1										
Protection nominale IP55/Type 12	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A5		A5	
Protection nominale IP66/NEMA 4X										
<b>Courant de sortie</b>										
Continu (3 x 200-240 V) [A]	6,6		7,5		10,6		12,5		16,7	
Intermittent (3 x 200-240 V) [A]	9,9	7,3	11,3	8,3	15,9	11,7	18,8	13,8	25	18,4
kVA continu à 208 V [kVA]	2,38		2,70		3,82		4,50		6,00	
<b>Courant d'entrée maximal</b>										
Continu (3 x 200-240 V) [A]	5,9		6,8		9,5		11,3		15,0	
Intermittent (3 x 200-240 V) [A]	8,9	6,5	10,2	7,5	14,3	10,5	17,0	12,4	22,5	16,5
Fusibles d'entrée max. [A]	20		20		20		32		32	
<b>Spécifications supplémentaires</b>										
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour secteur, moteur, frein et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] (AWG)	4, 4, 4 (12, 12, 12) (minimum 0,2 (24))									
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour sectionneur [mm <sup>2</sup> ] (AWG)	6, 4, 4 (10, 12, 12)									
Perte de puissance estimée <sup>3)</sup> à charge nominale max. [W] <sup>4)</sup>	63		82		116		155		185	
Rendement <sup>5)</sup>	0,96		0,96		0,96		0,96		0,96	

Tableau 7.3 Alimentation secteur 3 x 200-240 V CA, P1K1-P3K7

Désignation du type	P5K5		P7K5		P11K		P15K	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Surcharge élevée/normale <sup>1)</sup>	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Sortie d'arbre typique [kW]	3,7	5,5	5,5	7,5	7,5	11	11	15
Sortie d'arbre typique à 208 V [HP]	5,0	7,5	7,5	10	10	15	15	20
IP20/Châssis <sup>7)</sup>	B3		B3		B3		B4	
Protection nominale IP21/Type 1	B1		B1		B1		B2	
Protection nominale IP55/Type 12								
Protection nominale IP66/NEMA 4X								
<b>Courant de sortie</b>								
Continu (3 x 200-240 V) [A]	16,7	24,2	24,2	30,8	30,8	46,2	46,2	59,4
Intermittent (3 x 200-240 V) [A]	26,7	26,6	38,7	33,9	49,3	50,8	73,9	65,3
kVA continu à 208 V [kVA]	6,0	8,7	8,7	11,1	11,1	16,6	16,6	21,4
<b>Courant d'entrée maximal</b>								
Continu (3 x 200-240 V) [A]	15,0	22,0	22,0	28,0	28,0	42,0	42,0	54,0
Intermittent (3 x 200-240 V) [A]	24,0	24,2	35,2	30,8	44,8	46,2	67,2	59,4
Fusibles d'entrée max. [A]	63		63		63		80	
<b>Spécifications supplémentaires</b>								
IP20, section max. de câble <sup>2)</sup> pour secteur, frein, moteur et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		35, -, - (2, -, -)	
Protection nominale IP21, section max. de câble <sup>2)</sup> pour secteur, frein et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		35, -, - (2, -, -)	
Protection nominale IP21, section max. de câble <sup>2)</sup> pour moteur [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		35, 25, 25 (2, 4, 4)	
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour sectionneur [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)						35 (2)	
Perte de puissance estimée <sup>3)</sup> à charge nominale max. [W] <sup>4)</sup>	239	310	239	310	371	514	463	602
Rendement <sup>5)</sup>	0,96		0,96		0,96		0,96	

**7**
**Tableau 7.4 Alimentation secteur 3 x 200-240 V CA, P5K5-P15K**

Désignation du type	P18K		P22K		P30K		P37K		P45K	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Surcharge élevée/normale <sup>1)</sup>										
Sortie d'arbre typique [kW]	15	18,5	18,5	22	22	30	30	37	37	45
Sortie d'arbre typique à 208 V [HP]	20	25	25	30	30	40	40	50	50	60
Protection nominale IP20/châssis <sup>7)</sup>	B4		C3		C3		C4		C4	
Protection nominale IP21/Type 1										
Protection nominale IP55/Type 12	C1		C1		C1		C2		C2	
Protection nominale IP66/NEMA 4X										
<b>Courant de sortie</b>										
Continu (3 x 200-240 V) [A]	59,4	74,8	74,8	88,0	88,0	115	115	143	143	170
Intermittent (3 x 200-240 V) [A]	89,1	82,3	112	96,8	132	127	173	157	215	187
kVA continu à 208 V [kVA]	21,4	26,9	26,9	31,7	31,7	41,4	41,4	51,5	51,5	61,2
<b>Courant d'entrée maximal</b>										
Continu (3 x 200-240 V) [A]	54,0	68,0	68,0	80,0	80,0	104	104	130	130	154,0
Intermittent (3 x 200-240 V) [A]	81,0	74,8	102	88,0	120	114	156	143	195	169,0
Fusibles d'entrée max. [A]	125		125		160		200		250	
<b>Spécifications supplémentaires</b>										
Protection nominale IP20, section max. de câble pour secteur, frein, moteur et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Protections nominales IP21, IP55, IP66, section max. de câble pour secteur et moteur [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Protections nominales IP21, IP55, IP66, section max. de câble pour frein et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour sectionneur [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])			50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Perte de puissance estimée <sup>3)</sup> à charge nominale max. [W] <sup>4)</sup>	624	737	740	845	874	1140	1143	1353	1400	1636
Rendement <sup>5)</sup>	0,96		0,97		0,97		0,97		0,97	

**Tableau 7.5 Alimentation secteur 3 x 200-240 V CA, P18K-P45K**

## 7.1.3 Alimentation secteur 1 x 380-480 V CA

Désignation du type	P7K5	P11K	P18K	P37K
Sortie d'arbre typique [kW]	7,5	11	18,5	37
Sortie d'arbre typique à 240 V [HP]	10	15	25	50
Protection nominale IP21/Type 1	B1	B2	C1	C2
Protection nominale IP55/Type 12	B1	B2	C1	C2
Protection nominale IP66/NEMA 4X	B1	B2	C1	C2
<b>Courant de sortie</b>				
Continu (3 x 380-440 V) [A]	16	24	37,5	73
Intermittent (3 x 380-440 V) [A]	17,6	26,4	41,2	80,3
Continu (3 x 441-480 V) [A]	14,5	21	34	65
Intermittent (3 x 441-480 V) [A]	15,4	23,1	37,4	71,5
kVA continu à 400 V [kVA]	11,0	16,6	26	50,6
kVA continu à 460 V [kVA]	11,6	16,7	27,1	51,8
<b>Courant d'entrée maximal</b>				
Continu (1 x 380-440 V) [A]	33	48	78	151
Intermittent (1 x 380-440 V) [A]	36	53	85,5	166
Continu (1 x 441-480 V) [A]	30	41	72	135
Intermittent (1 x 441-480 V) [A]	33	46	79,2	148
Fusibles d'entrée max. [A]	63	80	160	250
<b>Spécifications supplémentaires</b>				
Section max. du câble pour secteur, moteur et frein [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10 (7)	35 (2)	50 (1/0)	120 (4/0)
Perte de puissance estimée <sup>3)</sup> à charge nominale max. [W] <sup>4)</sup>	300	440	740	1480
Rendement <sup>5)</sup>	0,96	0,96	0,96	0,96

7

Tableau 7.6 Alimentation secteur 1x380-480 V CA - Surcharge normale 110 % pendant 1 minute, P7K5-P37K

## 7.1.4 Alimentation secteur 3 x 380-480 V CA

Désignation du type	PK37		PK55		PK75		P1K1		P1K5	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Surcharge élevée/normale <sup>1)</sup>										
Sortie d'arbre typique [kW]	0,37		0,55		0,75		1,1		1,5	
Sortie d'arbre typique à 460 V [HP]	0,5		0,75		1,0		1,5		2,0	
Protection nominale IP20/châssis <sup>6)</sup>	A2		A2		A2		A2		A2	
Protection nominale IP55/Type 12	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A4/A5		A4/A5	
Protection nominale IP66/NEMA 4X										
<b>Courant de sortie</b>										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	1,3		1,8		2,4		3,0		4,1	
Intermittent (3 x 380-440 V) [A]	2,0	1,4	2,7	2,0	3,6	2,6	4,5	3,3	6,2	4,5
Continu (3 x 441-480 V) [A]	1,2		1,6		2,1		2,7		3,4	
Intermittent (3 x 441-480 V) [A]	1,8	1,3	2,4	1,8	3,2	2,3	4,1	3,0	5,1	3,7
kVA continu à 400 V [kVA]	0,9		1,3		1,7		2,1		2,8	
kVA continu à 460 V [kVA]	0,9		1,3		1,7		2,4		2,7	
<b>Courant d'entrée maximal</b>										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	1,2		1,6		2,2		2,7		3,7	
Intermittent (3 x 380-440 V) [A]	1,8	1,3	2,4	1,8	3,3	2,4	4,1	3,0	5,6	4,1
Continu (3 x 441-480 V) [A]	1,0		1,4		1,9		2,7		3,1	
Intermittent (3 x 441-480 V) [A]	1,5	1,1	2,1	1,5	2,9	2,1	4,1	3,0	4,7	3,4
Fusibles d'entrée max. [A]	10		10		10		10		10	
<b>Spécifications supplémentaires</b>										
Protections nominales IP20, IP21, section max. de câble <sup>2)</sup> pour secteur, moteur, frein et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (minimum 0,2 (24))									
Protections nominales IP55, IP66, section max. de câble <sup>2)</sup> pour secteur, moteur, frein et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12)									
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour sectionneur [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)									
Perte de puissance estimée <sup>3)</sup> à charge nominale max. [W] <sup>4)</sup>	35		42		46		58		62	
Rendement <sup>5)</sup>	0,93		0,95		0,96		0,96		0,97	

Tableau 7.7 Alimentation secteur 3 x 380-480 V CA, PK37-P1K5

Désignation du type	P2K2		P3K0		P4K0		P5K5		P7K5	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Surcharge élevée/normale <sup>1)</sup>										
Sortie d'arbre typique [kW]	2,2		3,0		4,0		5,5		7,5	
Sortie d'arbre typique à 460 V [HP]	2,9		4,0		5,3		7,5		10	
Protection nominale IP20/châssis <sup>6)</sup>	A2		A2		A2		A3		A3	
Protection nominale IP55/Type 12	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A5		A5	
Protection nominale IP66/NEMA 4X	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A5		A5	
<b>Courant de sortie</b>										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	5,6		7,2		10		13		16	
Intermittent (3 x 380-440 V) [A]	8,4	6,2	10,8	7,9	15,0	11,0	19,5	14,3	24,0	17,6
Continu (3 x 441-480 V) [A]	4,8		6,3		8,2		11		14,5	
Intermittent (3 x 441-480 V) [A]	7,2	5,3	9,5	6,9	12,3	9,0	16,5	12,1	21,8	16,0
kVA continu à 400 V [kVA]	3,9		5,0		6,9		9,0		11,0	
kVA continu à 460 V [kVA]	3,8		5,0		6,5		8,8		11,6	
<b>Courant d'entrée maximal</b>										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	5,0		6,5		9,0		11,7		14,4	
Intermittent (3 x 380-440 V) [A]	7,5	5,5	9,8	7,2	13,5	9,9	17,6	12,9	21,6	15,8
Continu (3 x 441-480 V) [A]	4,3		5,7		7,4		9,9		13,0	
Intermittent (3 x 441-480 V) [A]	6,5	4,7	8,6	6,3	11,1	8,1	14,9	10,9	19,5	14,3
Fusibles d'entrée max. [A]	20		20		20		30		30	
<b>Spécifications supplémentaires</b>										
Protections nominales IP20, IP21, section max. de câble <sup>2)</sup> pour secteur, moteur, frein et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (minimum 0,2 (24))									
Protections nominales IP55, IP66, section max. de câble <sup>2)</sup> pour secteur, moteur, frein et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12)									
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour sectionneur [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)									
Perte de puissance estimée <sup>3)</sup> à charge nominale max. [W] <sup>4)</sup>	88		116		124		187		225	
Rendement <sup>5)</sup>	0,97		0,97		0,97		0,97		0,97	

7

Tableau 7.8 Alimentation secteur 3 x 380-480 V CA, P2K2-P7K5

Désignation du type	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K	
Surcharge élevée/normale <sup>1)</sup>	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Sortie d'arbre typique [kW]	7,5	11	11	15	15	18,5	22,0	22,0	22,0	30
Sortie d'arbre typique à 460 V [HP]	10	15	15	20	20	25	30	30	30	40
Protection nominale IP20/châssis <sup>7)</sup>	B3		B3		B3		B4			B4
Protection nominale IP21/Type 1	B1		B1		B1		B2		B2	
Protection nominale IP55/Type 12	B1		B1		B1		B2		B2	
Protection nominale IP66/NEMA 4X	B1		B1		B1		B2		B2	
<b>Courant de sortie</b>										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	-	24	24	32	32	37,5	37,5	44	44	61
Intermittent (surcharge pendant 60 s) (3 x 380-440 V) [A]	-	26,4	38,4	35,2	51,2	41,3	60	48,4	70,4	67,1
Continu (3 x 441-480 V) [A]	-	21	21	27	27	34	34	40	40	52
Intermittent (surcharge pendant 60 s) (3 x 441-480 V) [A]	-	23,1	33,6	29,7	43,2	37,4	54,4	44	64	61,6
kVA continu à 400 V [kVA]	-	16,6	16,6	22,2	22,2	26	26	30,5	30,5	42,3
kVA continu à 460 V [kVA]	-	16,7	16,7	21,5	21,5	27,1	27,1	31,9	31,9	41,4
<b>Courant d'entrée maximal</b>										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	-	22	22	29	29	34	34	40	40	55
Intermittent (surcharge pendant 60 s) (3 x 380-440 V) [A]	-	24,2	35,2	31,9	46,4	37,4	54,4	44	64	60,5
Continu (3 x 441-480 V) [A]	-	19	19	25	25	31	31	36	36	47
Intermittent (surcharge pendant 60 s) (3 x 441-480 V) [A]	-	20,9	30,4	27,5	40	34,1	49,6	39,6	57,6	51,7
Fusibles d'entrée max. [A]	-	63		63		63		63		80
<b>Spécifications supplémentaires</b>										
Protections nominales IP21, IP55, IP66, section max. de câble <sup>2)</sup> pour secteur, frein et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 16 (6, 8, 6)						35, -, - (2, -, -)			
Protections nominales IP21, IP55, IP66, section max. de câble <sup>2)</sup> pour moteur [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)						35, 25, 25 (2, 4, 4)			
Protection nominale IP20, section max. de câble <sup>2)</sup> pour secteur, frein, moteur et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)						35, -, - (2, -, -)			
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour sectionneur [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)									
Perte de puissance estimée <sup>3)</sup> à charge nominale max. [W] <sup>4)</sup>	291	392	291	392	379	465	444	525	547	739
Rendement <sup>5)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

**Tableau 7.9 Alimentation secteur 3 x 380-480 V CA, P11K-P30K**

Désignation du type	P37K		P45K		P55K		P75K		P90K	
Surcharge élevée/normale <sup>1)</sup>	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Sortie d'arbre typique [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
Sortie d'arbre typique à 460 V [HP]	40	50	50	60	60	75	75	100	100	125
Protection nominale IP20/châssis <sup>6)</sup>	B4		C3		C3		C4		C4	
Protection nominale IP21/Type 1	C1		C1		C1		C2		C2	
Protection nominale IP55/Type 12	C1		C1		C1		C2		C2	
Protection nominale IP66/NEMA 4X	C1		C1		C1		C2		C2	
<b>Courant de sortie</b>										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	61	73	73	90	90	106	106	147	147	177
Intermittent (surcharge pendant 60 s) (3 x 380-440 V) [A]	91,5	80,3	110	99	135	117	159	162	221	195
Continu (3 x 441-480 V) [A]	52	65	65	80	80	105	105	130	130	160
Intermittent (surcharge pendant 60 s) (3 x 441-480 V) [A]	78	71,5	97,5	88	120	116	158	143	195	176
kVA continu à 400 V [kVA]	42,3	50,6	50,6	62,4	62,4	73,4	73,4	102	102	123
kVA continu à 460 V [kVA]	41,4	51,8	51,8	63,7	63,7	83,7	83,7	104	103,6	128
<b>Courant d'entrée maximal</b>										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	55	66	66	82	82	96	96	133	133	161
Intermittent (surcharge pendant 60 s) (3 x 380-440 V) [A]	82,5	72,6	99	90,2	123	106	144	146	200	177
Continu (3 x 441-480 V) [A]	47	59	59	73	73	95	95	118	118	145
Intermittent (surcharge pendant 60 s) (3 x 441-480 V) [A]	70,5	64,9	88,5	80,3	110	105	143	130	177	160
Fusibles d'entrée max. [A]	100		125		160		250		250	
<b>Spécifications supplémentaires</b>										
Protection nominale IP20, section max. de câble pour secteur et moteur [mm <sup>2</sup> ]/[AWG]	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Protection nominale IP20, section max. de câble pour frein et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] [AWG]	35 (2)		50 (1)		50 (1)		95 (4/0)		95 (4/0)	
Protections nominales IP21, IP55, IP66, section max. de câble pour secteur et moteur [mm <sup>2</sup> ] [AWG]	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Protections nominales IP21, IP55, IP66, section max. de câble pour frein et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] [AWG]	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour sectionneur [mm <sup>2</sup> ] [AWG]			50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Perte de puissance estimée <sup>3)</sup> à charge nominale max. [W] <sup>4)</sup>	570	698	697	843	891	1083	1022	1384	1232	1474
Rendement <sup>5)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98		0,99	

7

Tableau 7.10 Alimentation secteur 3 x 380-480 V CA, P37K-P90K

7.1.5 Alimentation secteur 3 x 525-600 V  
CA

Désignation du type	PK75		P1K1		P1K5		P2K2	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Surcharge élevée/normale <sup>1)</sup>								
Sortie d'arbre typique [kW]	0,75		1,1		1,5		2,2	
Sortie d'arbre typique [HP]	1		1,5		2		3	
Protection nominale IP20/châssis	A3		A3		A3		A3	
Protection nominale IP21/Type 1	A3		A3		A3		A3	
Protection nominale IP55/Type 12	A5		A5		A5		A5	
<b>Courant de sortie</b>								
Continu (3 x 525-550 V) [A]	1,8		2,6		2,9		4,1	
Intermittent (3 x 525-550 V) [A]	2,7	2,0	3,9	2,9	4,4	3,2	6,2	4,5
Continu (3 x 551-600 V) [A]	1,7		2,4		2,7		3,9	
Intermittent (3 x 551-600 V) [A]	2,6	1,9	3,6	2,6	4,1	3,0	5,9	4,3
kVA continu à 550 V [kVA]	1,7		2,5		2,8		3,9	
kVA continu à 550 V [kVA]	1,7		2,4		2,7		3,9	
<b>Courant d'entrée maximal</b>								
Continu (3 x 525-600 V) [A]	1,7		2,4		2,7		4,1	
Intermittent (3 x 525-600 V) [A]	2,6	1,9	3,6	2,6	4,1	3,0	6,2	4,5
Fusibles d'entrée max. [A]	10		10		10		20	
<b>Spécifications supplémentaires</b>								
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour secteur, moteur, frein et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (minimum 0,2 (24))							
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour sectionneur [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)							
Perte de puissance estimée <sup>3)</sup> à charge nominale max. [W] <sup>4)</sup>	35		50		65		92	
Rendement <sup>5)</sup>	0,97		0,97		0,97		0,97	

Tableau 7.11 Alimentation secteur 3 x 525-600 V CA, PK75–P2K2

Désignation du type	P3K0		P4K0		P5K5		P7K5	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Surcharge élevée/normale <sup>1)</sup>	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Sortie d'arbre typique [kW]	3,0		4,0		5,5		7,5	
Sortie d'arbre typique [HP]	4		5		7,5		10	
Protection nominale IP20/châssis	A2		A2		A3		A3	
Protection nominale IP21/Type 1	A2		A2		A3		A3	
IP55/Type 12	A5		A5		A5		A5	
<b>Courant de sortie</b>								
Continu (3 x 525-550 V) [A]	5,2		6,4		9,5		11,5	
Intermittent (3 x 525-550 V) [A]	7,8	5,7	9,6	7,0	14,3	10,5	17,3	12,7
Continu (3 x 551-600 V) [A]	4,9		6,1		9,0		11,0	
Intermittent (3 x 551-600 V) [A]	7,4	5,4	9,2	6,7	13,5	9,9	16,5	12,1
kVA continu à 550 V [kVA]	5,0		6,1		9,0		11,0	
kVA continu à 550 V [kVA]	4,9		6,1		9,0		11,0	
<b>Courant d'entrée maximal</b>								
Continu (3 x 525-600 V) [A]	5,2		5,8		8,6		10,4	
Intermittent (3 x 525-600 V) [A]	7,8	5,7	8,7	6,4	12,9	9,5	15,6	11,4
Fusibles d'entrée max. [A]	20		20		32		32	
<b>Spécifications supplémentaires</b>								
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour secteur, moteur, frein et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (minimum 0,2 (24))							
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour sectionneur [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)							
Perte de puissance estimée <sup>3)</sup> à charge nominale max. [W] <sup>4)</sup>	122		145		195		261	
Rendement <sup>5)</sup>	0,97		0,97		0,97		0,97	

Tableau 7.12 Alimentation secteur 3 x 525-600 V CA, P3K0-P7K5

Désignation du type	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K		P37K	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Surcharge élevée/ normale <sup>1)</sup>												
Sortie d'arbre typique [kW]	7,5	11	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30	30	37
Sortie d'arbre typique [HP]	10	15	15	20	20	25	25	30	30	40	40	50
Protection nominale IP20/ châssis	B3		B3		B3		B4		B4		B4	
Protection nominale IP21/ Type 1 Protection nominale IP55/ Type 12 Protection nominale IP66/ NEMA 4X	B1		B1		B1		B2		B2		C1	
<b>Courant de sortie</b>												
Continu (3 x 525-550 V) [A]	11,5	19	19	23	23	28	28	36	36	43	43	54
Intermittent (3 x 525-550 V) [A]	18,4	21	30	25	37	31	45	40	58	47	65	59
Continu (3 x 551-600 V) [A]	11	18	18	22	22	27	27	34	34	41	41	52
Intermittent (3 x 551-600 V) [A]	17,6	20	29	24	35	30	43	37	54	45	62	57
kVA continu à 550 V [kVA]	11	18,1	18,1	21,9	21,9	26,7	26,7	34,3	34,3	41,0	41,0	51,4
kVA continu à 575 V [kVA]	11	17,9	17,9	21,9	21,9	26,9	26,9	33,9	33,9	40,8	40,8	51,8
<b>Courant d'entrée maximal</b>												
Continu à 550 V [A]	10,4	17,2	17,2	20,9	20,9	25,4	25,4	32,7	32,7	39	39	49
Intermittent à 550 V [A]	16,6	19	28	23	33	28	41	36	52	43	59	54
Continu à 575 V [A]	9,8	16	16	20	20	24	24	31	31	37	37	47
Intermittent à 575 V [A]	15,5	17,6	26	22	32	27	39	34	50	41	56	52
Fusibles d'entrée max. [A]	40		40		50		60		80		100	
<b>Spécifications supplémentaires</b>												
Protection nominale IP20, section max. de câble <sup>2)</sup> pour secteur, frein, moteur et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)						35,-,- (2,-,-)					
Protections nominales IP21, IP55, IP66, section max. de câble <sup>2)</sup> pour secteur, frein et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)						35,-,- (2,-,-)					
Protections nominales IP21, IP55, IP66, section max. de câble <sup>2)</sup> pour moteur [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)						35, 25, 25 (2, 4, 4)					
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour sectionneur [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)						50, 35, 35 (1, 2, 2)					
Perte de puissance estimée <sup>3)</sup> à charge nominale max. [W] <sup>4)</sup>	220	300	220	300	300	370	370	440	440	600	600	740
Rendement <sup>5)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

