ENGINEERING TOMORROW

# Manuel de configuration

# VLT® HVAC Drive FC 102

## 355-1 400 kW

vlt-drives.danfoss.com

# Table des matières


## 1 Introduction 5

1.1 Objet du manuel de configuration 5

1.2 Ressources supplémentaires 5

1.3 Version de document et de logiciel 5

1.4 Conventions 5

## 2 Sécurité 6

2.1 Symboles de sécurité 6

2.2 Personnel qualifié 6

2.3 Précautions de sécurité 6

## 3 Homologations et certifications 8

3.1 Homologations réglementaires/de conformité 8

3.2 Protections nominales des boîtiers 10

## 4 Vue d'ensemble des produits 12

4.1 VLT® High-Power Drives 12

4.2 Taille de boîtier en fonction de la puissance 12

4.3 Vue d'ensemble des boîtiers, 380-480 V 13

4.4 Vue d'ensemble des boîtiers, 525-690 V 16

4.5 Disponibilité des kits 19

## 5 Caractéristiques du produit 20

5.1 Caractéristiques opérationnelles automatisées 20

5.2 Fonctions de protection de l'application 23

5.3 Fonctions spécifiques à VLT® HVAC Drive 27

5.4 Contrôleur de cascade de base 41

5.5 Vue d'ensemble du freinage dynamique 42

5.6 Vue d'ensemble de la répartition de la charge 43

5.7 Vue d'ensemble de la régénération 44

## 6 Vue d'ensemble des options et accessoires 45

6.1 Dispositifs de bus de terrain 45

6.2 Extensions fonctionnelles 46

6.3 Contrôle de mouvement et cartes relais 47

6.4 Résistances de freinage 47

6.5 Filtres sinus 48

6.6 Filtres dU/dt 48

6.7 Filtres en mode commun 48

6.8 Filtres harmoniques 48

6.9 Options intégrées du boîtier 48



Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

6.10 Kits haute puissance 50

**7 Spécifications** 51

7.1 Données électriques, 380-480 V 51
7.2 Données électriques, 525-690 V 57
7.3 Alimentation secteur 63
7.4 Puissance et données du moteur 63
7.5 Conditions ambiantes 63
7.6 Spécifications du câble 64
7.7 Entrée/sortie de commande et données de commande 64
7.8 Poids des boîtiers 67
7.9 Circulation de l'air dans les boîtiers E1-E2 et F1-F13 68

**8 Dimensions extérieures et des bornes** 70

8.1 Dimensions extérieures et des bornes E1 70
8.2 Dimensions extérieures et des bornes E2 78
8.3 Dimensions extérieures et des bornes F1 86
8.4 Dimensions extérieures et des bornes F2 93
8.5 Dimensions extérieures et des bornes F3 100
8.6 Dimensions extérieures et des bornes F4 112
8.7 Dimensions extérieures et des bornes F8 123
8.8 Dimensions extérieures et des bornes F9 127
8.9 Dimensions extérieures et des bornes F10 133
8.10 Dimensions extérieures et des bornes F11 139
8.11 Dimensions extérieures et des bornes F12 147
8.12 Dimensions extérieures et des bornes F13 153

**9 Considérations relatives à l'installation mécanique** 161

9.1 Stockage 161
9.2 Levage de l'unité 161
9.3 Environnement de fonctionnement 162
9.4 Considérations relatives au montage 163
9.5 Refroidissement 164
9.6 Déclassement 165

**10 Considérations relatives à l'installation électrique** 168

10.1 Consignes de sécurité 168
10.2 Schéma de câblage 169
10.3 Connexions 170
10.4 Câblage et bornes de commande 174
10.5 Fusibles et disjoncteurs 181
10.6 Sectionneurs et contacteurs 185

 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

10.7 Moteur 186
10.8 Freinage 189
10.9 Relais de protection différentielle (RCD) et dispositif de surveillance de la résistance d'isolation (IRM) 191
10.10 Courant de fuite 191
10.11 Réseau IT 192
10.12 Rendement 193
10.13 Bruit acoustique 193
10.14 Conditions dU/dt 194
10.15 Vue d'ensemble de la compatibilité électromagnétique (CEM) 195
10.16 Installation selon critères CEM 199
10.17 Présentation des harmoniques 202

**11 Principes de fonctionnement de base d'un variateur** 206
11.1 Description du fonctionnement 206
11.2 Contrôles d'entraînement 206

**12 Exemples d'applications** 214
12.1 Configurations de câblage pour l'adaptation automatique au moteur (AMA) 214
12.2 Configurations de câblage pour la référence de vitesse analogique 214
12.3 Configurations de câblage pour marche/arrêt 215
12.4 Configurations de câblage pour une réinitialisation d'alarme externe 216
12.5 Configuration de câblage pour la référence de vitesse à l'aide d'un potentiomètre manuel 217
12.6 Configuration de câblage pour l'accélération/décélération 217
12.7 Configuration de câblage pour le raccordement du réseau RS485 218
12.8 Configuration de câblage pour une thermistance moteur 218
12.9 Configuration de câblage pour un contrôleur de cascade 219
12.10 Configuration de câblage pour une configuration de relais avec contrôleur logique avancé 220
12.11 Configuration de câblage pour une pompe à vitesse fixe/variable 220
12.12 Configuration de câblage pour une alternance de pompe principale 221

**13 Comment commander un variateur** 222
13.1 Système de configuration du variateur 222
13.2 Références des options/kits 226
13.3 Références pour les filtres et résistances de freinage 229
13.4 Pièces de rechange 229

**14 Annexe** 230
14.1 Abréviations et symboles 230
14.2 Définitions 231
14.3 Installation et configuration de l'interface RS485 232

 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

14.4 RS485 : vue d'ensemble du protocole FC 233
14.5 RS485 : structure du télégramme du protocole FC 234
14.6 RS485 : exemples de paramètres de protocole FC 238
14.7 RS485 : vue d'ensemble du Modbus RTU 239
14.8 RS485 : structure du télégramme Modbus RTU 240
14.9 RS485 : codes de fonction du message du Modbus RTU 243
14.10 RS485 : paramètres du Modbus RTU 244
14.11 RS485 : profil de contrôle FC 244

**Indice** 252

 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

1

# 1 Introduction

## 1.1 Objet du manuel de configuration

Ce manuel de configuration 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 pour une intégration dans des systèmes de contrôle et de surveillance de moteurs.

VLT® est une marque déposée.

## 1.2 Ressources supplémentaires

D'autres ressources sont disponibles pour bien comprendre les fonctions avancées et la programmation, ainsi que le respect des directives.

- Le *manuel d'utilisation* vise à fournir des informations détaillées sur l'installation et la mise en marche du variateur.
- Le *guide de programmation* 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 de la série VLT® FC* décrit comment utiliser les variateurs Danfoss dans des applications de sécurité fonctionnelle. Ce manuel est fourni avec le variateur lorsque l'option Safe Torque Off est disponible.
- Le *manuel de configuration du VLT® Brake Resistor MCE 101* explique comment sélectionner la résistance de freinage optimale.
- Le *manuel de configuration des VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010* décrit les harmoniques, les divers procédés d'atténuation et le principe de fonctionnement du filtre harmonique avancé. Ce manuel décrit également comment choisir le filtre harmonique avancé adapté à une application donnée.
- Le *manuel de configuration des filtres de sortie* explique pourquoi il est nécessaire d'utiliser des filtres de sortie pour certaines applications, et décrit comment choisir le filtre sinus ou dU/dt optimal.
- La présence d'équipements optionnels peut changer certaines des procédures décrites. Pour des exigences spécifiques, lire les instructions fournies avec les options.

Des publications et des manuels supplémentaires sont disponibles auprès de Danfoss. Voir *drives.danfoss.com/downloads/portal/#/* pour en obtenir la liste.

## 1.3 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 1.1* indique la version du document et la version logicielle correspondante.

| Édition | Remarques | Version logicielle |
|---|---|---|
| MG16C3xx | Retrait du contenu D1h-D8h et mise en place de la nouvelle structure. | 5.11 |

**Tableau 1.1 Version de document et de logiciel**

## 1.4 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
- Sur les schémas, toutes les dimensions sont en mm (po).
- L'astérisque (*) indique un réglage par défaut d'un paramètre.


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

# 2 Sécurité

2

## 2.1 Symboles de sécurité

Les symboles suivants sont utilisés dans ce manuel :

**⚠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.**

## 2.2 Personnel qualifié

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.

## 2.3 Précautions de sécurité

**⚠AVERTISSEMENT**

**HAUTE TENSION**

**Les variateurs contiennent des tensions élevées lorsqu'ils sont reliés à l'alimentation secteur CA, à l'alimentation CC, à la répartition de la charge ou à des moteurs à aimants permanents. La non-utilisation de personnel qualifié pour l'installation, le démarrage et la maintenance du variateur peut entraîner la mort ou des blessures graves.**

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

**⚠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 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**

**TEMPS DE DÉCHARGE**

**Le variateur contient des condensateurs dans le circuit intermédiaire qui peuvent rester chargés même lorsque le variateur n'est pas alimenté. Une haute tension peut être présente même lorsque les voyants d'avertissement sont éteints. Le non-respect du délai de 40 minutes spécifié après la mise hors tension avant un entretien ou une réparation expose à un risque de décès ou de blessures graves.**

1. **Arrêter le moteur.**
2. **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 intermédiaire aux autres variateurs.**
3. **Déconnecter ou verrouiller le moteur.**
4. **Attendre 40 minutes que les condensateurs soient complètement déchargés.**
5. **Avant tout entretien ou toute réparation, utiliser un dispositif de mesure de tension approprié pour s'assurer que les condensateurs sont complètement déchargés.**


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

**⚠AVERTISSEMENT**

**RISQUE D'INCENDIE**

**Les résistances de freinage chauffent pendant et après le freinage. Elles doivent donc être placées dans un environnement sûr pour éviter tout risque de dommage matériel et/ou de blessure grave.**

- **S'assurer que la résistance de freinage est placée dans un environnement sûr pour éviter tout risque d'incendie.**
- **Ne pas toucher la résistance de freinage pendant ou après le freinage afin d'éviter de graves brûlures.**

***AVIS!***

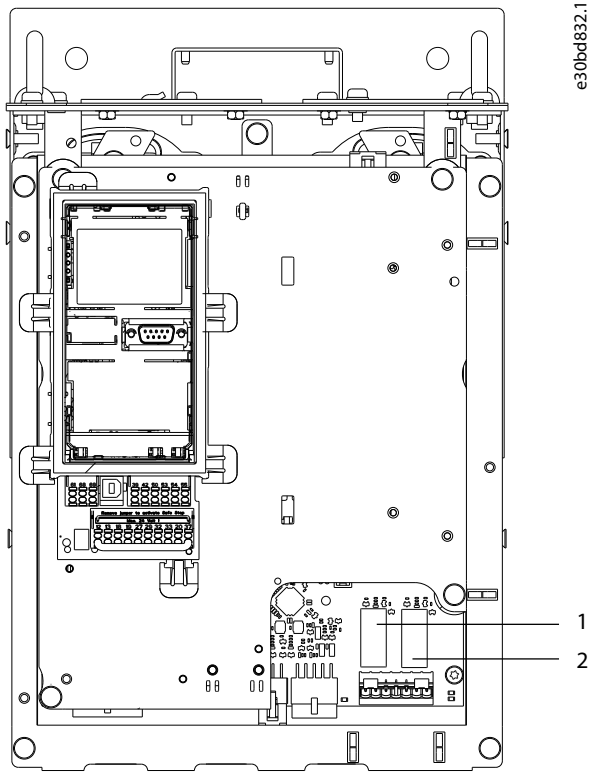
**OPTION DE SÉCURITÉ BLINDAGE SECTEUR**

**Une option de blindage secteur est disponible pour les boîtiers de protection IP21/IP54 (Type 1/Type 12). Le blindage secteur est un cache installé dans le boîtier en guise de protection contre le contact accidentel avec les bornes d'alimentation, conformément à BGV A2, VBG 4.**

## 2.3.1 Installation selon les critères ADN

Afin d'empêcher la formation d'étincelles conformément à l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voie de navigation intérieure (ADN), il convient de prendre des précautions pour les variateurs avec un niveau de protection IP00 (châssis), IP20 (châssis), IP21 (type 1) ou IP54 (type 12).

- Ne pas installer de sectionneur secteur.
- Vérifier que le *paramétre 14-50 RFI Filter* est réglé sur *[1] Actif.*
- Retirer toutes les fiches relais marquées *RELAY*. Voir l'*Illustration 2.1*.
- Vérifier quelles options relais sont installées le cas échéant. La seule option relais autorisée est la VLT® Extended Relay Card MCB 113.




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

**Illustration 2.1 Emplacement des fiches relais**


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

# 3 Homologations et certifications

3

Cette section décrit brièvement les diverses homologations et certifications qui s'appliquent aux variateurs Danfoss. Ces homologations ne s'appliquent pas à tous les variateurs.

## 3.1 Homologations réglementaires/de conformité

***AVIS!***

**LIMITES IMPOSÉES SUR LA FRÉQUENCE DE SORTIE**

**À partir de la version logicielle 3.92, la fréquence de sortie du variateur est limitée à 590 Hz, compte tenu des réglementations sur le contrôle d'exportation.**

### 3.1.1.1 Marquage 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 sont répertoriées dans le *Tableau 3.1*.

***AVIS!***

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

| Directive UE | Version |
|---|---|
| Directive Basse Tension | 2014/35/EU |
| Directive CEM | 2014/30/EU |
| Directive Machines[1)] | 2014/32/EU |
| Directive ErP | 2009/125/EC |
| Directive ATEX | 2014/34/EU |
| Directive RoHS | 2002/95/EC |

**Tableau 3.1 Directives UE applicables aux variateurs**

*1) La conformité à la directive Machines est requise uniquement pour les variateurs avec fonction de sécurité intégrée.*

***AVIS!***

**Les variateurs avec fonction de sécurité intégrée, comme la fonction Safe Torque Off (STO), doivent se conformer à la directive Machines.**

Les déclarations de conformité sont disponibles à la demande.

**Directive Basse Tension**

Dans le cadre de la directive Basse Tension du 1er janvier 2014, un marquage CE doit être apposé sur les variateurs. Cette directive s'applique à tous les appareils électriques utilisés dans les plages de tension allant de 50 à 1 000 V CA et de 75 à 1 500 V CC.

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

**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 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. Les dispositifs 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.

**Directive Machines**

La directive Machines vise à garantir la sécurité individuelle et à éviter les dégâts matériels de l'équipement mécanique utilisé pour l'application prévue. La directive 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 avec fonction de sécurité intégrée doivent être conformes à la directive Machines. Les variateurs sans fonction de sécurité ne sont pas concernés par cette directive. Si un variateur est intégré à un système de machines, Danfoss précise les règles de sécurité applicables au variateur.

Lorsque les variateurs 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.

#### 3.1.1.2 Directive ErP

La directive ErP est la directive européenne relative à l'écoconception des produits liés à la production d'énergie, comme les variateurs. 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.

#### 3.1.1.3 Homologation UL

La marque Underwriters Laboratory (UL) certifie la sécurité des produits et leurs déclarations environnementales sur la base d'essais normalisés. Les variateurs de tension T7 (525-690 V) sont homologués UL uniquement pour 525-600 V.

#### 3.1.1.4 CSA/cUL

L'homologation CSA/cUL concerne les variateurs de fréquence de tension nominale inférieure ou égale à 600 V. Cette norme garantit que, lorsque le variateur est installé conformément au manuel d'utilisation/au guide d'installation fourni, l'équipement satisfait aux normes UL en matière de sécurité électrique et thermique. Cette marque certifie que le produit est conforme à toutes les spécifications techniques requises et a passé tous les essais requis. Un certificat de conformité est fourni sur demande.

#### 3.1.1.5 EAC

La marque EAC (EurAsian Conformity, conformité eurasiatique) indique que le produit est conforme à toutes les exigences et réglementations techniques applicables dans le cadre de l'Union douanière eurasiatique, qui se compose des États membres de l'Union économique eurasiatique.

Le logo EAC doit se trouver sur l'étiquette du produit et sur l'étiquette de l'emballage. Tous les produits utilisés dans la zone EAC doivent être achetés auprès de Danfoss au sein de la zone EAC.

#### 3.1.1.6 UKrSEPRO

Le certificat UKrSEPRO garantit la qualité et la sécurité des produits et services, ainsi que la stabilité de fabrication, conformément aux normes réglementaires ukrainiennes. Le certificat UkrSepro est un document requis pour le dédouanement de tous les produits entrant et sortant du territoire ukrainien.

#### 3.1.1.7 TÜV

TÜV SÜD est un organisme de sécurité européen certifiant la sécurité fonctionnelle du variateur conformément à la norme EN/CEI 61800-5-2. TÜV SÜD teste les produits et surveille leur production pour s'assurer que les entreprises se conforment aux réglementations applicables.

#### 3.1.1.8 RCM

La marque RCM (Regulatory Compliance Mark, marque de conformité réglementaire) indique la conformité des équipements de télécommunications et de radiocommunications/CEM avec la déclaration de marquage CEM de l'Australian Communications and Media Authority. La marque RCM est désormais une marque de conformité unique couvrant les marques de conformité A-Tick et C-Tick. Cette marque doit être apposée sur les dispositifs électriques et électroniques mis sur le marché en Australie et en Nouvelle-Zélande.

#### 3.1.1.9 Marine

Pour que les navires et les plateformes gazières/pétrolières reçoivent une licence réglementaire et une assurance, une ou plusieurs sociétés de certification maritime doivent certifier ces applications. Jusqu'à 12 sociétés de certification maritime différentes ont certifié des variateurs de la série Danfoss.

Pour consulter ou imprimer les approbations et les certificats des applications marines, accéder à la zone de téléchargement du site à l'adresse suivante : *drives.danfoss.com/industries/marine-and-offshore/marine-type-approvals/#/*.

### 3.1.2 Réglementations sur le contrôle d'exportation

Les variateurs peuvent être soumis à des réglementations régionales et/ou nationales sur le contrôle d'exportation.

Un numéro ECCN est utilisé pour classer tous les variateurs soumis à des réglementations sur le contrôle d'exportation. Le numéro ECCN est indiqué dans les documents fournis avec le variateur.

En cas de réexportation, il incombe à l'exportateur de veiller au respect des réglementations sur le contrôle d'exportation en vigueur.

## 3.2 Protections nominales des boîtiers

Les variateurs de la série VLT® sont disponibles en plusieurs types de protection afin de s'adapter aux besoins de l'application. Les protections nominales des boîtiers sont conformes à deux normes internationales :

- Le type UL confirme que les boîtiers sont conformes aux normes de NEMA (National Electrical Manufacturers Association). Les exigences de construction et de test des boîtiers sont indiquées dans la publication 250-2003 des normes NEMA et dans la onzième édition d'UL 50.
- Classes IP (Ingress Protection) décrites par la CEI (Commission électrotechnique internationale) dans le reste du monde.

Les variateurs standard VLT® de Danfoss sont disponibles en plusieurs types de protection afin de satisfaire aux exigences des classes IP00 (châssis), IP20 (châssis protégé), IP21 (type UL 1) ou IP54 (type UL 12). Dans ce manuel, le type UL est indiqué par « Type », p. ex. IP21/Type 1.

**Exigences de type UL**

Type 1 – Boîtiers conçus pour une utilisation en intérieur afin d'offrir un degré de protection au personnel contre tout contact accidentel avec les unités protégées et d'obtenir un degré de protection contre la chute de poussière.

Type 12 – Boîtiers à usage général destinés à une utilisation en intérieur afin de protéger les unités fermées contre les éléments suivants :

- fibres
- peluches
- poussière et saletés
- projections légères
- infiltration
- égouttement et condensation externe de liquides non corrosifs.

Il ne doit pas y avoir de trous dans le boîtier, ni d'alvéoles défonçables ou d'ouvertures dans les conduits, sauf en cas d'utilisation avec des joints résistant à l'huile destinés au montage de mécanismes étanches à l'huile ou à la poussière. Les portes sont aussi munies de joints résistant à l'huile. De plus, les boîtiers pour combinaison de contrôleurs sont dotés de portes à charnières, qui s'ouvrent horizontalement et dont l'ouverture nécessite un outil.

**Norme IP**

Le *Tableau 3.2* donne les références croisées des 2 normes. Le *Tableau 3.3* indique comment lire le numéro IP et définit les niveaux de protection. Les variateurs satisfont aux exigences des deux.

| NEMA et UL | IP |
|---|---|
| Châssis | IP00 |
| Châssis protégé | IP20 |
| Type 1 | IP21 |
| Type 12 | IP54 |

**Tableau 3.2 Références croisées des numéros IP et NEMA**

| 1er chiffre | 2e chiffre | Niveau de protection |
|---|---|---|
| 0 | – | Aucune protection. |
| 1 | – | Protégé sur 50 mm (2,0 po). Impossible de passer les mains dans le boîtier. |
| 2 | – | Protégé sur 12,5 mm (0,5 po). Impossible de passer les doigts dans le boîtier. |
| 3 | – | Protégé sur 2,5 mm (0,1 po). Impossible de passer des outils dans le boîtier. |
| 4 | – | Protégé sur 1,0 mm (0,04 po). Impossible de passer des fils dans le boîtier. |
| 5 | – | Protégé contre la poussière – pénétration limitée. |
| 6 | – | Totalement protégé contre la poussière. |
| – | 0 | Aucune protection. |
| – | 1 | Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau. |
| – | 2 | Protégé contre les chutes de gouttes d'eau suivant un angle de 15°. |
| – | 3 | Protégé contre les chutes d'eau suivant un angle de 60°. |
| – | 4 | Protégé contre les projections d'eau. |
| – | 5 | Protégé contre les jets d'eau. |
| – | 6 | Protégé contre les jets d'eau forts. |
| – | 7 | Protégé contre l'immersion temporaire. |
| – | 8 | Protégé contre l'immersion permanente. |

**Tableau 3.3 Ventilation des numéros IP**


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

# 4 Vue d'ensemble des produits

## 4.1 VLT® High-Power Drives

Les variateurs Danfoss VLT® décrits dans ce manuel sont disponibles sous forme de boîtier autoportant, de montage mural ou d'unité intégrée à une armoire. Chaque variateur VLT® peut être configuré, est compatible et réalise des performances optimisées avec tous les types de moteur, ce qui permet d'éviter les restrictions liées aux accords groupés moteur/variateur. Ces variateurs sont proposés avec deux configurations utilisateur différentes : 6 impulsions et 12 impulsions.

**Avantages des variateurs VLT® 6-pulse drives**

- Différentes tailles de boîtiers et différents indices de protection sont disponibles.
- Leur rendement de 98 % réduit les coûts de fonctionnement.
- La conception de refroidissement par canal de ventilation arrière unique minimise la nécessité d'équipements de refroidissement supplémentaires, limitant ainsi les coûts d'installation et les coûts récurrents.
- Consommation d'énergie réduite pour l'équipement de refroidissement de la salle de commande.
- Coûts de propriété réduits.
- Interface utilisateur cohérente pour toute la gamme de variateurs Danfoss.
- Assistants de configuration orientés vers les applications.
- Interface utilisateur multilingue.

**Avantages des variateurs VLT® 12-pulse drives**

Le variateur VLT® 12-pulse est un variateur de fréquence à haute efficacité qui offre une réduction des harmoniques sans ajout de composants capacitifs ou inductifs qui exigent souvent une analyse du réseau pour éviter tout éventuel problème de résonance au niveau du système. Le modèle à 12 impulsions est monté selon la même conception modulaire que le variateur VLT® 6-pulse drive répandu. Pour d'autres méthodes de réduction des harmoniques, consulter le *manuel de configuration du VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005/AHF 010*.

Le variateur à 12 impulsions fournit les mêmes avantages que le variateur à 6 impulsions, mais de plus :

- il est robuste et extrêmement stable sur tous les réseaux et dans toutes les conditions de fonctionnement
- il est idéal pour les applications nécessitant une baisse de la moyenne tension ou devant être isolées du réseau
- il présente une excellente immunité aux transitoires d'entrée.