**Tableau 7.13 Alimentation secteur 3 x 525-600 V CA, P11K-P37K**

Désignation du type	P45K		P55K		P75K		P90K	
Surcharge élevée/normale <sup>1)</sup>	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Sortie d'arbre typique [kW]	37	45	45	55	55	75	75	90
Sortie d'arbre typique [HP]	50	60	60	75	75	100	100	125
Protection nominale IP20/châssis	C3		C3		C4		C4	
Protection nominale IP21/Type 1	C1		C1		C2		C2	
Protection nominale IP55/Type 12								
Protection nominale IP66/NEMA 4X								
<b>Courant de sortie</b>								
Continu (3 x 525-550 V) [A]	54	65	65	87	87	105	105	137
Intermittent (3 x 525-550 V) [A]	81	72	98	96	131	116	158	151
Continu (3 x 525-600 V) [A]	52	62	62	83	83	100	100	131
Intermittent (3 x 525-600 V) [A]	78	68	93	91	125	110	150	144
kVA continu à 525 V [kVA]	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100	100,0	130,5
kVA continu à 575 V [kVA]	51,8	61,7	61,7	82,7	82,7	99,6	99,6	130,5
<b>Courant d'entrée maximal</b>								
Continu à 550 V [A]	49	59	59	78,9	78,9	95,3	95,3	124,3
Intermittent à 550 V [A]	74	65	89	87	118	105	143	137
Continu à 575 V [A]	47	56	56	75	75	91	91	119
Intermittent à 575 V [A]	70	62	85	83	113	100	137	131
Fusibles d'entrée max. [A]	150		160		225		250	
<b>Spécifications supplémentaires</b>								
Protection nominale IP20, section max. de câble pour secteur et moteur [mm <sup>2</sup> ](AWG)	50 (1)				150 (300 MCM)			
Protection nominale IP20, section max. de câble pour frein et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] (AWG)	50 (1)				95 (4/0)			
Protections nominales IP21, IP55, IP66, section max. de câble pour secteur et moteur [mm <sup>2</sup> ] (AWG)	50 (1)				150 (300 MCM)			
Protections nominales IP21, IP55, IP66, section max. de câble pour frein et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] (AWG)	50 (1)				95 (4/0)			
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour sectionneur [mm <sup>2</sup> ] (AWG)	50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Perte de puissance estimée <sup>3)</sup> à charge nominale max. [W] <sup>4)</sup>	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
Rendement <sup>5)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tableau 7.14 Alimentation secteur 3 x 525-600 V CA, P45K-P90K

7.1.6 Alimentation secteur 3 x 525-690 V  
CA

Désignation du type	P1K1		P1K5		P2K2		P3K0		P4K0		P5K5		P7K5	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Surcharge élevée/normale <sup>1)</sup>														
Sortie d'arbre typique [kW]	1,1		1,5		2,2		3,0		4,0		5,5		7,5	
Sortie d'arbre typique [HP]	1,5		2		3		4		5		7,5		10	
Protection nominale IP20/châssis	A3		A3		A3		A3		A3		A3		A3	
<b>Courant de sortie</b>														
Continu (3 x 525-550 V) [A]	2,1		2,7		3,9		4,9		6,1		9,0		11,0	
Intermittent (3 x 525-550 V) [A]	3,2	2,3	4,1	3,0	5,9	4,3	7,4	5,4	9,2	6,7	13,5	9,9	16,5	12,1
Continu (3 x 551-690 V) [A]	1,6		2,2		3,2		4,5		5,5		7,5		10,0	
Intermittent (3 x 551-690 V) [A]	2,4	1,8	3,3	2,4	4,8	3,5	6,8	5,0	8,3	6,1	11,3	8,3	15,0	11,0
kVA continu à 525 V [kVA]	1,9		2,5		3,5		4,5		5,5		8,2		10,0	
kVA continu à 690 V [kVA]	1,9		2,6		3,8		5,4		6,6		9,0		12,0	
<b>Courant d'entrée maximal</b>														
Continu (3 x 525-550 V) [A]	1,9		2,4		3,5		4,4		5,5		8,1		9,9	
Intermittent (3 x 525-550 V) [A]	2,9	2,1	3,6	2,6	5,3	3,9	6,6	4,8	8,3	6,1	12,2	8,9	14,9	10,9
Continu (3 x 551-690 V) [A]	1,4		2,0		2,9		4,0		4,9		6,7		9,0	
Intermittent (3 x 551-690 V) [A]	2,1	1,5	3,0	2,2	4,4	3,2	6,0	4,4	7,4	5,4	10,1	7,4	13,5	9,9
<b>Spécifications supplémentaires</b>														
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour secteur, moteur, frein et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (minimum 0,2 (24))													
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour sectionneur [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)													
Perte de puissance estimée <sup>3)</sup> à charge nominale max. [W] <sup>4)</sup>	44		60		88		120		160		220		300	
Rendement <sup>5)</sup>	0,96		0,96		0,96		0,96		0,96		0,96		0,96	

Tableau 7.15 Protection A3, alimentation secteur 3 x 525-690 V CA IP20/châssis protégé, P1K1-P7K5

Désignation du type	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K	
Surcharge élevée/normale <sup>1)</sup>	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Sortie d'arbre typique à 550 V [kW]	5,9	7,5	7,5	11	11	15	15	18,5	18,5	22
Sortie d'arbre typique à 550 V [HP]	7,5	10	10	15	15	20	20	25	25	30
Sortie d'arbre typique à 690 V [kW]	7,5	11	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30
Sortie d'arbre typique à 690 V [HP]	10	15	15	20	20	25	25	30	30	40
Protection nominale IP20/châssis	B4		B4		B4		B4		B4	
Protection nominale IP21/Type 1										
Protection nominale IP55/Type 12	B2		B2		B2		B2		B2	
<b>Courant de sortie</b>										
Continu (3 x 525-550 V) [A]	11	14	14,0	19,0	19,0	23,0	23,0	28,0	28,0	36,0
Intermittent (surcharge pendant 60 s) (3 x 525-550 V) [A]	17,6	15,4	22,4	20,9	30,4	25,3	36,8	30,8	44,8	39,6
Continu (3 x 551-690 V) [A]	10	13	13,0	18,0	18,0	22,0	22,0	27,0	27,0	34,0
Intermittent (surcharge pendant 60 s) (3 x 551-690 V) [A]	16	14,3	20,8	19,8	28,8	24,2	35,2	29,7	43,2	37,4
kVA continu à 550 V [kVA]	10	13,3	13,3	18,1	18,1	21,9	21,9	26,7	26,7	34,3
kVA continu à 690 V [kVA]	12	15,5	15,5	21,5	21,5	26,3	26,3	32,3	32,3	40,6
<b>Courant d'entrée maximal</b>										
Continu à 550 V [A]	9,9	15	15,0	19,5	19,5	24,0	24,0	29,0	29,0	36,0
Intermittent (surcharge 60 s) à 550 V [A]	15,8	16,5	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
Continu (à 690 V) [A]	9	14,5	14,5	19,5	19,5	24,0	24,0	29,0	29,0	36,0
Intermittent (surcharge 60 s) à 690 V [A]	14,4	16	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
<b>Spécifications supplémentaires</b>										
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour secteur, moteur, frein et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	35, 25, 25 (2, 4, 4)									
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour sectionneur [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16,10,10 (6, 8, 8)									
Perte de puissance estimée <sup>3)</sup> à charge nominale max. [W] <sup>4)</sup>	150	220	150	220	220	300	300	370	370	440
Rendement <sup>5)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

7

Tableau 7.16 Protection B2/B4, alimentation secteur 3 x 525-690 V CA IP20/IP21/IP55, châssis/NEMA 1/NEMA 12, P11K-P22K

Désignation du type	P37K		P45K		P55K		P75K/N75K <sup>8)</sup>		P90K/N90K <sup>8)</sup>	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Surcharge élevée/normale <sup>1)</sup>										
Sortie d'arbre typique à 550 V [kW]	22	30	30	37	37	45	45	55	55	75
Sortie d'arbre typique à 550 V [HP]	30	40	40	50	50	60	60	75	75	100
Sortie d'arbre typique à 690 V [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
Sortie d'arbre typique à 690 V [HP]	40	50	50	60	60	75	75	100	199	125
Protection nominale IP20/châssis	B4		C3		C3		D3h		D3h	
Protection nominale IP21/Type 1										
Protection nominale IP55/Type 12	C2		C2		C2		C2		C2	
<b>Courant de sortie</b>										
Continu (3 x 525-550 V) [A]	36,0	43,0	43,0	54,0	54,0	65,0	65,0	87,0	87,0	105
Intermittent (surcharge pendant 60 s) (3 x 525-550 V) [A]	54,0	47,3	64,5	59,4	81,0	71,5	97,5	95,7	130,5	115,5
Continu (3 x 551-690 V) [A]	34,0	41,0	41,0	52,0	52,0	62,0	62,0	83,0	83,0	100
Intermittent (surcharge pendant 60 s) (3 x 551-690 V) [A]	51,0	45,1	61,5	57,2	78,0	68,2	93,0	91,3	124,5	110
kVA continu à 550 V [kVA]	34,3	41,0	41,0	51,4	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100
kVA continu à 690 V [kVA]	40,6	49,0	49,0	62,1	62,1	74,1	74,1	99,2	99,2	119,5
<b>Courant d'entrée maximal</b>										
Continu à 550 V [A]	36,0	49,0	49,0	59,0	59,0	71,0	71,0	87,0	87,0	99,0
Intermittent (surcharge 60 s) à 550 V [A]	54,0	53,9	72,0	64,9	87,0	78,1	105,0	95,7	129	108,9
Continu à 690 V [A]	36,0	48,0	48,0	58,0	58,0	70,0	70,0	86,0	-	-
Intermittent (surcharge 60 s) à 690 V [A]	54,0	52,8	72,0	63,8	87,0	77,0	105	94,6	-	-
<b>Spécifications supplémentaires</b>										
Section max. du câble pour secteur et moteur [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	150 (300 MCM)									
Section max. de câble pour frein et répartition de la charge [mm <sup>2</sup> ]([AWG])	95 (3/0)									
Section max. de câble <sup>2)</sup> pour sectionneur [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	95 (3/0)						185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)		-	
Perte de puissance estimée <sup>3)</sup> à charge nominale max. [W] <sup>4)</sup>	600	740	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
Rendement <sup>5)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

**Tableau 7.17 Protection B4, C2, C3, alimentation secteur 3 x 525-690 V CA IP20/IP21/IP55, châssis/NEMA1/NEMA 12, P30K-P75K**

Pour les calibres des fusibles, voir le chapitre 7.7 Fusibles et disjoncteurs.

1) Surcharge élevée (HO) = couple de 150 ou 160 % pendant 60 s. Surcharge normale (NO) = couple de 110 % pendant 60 s.

2) Les trois valeurs pour la section de câble max. correspondent respectivement à un câble monoconducteur, à un fil souple et à un fil souple avec manchon.

3) S'applique au dimensionnement du refroidissement de variateur de fréquence. Si la fréquence de commutation est supérieure au réglage par défaut, les pertes de puissance peuvent augmenter. Les puissances consommées par le LCP et la carte de commande sont incluses. Pour les données des pertes de puissance selon la norme EN 50598-2, consulter le site [www.danfoss.com/vltenergyefficiency](http://www.danfoss.com/vltenergyefficiency).

4) Rendement mesuré au courant nominal. Pour la classe de rendement énergétique, voir le chapitre 7.4 Conditions ambiantes. Pour les pertes de charge partielles, voir le site [www.danfoss.com/vltenergyefficiency](http://www.danfoss.com/vltenergyefficiency).

5) Mesuré avec des câbles moteur blindés de 5 m à la charge et à la fréquence nominales.

6) Les protections de tailles A2+A3 peuvent être converties en classe IP21 à l'aide d'un kit de conversion. Voir aussi le chapitre 3.6 Planification mécanique.

7) Les protections de tailles B3+B4 et C3+C4 peuvent être converties en classe IP21 à l'aide d'un kit de conversion. Voir aussi le chapitre 3.6 Planification mécanique.

8) Les protections de tailles N75K, N90K sont D3h pour IP20/châssis et D5h pour IP54/Type 12.

9) 2 fils sont nécessaires.

10) Variante non disponible en IP21.

## 7.2 Alimentation secteur

### Alimentation secteur (L1, L2, L3)

Tension d'alimentation	200–240 V $\pm$ 10%
Tension d'alimentation	380–480 V $\pm$ 10%
Tension d'alimentation	525–600 V $\pm$ 10%
Tension d'alimentation	525–690 V $\pm$ 10 %

#### Tension secteur faible/chute de tension secteur :

En cas de tension secteur basse ou de chute de la tension secteur, le variateur de fréquence continue de fonctionner jusqu'à ce que la tension présente sur le circuit intermédiaire descende sous le seuil d'arrêt minimum. Cela correspond généralement à 15 % de moins que la tension nominale d'alimentation la plus basse du variateur de fréquence. La mise sous tension et le couple complet ne sont pas envisageables à une tension secteur inférieure à 10 % de la tension nominale d'alimentation secteur du variateur de fréquence.

Fréquence d'alimentation	50/60 Hz +4/-6 %
--------------------------	------------------

L'alimentation du variateur de fréquence a été testée conformément à la norme CEI 61000-4-28, 50 Hz +4/-6 %.

Écart temporaire maximum entre phases secteur	3,0 % de la tension nominale d'alimentation
Facteur de puissance réelle ( $\lambda$ )	$\geq$ 0,9 à charge nominale
Facteur de puissance de déphasage ( $\cos \varphi$ ) à proximité de l'unité	(>0,98)
Commutation sur l'entrée d'alimentation L1, L2, L3 (hausse de puissance) $\leq$ 7,5 kW	maximum 2 fois/min
Commutation sur l'entrée d'alimentation L1, L2, L3 (hausse de puissance) 11-90 kW	maximum 1 fois/min
Environnement conforme à la norme EN 60664-1	catégorie de surtension III/degré de pollution 2

L'utilisation de l'unité convient sur un circuit limité à 100 000 ampères symétriques (rms).  
240/480/600/690 V maximum.

## 7.3 Puissance et données du moteur

### Puissance du moteur (U, V, W)

Tension de sortie	0-100 % de la tension d'alimentation
Fréquence de sortie	0-590 Hz <sup>1)</sup>
Commutation sur la sortie	Illimitée
Temps de rampe	1-3 600 s

1) Dépendant de la puissance.

### Caractéristiques de couple, surcharge normale

Couple de démarrage (couple constant)	maximum 110 % pendant 1 minute, une fois en 10 min <sup>2)</sup>
Surcouple (couple constant)	maximum 110 % pendant 1 minute, une fois en 10 min <sup>2)</sup>

### Caractéristiques de couple, surcharge élevée

Couple de démarrage (couple constant)	maximum 150/160 % pendant 1 minute, une fois en 10 min <sup>2)</sup>
Surcouple (couple constant)	maximum 150/160 % pendant 1 minute, une fois en 10 min <sup>2)</sup>

2) Le pourcentage se réfère au couple nominal du variateur de fréquence, selon la puissance.

## 7.4 Conditions ambiantes

### Environnement

Protection de taille A, protection nominale	IP20/Châssis, IP21/Type 1, IP55/Type 12, IP66/Type 4X
Protection de taille B1/B2, protection nominale	IP21/Type 1, IP55/Type 12, IP66/Type 4X
Protection de taille B3/B4, protection nominale	IP20/Châssis
Protection de taille C1/C2, protection nominale	IP21/Type 1, IP55/Type 12, IP66/Type 4X
Protection de taille C3/C4, protection nominale	IP20/Châssis
Kit de protection disponible ≤ protection de taille A	IP21/TYPÉ 1/IP4X dessus
Essai de vibration protection A/B/C	1,0 g
Humidité relative max.	5-95 % (CEI 721-3-3 ; classe 3K3 (non condensante) pendant le fonctionnement
Environnement agressif (CEI 721-3-3), non tropicalisé	classe 3C2
Environnement agressif (CEI 721-3-3), tropicalisé	classe 3C3
Méthode d'essai conforme à CEI 60068-2-43 H2S (10 jours)	
Température ambiante	Maximum 50 °C

*Déclassement pour température ambiante élevée, voir chapitre 5 Exigences particulières*

Température ambiante min. en pleine exploitation	0 °C
Température ambiante min. en exploitation réduite	-10 °C
Température durant le stockage/transport	-25 à +65/70 °C
Altitude max. au-dessus du niveau de la mer sans déclassement	1000 m
Altitude max. au-dessus du niveau de la mer avec déclassement	3 000 m

*Déclassement à haute altitude, voir chapitre 5 Exigences particulières*

Normes CEM, Émission	EN 61800-3
Normes CEM, Immunité	EN 61800-3
Classe de rendement énergétique <sup>1)</sup>	IE2

1) Déterminée d'après la norme EN 50598-2 à :

- Charge nominale
- 90 % de la fréquence nominale
- Fréquence de commutation réglée en usine
- Type de modulation réglé en usine

## 7.5 Spécifications du câble

Longueur max. du câble moteur, blindé/armé	150 m
Longueur max. du câble du moteur, non blindé/non armé	300 m
Section max. de câble pour secteur, moteur, secteur, répartition de la charge et frein <sup>1)</sup>	
Section max. des bornes de commande, fil rigide	1,5 mm <sup>2</sup> /16 AWG (2 x 0,75 mm <sup>2</sup> )
Section max. des bornes de commande, fil souple	1 mm <sup>2</sup> /18 AWG
Section max. des bornes de commande, fil avec noyau blindé	0,5 mm <sup>2</sup> /20 AWG
Section minimale des bornes de commande	0,25 mm <sup>2</sup>

1) Voir les tableaux des données électriques au chapitre 7.1 Données électriques pour plus d'informations.

Il est obligatoire de mettre l'alimentation à la terre en utilisant la T95 (PE) du variateur de fréquence. La section de câble du raccordement à la terre doit être d'au moins 10 mm<sup>2</sup> ou 2 fils de tension secteur doivent comporter des terminaisons séparées conformément à la norme EN 50178. Voir aussi le chapitre 3.2.8 Courant de fuite à la terre. Utiliser un câble non blindé.

## 7.5.1 Longueur des câbles des multiples connexions parallèles du moteur

Tailles de protection	Puissance [kW]	Tension [V]	1 câble [m]	2 câbles [m]	3 câbles [m]	4 câbles [m]
A1, A2, A4, A5	0,37-0,75	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A4, A5	1,1-1,5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A4, A5	2,2-4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A4, A5	5,5--7,5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11-75	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37
A3	1,1-7,5	525-690	100	50	33	25
B4	11-30	525-690	150	75	50	37
C3	37-45	525-690	150	75	50	37

Tableau 7.18 Longueur max. de chaque câble parallèle<sup>1)</sup>

1) Pour plus d'informations, se reporter au chapitre 3.4.6 Raccordement de plusieurs moteurs.

## 7.6 Entrée/sortie de commande et données de commande

Carte de commande, communication série RS485

N° de borne	68 (PTX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Borne n° 61	commun des bornes 68 et 69

*Le circuit de communication série RS485 est séparé fonctionnellement des autres circuits centraux et isolé galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV).*

Entrées analogiques

Nombre d'entrées analogiques	2
N° de borne	53, 54
Modes	tension ou courant
Sélection du mode	commutateurs S201 et S202
Mode tension	commutateur S201/S202 = OFF (U)
Niveau de tension	0-10 V (échelonnable)
Résistance d'entrée, R <sub>i</sub>	env. 10 kΩ
Tension maximale	±20 V
Mode courant	commutateur S201/S202=On (I)
Niveau de courant	0/4-20 mA (échelonnable)
Résistance d'entrée, R <sub>i</sub>	env. 200 Ω
Courant maximal	30 mA
Résolution des entrées analogiques	10 bits (signe +)
Précision des entrées analogiques	erreur max. 0,5 % de l'échelle totale
Largeur de bande	200 Hz

*Les entrées analogiques sont isolées galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV) et d'autres bornes haute tension.*

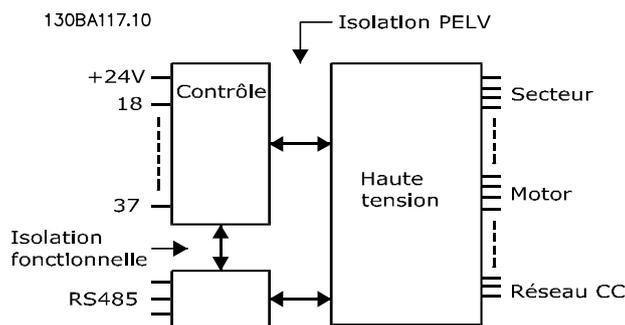


Illustration 7.1 Isolation PELV des entrées analogiques

**Sortie analogique**

Nombre de sorties analogiques programmables	1
N° de borne	42
Plage de courant de la sortie analogique	0/4–20 mA
Résistance max. à la masse de la sortie analogique	500 Ω
Précision de la sortie analogique	erreur max. 0,8 % de l'échelle totale
Résolution de la sortie analogique	8 bits

*La sortie analogique est isolée galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV) et d'autres bornes haute tension.*

**Entrées digitales**

Entrées digitales programmables	4 (6)
N° de borne	18, 19, 27 <sup>1)</sup> , 29 <sup>1)</sup> , 32, 33,
Logique	PNP ou NPN
Niveau de tension	0–24 V CC
Niveau de tension, "0" logique PNP	<5 V CC
Niveau de tension, "1" logique PNP	>10 V CC
Niveau de tension, "0" logique NPN	>19 V CC
Niveau de tension, « 1 » logique NPN	<14 V CC
Tension maximale sur l'entrée	28 V CC
Résistance d'entrée, R <sub>i</sub>	env. 4 kΩ

*Toutes les entrées digitales sont isolées galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV) et d'autres bornes haute tension.*

*1) Les bornes 27 et 29 peuvent aussi être programmées comme sorties.*

**Sortie digitale**

Sorties digitales/impulsions programmables	2
N° de borne	27, 29 <sup>1)</sup>
Niveau de tension à la sortie digitale/en fréquence	0–24 V
Courant de sortie max. (récepteur ou source)	40 mA
Charge max. à la sortie en fréquence	1 kΩ
Charge capacitive max. à la sortie en fréquence	10 nF
Fréquence de sortie min. à la sortie en fréquence	0 Hz
Fréquence de sortie max. à la sortie en fréquence	32 kHz
Précision de la sortie en fréquence	erreur max. 0,1 % de l'échelle totale
Résolution des sorties en fréquence	12 bits

*1) Les bornes 27 et 29 peuvent être programmées comme entrée.*

La sortie digitale est isolée galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV) et d'autres bornes haute tension.