## 4.2 Taille de boîtier en fonction de la puissance

| | | Boîtiers disponibles | |
|---|---|---|---|
| **kW[1)]** | **HP[1)]** | **6 impulsions** | **12 impulsions** |
| 315 | 450 | – | F8-F9 |
| 355 | 500 | E1-E2 | F8-F9 |
| 400 | 550 | E1-E2 | F8-F9 |
| 450 | 600 | E1-E2 | F8-F9 |
| 500 | 650 | F1-F3 | F10-F11 |
| 560 | 750 | F1-F3 | F10-F11 |
| 630 | 900 | F1-F3 | F10-F11 |
| 710 | 1000 | F1-F3 | F10-F11 |
| 800 | 1200 | F2-F4 | F12-F13 |
| 1000 | 1350 | F2-F4 | F12-F13 |

**Tableau 4.1 Dimensionnement puissance des boîtiers, 380-480 V**

*1) Tous les dimensionnements puissance correspondent à une surcharge normale.*
*La sortie est mesurée à 400 V (kW) et 460 V (HP).*

| | | Boîtiers disponibles | |
|---|---|---|---|
| **kW[1)]** | **HP[1)]** | **6 impulsions** | **12 impulsions** |
| 450 | 450 | E1-E2 | F8-F9 |
| 500 | 500 | E1-E2 | F8-F9 |
| 560 | 600 | E1-E2 | F8-F9 |
| 630 | 650 | E1-E2 | F8-F9 |
| 710 | 750 | F1-F3 | F10-F11 |
| 800 | 950 | F1-F3 | F10-F11 |
| 900 | 1050 | F1-F3 | F10-F11 |
| 1000 | 1150 | F2-F4 | F12-F13 |
| 1200 | 1350 | F2-F4 | F12-F13 |
| 1400 | 1550 | F2-F4 | F12-F13 |

**Tableau 4.2 Dimensionnement puissance des boîtiers, 525-690 V**

*1) Tous les dimensionnements puissance correspondent à une surcharge normale.*
*La sortie est mesurée à 690 V (kW) et 575 V (HP).*

## 4.3 Vue d'ensemble des boîtiers, 380-480 V

| Taille de boîtier | E1 | E2 |
|---|---|---|
| **Dimensionnement puissance**[1] | | |
| Sortie à 400 V (kW) | 355–450 | 355–450 |
| Sortie à 460 V (HP) | 500–600 | 500–600 |
| **Configuration utilisateur** | | |
| 6 impulsions | S | S |
| 12 impulsions | – | – |
| **Protection nominale** | | |
| IP | IP21/54 | IP00 |
| Type UL | Type 1/12 | Châssis |
| **Options matérielles**[2] | | |
| Canal de ventilation arrière en acier inoxydable | – | O |
| Plaque de protection contre les pièces nues sous tension | O | – |
| Appareil de chauffage et thermostat | – | – |
| Éclairage de l'armoire avec prise | – | – |
| Filtre RFI (classe A1) | O | O |
| Bornes NAMUR | – | – |
| IRM (dispositif de surveillance de la résistance d'isolation) | – | – |
| RCM (dispositif de surveillance du courant résiduel) | – | – |
| Hacheur de freinage (IGBT) | O | O |
| Safe Torque Off | O | O |
| Bornes régénératrices | O | O |
| Bornes communes du moteur | – | – |
| Arrêt d'urgence avec relais de sécurité Pilz | – | – |
| Safe Torque Off avec relais de sécurité Pilz | – | – |
| Sans LCP | – | – |
| LCP graphique | S | S |
| LCP numérique | O | O |
| Fusibles | O | O |
| Bornes de répartition de la charge | O | O |
| Fusibles + Bornes de répartition de la charge | O | O |
| Sectionneur | O | O |
| Disjoncteurs | – | – |
| Contacteurs | – | – |
| Démarreurs manuels | – | – |
| Bornes protégées par fusible 30 A | – | – |
| Alimentation 24 V CC (SMPS, 5 A) | O | O |
| Surveillance de la température extérieure | – | – |
| **Dimensions** | | |
| Hauteur, mm (po) | 2 000 (78,8) | 1 547 (60,9) |
| Largeur, mm (po) | 600 (23,6) | 585 (23,0) |
| Profondeur, mm (po) | 494 (19,4) | 498 (19,5) |
| Poids, kg (lb) | 270–313 (595–690) | 234–277 (516–611) |

**Tableau 4.3 Variateurs E1-E2, 380-480 V**

*1) Tous les dimensionnements puissance correspondent à une surcharge normale. La sortie est mesurée à 400 V (kW) et 460 V (HP).*

*2) S = standard, O = en option, et un tiret indique que cette option n'est pas disponible.*

| Taille de boîtier | F1 | F2 | F3 | F4 |
|---|---|---|---|---|
| **Dimensionnement puissance**[1] | | | | |
| Sortie à 400 V (kW) | 500–710 | 800–1000 | 500–710 | 800–1000 |
| Sortie à 460 V (HP) | 650–1000 | 1200–1350 | 650–1000 | 1200–1350 |
| **Configuration utilisateur** | | | | |
| 6 impulsions | S | S | S | S |
| 12 impulsions | – | – | – | – |
| **Protection nominale** | | | | |
| IP | IP21/54 | IP21/54 | IP21/54 | IP21/54 |
| Type UL | Type 1/12 | Type 1/12 | Type 1/12 | Type 1/12 |
| **Options matérielles**[2] | | | | |
| Canal de ventilation arrière en acier inoxydable | O | O | O | O |
| Plaque de protection contre les pièces nues sous tension | – | – | – | – |
| Appareil de chauffage et thermostat | O | O | O | O |
| Éclairage de l'armoire avec prise | O | O | O | O |
| Filtre RFI (classe A1) | – | – | – | – |
| Bornes NAMUR | – | – | – | – |
| IRM (dispositif de surveillance de la résistance d'isolation) | – | – | O | O |
| RCM (dispositif de surveillance du courant résiduel) | – | – | O | O |
| Hacheur de freinage (IGBT) | O | O | O | O |
| Safe Torque Off | O | O | O | O |
| Bornes régénératrices | O | O | O | O |
| Bornes communes du moteur | O | O | O | O |
| Arrêt d'urgence avec relais de sécurité Pilz | – | – | O | O |
| Safe Torque Off avec relais de sécurité Pilz | O | O | O | O |
| Sans LCP | – | – | – | – |
| LCP graphique | S | S | S | S |
| LCP numérique | – | – | – | – |
| Fusibles | O | O | O | O |
| Bornes de répartition de la charge | O | O | O | O |
| Fusibles + Bornes de répartition de la charge | O | O | O | O |
| Sectionneur | – | – | O | O |
| Disjoncteurs | – | – | O | O |
| Contacteurs | – | – | O | O |
| Démarreurs manuels | O | O | O | O |
| Bornes protégées par fusible 30 A | O | O | O | O |
| Alimentation 24 V CC (SMPS, 5 A) | O | O | O | O |
| Surveillance de la température extérieure | O | O | O | O |
| **Dimensions** | | | | |
| Hauteur, mm (po) | 2 204 (86,8) | 2 204 (86,8) | 2 204 (86,8) | 2 204 (86,8) |
| Largeur, mm (po) | 1 400 (55,1) | 1 800 (70,9) | 2 000 (78,7) | 2 400 (94,5) |
| Profondeur, mm (po) | 606 (23,9) | 606 (23,9) | 606 (23,9) | 606 (23,9) |
| Poids, kg (lb) | 1 017 (2 242,1) | 1 260 (2 777,9) | 1 318 (2 905,7) | 1 561 (3 441,5) |

**Tableau 4.4 Variateurs F1-F4, 380-500 V**

*1) Tous les dimensionnements puissance correspondent à une surcharge normale. La sortie est mesurée à 400 V (kW) et 460 V (HP).*

*2) S = standard, O = en option, et un tiret indique que cette option n'est pas disponible.*

| Taille de boîtier | F8 | F9 | F10 | F11 | F12 | F13 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Dimensionnement puissance**[1] | | | | | | |
| Sortie à 400 V (kW) | 315–450 | 315–450 | 500–710 | 500–710 | 800–1000 | 800–1000 |
| Sortie à 460 V (HP) | 450–600 | 450–600 | 650–1000 | 650–1000 | 1200–1350 | 1200–1350 |
| **Configuration utilisateur** | | | | | | |
| 6 impulsions | – | – | – | – | – | – |
| 12 impulsions | S | S | S | S | S | S |
| **Protection nominale** | | | | | | |
| IP | IP21/54 | IP21/54 | IP21/54 | IP21/54 | IP21/54 | IP21/54 |
| NEMA | Type 1/12 | Type 1/12 | Type 1/12 | Type 1/12 | Type 1/12 | Type 1/12 |
| **Options matérielles**[2] | | | | | | |
| Canal de ventilation arrière en acier inoxydable | – | – | – | – | – | – |
| Plaque de protection contre les pièces nues sous tension | – | – | – | – | – | – |
| Appareil de chauffage et thermostat | – | – | O | O | O | O |
| Éclairage de l'armoire avec prise | – | – | O | O | O | O |
| Filtre RFI (classe A1) | – | O | – | – | O | O |
| Bornes NAMUR | – | – | – | – | – | – |
| IRM (dispositif de surveillance de la résistance d'isolation) | – | O | – | – | O | O |
| RCM (dispositif de surveillance du courant résiduel) | – | O | – | – | O | O |
| Hacheur de freinage (IGBT) | O | O | O | O | O | O |
| Safe Torque Off | O | O | O | O | O | O |
| Bornes régénératrices | – | – | – | – | – | – |
| Bornes communes du moteur | – | – | O | O | O | O |
| Arrêt d'urgence avec relais de sécurité Pilz | – | – | – | – | – | – |
| Safe Torque Off avec relais de sécurité Pilz | O | O | O | O | O | O |
| Sans LCP | – | – | – | – | – | – |
| LCP graphique | S | S | S | S | S | S |
| LCP numérique | – | – | – | – | – | – |
| Fusibles | O | O | O | O | O | O |
| Bornes de répartition de la charge | – | – | – | – | – | – |
| Fusibles + Bornes de répartition de la charge | – | – | – | – | – | – |
| Sectionneur | – | O | O | O | O | O |
| Disjoncteurs | – | – | – | – | – | – |
| Contacteurs | – | – | – | – | – | – |
| Démarreurs manuels | – | – | O | O | O | O |
| Bornes protégées par fusible 30 A | – | – | O | O | O | O |
| Alimentation 24 V CC (SMPS, 5 A) | O | O | O | O | O | O |
| Surveillance de la température extérieure | – | – | O | O | O | O |
| **Dimensions** | | | | | | |
| Hauteur, mm (po) | 2 204 (86,8) | 2 204 (86,8) | 2 204 (86,8) | 2 204 (86,8) | 2 204 (86,8) | 2 204 (86,8) |
| Largeur, mm (po) | 800 (31,5) | 1 400 (55,2) | 1 600 (63,0) | 2 400 (94,5) | 2 000 (78,7) | 2 800 (110,2) |
| Profondeur, mm (po) | 606 (23,9) | 606 (23,9) | 606 (23,9) | 606 (23,9) | 606 (23,9) | 606 (23,9) |
| Poids, kg (lb) | 447 (985,5) | 669 (1 474,9) | 893 (1 968,8) | 1 116 (2 460,4) | 1 037 (2 286,4) | 1 259 (2 775,7) |

**Tableau 4.5 Variateurs F8-F13, 380-480 V**

*1) Tous les dimensionnements puissance correspondent à une surcharge normale. La sortie est mesurée à 400 V (kW) et 460 V (HP).*

*2) S = standard, O = en option, et un tiret indique que cette option n'est pas disponible.*

## 4.4 Vue d'ensemble des boîtiers, 525-690 V

| Taille de boîtier | E1 | E2 |
|---|---|---|
| **Dimensionnement puissance**[1] | | |
| Sortie à 690 V (kW) | 450–630 | 450–630 |
| Sortie à 575 V (HP) | 450–650 | 450–650 |
| **Configuration utilisateur** | | |
| 6 impulsions | S | S |
| 12 impulsions | – | – |
| **Protection nominale** | | |
| IP | IP21/54 | IP00 |
| Type UL | Type 1/12 | Châssis |
| **Options matérielles**[2] | | |
| Canal de ventilation arrière en acier inoxydable | – | O |
| Plaque de protection contre les pièces nues sous tension | O | – |
| Appareil de chauffage et thermostat | – | – |
| Éclairage de l'armoire avec prise | – | – |
| Filtre RFI (classe A1) | O | O |
| Bornes NAMUR | – | – |
| IRM (dispositif de surveillance de la résistance d'isolation) | – | – |
| RCM (dispositif de surveillance du courant résiduel) | – | – |
| Hacheur de freinage (IGBT) | O | O |
| Safe Torque Off | S | S |
| Bornes régénératrices | O | O |
| Bornes communes du moteur | – | – |
| Arrêt d'urgence avec relais de sécurité Pilz | – | – |
| Safe Torque Off avec relais de sécurité Pilz | – | – |
| Sans LCP | – | – |
| LCP graphique | S | S |
| LCP numérique | O | O |
| Fusibles | O | O |
| Bornes de répartition de la charge | O | O |
| Fusibles + Bornes de répartition de la charge | O | O |
| Sectionneur | O | O |
| Disjoncteurs | – | – |
| Contacteurs | – | – |
| Démarreurs manuels | – | – |
| Bornes protégées par fusible 30 A | – | – |
| Alimentation 24 V CC (SMPS, 5 A) | O | O |
| Surveillance de la température extérieure | – | – |
| **Dimensions** | | |
| Hauteur, mm (po) | 2 000 (78,8) | 1 547 (60,9) |
| Largeur, mm (po) | 600 (23,6) | 585 (23,0) |
| Profondeur, mm (po) | 494 (19,4) | 498 (19,5) |
| Poids, kg (lb) | 263–313 (580–690) | 221–277 (487–611) |

**Tableau 4.6 Variateurs E1-E2, 525-690 V**

*1) Tous les dimensionnements puissance correspondent à une surcharge normale. La sortie est mesurée à 690 V (kW) et 575 V (HP).*