**Entrées impulsions**

Entrées impulsions programmables	2
Nombre de bornes impulsion	29, 33
Fréquence maximale aux bornes 29, 33	110 kHz (activation push-pull)
Fréquence maximale aux bornes 29, 33	5 kHz (collecteur ouvert)
Fréquence minimale aux bornes 29, 33	4 Hz

Niveau de tension	voir Entrées digitales
Tension maximale sur l'entrée	28 V CC
Résistance d'entrée, $R_i$	env. 4 k $\Omega$
Précision d'entrée d'impulsion (0,1-1 kHz)	erreur max. 0,1 % de l'échelle totale

## Carte de commande, sortie 24 V CC

N° de borne	12, 13
Charge maximale	200 mA

*L'alimentation 24 V CC est isolée galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV) tout en ayant le même potentiel que les entrées et sorties analogiques et digitales.*

## Sorties relais

Sorties relais programmables	2
<b>N° de borne relais 01</b>	1-3 (interruption), 1-2 (établissement)
Charge maximale sur les bornes (CA-1) <sup>1)</sup> sur 1-3 (NF), 1-2 (NO) (charge résistive)	240 V CA, 2 A
Charge max. sur les bornes (CA-15) <sup>1)</sup> (charge inductive à $\cos\phi$ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Charge maximale sur les bornes (CC-1) <sup>1)</sup> sur 1-2 (NO), 1-3 (NF) (charge résistive)	60 V CC, 1 A
Charge max. sur les bornes (CC-13) <sup>1)</sup> (charge inductive)	24 V CC, 0,1 A
<b>N° de borne relais 02</b>	4-6 (interruption), 4-5 (établissement)
Charge maximale sur les bornes (CA-1) <sup>1)</sup> sur 4-5 (NO) (charge résistive) <sup>2) 3)</sup>	400 V CA, 2 A
Charge maximale sur les bornes (CA-15) <sup>1)</sup> sur 4-5 (NO) (charge inductive à $\cos\phi$ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Charge maximale sur les bornes (CC-1) <sup>1)</sup> sur 4-5 (NO) (charge résistive)	80 V CC, 2 A
Charge maximale sur les bornes (CC-13) <sup>1)</sup> sur 4-5 (NO) (charge inductive)	24 V CC, 0,1 A
Charge maximale sur les bornes (CA-1) <sup>1)</sup> sur 4-6 (NF) (charge résistive)	240 V CA, 2 A
Charge maximale sur les bornes (CA-15) <sup>1)</sup> sur 4-6 (NF) (charge inductive à $\cos\phi$ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Charge maximale sur les bornes (CC-1) <sup>1)</sup> sur 4-6 (NF) (charge résistive)	50 V CC, 2 A
Charge max. sur les bornes (CC-13) <sup>1)</sup> sur 4-6 (NF) (charge inductive)	24 V CC, 0,1 A
Charge minimale sur les bornes sur 1-3 (NF), 1-2 (NO), 4-6 (NF), 4-5 (NO)	24 V CC, 10 mA, 24 V CA, 20 mA
Environnement conforme à la norme EN 60664-1	catégorie de surtension III/degré de pollution 2

1) CEI 60947 parties 4 et 5.

*Les contacts de relais sont isolés galvaniquement du reste du circuit par une isolation renforcée (PELV).*

2) Catégorie de surtension II.

3) Applications UL 300 V CA 2 A.

## Carte de commande, sortie 10 V CC

N° de borne	50
Tension de sortie	10,5 V $\pm$ 0,5 V
Charge maximale	25 mA

*L'alimentation 10 V CC est isolée galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV) et d'autres bornes haute tension.*

## Caractéristiques de contrôle

Résolution de fréquence de sortie à 0-590 Hz	$\pm$ 0,003 Hz
Temps de réponse système (bornes 18, 19, 27, 29, 32, 33)	$\leq$ 2 ms
Plage de commande de vitesse (boucle ouverte)	1:100 de la vitesse synchrone
Précision de vitesse (boucle ouverte)	30-4000 tr/min : erreur maximum de $\pm$ 8 tr/min

*Toutes les caractéristiques de contrôle sont basées sur un moteur asynchrone 4 pôles.*

## Performance de la carte de commande

Intervalle de balayage	5 ms
------------------------	------

## Carte de commande, communication série USB

Norme USB	1.1 (Pleine vitesse)
Fiche USB	Fiche « appareil » USB de type B

**ATTENTION**

La connexion à un PC est réalisée via un câble USB standard hôte/dispositif.

La connexion USB est isolée galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV) et d'autres bornes haute tension.

La connexion USB n'est pas isolée galvaniquement de la terre de protection. Utiliser uniquement un ordinateur portable ou de bureau isolé comme connexion au connecteur USB sur le variateur de fréquence ou un câble/convertisseur USB isolé.

## 7.7 Fusibles et disjoncteurs

Utiliser des fusibles et/ou des disjoncteurs recommandés du côté de l'alimentation comme protection en cas de panne d'un composant interne au variateur de fréquence (première panne).

**AVIS!**

L'utilisation de fusibles du côté alimentation est obligatoire pour les installations conformes aux normes CEI 60364 (CE) et NEC 2009 (UL).

**Recommandations :**

- Fusibles de type gG.
- Disjoncteurs de type Moeller. Pour d'autres types de disjoncteur, s'assurer que l'énergie dans le variateur de fréquence est inférieure ou égale à celle fournie par des disjoncteurs de type Moeller.

L'utilisation de fusibles et disjoncteurs conformes aux recommandations garantit que les dommages éventuels du variateur de fréquence se limitent à des dommages internes à l'unité. Voir la *note applicative Fusibles et disjoncteurs* pour plus d'informations.

L'utilisation des fusibles ci-dessous convient sur un circuit capable de fournir 100 000 A<sub>rms</sub> (symétriques), en fonction de la tension nominale du variateur de fréquence. Avec des fusibles adaptés, le courant nominal de court-circuit du variateur de fréquence (SCCR) s'élève à 100 000 A<sub>rms</sub>.

## 7.7.1 Conformité CE

## 200-240 V, protections de tailles A, B et C

Protection	Puissance [kW]	Taille de fusible recommandée	Fusible max. recommandé	Disjoncteur recommandé Moeller	Seuil de déclenchement max. [A]
A2	0,25–2,2	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	3,0–3,7	gG-16 (3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
A4	0,25-2,2	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0,25–3,7	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2-3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	5,5–11	gG-25 (5,5) gG-32 (7,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	15	gG-50	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	5,5-11	gG-25	gG-63	PKZM4-50	50
B4	15–18	gG-32 (7,5) gG-50 (11) gG-63 (15)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	18,5–30	gG-63 (15) gG-80 (18,5) gG-100 (22)	gG-160 (15-18,5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	160
C2	37–45	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250
C3	22–30	gG-80 (18,5) aR-125 (22)	gG-150 (18,5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	150
C4	37–45	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250

7

Tableau 7.19 200-240 V, protections de tailles A, B et C

## 38-480 V, protections de tailles A, B et C

Protection	Puissance [kW]	Taille de fusible recommandée	Fusible max. recommandé	Disjoncteur recommandé Moeller	Seuil de déclenchement max. [A]
A2	1,1-4,0	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	5,5-7,5	gG-16	gG-32	PKZM0-25	25
A4	1,1-4,0	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	1,1-7,5	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4-7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-18,5	gG-40	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22-30	gG-50 (18,5) gG-63 (22)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11-18	gG-40	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22-37	gG-50 (18,5) gG-63 (22) gG-80 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	37-55	gG-80 (30) gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-160	NZMB2-A200	160
C2	75-90	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	45-55	gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-150 (37) gG-160 (45)	NZMB2-A200	150
C4	75-90	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tableau 7.20 380-480 V, protections de tailles A, B et C

## 525-600 V, protections de tailles A, B et C

Protection	Puissance [kW]	Taille de fusible recommandée	Fusible max. recommandé	Disjoncteur recommandé Moeller	Seuil de déclenchement max. [A]
A2	1,1-4,0	gG-10	gG-25	PKZM0-25	25
A3	5,5-7,5	gG-10 (5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	1,1-7,5	gG-10 (0,75-5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-18	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-40 (18,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22-30	gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11-18,5	gG-25 (11) gG-32 (15)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22-37	gG-40 (18,5) gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	37-55	gG-63 (37) gG-100 (45) aR-160 (55)	gG-160 (37-45) aR-250 (55)	NZMB2-A200	160
C2	75-90	aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	45-55	gG-63 (37) gG-100 (45)	gG-150	NZMB2-A200	150
C4	75-90	aR-160 (55) aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

7

Tableau 7.21 52-600 V, protections de tailles A, B et C

## 525-690 V, protections de tailles A, B et C

Protection	Puissance [kW]	Taille de fusible recommandée	Fusible max. recommandé	Disjoncteur recommandé Danfoss	Seuil de déclenchement max. [A]
A3	1,1	gG-6	gG-25	CTI25M 10-16	16
	1,5	gG-6	gG-25	CTI25M 10-16	16
	2,2	gG-6	gG-25	CTI25M 10-16	16
	3	gG-10	gG-25	CTI25M 10-16	16
	4	gG-10	gG-25	CTI25M 10-16	16
	5,5	gG-16	gG-25	CTI25M 10-16	16
	7,5	gG-16	gG-25	CTI25M 10-16	16
B2	11	gG-25	gG-63		
	15	gG-25	gG-63		
	18	gG-32			
	22	gG-32			
C2	30	gG-40			
	37	gG-63	gG-80		
	45	gG-63	gG-100		
	55	gG-80	gG-125		
	75	gG-100	gG-160		
C3	37	gG-100	gG-125		
	45	gG-125	gG-160		

Tableau 7.22 525-690 V, protections de tailles A, B et C

## 7.7.2 Conformité UL

1 x 200-240 V, protections de tailles A, B et C

Taille de fusible max. recommandée													
Power [kW]	Taille max. du fusible d'entrée [A]	Bussmann JFHR2	Bussmann RK1	Bussmann J	Bussmann T	Bussmann CC	Bussmann CC	Bussmann CC	SIBA RK1	Littelfuse RK1	Ferraz-Shawmut CC	Ferraz-Shawmut RK1	Ferraz-Shawmut J
1,1	15	FWX-15	KTN-R15	JKS-15	JJN-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15	5017906-016	KLN-R15	ATM-R15	A2K-15R	HSJ15
1,5	20	FWX-20	KTN-R20	JKS-20	JJN-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20	5017906-020	KLN-R20	ATM-R20	A2K-20R	HSJ20
2,2	30 <sup>1)</sup>	FWX-30	KTN-R30	JKS-30	JJN-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30	5012406-032	KLN-R30	ATM-R30	A2K-30R	HSJ30
3,0	35	FWX-35	KTN-R35	JKS-35	JJN-35	---	---	---	---	KLN-R35	---	A2K-35R	HSJ35
3,7	50	FWX-50	KTN-R50	JKS-50	JJN-50	---	---	---	5014006-050	KLN-R50	---	A2K-50R	HSJ50
5,5	60 <sup>2)</sup>	FWX-60	KTN-R60	JKS-60	JJN-60	---	---	---	5014006-063	KLN-R60	---	A2K-60R	HSJ60
7,5	80	FWX-80	KTN-R80	JKS-80	JJN-80	---	---	---	5014006-080	KLN-R80	---	A2K-80R	HSJ80
15	150	FWX-150	KTN-R150	JKS-150	JJN-150	---	---	---	2028220-150	KLN-R150	---	A2K-150R	HSJ150
22	200	FWX-200	KTN-R200	JKS-200	JJN-200	---	---	---	2028220-200	KLN-R200	---	A2K-200R	HSJ200

Tableau 7.23 1 x 200-240 V, protections de tailles A, B et C

1) Siba autorisé jusqu'à 32 A.

2) Siba autorisé jusqu'à 63 A.

**1 x 380-500 V, protections de tailles B et C**

Taille de fusible max. recommandée													
Power [kW]	Taille max. des fusibles d'entrée [A]	Bussmann JFHR2	Bussmann RK1	Bussmann J	Bussmann T	Bussmann CC	Bussmann CC	Bussmann CC	SIBA RK1	Littelfuse RK1	Ferraz-Shawmut CC	Ferraz-Shawmut RK1	Ferraz-Shawmut J
7,5	60	FWH-60	KTS-R60	JKS-60	JJS-60				5014006-063	KLS-R60	-	A6K-60R	HSJ60
11	80	FWH-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80				2028220-100	KLS-R80	-	A6K-80R	HSJ80
22	150	FWH-150	KTS-R150	JKS-150	JJS-150				2028220-160	KLS-R150	-	A6K-150R	HSJ150
37	200	FWH-200	KTS-R200	JKS-200	JJS-200				2028220-200	KLS-200		A6K-200R	HSJ200

**Tableau 7.24 1 x 380-500 V, protections de tailles B et C**

- Les fusibles KTS de Bussmann peuvent remplacer les fusibles KTN pour les variateurs de fréquence de 240 V.
- Les fusibles FWH de Bussmann peuvent remplacer les fusibles FWX pour les variateurs de fréquence de 240 V.
- Les fusibles JJS de Bussmann peuvent remplacer les fusibles JJN pour les variateurs de fréquence de 240 V.
- Les fusibles KLSR de Littelfuse peuvent remplacer les fusibles KLNK pour les variateurs 240 V.
- Les fusibles A6KR de Ferraz-Shawmut peuvent remplacer les fusibles A2KR pour les variateurs de fréquence de 240 V.

**3 x 200-240 V, protections de tailles A, B et C**

Taille de fusible max. recommandée						
Puissance [kW]	Bussmann Type RK1 <sup>1)</sup>	Bussmann Type J	Bussmann Type T	Bussmann Type CC	Bussmann	Bussmann Type CC
0,25-0,37	KTN-R-05	JKS-05	JJN-05	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
0,55-1,1	KTN-R-10	JKS-10	JJN-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
1,5	KTN-R-15	JKS-15	JJN-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
2,2	KTN-R-20	JKS-20	JJN-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
3,0	KTN-R-25	JKS-25	JJN-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
3,7	KTN-R-30	JKS-30	JJN-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
5,5-7,5	KTN-R-50	JKS-50	JJN-50	-	-	-
11	KTN-R-60	JKS-60	JJN-60	-	-	-
15	KTN-R-80	JKS-80	JJN-80	-	-	-
18,5-22	KTN-R-125	JKS-125	JJN-125	-	-	-
30	KTN-R-150	JKS-150	JJN-150	-	-	-
37	KTN-R-200	JKS-200	JJN-200	-	-	-
45	KTN-R-250	JKS-250	JJN-250	-	-	-

**Tableau 7.25 3 x 200-240 V, protections de tailles A, B et C**

Puissance [kW]	Taille de fusible max. recommandée							
	SIBA Type RK1	Littelfuse Type RK1	Ferraz-Shawmut Type CC	Ferraz-Shawmut Type RK1 <sup>2)</sup>	Bussmann Type JFHR2 <sup>3)</sup>	Littelfuse JFHR2	Ferraz-Shawmut JFHR2 <sup>4)</sup>	Ferraz-Shawmut J
0,25-0,37	5017906-005	KLN-R-05	ATM-R-05	A2K-05-R	FWX-5	-	-	HSJ-6
0,55-1,1	5017906-010	KLN-R-10	ATM-R-10	A2K-10-R	FWX-10	-	-	HSJ-10
1,5	5017906-016	KLN-R-15	ATM-R-15	A2K-15-R	FWX-15	-	-	HSJ-15
2,2	5017906-020	KLN-R-20	ATM-R-20	A2K-20-R	FWX-20	-	-	HSJ-20
3,0	5017906-025	KLN-R-25	ATM-R-25	A2K-25-R	FWX-25	-	-	HSJ-25
3,7	5012406-032	KLN-R-30	ATM-R-30	A2K-30-R	FWX-30	-	-	HSJ-30
5,5-7,5	5014006-050	KLN-R-50	-	A2K-50-R	FWX-50	-	-	HSJ-50
11	5014006-063	KLN-R-60	-	A2K-60-R	FWX-60	-	-	HSJ-60
15	5014006-080	KLN-R-80	-	A2K-80-R	FWX-80	-	-	HSJ-80
18,5-22	2028220-125	KLN-R-125	-	A2K-125-R	FWX-125	-	-	HSJ-125
30	2028220-150	KLN-R-150	-	A2K-150-R	FWX-150	L25S-150	A25X-150	HSJ-150
37	2028220-200	KLN-R-200	-	A2K-200-R	FWX-200	L25S-200	A25X-200	HSJ-200
45	2028220-250	KLN-R-250	-	A2K-250-R	FWX-250	L25S-250	A25X-250	HSJ-250

Tableau 7.26 3 x 200-240 V, protections de tailles A, B et C

- 1) Les fusibles KTS de Bussmann peuvent remplacer les fusibles KTN pour les variateurs de fréquence de 240 V.
- 2) Les fusibles A6KR de Ferraz-Shawmut peuvent remplacer les fusibles A2KR pour les variateurs de fréquence de 240 V.
- 3) Les fusibles FWH de Bussmann peuvent remplacer les fusibles FWX pour les variateurs de fréquence de 240 V.
- 4) Les fusibles A50X de Ferraz-Shawmut peuvent remplacer les fusibles A25X pour les variateurs de fréquence de 240 V.

**3 x 380-480 V, protections de tailles A, B et C**

Power [kW]	Taille de fusible max. recommandée					
	Bussmann Type RK1	Bussmann Type J	Bussmann Type T	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC
-	KTS-R-6	JKS-6	JJS-6	FNQ-R-6	KTK-R-6	LP-CC-6
1,1-2,2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11	KTS-R-40	JKS-40	JJS-40	-	-	-
15	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
22	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
30	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
37	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
45	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
55	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
75	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	-	-	-
90	KTS-R-250	JKS-250	JJS-250	-	-	-

Tableau 7.27 3 x 380-480 V, protections de tailles A, B et C

Puissance [kW]	Taille de fusible max. recommandée							
	SIBA Type RK1	Littelfuse Type RK1	Ferraz-Shawmut Type CC	Ferraz-Shawmut Type RK1	Bussmann JFHR2	Ferraz-Shawmut J	Ferraz-Shawmut JFHR2 <sup>1)</sup>	Littelfuse JFHR2
-	5017906-006	KLS-R-6	ATM-R-6	A6K-6-R	FWH-6	HSJ-6	-	-
1,1-2,2	5017906-010	KLS-R-10	ATM-R-10	A6K-10-R	FWH-10	HSJ-10	-	-
3	5017906-016	KLS-R-15	ATM-R-15	A6K-15-R	FWH-15	HSJ-15	-	-
4	5017906-020	KLS-R-20	ATM-R-20	A6K-20-R	FWH-20	HSJ-20	-	-
5,5	5017906-025	KLS-R-25	ATM-R-25	A6K-25-R	FWH-25	HSJ-25	-	-
7,5	5012406-032	KLS-R-30	ATM-R-30	A6K-30-R	FWH-30	HSJ-30	-	-
11	5014006-040	KLS-R-40	-	A6K-40-R	FWH-40	HSJ-40	-	-
15	5014006-050	KLS-R-50	-	A6K-50-R	FWH-50	HSJ-50	-	-
22	5014006-063	KLS-R-60	-	A6K-60-R	FWH-60	HSJ-60	-	-
30	2028220-100	KLS-R-80	-	A6K-80-R	FWH-80	HSJ-80	-	-
37	2028220-125	KLS-R-100	-	A6K-100-R	FWH-100	HSJ-100	-	-
45	2028220-125	KLS-R-125	-	A6K-125-R	FWH-125	HSJ-125	-	-
55	2028220-160	KLS-R-150	-	A6K-150-R	FWH-150	HSJ-150	-	-
75	2028220-200	KLS-R-200	-	A6K-200-R	FWH-200	HSJ-200	A50-P-225	L50-S-225
90	2028220-250	KLS-R-250	-	A6K-250-R	FWH-250	HSJ-250	A50-P-250	L50-S-250

Tableau 7.28 3 x 380-480 V, protections de tailles A, B et C

1) Les fusibles A50QS de Ferraz-Shawmut peuvent remplacer les fusibles A50P.