*2) S = standard, O = en option, et un tiret indique que cette option n'est pas disponible.*

| Taille de boîtier | F1 | F2 | F3 | F4 |
|---|---|---|---|---|
| **Dimensionnement puissance**[1)] | | | | |
| Sortie à 690 V (kW) | 710–900 | 1000–1400 | 710–900 | 1000–1400 |
| Sortie à 575 V (HP) | 750–1050 | 1150–1550 | 750–1050 | 1150–1550 |
| **Configuration utilisateur** | | | | |
| 6 impulsions | S | S | S | S |
| 12 impulsions | – | – | – | – |
| **Protection nominale** | | | | |
| IP | IP21/54 | IP21/54 | IP21/54 | IP21/54 |
| Type UL | Type 1/12 | Type 1/12 | Type 1/12 | Type 1/12 |
| **Options matérielles**[2)] | | | | |
| Canal de ventilation arrière en acier inoxydable | O | O | O | O |
| Plaque de protection contre les pièces nues sous tension | – | – | – | – |
| Appareil de chauffage et thermostat | O | O | O | O |
| Éclairage de l'armoire avec prise | O | O | O | O |
| Filtre RFI (classe A1) | – | – | O | O |
| Bornes NAMUR | – | – | – | – |
| IRM (dispositif de surveillance de la résistance d'isolation) | – | – | O | O |
| RCM (dispositif de surveillance du courant résiduel) | – | – | O | O |
| Hacheur de freinage (IGBT) | O | O | O | O |
| Safe Torque Off | O | O | O | O |
| Bornes régénératrices | O | O | O | O |
| Bornes communes du moteur | O | O | O | O |
| Arrêt d'urgence avec relais de sécurité Pilz | – | – | O | O |
| Safe Torque Off avec relais de sécurité Pilz | O | O | O | O |
| Sans LCP | – | – | – | – |
| LCP graphique | S | S | S | S |
| LCP numérique | – | – | – | – |
| Fusibles | O | O | O | O |
| Bornes de répartition de la charge | O | O | O | O |
| Fusibles + Bornes de répartition de la charge | O | O | O | O |
| Sectionneur | – | – | O | O |
| Disjoncteurs | – | – | O | O |
| Contacteurs | – | – | O | O |
| Démarreurs manuels | O | O | O | O |
| Bornes protégées par fusible 30 A | O | O | O | O |
| Alimentation 24 V CC (SMPS, 5 A) | O | O | O | O |
| Surveillance de la température extérieure | O | O | O | O |
| **Dimensions** | | | | |
| Hauteur, mm (po) | 2 204 (86,8) | 2 204 (86,8) | 2 204 (86,8) | 2 204 (86,8) |
| Largeur, mm (po) | 1 400 (55,1) | 1 800 (70,9) | 2 000 (78,7) | 2 400 (94,5) |
| Profondeur, mm (po) | 606 (23,9) | 606 (23,9) | 606 (23,9) | 606 (23,9) |
| Poids, kg (lb) | 1 017 (2 242,1) | 1 260 (2 777,9) | 1 318 (2 905,7) | 1 561 (3 441,5) |

**Tableau 4.7 Variateurs F1-F4, 525-690 V**

*1) Tous les dimensionnements puissance correspondent à une surcharge normale. La sortie est mesurée à 690 V (kW) et 575 V (HP).*

*2) S = standard, O = en option, et un tiret indique que cette option n'est pas disponible.*

4

| Taille de boîtier | F8 | F9 | F10 | F11 | F12 | F13 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Dimensionnement puissance**[1)] | | | | | | |
| Sortie à 690 V (kW) | 450–630 | 450–630 | 710–900 | 710–900 | 1000–1400 | 1000–1400 |
| Sortie à 575 V (HP) | 450–650 | 450–650 | 750–1050 | 750–1050 | 1150–1550 | 1150–1550 |
| **Configuration utilisateur** | | | | | | |
| 6 impulsions | – | – | – | – | – | – |
| 12 impulsions | S | S | S | S | S | S |
| **Protection nominale** | | | | | | |
| IP | IP21/54 | IP21/54 | IP21/54 | IP21/54 | IP21/54 | IP21/54 |
| NEMA | Type 1/12 | Type 1/12 | Type 1/12 | Type 1/12 | Type 1/12 | Type 1/12 |
| **Options matérielles**[2)] | | | | | | |
| Canal de ventilation arrière en acier inoxydable | – | – | – | – | – | – |
| Plaque de protection contre les pièces nues sous tension | – | – | – | – | – | – |
| Appareil de chauffage et thermostat | – | – | O | O | O | O |
| Éclairage de l'armoire avec prise | – | – | O | O | O | O |
| Filtre RFI (classe A1) | – | O | – | – | O | O |
| Bornes NAMUR | – | – | – | – | – | – |
| IRM (dispositif de surveillance de la résistance d'isolation) | – | O | – | – | O | O |
| RCM (dispositif de surveillance du courant résiduel) | – | O | – | – | O | O |
| Hacheur de freinage (IGBT) | O | O | O | O | O | O |
| Safe Torque Off | O | O | O | O | O | O |
| Bornes régénératrices | – | – | – | – | – | – |
| Bornes communes du moteur | – | – | O | O | O | O |
| Arrêt d'urgence avec relais de sécurité Pilz | – | – | – | – | – | – |
| Safe Torque Off avec relais de sécurité Pilz | O | O | O | O | O | O |
| Sans LCP | – | – | – | – | – | – |
| LCP graphique | S | S | S | S | S | S |
| LCP numérique | – | – | – | – | – | – |
| Fusibles | O | O | O | O | O | O |
| Bornes de répartition de la charge | – | – | – | – | – | – |
| Fusibles + Bornes de répartition de la charge | – | – | – | – | – | – |
| Sectionneur | – | O | O | O | O | O |
| Disjoncteurs | – | – | – | – | – | – |
| Contacteurs | – | – | – | – | – | – |
| Démarreurs manuels | – | – | O | O | O | O |
| Bornes protégées par fusible 30 A | – | – | O | O | O | O |
| Alimentation 24 V CC (SMPS, 5 A) | O | O | O | O | O | O |
| Surveillance de la température extérieure | – | – | O | O | O | O |
| **Dimensions** | | | | | | |
| Hauteur, mm (po) | 2 204 (86,8) | 2 204 (86,8) | 2 204 (86,8) | 2 204 (86,8) | 2 204 (86,8) | 2 204 (86,8) |
| Largeur, mm (po) | 800 (31,5) | 1 400 (55,1) | 1 600 (63,0) | 2 400 (94,5) | 2 000 (78,7) | 2 800 (110,2) |
| Profondeur, mm (po) | 606 (23,9) | 606 (23,9) | 606 (23,9) | 606 (23,9) | 606 (23,9) | 606 (23,9) |
| Poids, kg (lb) | 447 (985,5) | 669 (1 474,9) | 893 (1 968,8) | 1 116 (2 460,4) | 1 037 (2 286,4) | 1 259 (2 775,7) |

**Tableau 4.8 Variateurs F8-F13, 525-690 V**

*1) Tous les dimensionnements puissance correspondent à une surcharge normale. La sortie est mesurée à 690 V (kW) et 575 V (HP).*

*2) S = standard, O = en option, et un tiret indique que cette option n'est pas disponible.*


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

## 4.5 Disponibilité des kits

| Description du kit[1)] | E1 | E2 | F1 | F2 | F3 | F4 | F8 | F9 | F10 | F11 | F12 | F13 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| USB dans la porte | O | – | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O |
| LCP numérique | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O |
| LCP graphique[2)] | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O |
| Câble LCP, 3 m (9 pi) | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O |
| Kit de montage du LCP numérique (LCP, fixations, joint et câble) | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O |
| Kit de montage du LCP graphique (LCP, fixations, joint et câble) | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O |
| Kit de montage pour tous les LCP (fixations, joint et câble) | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O |
| Entrée supérieure des câbles du moteur | – | – | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O |
| Entrée supérieure des câbles secteur | – | – | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O |
| Entrée supérieure des câbles secteur avec sectionneur | – | – | – | – | O | O | – | – | – | – | – | – |
| Entrée supérieure des câbles du bus de terrain | – | O | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Bornes communes du moteur | – | – | O | O | O | O | – | – | – | – | – | – |
| Boîtier NEMA 3R | – | O | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Socle | O | O | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Plaque d'options d'entrée | O | O | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Conversion IP20 | – | O | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Refroidissement (uniquement) par sortie haute | – | O | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Refroidissement par le canal arrière (entrée par l'arrière/sortie par l'arrière) | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O |
| Refroidissement par le canal arrière (entrée par le bas/sortie par le haut) | – | O | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |

**Tableau 4.9 Kits disponibles pour les boîtiers E1-E2, F1-F4 et F8-F13**

*1) S = standard. O = en option. Un tiret indique que ce kit n'est pas disponible pour ce boîtier. Pour les descriptions de kit et les références, se reporter au chapitre 13.2 Références des options/kits.*

*2) Le LCP graphique est disponible en version standard avec les boîtiers E1-E2, F1-F4 et F8-F13. Si plus d'un LCP graphique est nécessaire, le kit est disponible à la vente.*

# 5 Caractéristiques du produit

## 5.1 Caractéristiques opérationnelles automatisées

Les caractéristiques opérationnelles automatisées sont actives lorsque le variateur est en fonctionnement. La plupart ne nécessitent aucune programmation ni configuration. Le variateur comporte un large éventail de fonctions de protection intégrées afin de se protéger et de protéger également le moteur qu'il fait fonctionner.

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

### 5.1.1 Protection contre les courts-circuits

**Moteur (phase-phase)**
Une mesure de courant effectuée sur chacune des trois phases moteur protège le variateur contre les courts-circuits. Un court-circuit entre deux 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*, *Trip Lock* (*Alarme verrouillée)*).

**Côté secteur**
Un variateur fonctionnant correctement limite le courant qu'il tire de l'alimentation. Il est néanmoins 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 (première panne). Des fusibles doivent être installés côté secteur pour la conformité UL.

***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 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 contre la surcharge, installer des fusibles CC en série avec les bornes de répartition de la charge de toutes les unités connectées.

### 5.1.2 Protection contre la surtension

**Surtension générée par le moteur**
La tension dans le circuit intermédiaire augmente lorsque le moteur est utilisé comme générateur. Cette situation se présente dans les cas suivants :

- La charge fait tourner le moteur à une fréquence de sortie constante générée par le variateur, ce qui signifie que l'énergie est fournie par la charge.
- Lors de la décélération (arrêt en rampe), 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 dans l'ensemble du système d'entraînement.
- Un réglage incorrect de la compensation du glissement entraîne une tension plus 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 et provoquer des dommages. Pour empêcher cela, la valeur du *paramétre 4-19 Max Output Frequency* est automatiquement limitée sur la base d'un calcul interne reposant sur la valeur du *paramétre 1-40 Back EMF at 1000 RPM*, du *paramétre 1-25 Motor Nominal Speed* et du *paramétre 1-39 Motor Poles*.

***AVIS!***

**Pour éviter que le moteur dépasse la vitesse limite (par exemple à cause d'une charge entraînante trop importante), équiper le variateur d'une résistance de freinage.**

La surtension peut être gérée en utilisant une fonction de freinage (*paramétre 2-10 Brake Function*) et/ou un contrôle de surtension (*paramétre 2-17 Over-voltage Control*).

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

Le freinage CA permet d'améliorer le freinage sans utiliser de résistance de freinage. Cette fonction commande une surmagnétisation du moteur lorsque celui-ci sert de générateur. 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 freinage CA n'est pas aussi efficace que le freinage dynamique par résistance.**

**Contrôle de la surtension (OVC)**
En allongeant automatiquement la rampe de décélération, l'OVC réduit le risque d'arrêt du variateur en raison d'une surtension sur le circuit intermédiaire.

***AVIS!***

**L'OVC peut être activé pour un moteur PM dans tous les modes de contrôle, les PM VVC+, Flux OL et Flux CL pour les moteurs PM.**

### 5.1.3 Détection d'absence de phase moteur

La fonction de détection d'absence de phase moteur (*paramétre 4-58 Missing Motor Phase Function*) est activée par défaut pour éviter l'endommagement du moteur s'il manque une phase moteur. Le réglage par défaut est de 1 000 ms, mais il peut être ajusté pour une détection plus rapide.

### 5.1.4 Détection de déséquilibre de tension d'alimentation

Une exploitation dans des conditions de déséquilibre important de la tension d'alimentation réduit la durée de vie du moteur et du variateur. Les conditions sont considérées comme sévères si le moteur fonctionne continuellement à hauteur de la charge nominale. Le réglage par défaut arrête le variateur en cas de déséquilibre de la tension d'alimentation (*paramétre 14-12 Response to Mains Imbalance*).

### 5.1.5 Commutation sur la sortie

Il est permis d'ajouter un commutateur à la sortie entre le moteur et le variateur, mais cela peut entraîner l'affichage de messages d'erreur. Danfoss ne recommande pas d'utiliser cette fonction sur des variateurs 525-690 V reliés à un réseau électrique IT.

### 5.1.6 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 *paramétre 4-16 Torque Limit Motor Mode* et au *paramétre 4-17 Torque Limit Generator Mode*. Le temps avant que l'avertissement de limite de couple ne se déclenche est contrôlé au *paramétre 14-25 Trip Delay at Torque Limit*.

**Limite de courant**
La limite de courant est contrôlée au *paramétre 4-18 Current Limit* et le temps avant que le variateur ne s'arrête est contrôlé au *paramétre 14-24 Trip Delay at Current Limit*.

**Vitesse limite**
Vitesse limite minimale : le *Paramétre 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]* ou le *paramétre 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]* limite la plage de vitesses d'exploitation minimum du variateur.
Vitesse limite maximale : le *Paramétre 4-13 Motor Speed High Limit [RPM]* ou le *paramétre 4-19 Max Output Frequency* limite la fréquence de sortie maximum que le variateur peut fournir.

**Relais thermique électronique (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 5.1*.

**Limite tension**
L'onduleur 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 comporte des capteurs de température intégrés et réagit immédiatement aux valeurs critiques via les limites programmées en dur.

### 5.1.7 Protection rotor verrouillé

Dans certaines situations, le rotor se verrouille suite à une charge excessive ou à d'autres facteurs. Le rotor verrouillé ne présente pas une capacité de refroidissement suffisante, ce qui peut surchauffer le bobinage du moteur. Le variateur est capable de détecter la situation de rotor verrouillé avec un contrôle de flux PM en boucle ouverte et un contrôle PM VVC+ (*paramétre 30-22 Locked Rotor Detection*).

### 5.1.8 Déclassement automatique

Le variateur vérifie constamment les niveaux critiques suivants :

- température trop élevée sur la carte de commande ou le dissipateur de chaleur
- charge moteur élevée
- haute tension du circuit intermédiaire
- vitesse du moteur faible.

En réponse à un niveau critique, le variateur ajuste la fréquence de commutation. Pour des températures internes élevées, ainsi que pour une vitesse du moteur faible, le variateur peut également forcer le modèle PWM sur SFAVM.

***AVIS!***

**Le déclassement automatique est différent lorsque le *paramétre 14-55 Output Filter* est réglé sur *[2] Filtre sinus fixe.***

### 5.1.9 Optimisation automatique de l'énergie

L'optimisation automatique de l'énergie (AEO) s'adresse au variateur pour surveiller la charge sur le moteur en continu 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 profite :

- d'un meilleur rendement
- d'un chauffage réduit
- d'un fonctionnement plus silencieux.

Il n'est pas nécessaire de sélectionner une courbe V/Hz car le variateur ajuste automatiquement la tension du moteur.

### 5.1.10 Modulation automatique de la fréquence de commutation

Le variateur 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, 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. 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.

### 5.1.11 Déclassement automatique pour fréquence de commutation élevée

Le variateur a été conçu pour un fonctionnement continu à pleine charge à des fréquences de commutation comprises entre 1,5 et 2 kHz pour 380-480 V, et 1 et 1,5 kHz pour 525-690 V. La plage de fréquences dépend de la puissance et de la tension nominale. Une fréquence de commutation supérieure à la plage maximale autorisée augmente la chaleur dans le variateur et requiert un déclassement du courant de sortie.

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

### 5.1.12 Performance de fluctuation de la puissance

Le variateur supporte les fluctuations du secteur telles que les :

- transitoires
- chutes de courant momentanées
- brèves chutes de tension
- surtensions.

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

 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

### 5.1.13 Atténuation des résonances

L'atténuation des résonances élimine le bruit de résonance du moteur haute fréquence. L'atténuation des fréquences à sélection manuelle ou automatique est disponible.

### 5.1.14 Ventilateurs à température contrôlée

Des capteurs placés dans le variateur régulent l'exploitation des ventilateurs de refroidissement internes. Souvent, les ventilateurs de refroidissement ne fonctionnent pas à faible charge ou en mode veille ou en pause. Ces capteurs réduisent le bruit, augmentent l'efficacité et prolongent la durée de vie du ventilateur.

### 5.1.15 Conformité CEM

Les interférences électromagnétiques (EMI) et les interférences radio-électriques (RFI) 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 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 européenne EN 55011. Les câbles du moteur doivent être blindés et correctement terminés pour respecter les niveaux d'émission de la norme EN 55011. Pour plus d'informations concernant la performance CEM, consulter le *chapitre 10.15.1 Résultats des essais CEM*.

### 5.1.16 Isolation galvanique des bornes de commande

Toutes les bornes de commande et de relais de sortie sont galvaniquement isolées de l'alimentation secteur, ce qui protège entièrement le circuit de commande 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 tension extrêmement basse (PELV) pour l'isolation.

**Les composants de l'isolation galvanique sont les suivants :**

- l'alimentation, notamment l'isolation du signal
- le pilotage des IGBT, des transformateurs d'impulsions et des coupleurs optoélectroniques
- les transducteurs de courant de sortie à effet Hall.

## 5.2 Fonctions de protection de l'application

Les fonctions personnalisées des applications sont les fonctions les plus couramment programmées sur le variateur pour une meilleure performance du système. Elles nécessitent une programmation ou une configuration minimum. Consulter le *guide de programmation* pour obtenir des instructions sur l'activation de ces fonctions.

### 5.2.1 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, ce qui permet au variateur de calculer la performance optimale et le rendement. Le recours à la procédure AMA maximise par ailleurs la fonction d'optimisation automatique de l'énergie du variateur. L'AMA est réalisée sans rotation du moteur et sans désaccouplage de la charge du moteur.

### 5.2.2 Contrôleur intégré du PID

Le contrôleur intégré à action proportionnelle, intégrale, dérivée (PID) élimine le besoin de dispositifs de contrôle auxiliaires. Le contrôleur du PID maintient un contrôle constant des systèmes en boucle fermée lorsque la pression, le débit, la température doivent être régulés ou toute autre configuration système doit être conservée.

Le variateur peut utiliser deux signaux de retour provenant de deux dispositifs différents, ce qui permet de réguler le système en fonction de différentes exigences de signal de retour. Le variateur prend des décisions de contrôle en comparant les deux signaux afin d'optimiser la performance du système.

### 5.2.3 Protection thermique du moteur

La protection thermique du moteur est disponible :

- par détection directe de la température à l'aide
  - d'un capteur PTC ou KTY dans les bobinages du moteur et connecté à une entrée analogique ou digitale standard
  - d'un PT100 ou PT1000 dans les bobinages et paliers du moteur, connecté à la carte VLT® Sensor Input Card MCB 114
  - d'une entrée de thermistance PTC sur la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 (homologuée ATEX)
- par un thermocontact mécanique (type Klixon) sur une entrée digitale
- par relais thermique électronique intégré (ETR).

L'ETR calcule la température du moteur en mesurant le courant, la fréquence et le temps de fonctionnement. Le variateur 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 d'arrêter le moteur, de réduire la sortie ou d'ignorer la condition. Même à faible vitesse, le variateur satisfait aux normes sur les surcharges de moteurs électroniques I2t de classe 20.



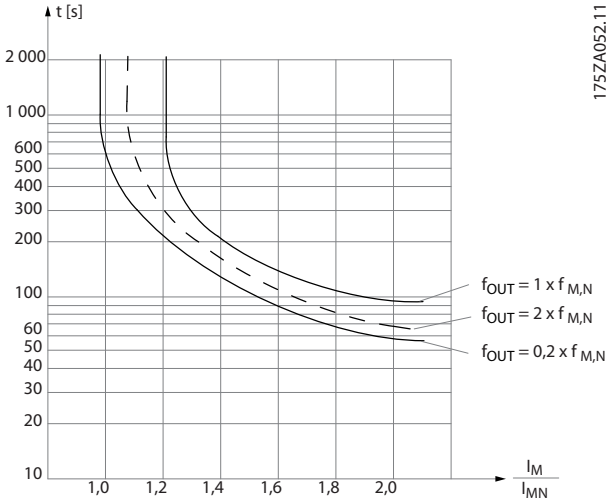



**Illustration 5.1 Caractéristiques ETR**

L'axe des abscisses 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. 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 *paramétre 16-18 Motor Thermal*.
Une version spéciale de l'ETR est également disponible pour les moteurs Ex-e dans les zones ATEX. Cette fonction permet de saisir une courbe spécifique pour protéger le moteur Ex-e. Consulter le g*uide de programmation* pour obtenir des instructions concernant la configuration.

## 5.2.4 Protection thermique du moteur pour moteurs Ex-e

Le variateur est équipé d'une fonction de surveillance thermique ETR ATEX pour l'exploitation de moteurs Ex-e conformes à la norme EN-60079-7. Associée à un dispositif de surveillance PTC agréé ATEX tel que la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 ou un dispositif externe, l'installation n'a pas besoin d'homologation individuelle par un organisme agréé.

La fonction de surveillance thermique ETR ATEX permet d'utiliser un moteur Ex-e au lieu d'un moteur Ex-d plus cher, plus grand et plus lourd. La fonction s'assure que le variateur limite le courant du moteur pour empêcher toute surchauffe.

**Exigences liées au moteur Ex-e**

- S'assurer que le moteur Ex-e est homologué pour une exploitation dans des zones dangereuses (zone ATEX 1/21, zone ATEX 2/22) avec des variateurs. Le moteur doit être certifié pour la zone dangereuse spécifique.
- Installer le moteur Ex-e dans la zone 1/21 ou 2/22 de la zone dangereuse, selon l'homologation du moteur.

***AVIS!***

**Installer le variateur à l'extérieur de la zone dangereuse.**

- S'assurer que le moteur Ex-e est équipé d'un dispositif de protection du moteur contre la surcharge conforme aux directives ATEX. Ce dispositif surveille la température dans les bobinages du moteur. En cas de niveau de température critique ou de dysfonctionnement, le dispositif coupe le moteur.
  - L'option VLT® PTC Thermistor MCB 112 permet de surveiller la température du moteur conformément aux directives ATEX. Il est nécessaire que le variateur soit équipé de 3-6 thermistances PTC en série, conformément à DIN 44081 ou 44082.
  - Il est également possible d'utiliser un dispositif de protection PTC externe, agréé ATEX.
- Un filtre sinus est requis lorsque les conditions suivantes s'appliquent :
  - des câbles longs (pics de tension) ou une tension secteur accrue produisent des tensions supérieures à la tension

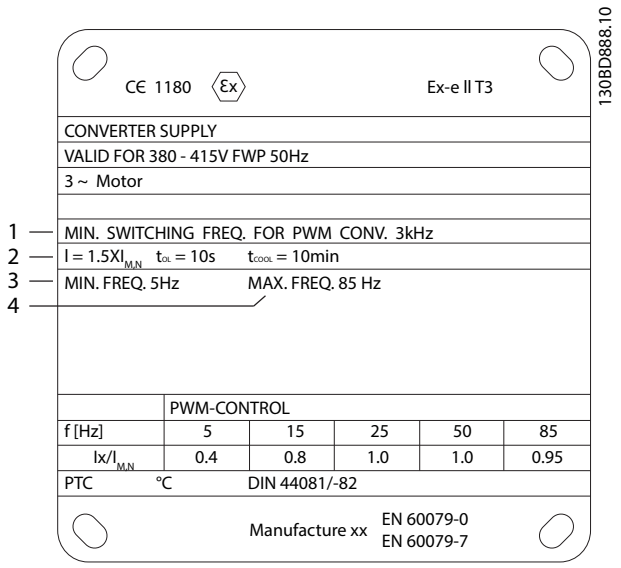
maximum admissible au niveau des bornes du moteur

- la fréquence de commutation minimale du variateur ne satisfait pas aux exigences du fabricant du moteur. La fréquence de commutation minimale du variateur est indiquée comme valeur par défaut dans le *paramétre 14-01 Switching Frequency*.

**Compatibilité du moteur et du variateur**
Pour les moteurs certifiés conformes à la norme EN-60079-7, une liste de données comprenant les limites et règles est fournie par le fabricant du moteur sous forme de fiche technique, ou sur la plaque signalétique du moteur. Lors de la planification, de l'installation, de la mise en service, de l'exploitation et de l'entretien, respecter les limites et règles fournies par le fabricant en ce qui concerne :

- Fréquence de commutation minimale.
- Courant maximal.
- Fréquence moteur minimale.
- Fréquence moteur maximale.

L'*Illustration 5.2* montre l'emplacement des exigences sur la plaque signalétique du moteur.




| | |
|---|---|
| 1 | Fréquence de commutation minimale |
| 2 | Courant maximal |
| 3 | Fréquence moteur minimale |
| 4 | Fréquence moteur maximale |

**Illustration 5.2 Plaque signalétique du moteur indiquant les exigences du variateur**

Au moment de choisir un variateur et un moteur, Danfoss précise les exigences supplémentaires suivantes pour garantir une protection thermique adéquate du moteur :

- Ne pas dépasser le rapport maximal autorisé entre la taille du variateur et la taille du moteur. La valeur caractéristique est $I_{VLT,\,n} \leq 2 \times I_{m,n}$
- Tenir compte de toutes les chutes de tension entre le variateur et le moteur. Si le moteur tourne à une tension inférieure à celle indiquée dans les caractéristiques U/f, le courant peut augmenter, ce qui déclenche une alarme.

Pour de plus amples informations, voir l'exemple d'application dans le *chapitre 12 Exemples d'applications*.