**3 x 525-600 V, protections de tailles A, B et C**

Puissance [kW]	Taille de fusible max. recommandée									
	Bussmann Type RK1	Bussmann Type J	Bussmann Type T	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC	SIBA Type RK1	Littelfuse Type RK1	Ferraz-Shawmut Type RK1	Ferraz-Shawmut J
0,75-1,1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5	5017906-005	KLS-R-005	A6K-5-R	HSJ-6
1,5-2,2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10	5017906-010	KLS-R-010	A6K-10-R	HSJ-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15	5017906-016	KLS-R-015	A6K-15-R	HSJ-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20	5017906-020	KLS-R-020	A6K-20-R	HSJ-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25	5017906-025	KLS-R-025	A6K-25-R	HSJ-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HSJ-30
11-15	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-	5014006-040	KLS-R-035	A6K-35-R	HSJ-35
18	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HSJ-45
22	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-	5014006-050	KLS-R-050	A6K-50-R	HSJ-50
30	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HSJ-60
37	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HSJ-80
45	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HSJ-100
55	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-	2028220-125	KLS-R-125	A6K-125-R	HSJ-125
75	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-	2028220-150	KLS-R-150	A6K-150-R	HSJ-150
90	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-	2028220-200	KLS-R-175	A6K-175-R	HSJ-175

Tableau 7.29 3 x 525-600 V, protections de tailles A, B et C

3 x 525-690 V, protections de tailles B et C

Puissance [kW]	Taille de fusible max. recommandée							
	Fusible d'entrée max. [A]	Bussmann E52273 RK1/JDDZ	Bussmann E4273 J/JDDZ	Bussmann E4273 T/JDDZ	SIBA E180276 RK1/JDDZ	Littelfuse E81895 RK1/JDDZ	Ferraz-Shawmut E163267/E2137 RK1/JDDZ	Ferraz-Shawmut E2137 J/HSJ
11-15	30	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HST-30
22	45	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HST-45
30	60	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HST-60
37	80	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HST-80
45	90	KTS-R-90	JKS-90	JJS-90	5014006-100	KLS-R-090	A6K-90-R	HST-90
55	100	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HST-100
75	125	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	2028220-125	KLS-150	A6K-125-R	HST-125
90	150	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	2028220-150	KLS-175	A6K-150-R	HST-150

Tableau 7.30 3 x 525-690 V, protections de tailles B et C

## 7.8 Dimensionnements puissance, poids et dimensions

Taille de protection [kW]	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
1 x 200-240 V	S2	1,1	1,1-2,2	1,1	1,5-3,7	7,5	-	-	15	22	-	-
3 x 200-240 V	T2	3,7	0,25-2,2	0,25-3,7	5,5-11	15	5,5-11	15-18,5	18,5-30	37-45	22-30	37-45
1 x 380-480 V	S4	-	1,1-4,0	-	7,5	11	-	-	18	37	-	-
3 x 380-480 V	T4	5,5-7,5	0,37-4,0	0,37-7,5	11-18,5	22-30	11-18,5	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
3 x 525-600 V	T6	0,75-7,5	-	0,75-7,5	11-18,5	22-30	11-18,5	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
3 x 525-690 V	T7	-	-	-	-	11-30	-	-	-	37-90	-	-
IP	20	20	55/66	55/66	21/55/66	21/55/66	20	20	21/55/66	21/55/66	20	20
NEMA	Châssis Type 1	Châssis Type 1	Type 12/4X	Type 12/4X	Type 1/12/4X	Type 1/12/4X	Châssis	Châssis	Type 1/12/4X	Type 1/12/4X	Châssis	Châssis
<b>Hauteur [mm]</b>												
Hauteur de la plaque arrière	A	268	375	390	420	480	650	520	680	770	550	660
Hauteur avec plaque de découplage pour câbles de bus de terrain	A	374	-	-	-	-	-	595	-	-	630	800
Distance entre les trous de fixation	a	257	350	401	402	454	624	495	648	739	521	631
<b>Largeur [mm]</b>												
Largeur de plaque arrière	B	90	130	200	242	242	242	231	308	370	308	370
Largeur de plaque arrière avec une option C	B	130	170	-	242	242	242	231	308	370	308	370
Largeur de plaque arrière avec deux options C	B	90	130	-	242	242	242	231	308	370	308	370
Distance entre les trous de fixation	f	70	110	171	215	210	210	200	272	334	270	330
<b>Profondeur<sup>1)</sup> [mm]</b>												
Sans option A/B	C	205	205	175	200	260	260	242	310	335	333	333
Avec option A/B	C	220	220	175	200	260	260	242	310	335	333	333
<b>Trous de vis [mm]</b>												
c	8,0	8,0	8,0	8,25	8,2	12	12	-	12	12	-	-
d	ø11	ø11	ø11	ø12	ø12	ø19	ø19	-	ø19	ø19	-	-
e	ø5,5	ø5,5	ø5,5	ø6,5	ø6,5	ø9	ø9	8,5	ø9,0	ø9,0	8,5	8,5
f	9	9	9	6	9	9	9	15	9,8	9,8	17	17

Taille de protection [kW]	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
1 x 200-240 V	-	1,1	1,1-2,2	1,1	1,5-3,7	7,5	-	-	15	22	-	-
3 x 200-240 V	0,25-3,0	3,7	0,25-2,2	0,25-3,7	5,5-11	15	5,5-11	15-18,5	18,5-30	37-45	22-30	37-45
1 x 380-480 V	-	-	1,1-4,0	-	7,5	11	-	-	18	37	-	-
3 x 380-480 V	0,37-4,0	5,5-7,5	0,37-4,0	0,37-7,5	11-18,5	22-30	11-18,5	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
3 x 525-600 V	-	0,75-7,5	-	0,75-7,5	11-18,5	22-30	11-18,5	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
3 x 525-690 V	-	-	-	-	-	11-30	-	-	-	37-90	-	-
Poids maximal [kg]	4,9	6,6	9,7	14	23	27	12	23,5	45	65	35	50

1) La profondeur de la protection varie selon les options installées.

Tableau 7.31 Dimensionnements puissance, poids et dimensions

## 7.9 Test dU/dt

Pour éviter l'endommagement des moteurs sans papier d'isolation de phase ou autre renforcement d'isolation prévu pour l'exploitation du variateur de fréquence, il est vivement recommandé d'installer un filtre dU/dt ou LC à la sortie du variateur de fréquence.

Quand un transistor est activé dans le pont de l'onduleur, la tension appliquée au moteur augmente selon un rapport dU/dt dépendant :

- de l'inductance moteur
- du câble moteur (type, section, longueur, blindage ou non)

L'auto-induction entraîne un pic de tension du moteur avant de se stabiliser. Le niveau dépend de la tension dans le circuit intermédiaire.

Le pic de tension sur les bornes du moteur est causé par l'activation des IGBT. Le temps de montée et le pic de tension influencent tous deux la durée de vie du moteur. Une tension de pointe trop élevée affecte principalement les moteurs dépourvus d'isolation de bobines entre phases.

Avec des câbles moteur courts (quelques mètres), le temps de montée et le pic de tension sont plus faibles. Le temps de montée et le pic de tension augmentent avec la longueur du câble.

Le variateur de fréquence est conforme aux normes CEI 60034-25 et CEI 60034-17 pour la construction du moteur.

### 7.9.1 Tension de pointe sur le moteur

Pour obtenir les valeurs approximatives des longueurs de câble et des tensions qui ne sont pas mentionnées ci-après, utiliser les règles empiriques suivantes :

1. Le temps de montée augmente/diminue proportionnellement à la longueur de câble.
2.  $U_{\text{POINTE}} = \text{tension continue circuit intermédiaire} \times 1,9$   
(tension continue circuit intermédiaire = tension d'alimentation  $\times 1,35$ ).
3. 
$$dU/dt = \frac{0,8 \times U_{\text{POINTE}}}{\text{Temps de montée}}$$

Les données sont mesurées conformément à la norme CEI 60034-17.

Les longueurs de câbles sont exprimées en mètres.

### 200-240 V (T2)

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [ $\mu$ s]	$U_{\text{PEAK}}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	240	0,226	0,616	2,142
50	240	0,262	0,626	1,908
100	240	0,650	0,614	0,757
150	240	0,745	0,612	0,655

Tableau 7.32 Variateur de fréquence, P5K5, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [ $\mu$ s]	$U_{\text{PEAK}}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
5	230	0,13	0,510	3,090
50	230	0,23	0,590	2,034
100	230	0,54	0,580	0,865
150	230	0,66	0,560	0,674

Tableau 7.33 Variateur de fréquence, P7K5, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [ $\mu$ s]	$U_{\text{PEAK}}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	240	0,264	0,624	1,894
136	240	0,536	0,596	0,896
150	240	0,568	0,568	0,806

Tableau 7.34 Variateur de fréquence, P11K, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [ $\mu$ s]	$U_{\text{PEAK}}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
30	240	0,556	0,650	0,935
100	240	0,592	0,594	0,807
150	240	0,708	0,575	0,669

Tableau 7.35 Variateur de fréquence, P15K, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [ $\mu$ s]	$U_{\text{PEAK}}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,832
150	240	0,720	0,574	0,661

Tableau 7.36 Variateur de fréquence, P18K, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [ $\mu$ s]	$U_{\text{PEAK}}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,560	0,580	0,832
150	240	0,720	0,574	0,661

Tableau 7.37 Variateur de fréquence, P22K, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	240	0,194	0,626	2,581
50	240	0,252	0,574	1,929
150	240	0,444	0,538	0,977

Tableau 7.38 Variateur de fréquence, P30K, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	240	0,300	0,598	1,593
100	240	0,536	0,566	0,843
150	240	0,776	0,546	0,559

Tableau 7.39 Variateur de fréquence, P37K, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	240	0,300	0,598	1,593
100	240	0,536	0,566	0,843
150	240	0,776	0,546	0,559

Tableau 7.40 Variateur de fréquence, P45K, T2

## 380-480 V (T4)

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	400	0,640	0,690	0,862
50	400	0,470	0,985	0,985
150	400	0,760	1,045	0,947

Tableau 7.41 Variateur de fréquence, P1K5, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	400	0,172	0,890	4,156
50	400	0,310		2,564
150	400	0,370	1,190	1,770

Tableau 7.42 Variateur de fréquence, P4K0, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	400	0,04755	0,739	8,035
50	400	0,207	1,040	4,548
150	400	0,6742	1,030	2,828

Tableau 7.43 Variateur de fréquence, P7K5, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	400	0,408	0,718	1,402
100	400	0,364	1,050	2,376
150	400	0,400	0,980	2,000

Tableau 7.44 Variateur de fréquence, P11K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	400	0,422	1,060	2,014
100	400	0,464	0,900	1,616
150	400	0,896	1,000	0,915

Tableau 7.45 Variateur de fréquence, P15K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	400	0,344	1,040	2,442
100	400	1,000	1,190	0,950
150	400	1,400	1,040	0,596

Tableau 7.46 Variateur de fréquence, P18K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	400	0,232	0,950	3,534
100	400	0,410	0,980	1,927
150	400	0,430	0,970	1,860

Tableau 7.47 Variateur de fréquence, P22K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	400	0,271	1,000	3,100
100	400	0,440	1,000	1,818
150	400	0,520	0,990	1,510

Tableau 7.48 Variateur de fréquence, P30K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,270	1,276	3,781
50	480	0,435	1,184	2,177
100	480	0,840	1,188	1,131
150	480	0,940	1,212	1,031

Tableau 7.49 Variateur de fréquence, P37K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	400	0,254	1,056	3,326
50	400	0,465	1,048	1,803
100	400	0,815	1,032	1,013
150	400	0,890	1,016	0,913

Tableau 7.50 Variateur de fréquence, P45K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
10	400	0,350	0,932	2,130

Tableau 7.51 Variateur de fréquence, P55K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,371	1,170	2,466

Tableau 7.52 Variateur de fréquence, P75K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	400	0,364	1,030	2,264

Tableau 7.53 Variateur de fréquence, P90K, T4

**525-600 V (T6)**

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	600	0,304	1,560	4,105
50	600	0,300	1,550	4,133
100	600	0,536	1,640	2,448
150	600	0,576	1,640	2,278

Tableau 7.54 Variateur de fréquence, P11K, T6

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	600	0,084	1,560	7,962
50	600	0,120	1,540	5,467
100	600	0,165	1,472	3,976
150	600	0,190	1,530	3,432

Tableau 7.55 Variateur de fréquence, P22K, T6

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	600	0,276	1,184	4,290

Tableau 7.56 Variateur de fréquence, P55K, T6

**525-690 V (T7)**

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
80	690	0,580	1,728	2,369
130	690	0,930	1,824	1,569
180	690	0,925	1,818	1,570

Tableau 7.57 Variateur de fréquence, P7K5, T7

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	690	0,250	1,440	4,608
105	690	0,570	1,800	2,526
180	690	0,982	1,840	1,499

Tableau 7.58 Variateur de fréquence, P45K, T7

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/µs]
6	690	0,238	1,416	4,739
50	690	0,358	1,764	3,922
150	690	0,465	1,872	3,252

Tableau 7.59 Variateur de fréquence, P55K, T7

**7.10 Caractéristiques du bruit acoustique**

Taille de protection	Vitesse du ventilateur à 50 % [dBA]	Vitesse maximale du ventilateur [dBA]
A1	51	60
A2	51	60
A3	51	60
A4	51	60
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
B4	52	62
C1	52	62
C2	55	65
C4	56	71
D3h	58	71

Tableau 7.60 Caractéristiques du bruit acoustique

Les valeurs sont mesurées à 1 m de l'unité.

**7**

## 7.11 Options sélectionnées

### 7.11.1 Module d'E/S à usage général MCB 101 VLT®

Le MCB 101 sert d'extension des entrées et sorties digitales et analogiques.

Installer le MCB 101 dans l'emplacement B du variateur de fréquence.

Contenu :

- Module d'option MCB 101
- Fixation étendue pour LCP

### 7.11.2 VLT® Relay Card MCB 105

L'option de relais MCB 105 inclut 3 contacts SPDT et doit être installée dans l'emplacement de l'option B.

Données électriques

Charge max. sur les bornes (CA-1) <sup>1)</sup> (charge résistive)	240 V CA 2 A
Charge max. sur les bornes (CA-15) <sup>1)</sup> (charge inductive à cosφ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Charge max. sur les bornes (CC-1) <sup>1)</sup> (charge résistive)	24 V CC 1 A
Charge max. sur les bornes (CC-13) <sup>1)</sup> (charge inductive)	24 V CC 0,1 A
Charge min. sur les bornes (CC)	5 V 10 mA
Vitesse de commutation max. à charge nominale/min.	6 minimum <sup>-1</sup> /20 s <sup>-1</sup>

1) CEI 947 parties 4 et 5

Lorsque le kit d'option relais est commandé séparément, il comprend :

- Module relais MCB 105
- Fixation LCP et protection borniers plus grandes
- Étiquette permettant de recouvrir l'accès aux commutateurs S201, S202 et S801
- Étriers de fixation des câbles au module relais

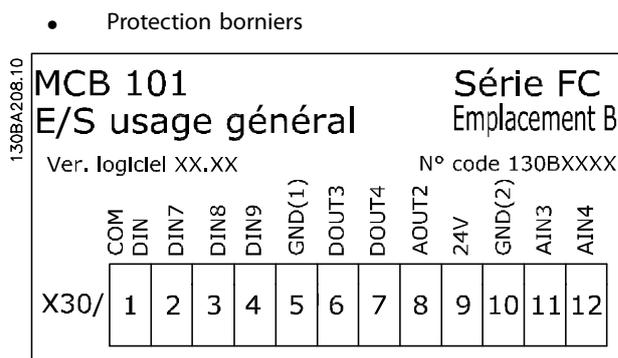
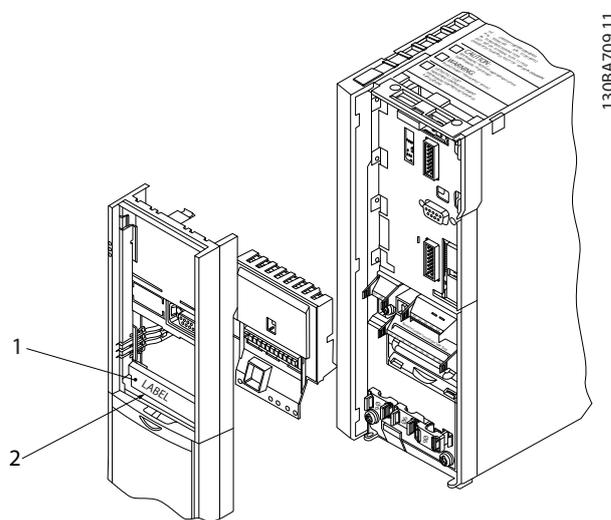


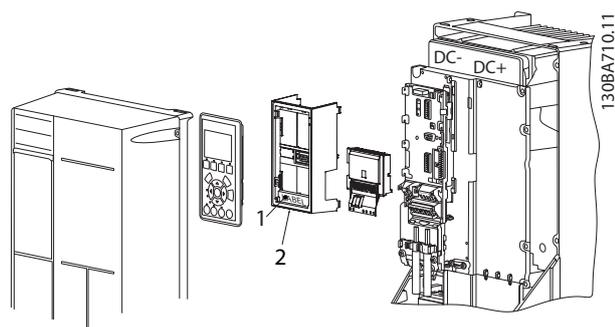
Illustration 7.2 Option MCB 101

7



1	<b>AVERTISSEMENT !</b> L'étiquette DOIT être placée sur le châssis du LCP, comme illustré (approbation UL).
2	Carte relais

Illustration 7.3 Protections de tailles A2-A3-B3

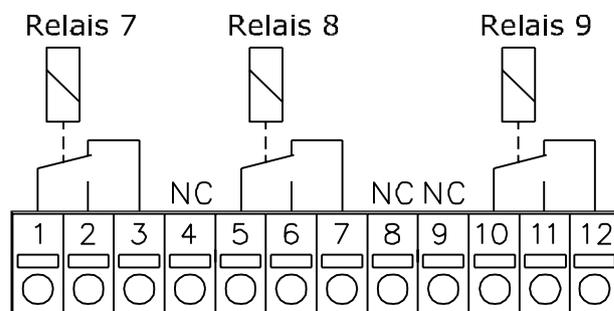


1	<b>ATTENTION !</b> L'étiquette DOIT être placée sur le châssis du LCP, comme illustré (approbation UL).
2	Carte relais

Illustration 7.4 Protections de tailles A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4

**AVIS!**

Pour accéder à l'interrupteur de terminaison S801 du RS485 ou aux interrupteurs de courant/tension S201/ S202, démonter la carte relais (voir l'illustration 7.3 et l'illustration 7.4, position 2).



130BA162.10  
Illustration 7.6 Relais

**WARNING**

Warning Dual Supply

130BE040.10

Illustration 7.5 Étiquette d'avertissement placée sur l'option

Comment ajouter l'option MCB 105 de la carte relais :

1. Couper l'alimentation du variateur de fréquence.
2. Couper l'alimentation des connexions sous tension sur les bornes de relais.
3. Retirer le LCP, la protection borniers et la fixation du LCP du variateur de fréquence.
4. Installer l'option MCB 105 dans l'emplacement B.
5. Brancher les câbles de commande et les fixer à l'aide des bandes fournies.
6. Veiller à ce que la longueur de fil attachée soit correcte (voir l'illustration 7.7).
7. Ne pas mélanger éléments sous tension (haute tension) et signaux de commande (PELV).
8. Installer la fixation du LCP et la protection borniers correspondantes.
9. Remettre le LCP en place.
10. Remettre le variateur de fréquence sous tension.
11. Sélectionner les fonctions de relais aux par.  
paramètre 5-40 Fonction relais [6-8],  
paramètre 5-41 Relais, retard ON [6-8] et  
paramètre 5-42 Relais, retard OFF [6-8].

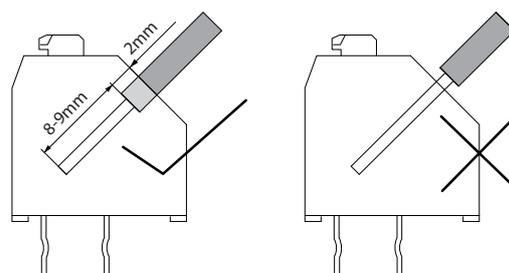
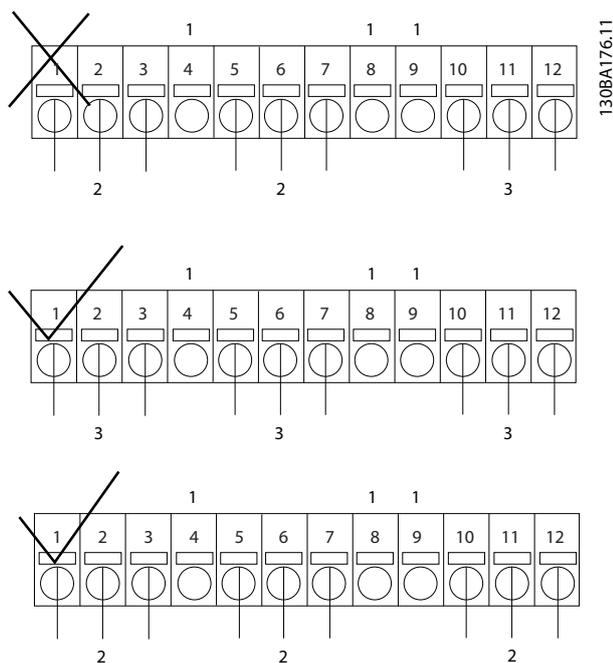


Illustration 7.7 Insertion correcte des fils

130BA177.10

**AVIS!**

La zone [6] est le relais 7, la zone [7] est le relais 8 et la zone [8] est le relais 9



130BA176.11

130BA638.10

1	NF
2	Pièce sous tension
3	PELV

Illustration 7.8 Câblage correct du relais

**AVIS!**

Ne pas mélanger les systèmes 24/48 V et les systèmes haute tension.

7.11.3 Carte thermistance PTC VLT® MCB 112

L'option MCB 112 permet la surveillance de la température d'un moteur électrique via une entrée thermistance PTC isolée galvaniquement. C'est une option B pour les variateurs de fréquence avec STO.

Pour les différentes applications possibles, se reporter au chapitre 4 Exemples d'applications.

X44/1 et X44/2 sont les entrées de thermistance. X44/12 active le STO du variateur de fréquence (T37) si les valeurs de thermistance le rendent nécessaires et X44/10 informe le variateur de fréquence que la demande de STO provient du MCB 112 afin d'assurer une gestion adaptée des alarmes. L'un des paramètres des entrées digitales (ou l'entrée digitale d'une option montée) doit être réglé sur [80] Carte PTC 1 afin d'utiliser l'information provenant de X44/10. Configurer le par. paramètre 5-19 Arrêt de sécurité borne 37 sur la fonctionnalité STO souhaitée (alarme d'arrêt de sécurité par défaut).

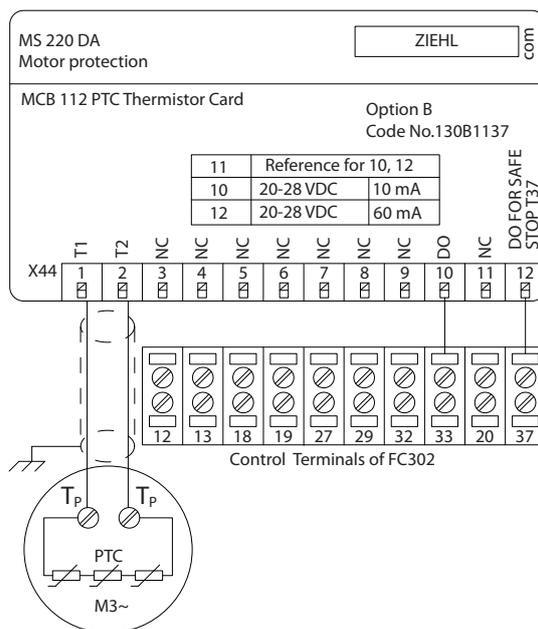


Illustration 7.9 Installation de MCB 112

**Certification ATEX avec FC 102, FC 103, FC 202 et FC 302**

Le MCB 112 a été certifié ATEX, ce qui signifie que le variateur de fréquence avec le MCB 112 peut être utilisé avec des moteurs dans des atmosphères potentiellement explosives. Voir le Manuel d'utilisation de la carte thermistance PTC MCB 112 VLT® pour plus d'informations.