## 5.2.5 Chute de tension secteur

Lors d'une chute de la tension secteur, le variateur continue de fonctionner jusqu'à ce que la tension du circuit intermédiaire chute en dessous du seuil d'arrêt minimal. Ce seuil 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.

Le variateur peut être configuré (*paramétre 14-10 Mains Failure*) sur différents types de comportement pendant les chutes de tension secteur :

- alarme verrouillée lorsque le circuit intermédiaire est épuisé
- roue libre avec démarrage à la volée lors du retour du secteur (*paramétre 1-73 Flying Start*)
- sauvegarde cinétique
- décélération contrôlée.

**Démarrage à la volée**
Cette sélection permet de rattraper un moteur, à la volée, p. ex. à cause d'une chute de tension secteur. Cette option est importante pour les centrifugeuses et les ventilateurs.

**Sauvegarde cinétique**
Cette sélection permet au variateur 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 en cas de chute de la tension secteur, au *paramétre 14-10 Mains Failure* et au *paramétre 1-73 Flying Start*.

5

### 5.2.6 Redémarrage automatique

Le variateur 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 manuelle et améliore l'exploitation automatisée de systèmes contrôlés à distance. Le nombre de tentatives de redémarrage et le temps écoulé entre les tentatives peuvent être limités.

5

### 5.2.7 Couple complet à vitesse réduite

Le variateur 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. Ce variateur est différent des variateurs à couple variable et à couple constant. Les variateurs à couple variable fournissent un couple moteur réduit à basse vitesse tandis que les variateurs à couple constant génèrent une tension, une chaleur et un bruit du moteur excédentaires en dessous de la pleine vitesse.

### 5.2.8 Bipasse 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 est doté de 4 largeurs de bande de fréquence de bipasse programmables. Ces dernières permettent au moteur de dépasser les vitesses qui induisent une résonance du système.

### 5.2.9 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.

### 5.2.10 Process programmables

Le variateur 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 LCP affiche le process actif.

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

### 5.2.11 Contrôleur logique avancé (SLC)

Le contrôleur logique avancé (SLC) est une séquence d'actions définies par l'utilisateur (voir *paramétre 13-52 SL Controller Action* [x]) exécutées par le SLC lorsque l'événement associé défini par l'utilisateur (voir *paramétre 13-51 SL Controller Event* [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 5.3*.

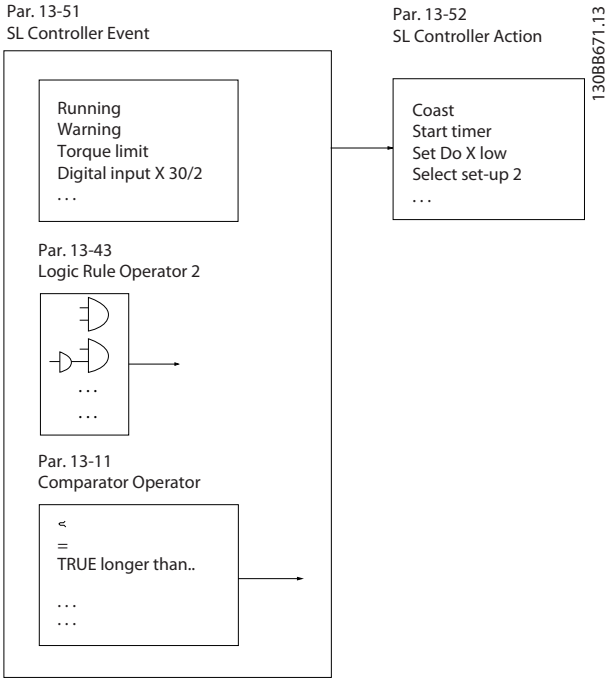



**Illustration 5.3 Événement SLC et action**

Les événements et actions sont chacun numérotés et liés par paires (états), ce qui signifie que lorsqu'un événement [0] est rempli (atteint la valeur VRAI), l'action [0] est exécutée. Après l'exécution de la 1re action, les conditions de l'événement suivant sont évaluées. Si l'événement est évalué comme étant vrai, l'action correspondante est alors exécutée. 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. Lorsque le SLC démarre, il évalue uniquement l'événement [0] à chaque intervalle de balayage. Ce n'est que lorsque l'événement [0] est évalué comme étant vrai que le SLC exécute l'action [0] et commence l'évaluation de

l'événement suivant. Il est possible de programmer de 1 à 20 événements et actions.
Lorsque le dernier événement/la dernière action a été exécuté(e), la séquence recommence à partir de l'événement [0]/action [0]. L'*Illustration 5.4* donne un exemple avec 4 événements/actions :

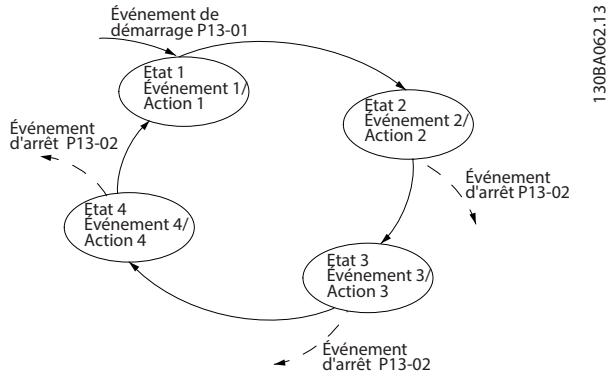



**Illustration 5.4 Ordre d'exécution lorsque 4 événements/ actions sont programmés**

**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.

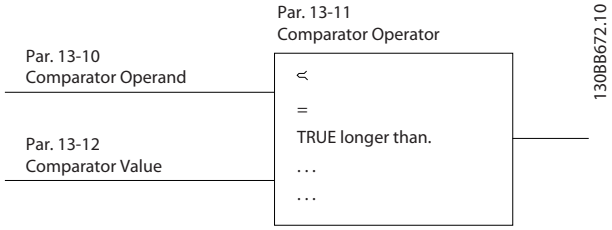



**Illustration 5.5 Comparateurs**

**Règles logiques**
Associer jusqu'à 3 entrées booléennes (entrées VRAI/FAUX) à partir des temporisateurs, comparateurs, entrées digitales, bits d'état et événements à l'aide des opérateurs logiques ET, OU, PAS.

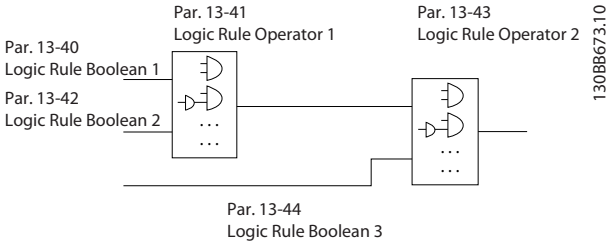



**Illustration 5.6 Règles logiques**

## 5.2.12 Safe Torque Off

La fonction Safe Torque Off (STO) est utilisée pour arrêter le variateur dans des situations d'arrêt d'urgence. Le variateur peut utiliser la fonction STO avec des moteurs asynchrones, synchrones et à magnétisation permanente.

Pour plus d'informations sur Safe Torque Off, y compris sur l'installation et la mise en service, se reporter au *manuel d'utilisation de la fonction Safe Torque Off de la série VLT® FC*.

**Conditions de responsabilité**
Le client est chargé de s'assurer que le personnel sait comment installer et exploiter la fonction Safe Torque Off en :

- ayant lu et compris les réglementations de sécurité concernant la santé et la sécurité, et la prévention des accidents
- ayant compris les directives générales et de sécurité données dans le *manuel d'utilisation de la fonction Safe Torque Off de la série VLT® FC*
- ayant une bonne connaissance des normes générales et de sécurité relatives à l'application spécifique.

## 5.3 Fonctions spécifiques à VLT® HVAC Drive

Un variateur utilise le fait que les ventilateurs et les pompes centrifuges suivent les lois de la proportionnalité pour ces applications. Pour plus d'informations, se reporter au *chapitre 5.3.1 Utiliser un variateur pour économiser de l'énergie*.

### 5.3.1 Utiliser un variateur pour économiser de l'énergie

Le principal avantage de l'utilisation d'un variateur pour réguler la vitesse des ventilateurs et des pompes repose sur les économies d'électricité obtenues. Comparé à d'autres technologies et systèmes de contrôle, un variateur offre le moyen de contrôle d'énergie optimal pour la régulation des ventilateurs et des pompes.

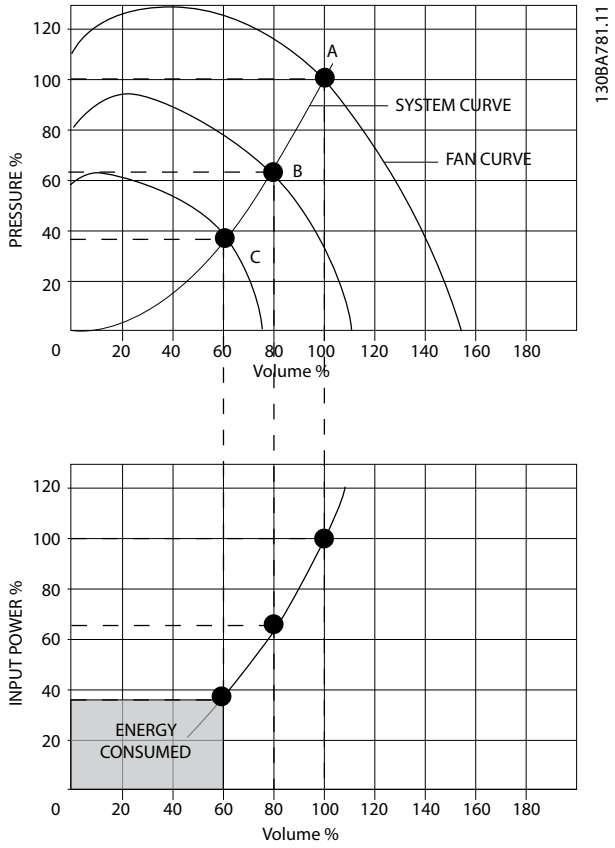



**Illustration 5.7 Énergie économisée avec capacité réduite du ventilateur**

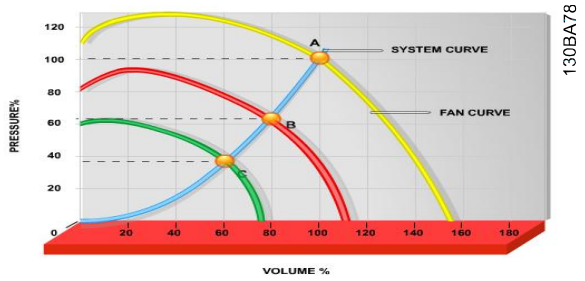



**Illustration 5.8 Courbes de ventilateur pour des volumes de ventilation réduits**

**Exemple d'économies d'énergie**

L'*Illustration 5.9* décrit le rapport entre débit, pression et puissance consommée en tr/min. Comme indiqué dans l'*Illustration 5.9*, le débit est régulé en modifiant les tr/min.. En diminuant la vitesse de 20 % seulement par rapport à la vitesse nominale, le débit est réduit de 20 %, car il est directement proportionnel aux tr/min. La consommation d'électricité est, quant à elle, réduite de 50 %.

Si le système en question ne fonctionne avec un débit à 100 % que pendant quelques jours par an, tandis que la moyenne est inférieure à 80 % du débit nominal, la quantité d'énergie économisée est même supérieure à 50 %.

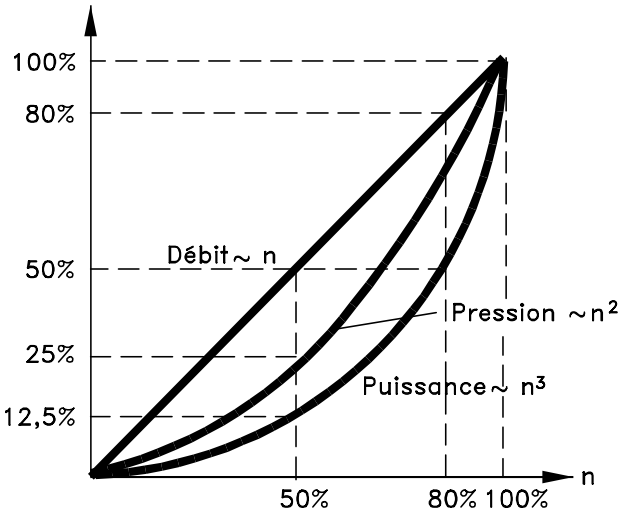
$$Débit : \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

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

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| Q | Débit | P | Puissance |
| $Q_1$ | Débit nominal | $P_1$ | Puissance nominale |
| $Q_2$ | Débit réduit | $P_2$ | Puissance réduite |
| H | Pression | n | Commande de vitesse |
| $H_1$ | Pression nominale | $n_1$ | Vitesse nominale |
| $H_2$ | Pression réduite | $n_2$ | Vitesse réduite |

**Tableau 5.1 Définitions des lois de la proportionnalité**




DANFOSS
175HA208.10

**Illustration 5.9 Lois de la proportionnalité**

**Comparaison des économies d'énergie**

La solution apportée par le variateur Danfoss offre des économies plus élevées par rapport aux solutions d'économie d'énergie traditionnelles. Le variateur régule la vitesse d'un ventilateur en fonction de la charge thermique du système et fonctionne comme un système de gestion des bâtiments.