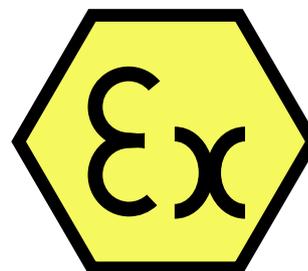


Illustration 7.10 Atmosphère EXplosive (ATEX)

## Données électriques

## Connexion de résistance

PTC conforme aux normes DIN 44081 et DIN 44082

Chiffre	1 à 6 résistances en série
Valeur de fermeture	3,3 Ω ... 3,65 Ω ... 3,85 Ω
Valeur de reset	1,7 Ω ... 1,8 Ω ... 1,95 Ω
Tolérance de déclenchement	± 6 °C
Résistance collective de la boucle du capteur	< 1,65 Ω
Tension de la borne	≤ 2,5 V pour R ≤ 3,65 Ω, ≤ 9 V pour R = ∞
Courant du capteur	≤ 1 mA
Court-circuit	20 Ω ≤ R ≤ 40 Ω
Puissance consommée	60 mA

## Conditions de test

EN 60 947-8

Mesure de résistance aux surtensions	6000 V
Catégorie de surtension	III
Degré de pollution	2
Mesure d'isolation de tension Vbis	690 V
Isolation galvanique fiable jusqu'à Vi	500 V
Plage de température ambiante nominale	-20 °C à +60 °C
	EN 60068-2-1 Chaleur sèche
Humidité	5-95 %, pas de condensation autorisée
Résistance aux vibrations	10 à 1 000 Hz 1,14 g
Résistance aux chocs	50 g

## Valeurs du système de sécurité

EN 61508 pour Tu = 75 °C continu

SIL	2 pour cycle de maintenance de 2 ans 1 pour cycle de maintenance de 3 ans
HFT	0
PFD (pour test fonctionnel annuel)	4,10x10 <sup>-3</sup>
SFF	78%
λ <sub>s</sub> + λ <sub>DD</sub>	8494 FIT
λ <sub>DU</sub>	934 FIT
N° de commande 130B1137	

### 7.11.4 VLT® Extended Relay Card MCB 113

Le MCB 113 ajoute 7 entrées digitales, 2 sorties analogiques et 4 relais SPDT aux E/S du variateur de fréquence. L'E/S étendue augmente la flexibilité et permet une conformité aux recommandations allemandes NAMUR NE37.

La carte MCB 113 est une option C1 standard, automatiquement détectée après l'installation.

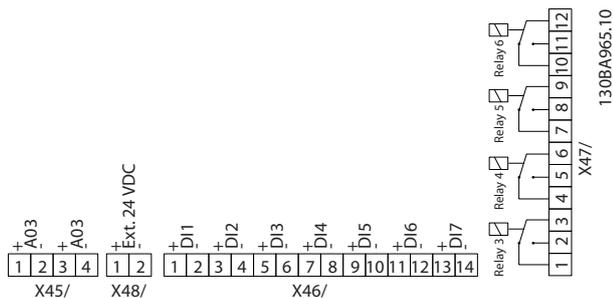


Illustration 7.11 Raccordements électriques de la MCB 113

Pour assurer une isolation galvanique entre le variateur de fréquence et la carte d'option, connecter la MCB 113 à une alimentation 24 V externe sur X48. Lorsque l'isolation galvanique n'est pas nécessaire, la carte d'option peut être alimentée par une alimentation interne 24 V provenant du variateur de fréquence.

#### Données électriques

##### Relais

Nombre	4 interrupteurs unipolaires bidirectionnels
Charge à 250 V CA/30 V CC	8 A
Charge à 250 V CA/30 V CC avec $\cos\phi = 0,4$	3,5 A
Catégorie de surtension (contact-terre)	III
Catégorie de surtension (contact-contact)	II
Combinaison de signaux 250 V et 24 V	Possible avec un relais intermédiaire inutilisé entre
Retard débit max.	10 ms
Isolé de la terre/du châssis pour une utilisation sur des systèmes de réseau IT	

##### Entrées digitales

Chiffres	7
Plage	0-24 V
Mode	PNP/NPN
Impédance d'entrée	4 kW
Bas niveau de déclenchement	6,4 V
Haut niveau de déclenchement	17 V
Retard débit max.	10 ms

##### Sorties analogiques

Chiffres	2
Plage	0/4-20 mA
Resolution	11 bits
Linéarité	<0,#2 %

### AVIS!

Pour connecter les signaux 24 V et haute tension dans les relais, veiller à ce qu'il subsiste un relais inutilisé entre le signal 24 V et le signal haute tension.

Pour configurer la MCB 113, utiliser les groupes de paramètres :

- 5-1\* Entrées digitales
- 6-7\* Sortie ANA 3
- 6-8\* Sortie ANA 4
- 14-8\* Options
- 5-4\* Relais
- 16-6\* Entrées et sorties

### AVIS!

Dans le groupe de paramètres 5-4\* Relais,

- Le tableau [2] est le relais 3.
- Le tableau [3] est le relais 4.
- Le tableau [4] est le relais 5.
- Le tableau [5] est le relais 6.

### 7.11.5 VLT<sup>®</sup> Sensor Input Option MCB 114

La carte d'option d'entrée du capteur MCB 114 peut être utilisée pour :

- Servir d'entrée de capteur pour les transmetteurs thermiques PT100 et PT1000 afin de surveiller les températures des paliers.
- Servir d'extension générale de sorties analogiques avec une entrée supplémentaire pour le contrôle de zones multiples ou les mesures de pression différentielle.
- Prendre en charge les contrôleurs du PID étendus avec des E/S pour les entrées de points de consigne, de transmetteurs/capteurs.

Les moteurs typiques, conçus avec des capteurs de température pour la protection des paliers contre la surcharge, sont équipés de 3 capteurs de température PT100/PT1000 : 1 à l'avant, 1 dans le palier à l'arrière et 1 dans les bobines du moteur. L'option d'entrée du capteur VLT<sup>®</sup> MCB 114 prend en charge des capteurs à 2 ou 3 fils avec des températures limites individuelles pour les sous/sur-températures. Le type de capteur (PT100 ou PT1000) est détecté automatiquement lors de la mise sous tension.

Si la température mesurée est en dessous de la limite inférieure ou au-dessus de la limite supérieure spécifiées par l'utilisateur, l'option génère une alarme. La température individuelle mesurée à chaque entrée de capteur peut s'afficher sur l'écran ou dans les paramètres d'affichage. En présence d'une alarme, les relais ou les sorties digitales peuvent être programmés pour être actifs au niveau haut en sélectionnant [21] *Avertis.thermiq.* dans le groupe de paramètres 5-\*\* *E/S Digitale*.

Une condition de panne est associée à un numéro commun d'avertissement/alarme. Il s'agit ici de l'*alarme/avertissement 20, Erreur entrée temp.* Toute sortie disponible peut être programmée pour être active en cas d'avertissement ou d'alarme.

#### 7.11.5.1 Spécifications électriques et mécaniques

##### Entrée analogique

Nombre d'entrées analogiques	1
Format	0-20 mA ou 4-20 mA
Fils	2
Impédance d'entrée	<200 Ω
Fréquence d'échantillonnage	1 kHz
Filtre d'ordre 3	100 Hz à 3 dB

L'option peut alimenter le capteur analogique en 24 V CC (borne 1).

##### Entrée de capteur de température

Nombre d'entrées analogiques prenant en charge PT100/1000	3
Type de signal	PT100/1000
Connexion	PT 100 2 ou 3 fils/PT1000 2 ou 3 fils
Fréquence d'entrée des PT100 et PT1000	1 Hz pour chaque canal
Résolution	10 bits
Plage de température	-50-204 °C -58-399 °F

##### Isolation galvanique

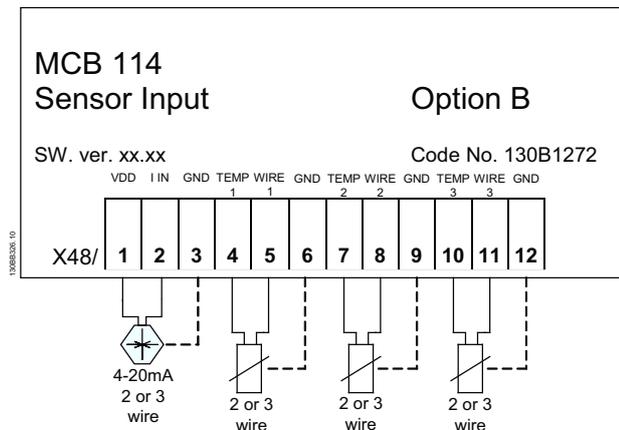
Les capteurs devant être connectés sont censés être isolés galvaniquement du niveau de la tension secteur.

CEI 61800-5-1 et UL 508C

##### Câblage

Longueur max. de câble de signal	500 m
----------------------------------	-------

### 7.11.5.2 Câblage électrique



Borne	Nom	Fonction
1	VDD	Alimentation 24 V CC du capteur 4-20 mA
2	I in	Entrée 4-20 mA
3	GND	Entrée analogique GND
4, 7, 10	Temp 1, 2, 3	Entrée température
5, 8, 11	Fil 1, 2, 3	Entrée du 3 <sup>e</sup> fil si des capteurs à 3 fils sont utilisés
6, 9, 12	GND	Entrée température GND

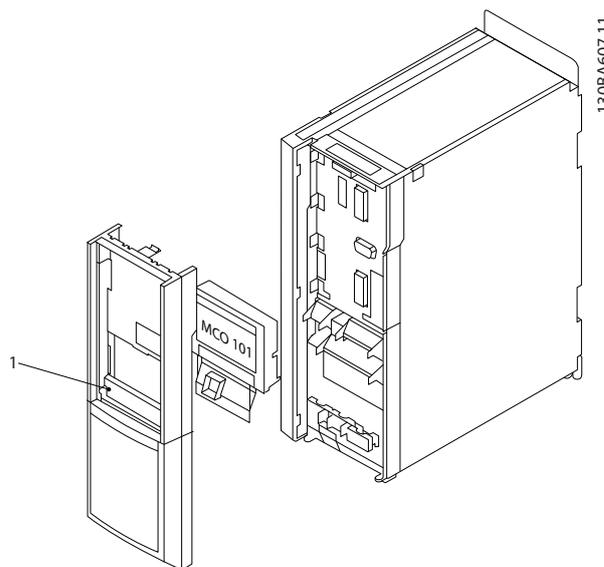
Illustration 7.12 Câblage électrique MCB 114

### 7.11.6 Contrôleur de cascade étendu VLT® MCO 101

L'option MCO 101 comprend 3 contacteurs inverseurs et peut être installée dans la fente de l'option B.

Charge max. sur les bornes (CA)	240 V CA 2 A
Charge max. sur les bornes (CC)	24 V CC 1 A
Charge min. sur les bornes (CC)	5 V 10 mA
Vitesse de commutation max. à charge nominale/ min.	6 min <sup>-1</sup> /20 s <sup>-1</sup>

Tableau 7.61 Données électriques MCO 101

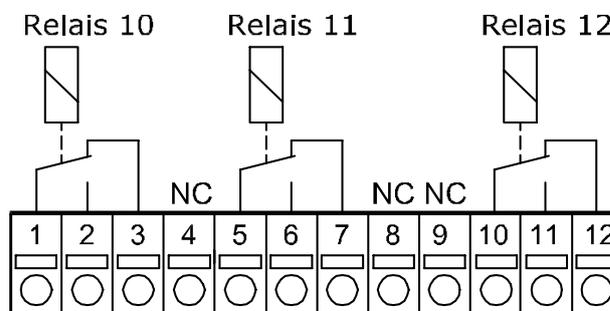


1 Démontez l'option MCO 101 pour accéder à la terminaison RS485 (S801) ou aux interrupteurs de courant/tension (S201, S202).

Illustration 7.13 Installation de l'option B

Comment ajouter l'option MCO 101 :

1. Couper l'alimentation du variateur de fréquence.
2. Couper l'alimentation des connexions sous tension sur les bornes de relais.
3. Retirer le LCP, la protection borniers et le support du FC 202.
4. Installer l'option MCO 101 dans l'emplacement B.
5. Brancher les câbles de commande et les placer sur les étriers fournis.
6. Remonter le support et la protection borniers.
7. Remonter le LCP.
8. Remettre le variateur de fréquence sous tension.



130BA606.10

Illustration 7.14 Utilisation des connexions

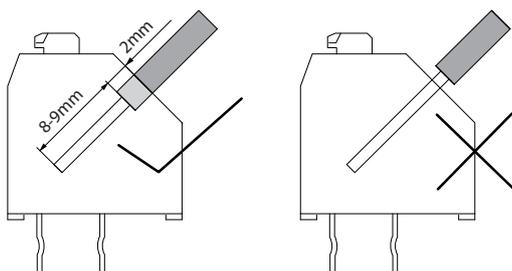


Illustration 7.15 Installation de câbles

130BA177.10

### 7.11.7 Contrôleur de cascade avancé VLT® MCO 102

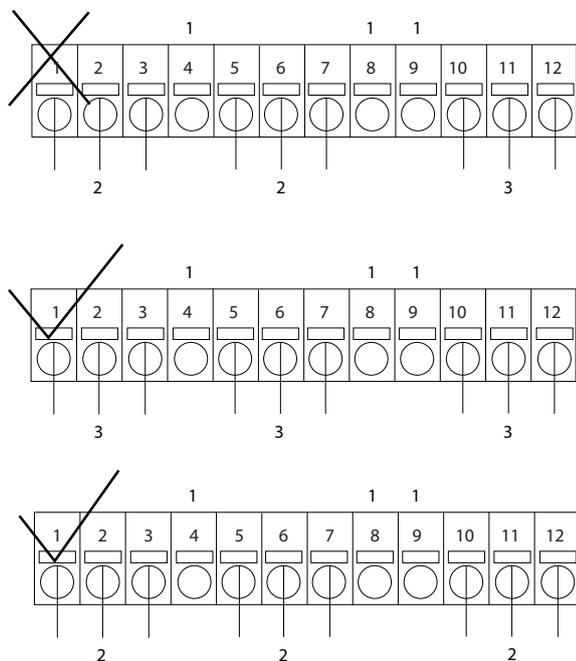
L'option MCO 102 carte de contrôleur de cascade avancé VLT est exclusivement destinée à être installée dans l'emplacement C1. La position de montage des options C1 est indiquée sur l'illustration 7.17.

Charge max. sur les bornes (CA)	240 V CA 2 A
Charge max. sur les bornes (CC)	24 V CC 1 A
Charge min. sur les bornes (CC)	5 V 10 mA
Vitesse de commutation max. à charge nominale/ min.	6 min <sup>-1</sup> /20 s <sup>-1</sup>

Tableau 7.62 Données électriques, MCO 102

## ⚠ AVERTISSEMENT

Ne pas mélanger éléments basse tension et systèmes PELV (voir l'illustration 7.16).



130BA176.11

1	NF
2	Pièce sous tension
3	PELV

Illustration 7.16 Câblages correct et incorrect du relais

### Outils nécessaires

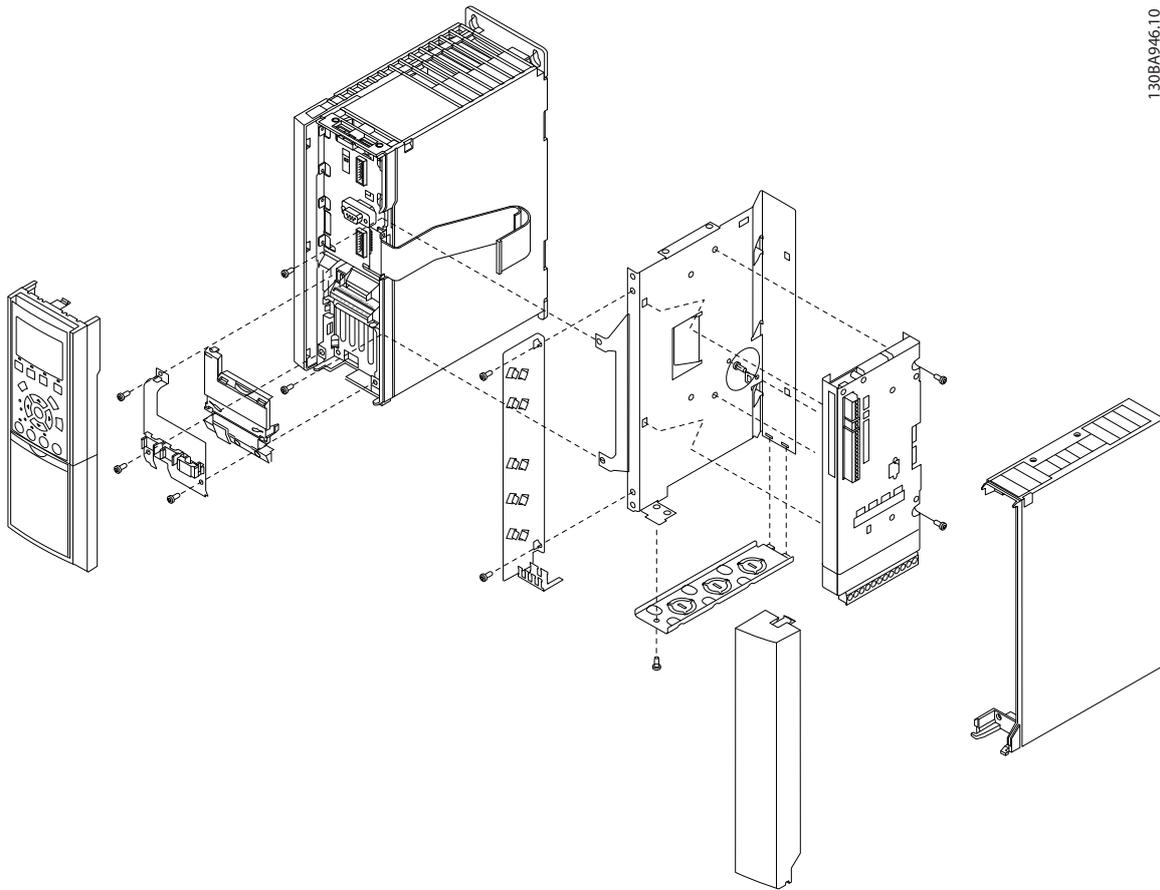
Certains éléments sont nécessaires pour l'installation d'un kit de montage de l'option C (selon la protection) :

Type	Description	Référence
<b>Options</b>		
MCF 105	Kit de montage pour châssis de tailles A2 et A3 (40 mm pour une option C)	130B7530
MCF 105	Kit de montage pour châssis de taille A5	130B7532
MCF 105	Kit de montage pour châssis de tailles B, C, D, E, F1 et F3 (sauf B3)	130B7533
MCF 105	Kit de montage pour châssis de taille B3 (40 mm pour une option C)	130B1413
<b>Sac d'accessoires</b>		
MCO 102	Sac d'accessoires	130B0152

Tableau 7.63 Références des kits de montage et du sac d'accessoires

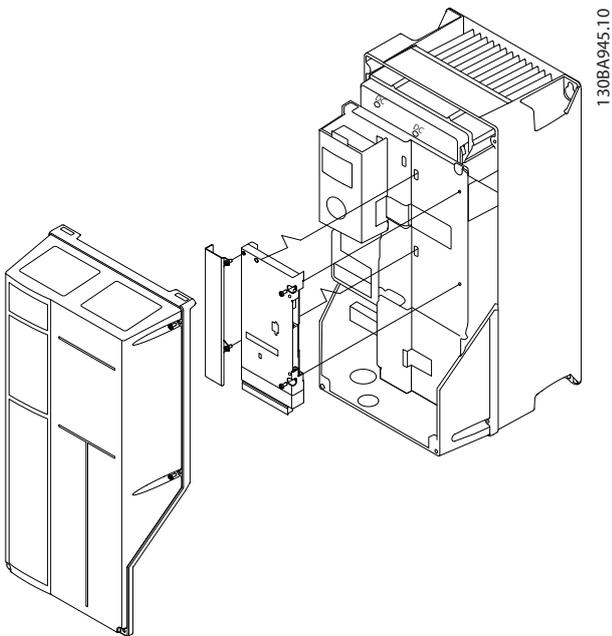
7

7



130BA946.10

Illustration 7.17 Protections A2, A3 (et B3) 40 mm (uniquement une option C)

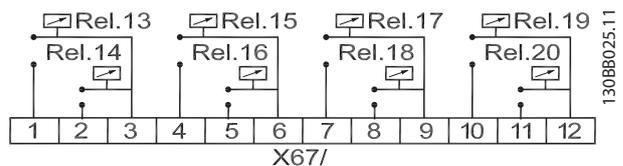


130BA945.10

Illustration 7.18 Protections B (sauf B3) et C

1. Couper l'alimentation.
2. Couper l'alimentation des connexions sous tension sur les bornes de relais.
3. Retirer le LCP, la protection borniers et le support du FC 202.
4. Installer l'option MCO 102 dans l'emplacement C1.
5. Brancher les câbles de commande et les placer sur les étriers fournis.
6. Remonter le support et la protection borniers.
7. Remonter le LCP.
8. Remettre le variateur de fréquence sous tension.

**Câblage des bornes**



130BB025.11

Illustration 7.19 Connexions des bornes du contrôleur de cascade avancé MCO 102, 8 relais

Comment ajouter l'option MCO 102

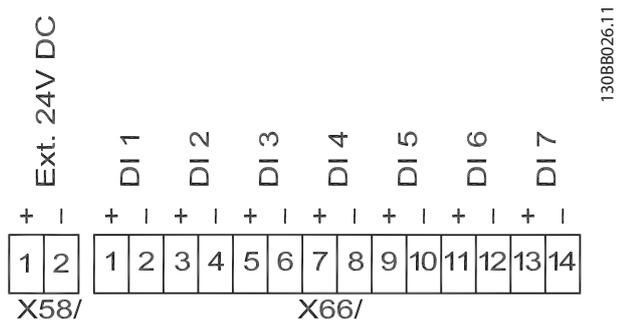


Illustration 7.20 Connexions des bornes du contrôleur de cascade avancé MCO 102 aux 7 entrées digitales et accès à l'alimentation interne 24 V CC

## 8 Annexe - Schémas sélectionnés

### 8.1 Schémas de raccordement au secteur (3 phases)

Cet ensemble de schémas a été prévu pour aider à la planification de l'accès, dans la phase de conception. Consulter le *Manuel d'utilisation* pour connaître les procédures d'installation notamment :

- Les exigences de sécurité.
- Les étapes des procédures d'installation.
- Les configurations alternatives.
- Les schémas supplémentaires.