Le graphique (*Illustration 5.10*) illustre les économies d'énergie typiques que l'on obtient avec 3 solutions bien connues lorsque le volume du ventilateur est réduit à 60 %. Comme l'indique le graphique, des économies de plus de 50 % sont réalisées dans des applications typiques.

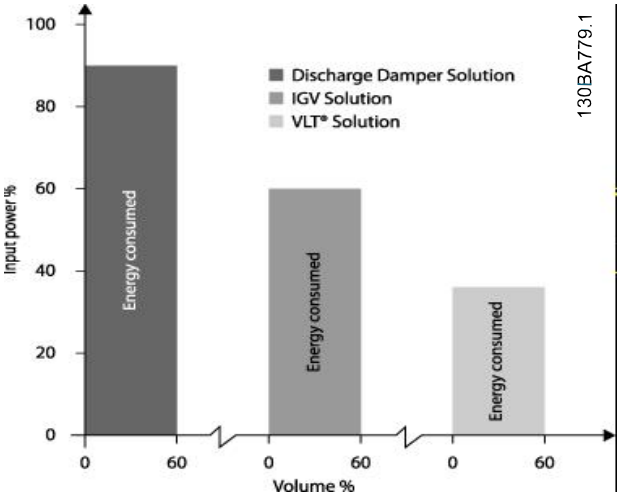



**Illustration 5.10 Trois systèmes habituels d'économies d'énergie**

Les registres de décharge réduisent la puissance consommée. Les aubes directrices d'entrée offrent une réduction de 40 % mais l'installation est onéreuse. La solution apportée par le variateur Danfoss réduit la consommation d'énergie de plus de 50 % et est facile à installer.

**Exemple avec un débit variable sur 1 année**

L'*Illustration 5.11* se base sur les caractéristiques d'une pompe fournies dans sa fiche technique. Le résultat obtenu révèle des économies d'énergie de plus de 50 % selon la répartition du débit donnée sur l'année. La période de récupération dépend du prix du kWh et du prix du variateur. Dans le cas présent, cela revient à moins d'une année si l'on compare avec les systèmes à vannes et vitesse constante.

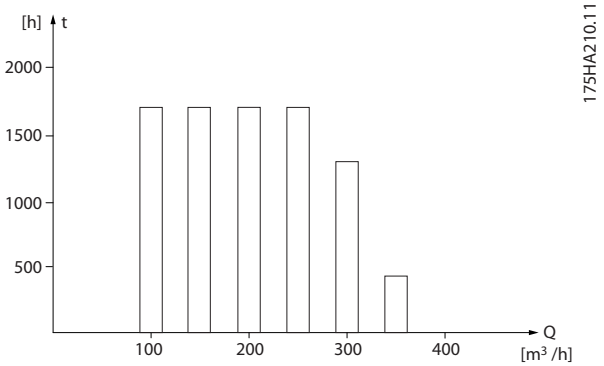



**Illustration 5.11 Répartition du débit sur 1 année**

| $m^3/h$ | Répartition | | Régulation par vanne | | Contrôle d'entraînement | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | % | Heures | Puissance | Consommation | Puissance | Consommation |
| | | | $A_1$-$B_1$ | kWh | $A_1$-$C_1$ | kWh |
| 350 | 5 | 438 | 42,5 | 18615 | 42,5 | 18615 |
| 300 | 15 | 1314 | 38,5 | 50589 | 29,0 | 38106 |
| 250 | 20 | 1752 | 35,0 | 61320 | 18,5 | 32412 |
| 200 | 20 | 1752 | 31,5 | 55188 | 11,5 | 20148 |
| 150 | 20 | 1752 | 28,0 | 49056 | 6,5 | 11388 |
| 100 | 20 | 1752 | 23,0 | 40296 | 3,5 | 6132 |
| Σ | 100 | 8760 | – | 275064 | – | 26801 |

**Tableau 5.2 Calcul des économies d'énergie**

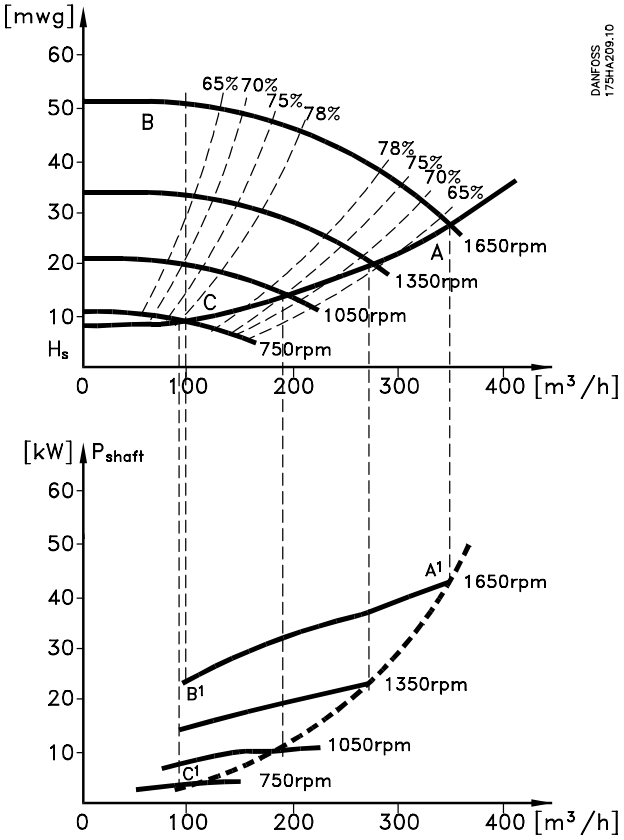



**Illustration 5.12 Économies d'énergie dans une application de pompe**

## 5.3.2 Utiliser un variateur pour un meilleur contrôle

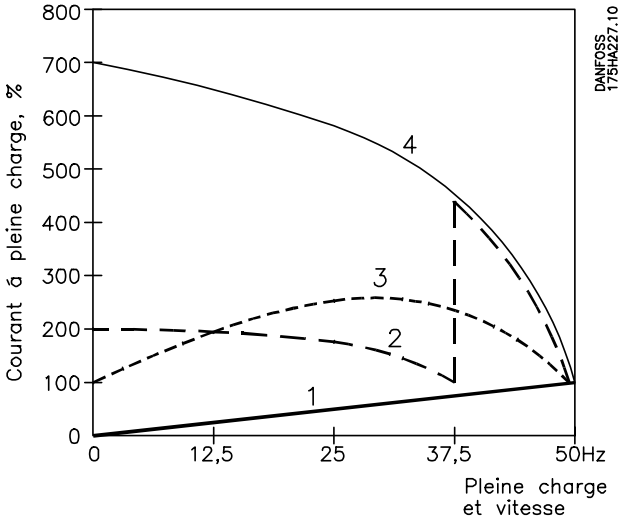
On obtient un meilleur contrôle en utilisant un variateur pour réguler le débit ou la pression d'un système. Un variateur peut faire varier la vitesse du ventilateur ou de la pompe pour obtenir un contrôle variable du débit et de la pression en utilisant le contrôleur intégré du PID. De plus, un variateur peut adapter rapidement la vitesse du ventilateur ou de la pompe aux nouvelles conditions de débit ou de pression du système.

**Compensation cos φ**

En règle générale, le VLT® HVAC Drive FC 102 a un cos φ de 1 et fournit une correction du facteur de puissance du cos φ du moteur. Ainsi, il n'est pas nécessaire de tenir compte du cos φ du moteur lors de la configuration de l'unité de correction du facteur de puissance.

**Démarreur étoile/triangle ou démarreur progressif non requis**

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, des démarreurs étoile/triangle ou des démarreurs progressifs sont largement utilisés. Ces démarreurs de moteur ne sont pas nécessaires lorsqu'on utilise un variateur. Comme indiqué à l'*Illustration 5.13*, un variateur ne consomme pas plus que le courant nominal.



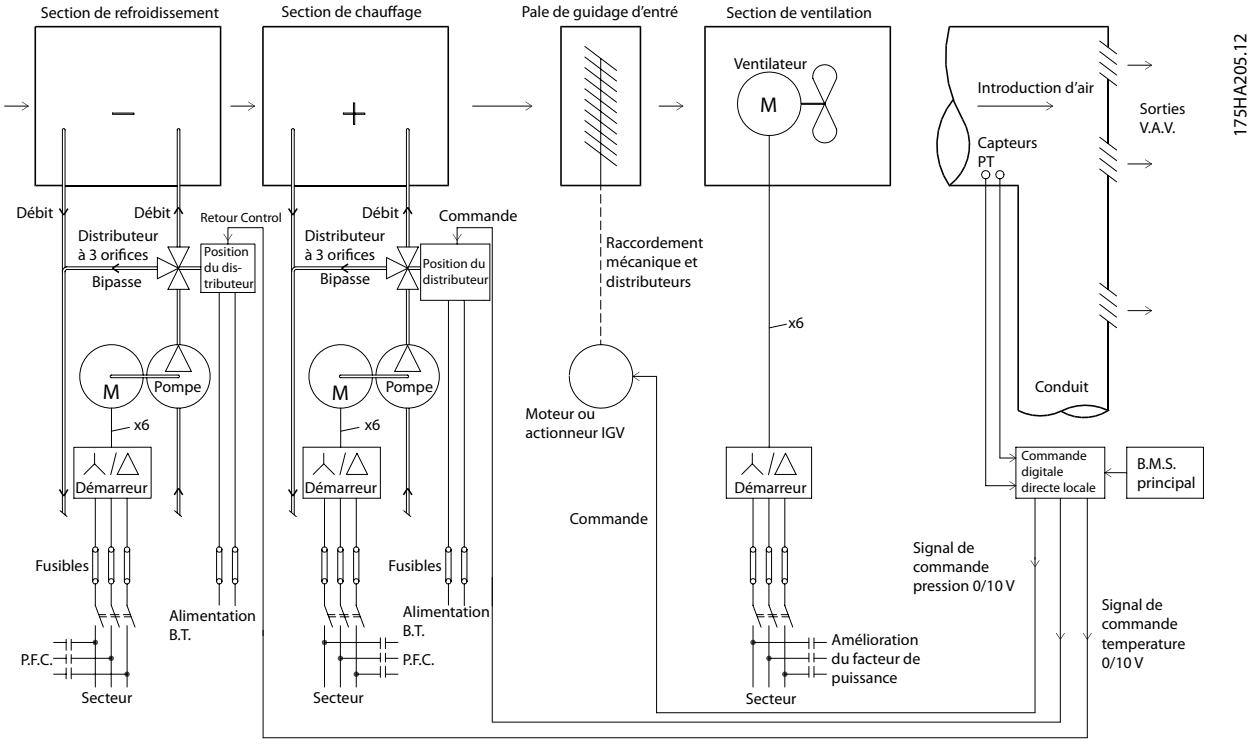

| | |
|---|---|
| 1 | VLT® HVAC Drive FC 102 |
| 2 | Démarreur étoile/triangle |
| 3 | Démarreur progressif |
| 4 | Démarrage direct sur secteur |

**Illustration 5.13 Consommation de courant avec un variateur**

## 5.3.3 L'utilisation d'un variateur permet de réaliser des économies

Le variateur permet d'éviter le recours à certains équipements qui auraient pu être nécessaires. Le coût d'installation est à peu près identique pour les 2 systèmes indiqués à l'*Illustration 5.14* et à l'*Illustration 5.15*.