Mise sous tension des protections A1, A2 et A3 :

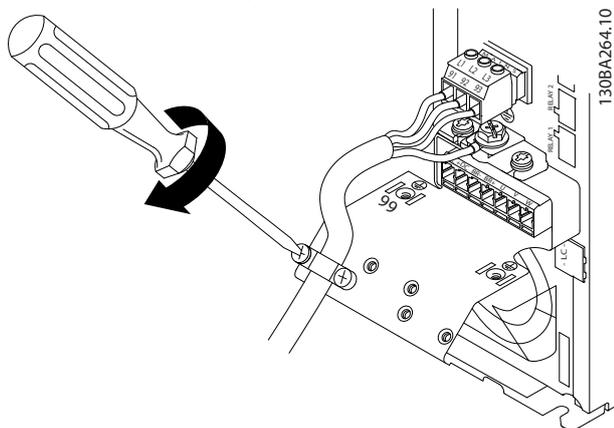


Illustration 8.1 Fixation du support

Mise sous tension des protections A4/A5

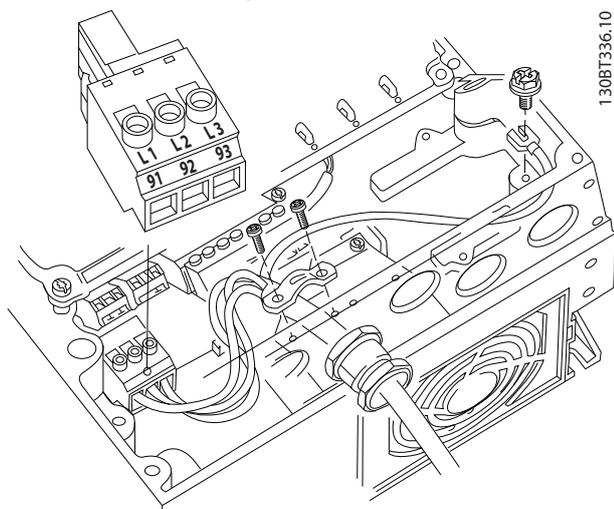


Illustration 8.2 Secteur et terre sans sectionneur

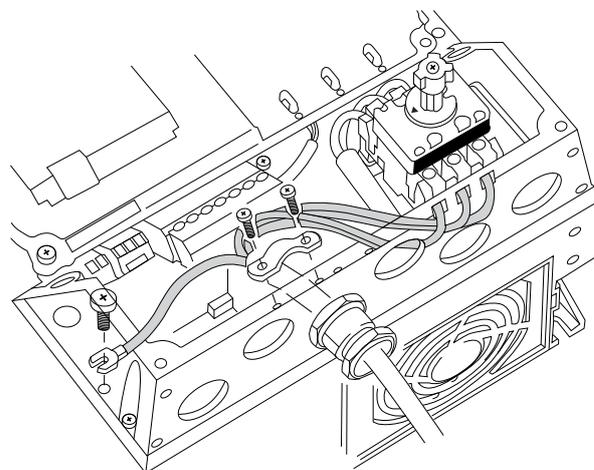


Illustration 8.3 Secteur et terre avec sectionneur (pour les variantes S2 dans une protection de taille B2, le bornier supplémentaire doit être utilisé pour la mise sous tension).

En cas d'utilisation d'un sectionneur (protections A4/A5), monter la terre sur le côté gauche du variateur de fréquence.

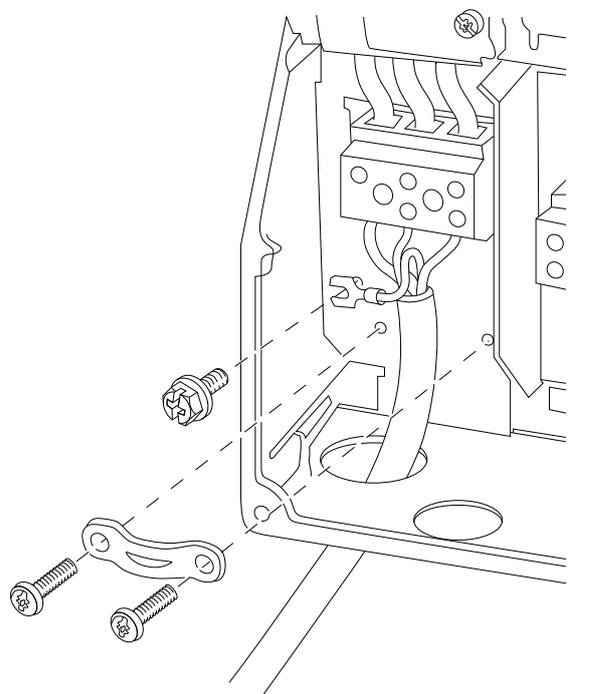


Illustration 8.4 Protections B1 et B2 de la mise sous tension

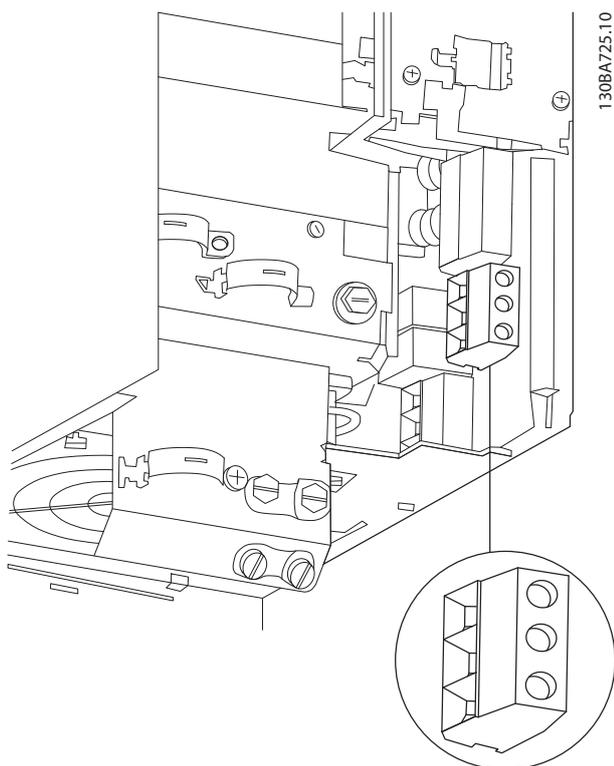


Illustration 8.5 Protection B3 de la mise sous tension

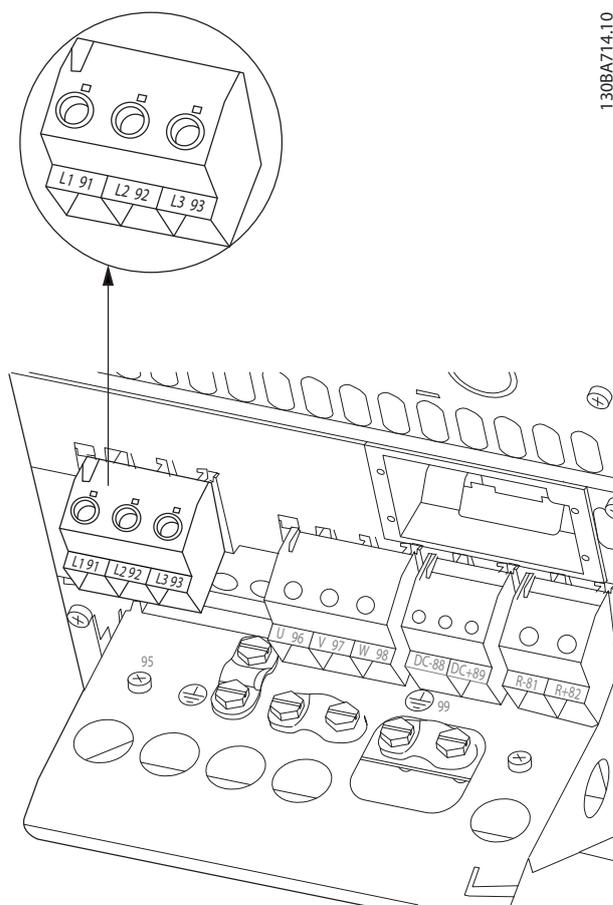
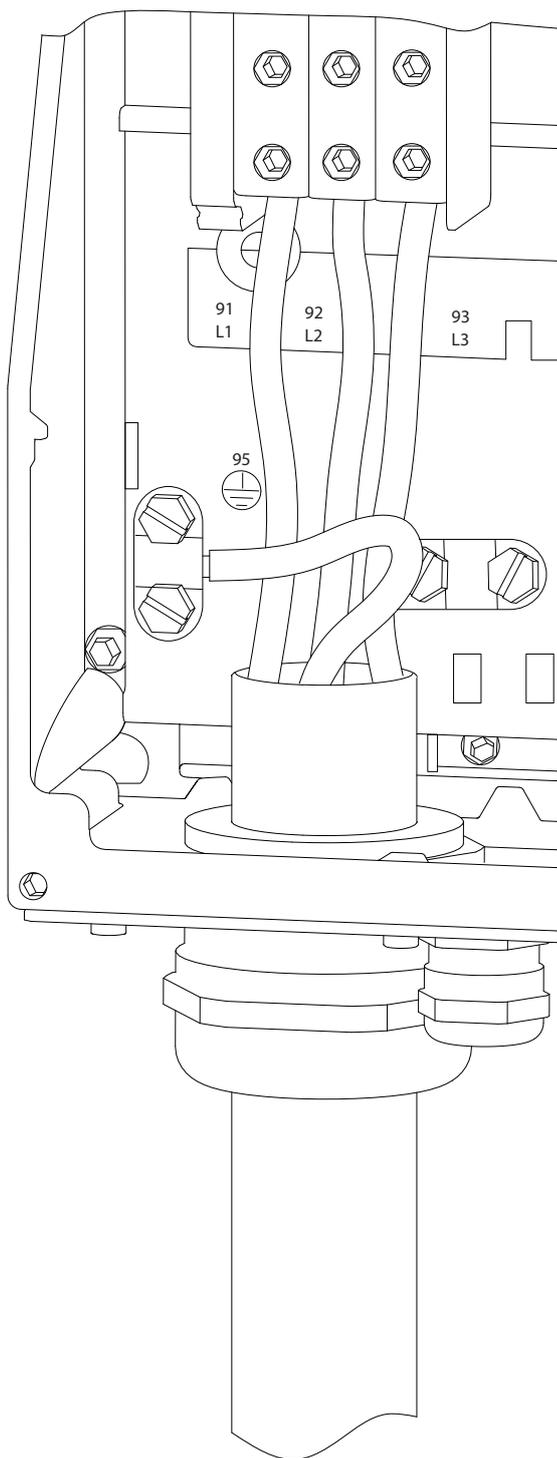
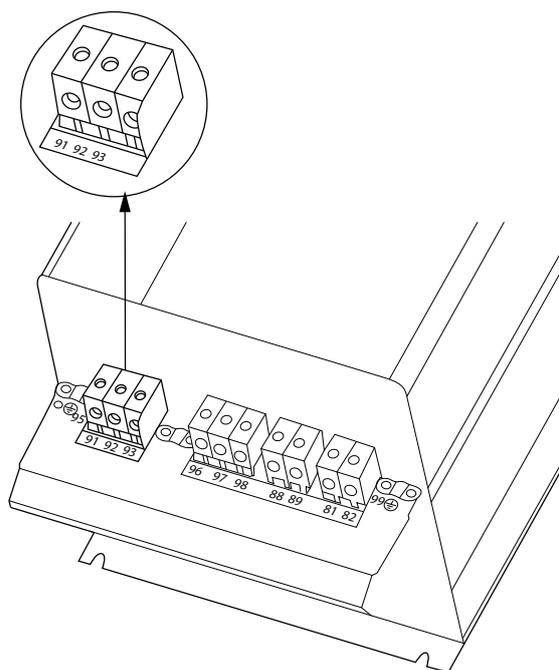


Illustration 8.6 Protection de la mise sous tension B4



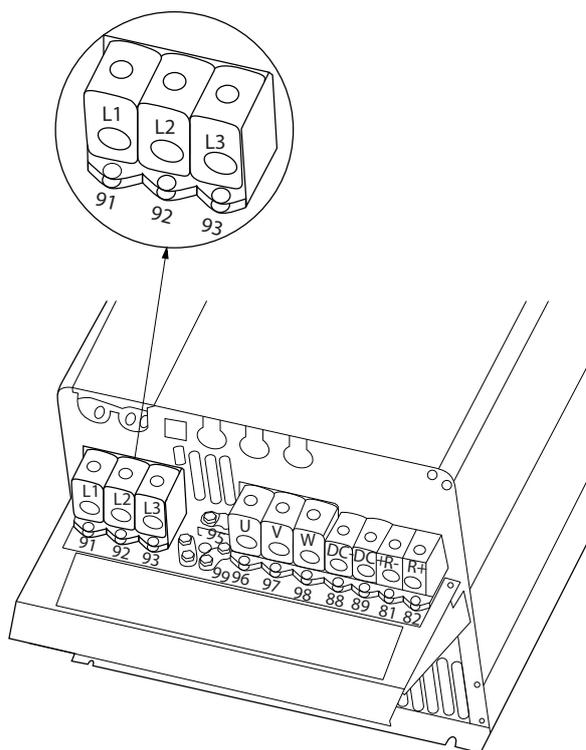
130BA389.10

Illustration 8.7 Protections de la mise sous tension C1 et C2 (IP21/NEMA type 1 et IP55/66/NEMA type 12).



130BA718.10

Illustration 8.8 Protections de la mise sous tension C3 (IP20).



130BA719.10

Illustration 8.9 Protections de la mise sous tension C4 (IP20).

## 8.2 Schéma de raccordement du moteur

### Raccordement du moteur

Cet ensemble de schémas a été prévu pour aider à la planification de l'accès, au cours de la phase de conception.

Consulter le *Manuel d'utilisation* pour connaître les procédures d'installation notamment :

- Les exigences de sécurité.
- Les étapes des procédures d'installation.
- Les descriptions des bornes.
- Les configurations alternatives.
- Les schémas supplémentaires.

N° de borne	96	97	98	99	
	U	V	W	PE <sup>1)</sup>	Tension du moteur 0 à 100 % de la tension secteur. 3 fils hors du moteur
	U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Raccordement en triangle 6 fils hors du moteur
	W2	U2	V2		
	U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Raccordement en étoile U2, V2, W2 U2, V2 et W2 à interconnecter séparément.

Tableau 8.1 Descriptions des bornes

1) Mise à la terre protégée

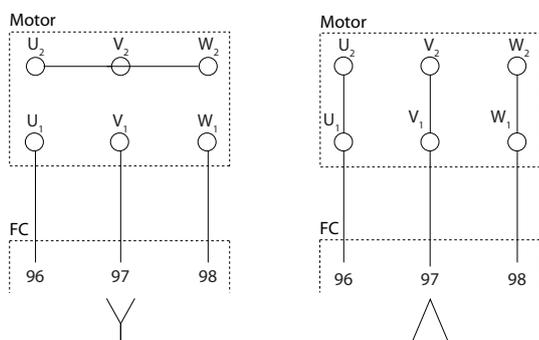


Illustration 8.10 Connexions en étoile et en triangle

Le variateur de fréquence permet d'utiliser tous les types de moteurs asynchrones triphasés standard. Les moteurs de petite taille sont généralement montés en étoile (230/400 V, Y). Les moteurs de grande taille sont normalement montés en triangle (400/690 V, Δ). Se référer à la plaque signalétique du moteur pour le mode de raccordement et la tension corrects.

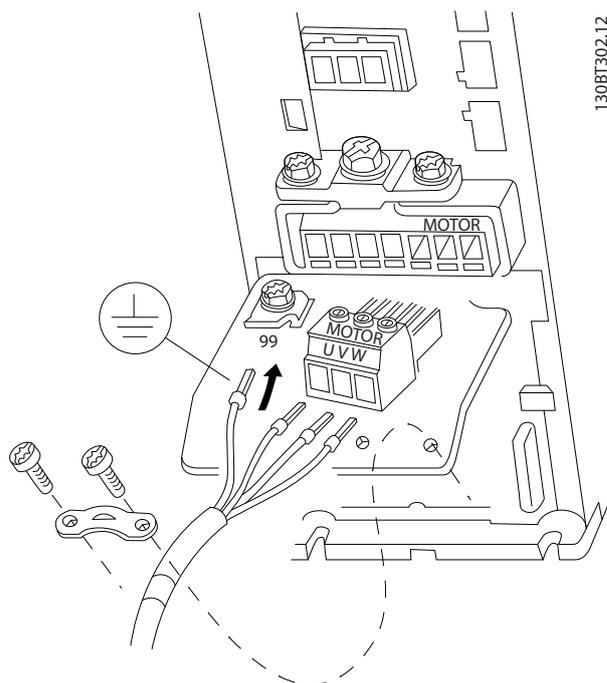


Illustration 8.11 Raccordement du moteur pour protections A1, A2 et A3

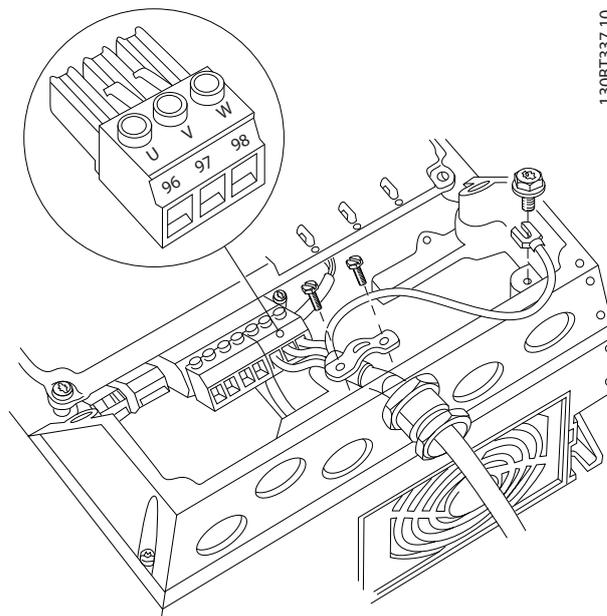
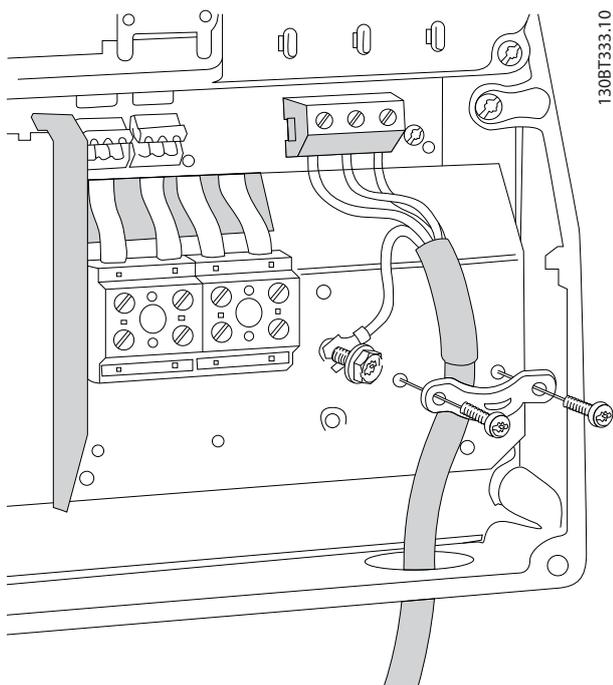
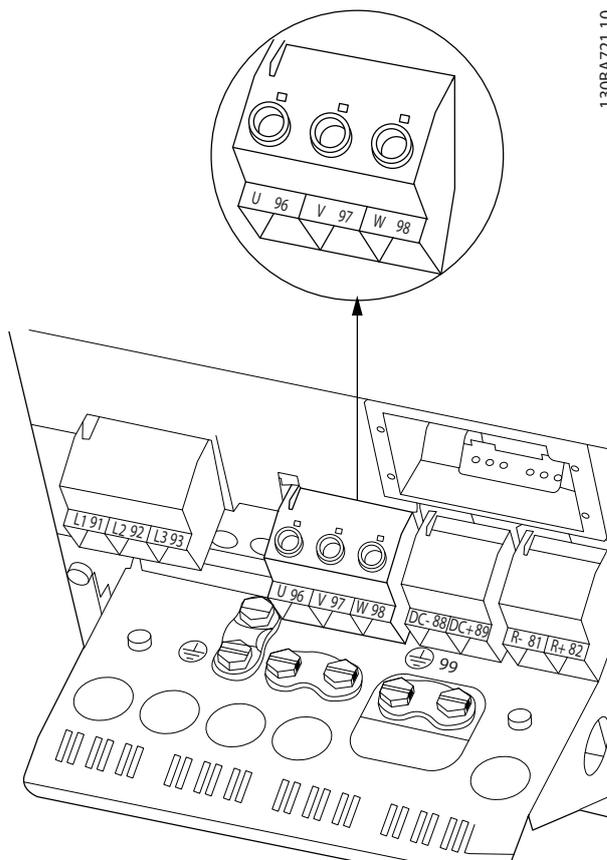


Illustration 8.12 Raccordement du moteur pour protections A4/A5



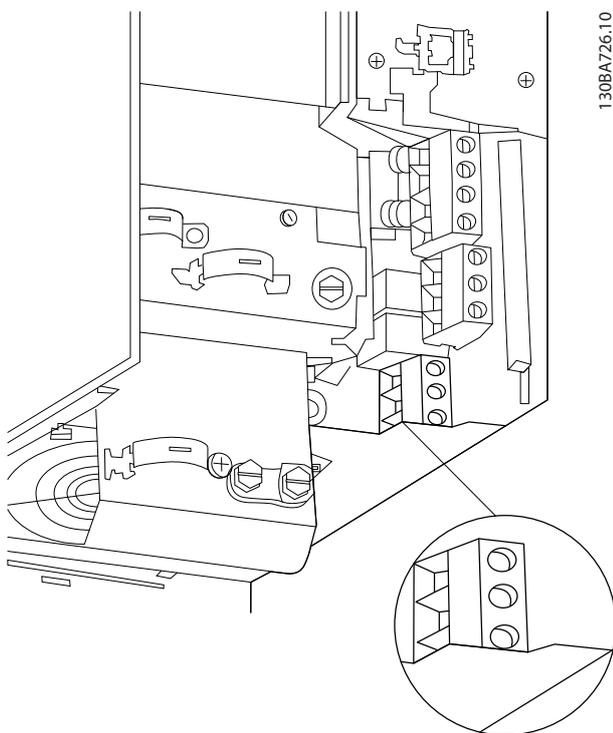
130BT333.10

Illustration 8.13 Raccordement du moteur pour protections B1 et B2



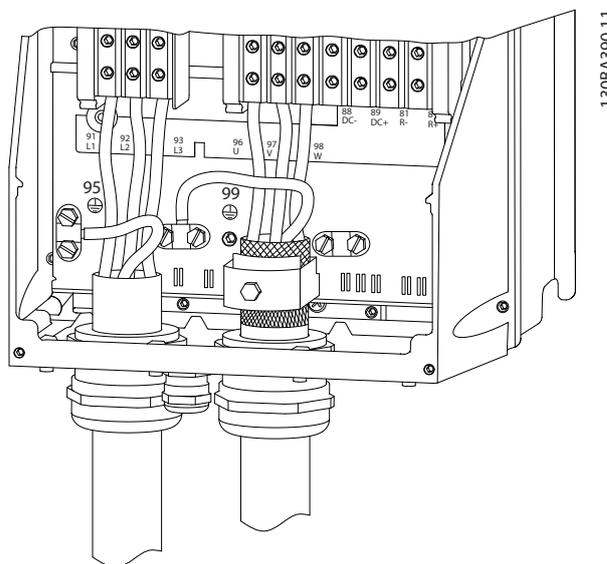
130BA721.10

Illustration 8.15 Raccordement du moteur pour protection B4



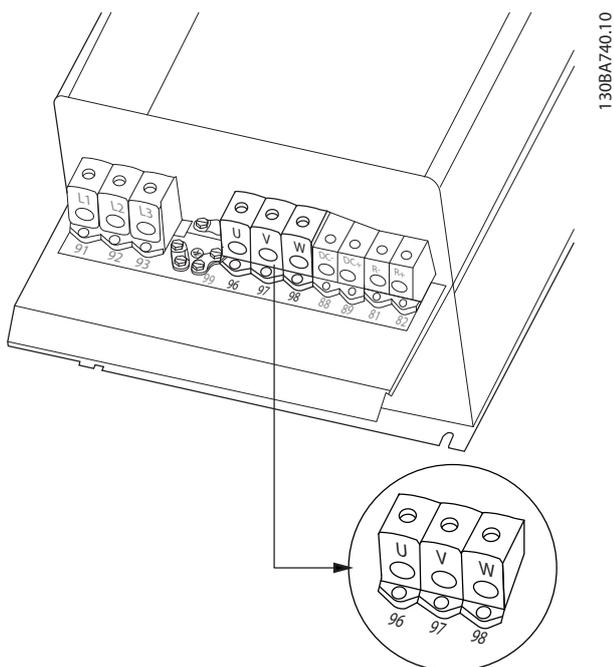
130BA726.10

Illustration 8.14 Raccordement du moteur pour protection B3



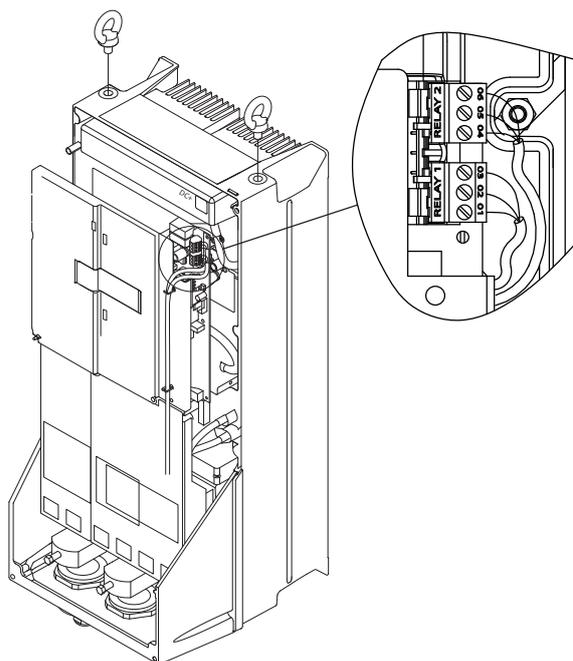
130BA390.11

Illustration 8.16 Protections de raccordement du moteur C1 et C2 (IP21/NEMA Type 1 et IP55/66/NEMA Type 12)



130BA740.10

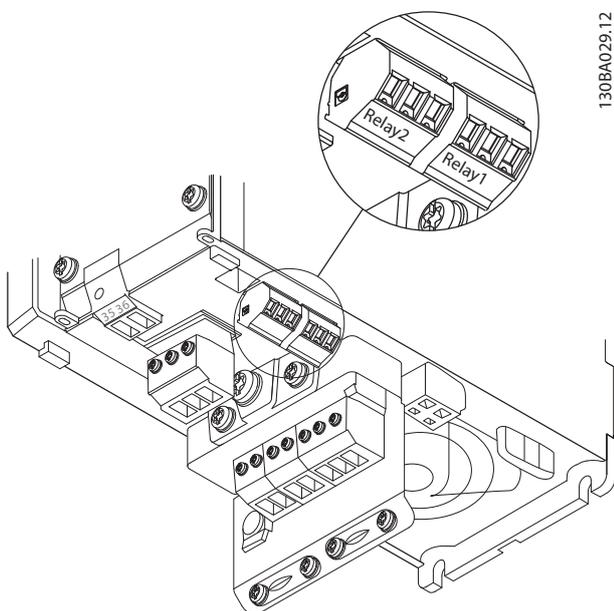
Illustration 8.17 Raccordement du moteur pour protections C3 et C4



130BA391.12

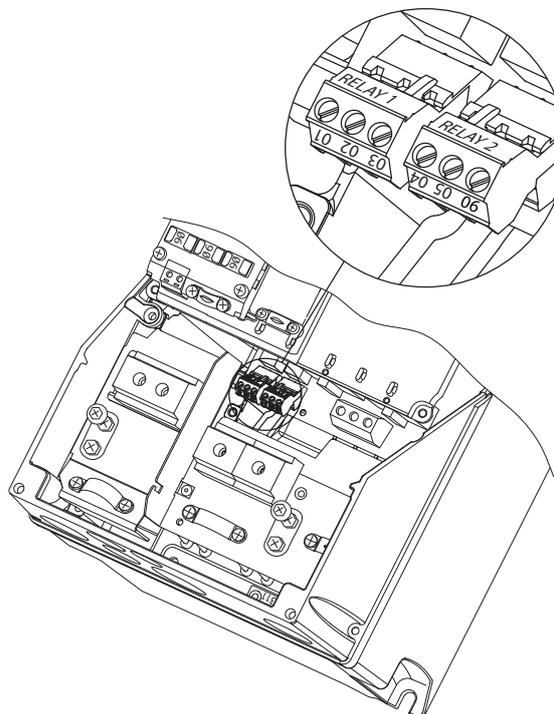
Illustration 8.19 Bornes de raccordement relais (Protections de tailles C1 et C2).

### 8.3 Schémas des bornes relais



130BA029.12

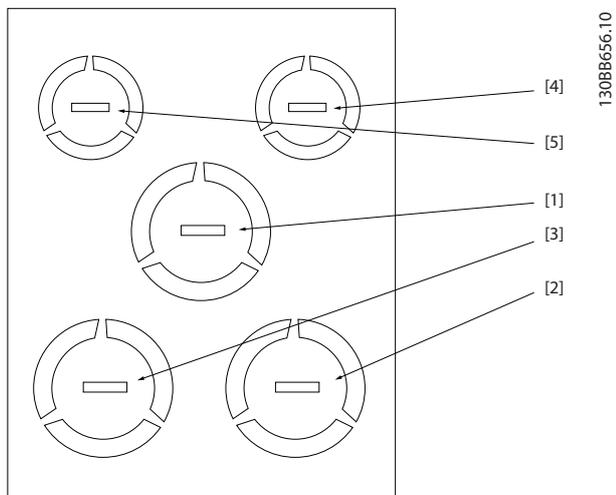
Illustration 8.18 Bornes de raccordement relais (Protections de tailles A1, A2 et A3).



130BA215.10

Illustration 8.20 Bornes de raccordement relais (Protections de tailles A5, B1 et B2).

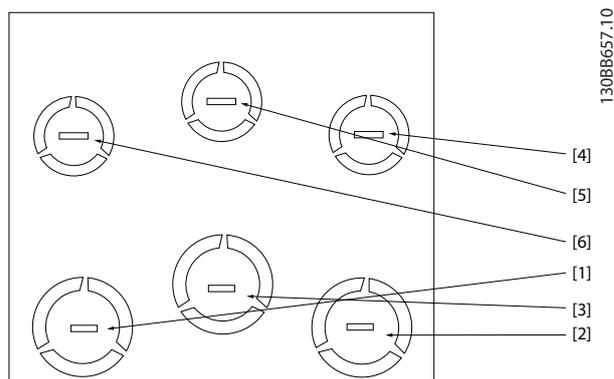
## 8.4 Orifices d'entrée de câble



Nombre d'orifices et utilisation recommandée	Dimensions <sup>1)</sup>		Mesure métrique la plus proche
	UL [pouce]	[mm]	
1 Secteur	3/4	28,4	M25
2 Moteur	3/4	28,4	M25
3 Frein/répartition de la charge	3/4	28,4	M25
4 Câble de commande	1/2	22,5	M20
5 Câble de commande	1/2	22,5	M20

1) Tolérance ±0,2 mm

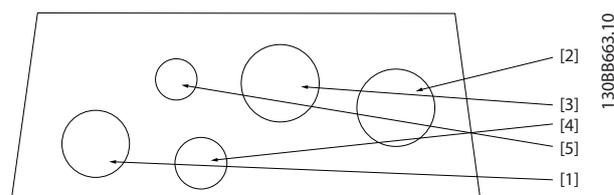
Illustration 8.21 Protection de taille A2, IP21



Nombre d'orifices et utilisation recommandée	Dimensions <sup>1)</sup>		Mesure métrique la plus proche
	UL [pouce]	[mm]	
1 Secteur	3/4	28,4	M25
2 Moteur	3/4	28,4	M25
3 Frein/répartition de la charge	3/4	28,4	M25
4 Câble de commande	1/2	22,5	M20
5 Câble de commande	1/2	22,5	M20
6 Câble de commande	1/2	22,5	M20

1) Tolérance ±0,2 mm

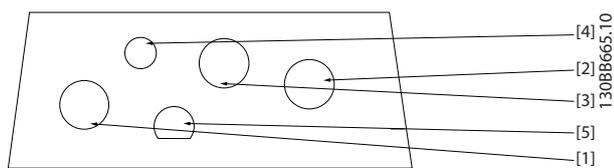
Illustration 8.22 Protection de taille A3, IP21



Nombre d'orifices et utilisation recommandée	Dimensions <sup>1)</sup>		Mesure métrique la plus proche
	UL [pouce]	[mm]	
1 Secteur	3/4	28,4	M25
2 Moteur	3/4	28,4	M25
3 Frein/répartition de la charge	3/4	28,4	M25
4 Câble de commande	1/2	22,5	M20
5 Supprimé	-	-	-

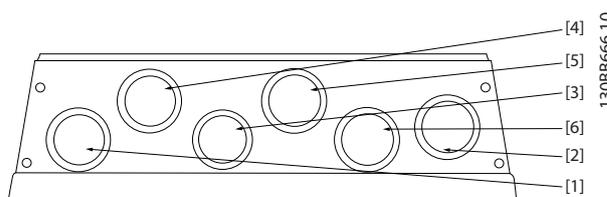
1) Tolérance ±0,2 mm

Illustration 8.23 Protection de taille A4, IP55



Nombre d'orifices et utilisation recommandée	Mesure métrique la plus proche
1 Secteur	M25
2 Moteur	M25
3 Frein/répartition de la charge	M25
4 Câble de commande	M16
5 Câble de commande	M20

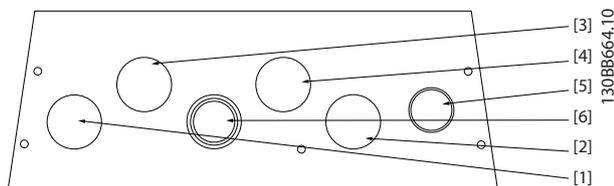
Illustration 8.24 Protection de taille A4, orifices de presse-étoupe fileté IP55



Nombre d'orifices et utilisation recommandée	Mesure métrique la plus proche
1 Secteur	M25
2 Moteur	M25
3 Frein/répartition de la charge	28,4 mm <sup>1)</sup>
4 Câble de commande	M25
5 Câble de commande	M25
6 Câble de commande	M25

1) Orifice de débouchure

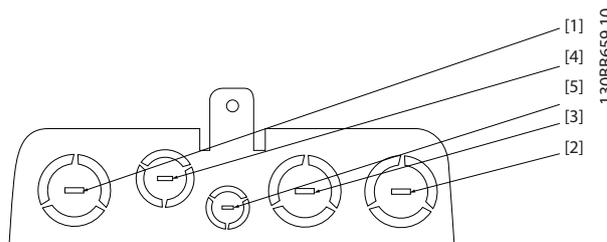
Illustration 8.26 Protection de taille A5, orifices de presse-étoupe fileté IP55



Nombre d'orifices et utilisation recommandée	Dimensions <sup>1)</sup>		Mesure métrique la plus proche
	UL [pouce]	[mm]	
1 Secteur	3/4	28,4	M25
2 Moteur	3/4	28,4	M25
3 Frein/répartition de la charge	3/4	28,4	M25
4 Câble de commande	3/4	28,4	M25
5 Câble de commande <sup>2)</sup>	3/4	28,4	M25
6 Câble de commande <sup>2)</sup>	3/4	28,4	M25

1) Tolérance ±0,2 mm  
2) Orifice de débouchure

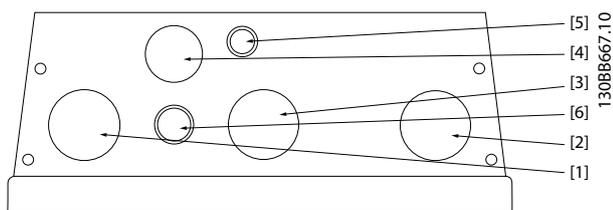
Illustration 8.25 Protection de taille A5, IP55



Nombre d'orifices et utilisation recommandée	Dimensions <sup>1)</sup>		Mesure métrique la plus proche
	UL [pouce]	[mm]	
1 Secteur	1	34,7	M32
2 Moteur	1	34,7	M32
3 Frein/répartition de la charge	1	34,7	M32
4 Câble de commande	1	34,7	M32
5 Câble de commande	1/2	22,5	M20

1) Tolérance ±0,2 mm

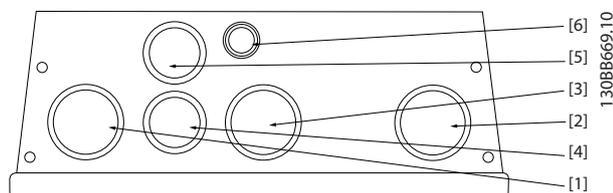
Illustration 8.27 Protection de taille B1, IP21



Nombre d'orifices et utilisation recommandée	Dimensions <sup>1)</sup>		Mesure métrique la plus proche
	UL [pouce]	[mm]	
1 Secteur	1	34,7	M32
2 Moteur	1	34,7	M32
3 Frein/répartition de la charge	1	34,7	M32
4 Câble de commande	3/4	28,4	M25
5 Câble de commande	1/2	22,5	M20
5 Câble de commande <sup>2)</sup>	1/2	22,5	M20

1) Tolérance  $\pm 0,2$  mm  
2) Orifice de débouchure

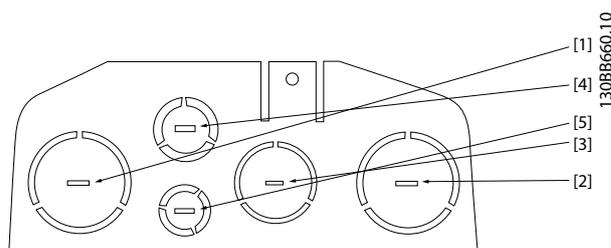
Illustration 8.28 Protection de taille B1, IP55



Nombre d'orifices et utilisation recommandée	Dimensions <sup>1)</sup>		Mesure métrique la plus proche
	UL [pouce]	[mm]	
1 Secteur			M32
2 Moteur			M32
3 Frein/répartition de la charge			M32
4 Câble de commande			M25
5 Câble de commande			M25
6 Câble de commande		22,5 mm <sup>1)</sup>	

1) Orifice de débouchure

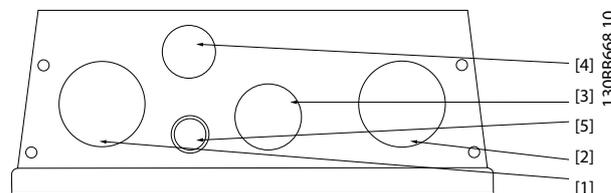
Illustration 8.29 Protection de taille B1, orifices de presse-étoupe fileté IP55



Nombre d'orifices et utilisation recommandée	Dimensions <sup>1)</sup>		Mesure métrique la plus proche
	UL [pouce]	[mm]	
1 Secteur	1 1/4	44,2	M40
2 Moteur	1 1/4	44,2	M40
3 Frein/répartition de la charge <sup>2)</sup>	1	34,7	M32
4 Câble de commande	3/4	28,4	M25
5 Câble de commande	1/2	22,5	M20

1) Tolérance  $\pm 0,2$  mm  
2) Secteur pour variantes S2 avec sectionneur secteur.

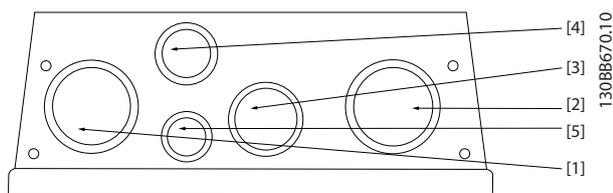
Illustration 8.30 Protection de taille B2, IP21



Nombre d'orifices et utilisation recommandée	Dimensions <sup>1)</sup>		Mesure métrique la plus proche
	UL [pouce]	[mm]	
1 Secteur	1 1/4	44,2	M40
2 Moteur	1 1/4	44,2	M40
3 Frein/répartition de la charge <sup>3)</sup>	1	34,7	M32
4 Câble de commande	3/4	28,4	M25
5 Câble de commande <sup>2)</sup>	1/2	22,5	M20

1) Tolérance  $\pm 0,2$  mm  
2) Orifice de débouchure  
3) Secteur pour variantes S2 avec sectionneur secteur.

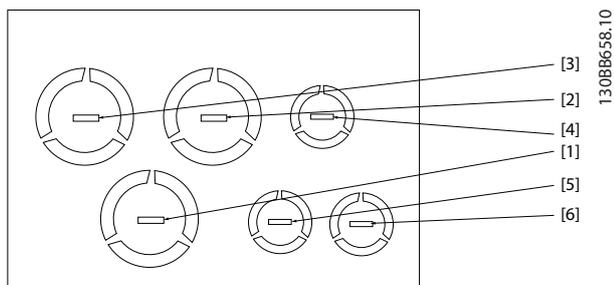
Illustration 8.31 Protection de taille B2, IP55



Nombre d'orifices et utilisation recommandée	Mesure métrique la plus proche
1 Secteur	M40
2 Moteur	M40
3 Frein/répartition de la charge <sup>1)</sup>	M32
4 Câble de commande	M25
5 Câble de commande	M20

1) Secteur pour variantes S2 avec sectionneur secteur.

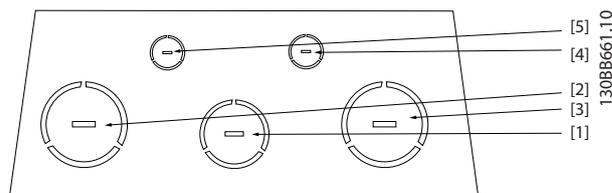
Illustration 8.32 Protection de taille B2, orifices de presse-étoupe fileté IP55



Nombre d'orifices et utilisation recommandée	Dimensions <sup>1)</sup>		Mesure métrique la plus proche
	UL [pouce]	[mm]	
1 Secteur	1	34,7	M32
2 Moteur	1	34,7	M32
3 Frein/répartition de la charge	1	34,7	M32
4 Câble de commande	1/2	22,5	M20
5 Câble de commande	1/2	22,5	M20
6 Câble de commande	1/2	22,5	M20

1) Tolérance  $\pm 0,2$  mm

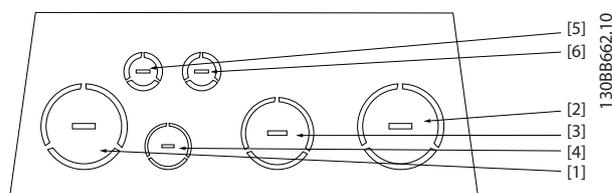
Illustration 8.33 Protection de taille B3, IP21



Nombre d'orifices et utilisation recommandée	Dimensions <sup>1)</sup>		Mesure métrique la plus proche
	UL [pouce]	[mm]	
1 Secteur	2	63,3	M63
2 Moteur	2	63,3	M63
3 Frein/répartition de la charge	1 1/2	50,2	M50
4 Câble de commande	3/4	28,4	M25
5 Câble de commande	1/2	22,5	M20

1) Tolérance  $\pm 0,2$  mm

Illustration 8.34 Protection de taille C1, IP21



Nombre d'orifices et utilisation recommandée	Dimensions <sup>1)</sup>		Mesure métrique la plus proche
	UL [pouce]	[mm]	
1 Secteur	2	63,3	M63
2 Moteur	2	63,3	M63
3 Frein/répartition de la charge	1 1/2	50,2	M50
4 Câble de commande	3/4	28,4	M25
5 Câble de commande	1/2	22,5	M20
6 Câble de commande	1/2	22,5	M20

1) Tolérance  $\pm 0,2$  mm

Illustration 8.35 Protection de taille C2, IP21

## Indice

## A

Abréviations.....	9, 49
Accélération automatique.....	40
Adaptation automatique au moteur.....	9, 29, 108
voir aussi <i>AMA</i>	
Adresse du variateur de fréquence.....	82, 83
AEO.....	9
voir aussi <i>Optimisation automatique de l'énergie (AEO)</i>	
Alarme	
Alarme.....	11, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 57, 61, 70, 75, 87, 93, 94, 97, 98, 104, 105, 110, 116
verrouillée.....	11, 26
Niveau de déclenchement.....	165, 166, 167
Alarme.....	115
AMA.....	9, 29, 107, 108
voir aussi <i>Adaptation automatique au moteur</i>	
Application	
Alternance de la pompe principale.....	109, 110
Compensation du débit.....	101, 102
Confirmation du débit.....	101, 104
Contrôle en cascade.....	101
Décolmatage.....	101, 102
Détection de débit faible.....	101
Détection de fin de course.....	101
Détection de fonctionnement à sec.....	101, 102, 108
Eaux usées.....	101
Exemple de configuration d'applications.....	105
Horloge en temps réel.....	101
Pompe immergée.....	105
Pompe submersible.....	101, 107, 108
Protection par clapet antiretour.....	101
Assistant.....	15, 102
Assistant en boucle fermée.....	109
ATEX.....	30, 72, 180
Atmosphère explosive.....	41, 72, 180
Atténuation des résonances.....	29
Auto on.....	22, 23
Autorisation de marche.....	32, 115

## B

Bipasse de fréquence.....	31
Bit du mot de contrôle.....	95
Blindage.....	58, 63
Blindage :.....	58
Bloc de paramètres.....	84
Bloc de process.....	83
Bloc de texte.....	84, 91
Borne 37.....	33, 34, 65, 180
Borne de répartition de charge.....	70
Borne régénératrice.....	70

Boucle fermée.....	22, 23, 31, 34, 89, 102, 108
Bruit acoustique.....	40

## C

## CA

Courant CA.....	19, 20
Entrée CA.....	19
Forme d'onde CA.....	19
Frein CA.....	27, 31, 62
Secteur CA.....	19

Câblage.....	41, 43, 49, 61, 99
--------------	--------------------

## Câblage

Câblage.....	65, 67, 111, 184, 186
du relais.....	180, 185
électrique.....	108
Schéma de câblage.....	65

## Câble

blindé.....	68
du moteur parallèle.....	45
moteur.....	29, 42, 43, 44, 45, 46, 52, 58, 59, 61, 63, 67, 75, 80, 107, 116, 117, 158, 175
moteur non blindé.....	57
Entrée de câble.....	194
Longueur.....	161
Longueur de câble du moteur.....	45, 48, 52, 59, 75, 160
Orifices d'entrée.....	194
Spécifications.....	160

Calcul du débit d'air.....	39
----------------------------	----

Capteur de température.....	183
-----------------------------	-----

Capteur PTC.....	30
------------------	----

## Carte de commande

Carte de commande, communication série RS485.....	161
Carte de commande, sortie 10 V CC.....	163
Carte de commande, sortie 24 V CC.....	163
Communication série USB.....	163
Performance de la carte de commande.....	163

## CC

Courant CC.....	31, 32, 62
Freinage CC.....	62, 87, 89, 92

## CEM

Caractéristique de CEM.....	54
CEM.....	8, 44, 46, 48, 68
Conditions d'émission.....	44, 46
Conditions d'immunité.....	44, 47
Effet CEM.....	53
Émission par rayonnement.....	45
Émission transmise.....	45
Émissions.....	44
Filtre CEM.....	46
Immunité CEM.....	48
Mise en œuvre CEM.....	58
Plan CEM.....	47
Propriété CEM.....	54
Radio fréquence.....	68
Résultats d'essai.....	45

CFM.....	40
----------	----

Champ d'adresse.....	88
----------------------	----

Champ de contrôle CRC.....	89
----------------------------	----

Champ de fonction.....	88	Contacteur.....	70, 74, 75, 112
Champ démarrage/arrêt.....	88	Contacteur de sortie.....	61, 67
Champ PKE.....	84	Contrôle amélioré.....	18
Charge horizontale.....	127	Contrôle variable du débit et de la pression.....	18
Charge verticale.....	127	Contrôleur logique avancé.....	10, 15, 32, 36, 101, 103, 105, 106
Chocs.....	40	Conventions.....	9
Circuit intermédiaire.....	19, 26, 175	Cos φ.....	56, 72, 159, 163, 178, 182
Circulation d'air.....	39, 40, 41, 136	Couple	
Commande		Caractéristique de couple.....	159
À partir du code type.....	122	Caractéristique VT.....	11
Accessoire.....	126	Caractéristiques CC.....	10
Bit de contrôle.....	92, 95	constant.....	9
Câblage de commande.....	68	de démarrage.....	159
Caractéristique de contrôle.....	163	de freinage.....	27
Contrôleur de cascade avancé.....	125	intégral.....	31
DeviceNet.....	125	moteur.....	98
Entrée/sortie de commande.....	161	nominal.....	64
Ethernet/IP.....	125	variable.....	9
Filtre de mode commun.....	142	Limite de couple.....	9, 27, 61, 94
Filtre dU/dt.....	141	Courant	
Filtre sinus.....	139	Boucles de courant.....	44
Isolation du fil de commande.....	61	bas.....	35
Logiciel PC.....	126	CC.....	19
Logique de commande.....	19	de fuite.....	44, 52
Modbus TCP.....	125	de sortie.....	28, 29, 59, 108, 116, 117, 119
Mot contrôle bit.....	92	de sortie nominal.....	9
Nombre.....	122	d'entrée.....	49
Option.....	126	d'ondulation.....	34, 75
Pièces de rechange.....	126	élevé.....	35
PROFIBUS.....	125	fondamental.....	49
Profinet.....	125	moteur.....	94
Sac d'accessoires.....	126	nominal.....	47, 107
Support de fixation.....	124	Distorsion de courant.....	51, 136
Commande de robinet.....	31	Distorsion des harmoniques de courant.....	76
Commutation		Harmoniques de courant.....	49
sur la sortie.....	27	Harmoniques de courant individuels.....	50
Fréquence de commutation.....	28, 34, 39, 45, 49, 53, 63, 64, 75, 119, 120, 121, 139, 140, 141	Limite de courant.....	9, 27, 28
Comparteur.....	32, 33, 101	Mesure du courant.....	29
Compensation du glissement.....	10, 26	Mode courant.....	161
Condensation.....	38	Niveau de courant.....	161
Conditions ambiantes.....	160	Plage de courant.....	162
Conditions de refroidissement.....	68	Souhaitée.....	49
Conditions d'exploitation extrêmes.....	26	Surcourant.....	31
Confirmation du débit.....	15	Tension du circuit intermédiaire.....	43
Conformité		Courant de fuite.....	14
CE.....	11	Courant du capteur.....	20
marine.....	12	Courant RMS.....	19
C-tick.....	12	Court-circuit	
Homologué UL.....	12	Court-circuit.....	11, 20, 29, 34, 38, 57, 71, 181
Isolation galvanique.....	29, 36, 43, 73, 181, 182, 183	(phase moteur-phase).....	26
Marquage CE.....	11, 12	Protection contre les courts-circuits.....	26
Conformité UL.....	168	Rapport de court-circuit.....	51
Connexion en triangle.....	191	Cycle de durée de la résistance.....	127
Connexion étoile.....	191	Cycle d'utilisation	
		Calcul du cycle d'utilisation.....	62
		Cycle d'utilisation.....	10, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136

D

Débit variable sur 1 année..... 18

Déclassement

- Applications de couple constant (mode CT)..... 116
- Applications de couple variable (quadratique) (VT)..... 116
- AUTOMATIQUE..... 27
- Basse pression atmosphérique..... 116
- Déclassement..... 28, 34, 38, 99, 116, 117, 119, 120, 160
- Fonctionnement à faible vitesse..... 116
- Manuel..... 116
- Refroidissement..... 116
- Section large..... 117
- Température ambiante..... 117

Déclenchement de la pompe..... 110

Décolmatage..... 15

Déf. phase mot..... 27, 34

Définition..... 10, 46, 50, 54

Définition du niveau IP..... 42

Dégagement..... 39, 43, 67, 68

Dégagement horizontal..... 68

Dégagement vertical..... 68

Démarrage à la volée..... 27, 29, 30, 31

Démarrage imprévu..... 13

Démarrateur étoile/triangle..... 18, 75

Démarrateur progressif..... 18, 75

Détection de débit faible..... 15

Détection de fonctionnement à sec..... 15

Dimensions..... 77, 79, 99, 173, 194, 195, 196, 197

Diode du redresseur..... 49

Directive

- Basse tension..... 11
- CEM..... 11
- Directive..... 12
- basse tension..... 11
- CEM..... 12
- ErP..... 12
- Machines..... 11

Disjoncteur..... 26, 53, 57, 70, 164, 165, 166, 167

Dispositif de surveillance de la résistance d'isolation..... 70

Données

- Champ de données..... 88
- Octet de contrôle des données..... 82, 83
- Type de données..... 85, 91

E

E/S..... 72, 73, 123, 6, 182, 183

E/S analogiques..... 72

É

Économies d'énergie..... 15, 16, 18, 32

E

Entrée analogique..... 161

Entrée digitale..... 162

Entrée impulsions..... 162

Environnement

- Industriel..... 45, 47, 55, 56
- Résidentiel..... 47, 55, 56

Environnement..... 160

É

Équipement optionnel..... 8

E

ETR..... 9, 27, 30, 61, 72  
voir aussi *Relais thermique électronique*

F

Facteur de conversion..... 85, 91

Facteur de puissance..... 10, 19, 55, 56, 57, 159

Facteur de puissance de déphasage..... 159

Facteur de puissance réelle..... 159

Filtre

- AHF 005..... 136
- AHF 010..... 136
- DU/dt..... 48, 57, 75, 141, 175
- Filtre..... 41, 75
- CEM..... 122
- de mode commun..... 75
- harmonique..... 76, 136, 137, 138
- Interférences de radio fréquence..... 42  
voir aussi *RFI*
- LC..... 57, 59, 60, 175
- Mode commun..... 142
- Sinus..... 20, 57, 75

Fonctionnement en moulinet..... 14

Frein

- Couple de freinage..... 62
- Courant de freinage..... 92, 128
- dynamique..... 20, 21, 31, 61
- IGBT..... 20
- Freinage..... 31, 32
- Freinage résistance..... 31, 62
- Hacheur de freinage..... 63, 70, 122
- Option de freinage..... 20, 71
- Puissance de freinage..... 10
- Système de freinage..... 127

Fusible..... 21, 26, 70, 99, 123, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172

G

Générateur..... 26, 40, 52, 57

Gestion avancée de la vitesse minimum..... 101, 105, 108

**H**

Hand on..... 22, 23

Harmoniques

- Analyse..... 49
- Atténuation des harmoniques..... 52
- Calcul des harmoniques..... 37, 52
- Conditions d'émission..... 50
- Distorsion des harmoniques..... 10, 44, 49
- Distorsion harmonique totale..... 49
- Harmoniques..... 8, 19, 38, 49, 50, 51, 54, 55, 56, 57
- de tension..... 50
- Norme d'émission d'harmoniques..... 50
- Résultats des essais..... 50

Haute altitude..... 43, 116, 160

Haute tension..... 13

Horloge en temps réel..... 15, 36

Humidité..... 38, 39, 42, 99, 160

**I**

I/O..... 71

Indice (IND)..... 85, 91

Indice de conversion..... 85, 86

Initialisation..... 10

Interférences de radio fréquence..... 29, 55, 69  
voir aussi *RFI*

**J**

Jog..... 93

**K**

Kit de montage externe..... 78

Kit de protection IP21/NEMA Type 1..... 76

**L**

Lambda..... 10, 55

Largeur de bande de déclenchement..... 110

LCP..... 9, 36, 65, 78, 97, 104, 110, 122  
voir aussi *Panneau de commande local*

Limite vit..... 21

Limite vitesse..... 27, 61

Liste de contrôle de la conception du système..... 99

Logiciel

- Ensemble de langues..... 124
- HCS..... 57  
voir aussi *Logiciel de calcul des harmoniques*
- Langue du logiciel..... 123, 124
- de calcul des harmoniques (HCS)..... 37, 55
- de programmation MCT 10..... 36
- MCT 31..... 37
- Version logiciel..... 126

Logiciel PC..... 36

Lois d'affinité..... 16

Lois de la proportionnalité..... 16

Longueur du télégramme..... 82, 85

**M**

Maintenance..... 41

Maintenance préventive..... 36, 101

Menu rapide..... 15, 35, 102, 109

Mise à la terre..... 29, 49, 52, 54, 188

Modbus RTU

- Code de fonction..... 90
- Code d'exception..... 90
- Configuration du réseau..... 87
- Interface RS485..... 87
- Protocole..... 86
- Structure des messages..... 87, 88
- Vue d'ensemble..... 86

Mode boucle ouverte..... 74

Mode de remplissage des tuyaux..... 15, 101, 102, 108, 109

Mode veille..... 15, 29, 32, 101, 102, 110

Modulation..... 9, 28, 41, 117, 118, 119, 121

Modulation d'impulsions en durée..... 20

Moment d'inertie..... 26

Montage côte à côte..... 68

Montage mécanique..... 68

Montage mural..... 68

Mot de process..... 86

Mot d'état..... 83, 86, 89, 90, 94, 103

**Moteur**

- Absence de phase moteur..... 27
- Alternance moteur..... 15, 101, 102
- Câblage moteur..... 68
- Caractéristiques de sortie (U, V, W)..... 159
- Contrainte de paliers..... 57
- Contrainte d'isolation..... 57, 107
- Contrainte thermique..... 57
- Courant de paliers..... 48
- Courant moteur..... 19, 28, 64
- Démarreur..... 18, 70, 110
- Isolation..... 48
- Mise à la terre..... 58
- à stator chemisé..... 107, 108
- Phases moteur..... 26
- Protection thermique du moteur..... 61, 94
- Protection thermique moteur..... 12, 30
- Puissance du moteur..... 159
- Raccordement du moteur..... 191
- Tension moteur..... 175
- Thermistance..... 115
- Thermistance moteur..... 42, 115

**N**

Niveau de tension..... 162

Noyau en mode commun haute fréquence..... 75

Numéro de paramètre (PNU).....	85	Pré/post-lubrification.....	101, 103, 104
<b>O</b>		Précautions.....	13
Onduleur.....	19	Préchauffage.....	31
Open loop (Boucle ouverte).....	21	Profil FC	
Optimisation automatique de l'énergie (AEO).....	9, 28, 29	Longueur du télégramme (LGE).....	83
voir aussi <i>AEO</i>		Mot d'état.....	93
Option		Mot de contrôle.....	92
Alimentation 24 V CC.....	73	Vue d'ensemble du protocole.....	82
Carte relais.....	12, 73, 123, 178, 182	Profil PROFIdrive	
Carte thermistance PTC.....	30, 72, 73, 123, 125, 180	Mot d'état.....	97
Contrôleur de cascade.....	36, 72, 110, 111	Mot de contrôle.....	95
Contrôleur de cascade avancé.....	73, 101	Protection contre les fuites à la terre.....	44
Contrôleur de cascade BASIC.....	73, 109	Protection contre les transitoires.....	19
DeviceNet.....	71, 73, 123	Protection thermique.....	12
EtherNet IP.....	71, 73, 123	Protection thermique moteur.....	115
Extended Relay Card MCB 113.....	73	PT100.....	30, 72, 183
MCB 113.....	73, 125, 179	PT1000.....	30, 72, 183
Modbus TCP.....	71, 73, 123	Puissance de freinage.....	63
de contrôleur de cascade.....	73, 74	Puissance d'entrée.....	19, 68
PROFIBUS.....	71, 73, 122, 123		
PROFINET.....	71, 73, 123	<b>R</b>	
Sensor Input Option MCB 114.....	73	Rampe	
Options		finale.....	15, 101, 102, 108, 109
Contrôleur de cascade avancé.....	185, 186	initiale.....	108, 109
Contrôleur de cascade étendu.....	184	RCD.....	9, 53, 69
Entrée capteur.....	183	Redresseur.....	19, 20
MCB 114.....	183	Référence	
MCO 101.....	184	Référence.....	105
MCO 102.....	185	distante.....	22, 23
Options d'armoire.....	42	externe.....	23
Ordre externe.....	19	prédéfinie.....	23
Ordre Marche/Arrêt.....	114	Utilisation des références.....	23, 24
OVC.....	27	Référence de vitesse.....	113
voir aussi <i>Contrôle de surtension</i>		Référence de vitesse analogique.....	113
<b>P</b>		Refroidissement.....	29, 30, 34, 37, 39, 40, 41, 61, 68, 70, 101, 116, 136, 158
Palier de butée.....	107, 108	Registre des bobines.....	89
Panneau de commande local.....	9, 36, 65, 122, 125	Règle logique.....	32, 33, 101
voir aussi <i>LCP</i>		Régulateur PID.....	22, 25, 31, 108, 109, 183
PCD.....	83, 86	Réinitialisation d'alarme externe.....	112
PELV.....	9, 29, 43, 115, 116, 161, 162, 163, 164, 179, 185		
Période de récupération.....	18		
Personnel qualifié.....	13		
Pilz.....	70		
Plaque arrière.....	68		
Poids.....	38, 99, 142, 173		
Point de consigne.....	24		
Point de couplage commun.....	50		
Pompe à vitesse fixe.....	74		
Pompe à vitesse variable.....	74		
Potentiomètre.....	114		
Poussière.....	37, 41, 42		

Relais		Schéma de câblage	
Borne relais.....	43, 179, 184, 186, 193	Alternance de pompe principale.....	112
Option de relais.....	66, 72	Pompe à vitesse variable/fixe.....	112
Raccordement de relais.....	66	Secteur	
Relais.....	12, 27, 43, 65, 73, 74, 110, 179, 182, 183	Alimentation secteur.....	10, 49
04.....	93	Blindage secteur.....	69
1.....	89, 92, 93, 112, 163	Panne de secteur.....	30
2.....	89, 92, 112, 163	Raccordement au secteur.....	188
7.....	179	Transitoire.....	19, 56
8.....	179	Section d'onduleur.....	20
9.....	179	Section intermédiaire.....	20
à interrupteur unipolaire bidirectionnel.....	72, 182	Section redresseur.....	20
d'alarme à interrupteur unipolaire bidirectionnel.....	69, 70	Sectionneur.....	20, 70, 123
de charge.....	73	Sécurité.....	13, 14, 33, 34, 73, 188, 191
de sortie.....	29, 95, 96	Signal de retour	
intégré.....	87, 109	Conversion du signal de retour.....	25
Sortie relais.....	66, 163	Réglage du signal de retour.....	109
Relais thermique électronique.....	61	Signal de retour.....	22, 24, 25, 31, 65, 73, 89, 107, 113
voir aussi <i>ETR</i>		Traitement du retour.....	25, 38
Rendement		Sinus	
Rendement.....	9	Filtre.....	108
du moteur.....	63	SmartStart.....	15, 101, 102
Rendement.....	16, 28, 29, 63, 64, 73, 109, 158, 160	Sonde thermique.....	20
Répartition de la charge.....	13, 21, 26, 48, 123, 126, 144, 145, 146, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 194, 195, 196, 197	Sortie analogique.....	162
Réseau public d'alimentation.....	50	Sortie digitale.....	162
Résistance de freinage		Sous-tension.....	54
Abréviations.....	128, 135	STO.....	8, 15, 33, 65, 72, 101, 180
Câblage.....	63	Stockage.....	35, 36, 37, 38, 43, 91, 100, 160
Cycle d'utilisation de la résistance de freinage.....	62	Structure du télégramme.....	82
Résistance de freinage.....	9, 10, 20, 21, 26, 31, 62, 70, 75, 81, 125, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136	Support de fixation.....	79
Section de câble.....	128	Surcharge	
Résistance de freinage à grille en acier.....	127	Consigne de surcharge.....	30
Résistance de freinage compacte au boîtier en aluminium.....	127	LED surcharge.....	71
Résistance de l'armoire.....	38	Mode surcharge normale.....	118, 120
Résistances de freinage flatpack au boîtier en aluminium.....	127	Protection surcharge.....	15, 27, 70
RFI		Surcharge.....	30, 49, 61, 71, 105
Filtre RFI.....	20, 40, 42, 43, 45, 52, 55, 69, 70, 71, 122	élevée.....	158, 159
RFI.....	20, 29, 40, 43, 55, 57	normale.....	143, 147, 159
Rotation moteur imprévue.....	14	Surcouple.....	159
Roue libre.....	10, 30, 33, 87, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 97, 101, 102	Surtempérature.....	11, 27, 28, 34, 71, 94
RS485		Surtension	
Installation et configuration.....	80	Contrôle de surtension.....	26, 27
Interface série RS485.....	80	Surtension.....	26, 27, 31, 40, 62, 75, 159, 163, 181
Précautions CEM.....	81	générée par le moteur.....	26
Raccordement du réseau.....	81	Surtension.....	62
RS485.....	10, 22, 35, 36, 43, 78, 80, 81, 82, 179, 184	Système	
Terminaison du bus.....	81	État.....	110
		Fonctionnement.....	110
		Système d'alimentation de secours.....	57
<b>S</b>			
Sauvegarde cinétique.....	30		

T

Température

- Température..... 38
- ambiante..... 38
- maximale..... 38, 39
- moyenne..... 39

Temps de décharge..... 14

Temps de montée..... 175

Tension bus-CC..... 127

Tension de pointe sur le moteur..... 175

Test dU/dt..... 175

Thermistance..... 10, 43, 61, 71, 180

Transformateur..... 49

Transitoire..... 41, 53

Tropicalisation..... 40, 69, 122

U

U/f..... 63

UPOINTE..... 175

V

Valeur du paramètre (PWE)..... 85

Variateur de fréquence esclave..... 74

Variateur de fréquence maître..... 74

Ventilateur..... 11, 15, 18, 29, 30, 34, 37, 39, 40, 41, 74, 78, 103, 116, 136

Ventilation..... 136

Verrouillage..... 114

Verrouillage externe..... 114

Vibrations..... 40

VVC+..... 9, 20



**Danfoss VLT Drives**

1 bis Av. Jean d'Alembert,  
78990 Elancourt  
France  
Tél.: +33 (0) 1 30 62 50 00  
Fax.: +33 (0) 1 30 62 50 26  
e-mail: Variateurs.vlt@danfoss.fr  
www.drives.danfoss.fr

**Danfoss VLT Drives**

A. Gossetlaan 28,  
1702 Groot-Bijgaarden  
Belgique  
Tél.: +32 (0) 2 525 0711  
Fax.: +32 (0) 2 525 07 57  
e-mail: drives@danfoss.be  
www.danfoss.be/drives/fr

**Danfoss AG, VLT® Antriebstechnik**

Parkstrasse 6  
CH-4402 Frenkendorf  
Tél.: +41 61 906 11 11  
Telefax: +41 61 906 11 21  
www.danfoss.ch

.....  
Danfoss décline toute responsabilité quant aux erreurs qui se seraient glissées dans les catalogues, brochures ou autres documentations écrites. Dans un souci constant d'amélioration, Danfoss se réserve le droit d'apporter sans préavis toutes modifications à ses produits, y compris ceux se trouvant déjà en commande, sous réserve, toutefois, que ces modifications n'affectent pas les caractéristiques déjà arrêtées en accord avec le client. Toutes les marques de fabrique de cette documentation sont la propriété des sociétés correspondantes. Danfoss et le logotype Danfoss sont des marques de fabrique de Danfoss A/S. Tous droits réservés.  
.....

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