**Coût sans variateur**

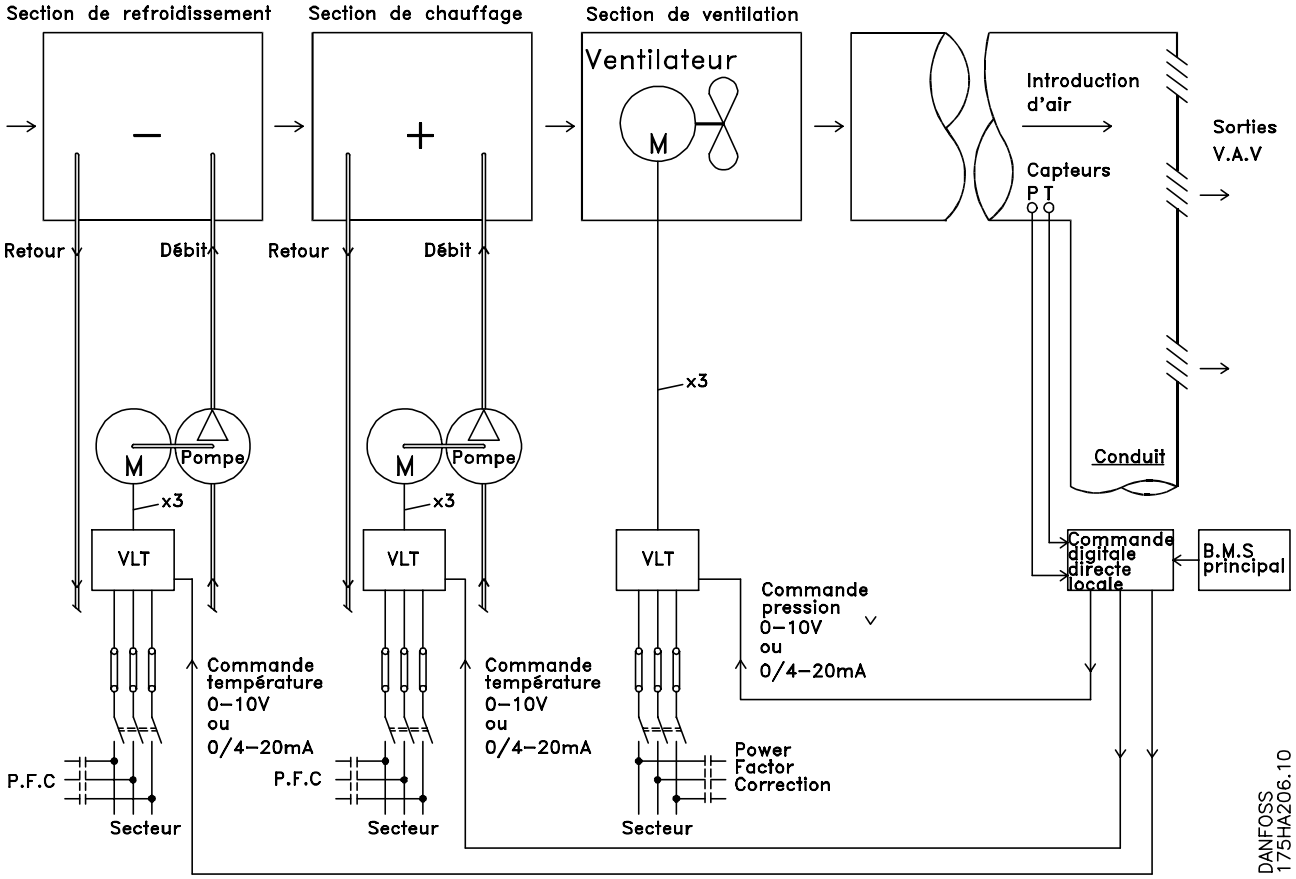



| | |
|---|---|
| DDC | Commande numérique directe |
| VAV | Volume d'air variable |
| Capteur P | Pression |
| EMS | Système de gestion de l'énergie |
| Capteur T | Température |

**Illustration 5.14 Système de ventilateur traditionnel**

5

**Coût avec un variateur**




| | |
|---|---|
| DDC | Commande numérique directe |
| VAV | Volume d'air variable |
| BMS | Système de gestion des bâtiments |

**Illustration 5.15 Système de ventilateur contrôlé par des variateurs**

## 5.3.4 Solutions VLT® HVAC Drive FC 102

### 5.3.4.1 Volume d'air variable

Les systèmes à volume d'air variable (VAV) sont utilisés pour contrôler la ventilation et la température afin de répondre aux besoins d'un bâtiment. Les systèmes VAV centraux sont considérés comme la méthode la plus efficace d'un point de vue énergétique pour assurer la climatisation des bâtiments. Les systèmes centraux sont plus efficaces que les systèmes répartis. L'efficacité provient de l'utilisation de ventilateurs et de refroidisseurs plus grands et donc plus efficaces que les petits moteurs et les refroidisseurs par air répartis. Les économies découlent également des besoins d'entretien réduits.

**Solution VLT®**

Tandis que registres et IGV permettent de maintenir une pression constante dans le réseau de conduites, une solution de variateur réduit considérablement la consommation d'énergie ainsi que la complexité de l'installation. Au lieu de créer une baisse de pression artificielle ou d'entraîner une diminution de l'efficacité du ventilateur, le variateur diminue la vitesse du ventilateur pour fournir le débit et la pression nécessaires au système.

Lorsque la vitesse de dispositifs centrifuges tels que des ventilateurs diminue, la pression et le débit qu'ils produisent décroissent aussi. La puissance consommée est réduite.

Le ventilateur de retour est fréquemment contrôlé pour maintenir une différence de circulation d'air fixe entre l'alimentation et le retour. L'utilisation du contrôleur avancé du PID du HVAC Drive peut éviter le recours à des contrôleurs supplémentaires.

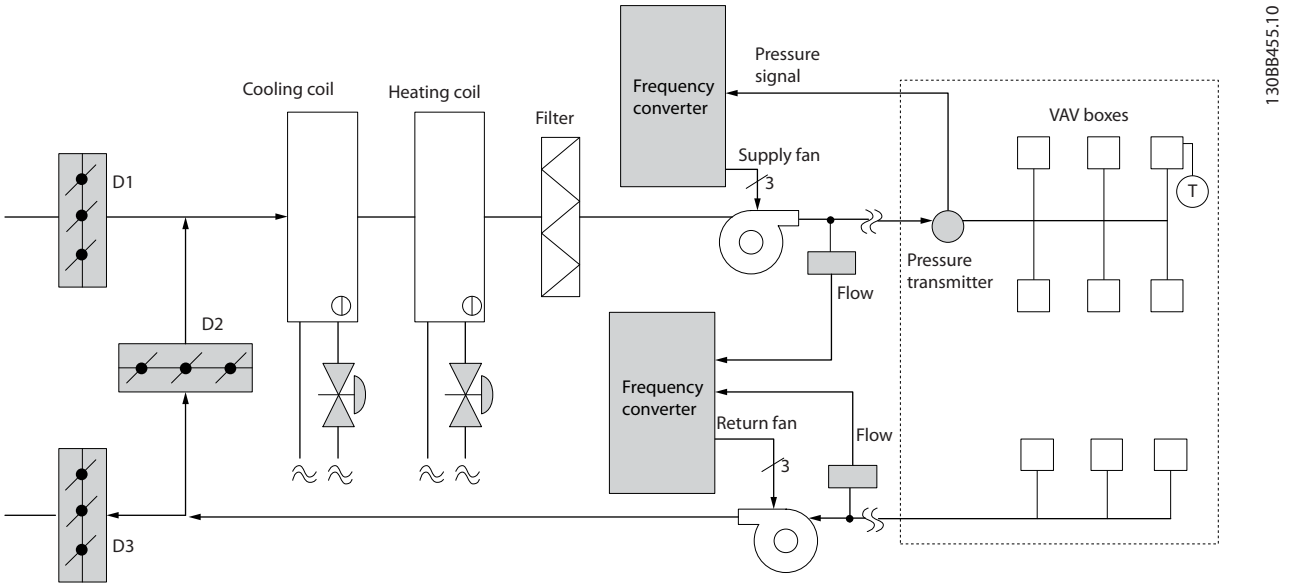



**Illustration 5.16 Variateurs utilisés dans un système à volume d'air variable**

Pour plus d'informations, consulter le fournisseur Danfoss pour la note applicative *Volume de l'air variable : amélioration des systèmes de ventilation VAV*.

### 5.3.4.2 Volume d'air constant

Les systèmes à volume d'air constant (CAV) sont des systèmes de ventilation centraux servant à fournir une quantité minimale d'air frais tempéré à de grandes zones communes. Ils ont précédé les systèmes VAV et sont présents dans les anciens bâtiments commerciaux multizones. Ces systèmes préchauffent l'air frais avec des unités de traitement d'air (AHU) équipées de bobines de chauffage. Ils sont souvent utilisés aussi pour la climatisation de bâtiments car ils comportent une bobine de refroidissement. Des bobines de ventilateur sont souvent utilisées pour participer aux besoins de chauffage et de refroidissement des zones individuelles.

**Solution VLT®**

Avec un variateur, des économies d'énergie significatives peuvent être obtenues tout en maintenant un contrôle approprié du bâtiment. Les capteurs de température ou de $CO_2$ peuvent être utilisés comme signaux de retour vers les variateurs. Lorsqu'il est nécessaire de contrôler la température, la qualité de l'air ou les deux, un système CAV peut être contrôlé pour fonctionner sur la base des conditions réelles du bâtiment. Lorsque le nombre de personnes dans les zones contrôlées baisse, les besoins en air frais diminuent. Le capteur de $CO_2$ détecte les niveaux inférieurs et réduit la vitesse du ventilateur d'alimentation. Le ventilateur de retour vise à maintenir un point de consigne de pression statique ou une différence fixe entre les circulations d'air d'alimentation et de retour.

La commande de température doit varier en fonction de la température extérieure et du nombre de personnes dans la zone contrôlée. Lorsque la température est inférieure au point de consigne, le ventilateur d'alimentation peut réduire sa vitesse. Le ventilateur de retour vise à maintenir un point de consigne de pression statique. En diminuant la circulation d'air, l'énergie utilisée pour chauffer ou refroidir l'air frais est également réduite, d'où de plus grandes économies.

De par ses caractéristiques, le variateur HVAC spécialisé de Danfoss peut être utilisé pour améliorer les performances d'un système CAV. L'un des problèmes associés au contrôle d'un système de ventilation est la mauvaise qualité de l'air. La fréquence minimale programmable peut être réglée pour maintenir une quantité minimale d'air fourni indépendamment du signal de retour ou de référence. Le variateur comprend également un contrôleur du PID à trois zones et à trois points de consigne permettant de contrôler à la fois la température et la qualité de l'air. Même si les besoins en matière de température sont satisfaits, le variateur maintient un niveau d'air fourni suffisant pour convenir au capteur de qualité de l'air. Le contrôleur peut surveiller et comparer deux signaux de retour pour contrôler le ventilateur de retour en maintenant une différence de circulation d'air fixe entre les conduites d'alimentation et de retour.

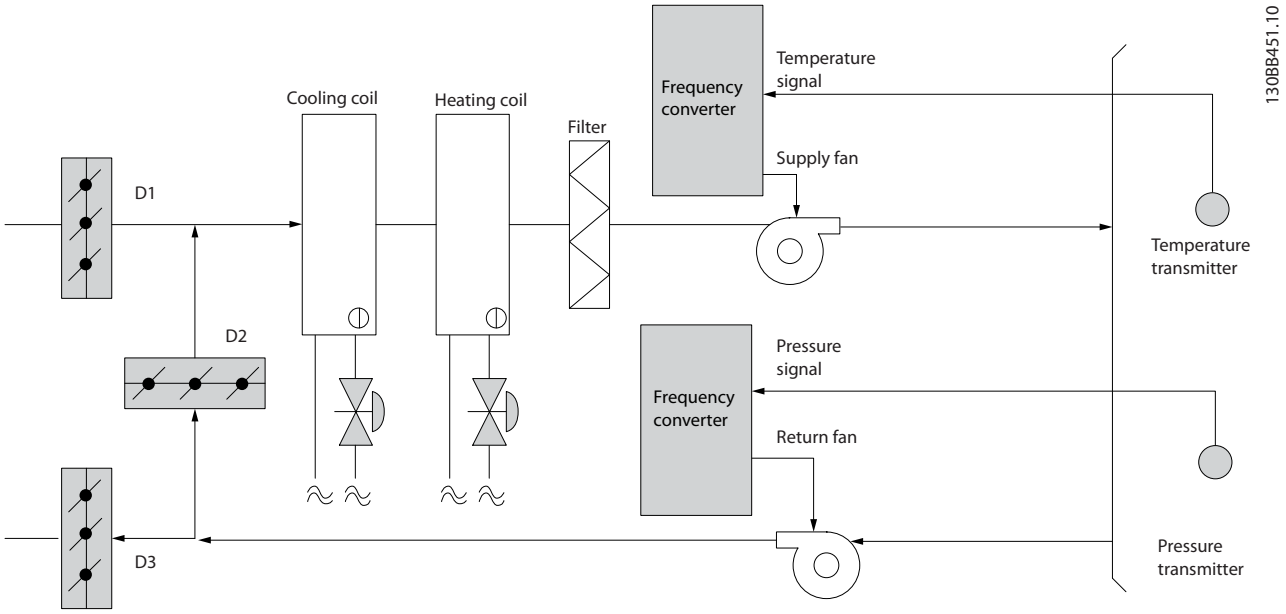



**Illustration 5.17 Variateur utilisé dans un système à volume d'air constant**

Pour plus d'informations, consulter le fournisseur Danfoss pour la note applicative *Volume d'air constant : amélioration des systèmes de ventilation CAV*.

### 5.3.4.3 Ventilateur de tour de refroidissement

Les ventilateurs de tour de refroidissement sont utilisés pour refroidir l'eau du condenseur dans les systèmes de refroidissement par eau. Les refroidisseurs par eau constituent le moyen le plus efficace pour générer de l'eau froide. Ils sont 20 % plus efficaces que les refroidisseurs par air. Selon le climat, les tours de refroidissement sont souvent plus efficaces d'un point de vue énergétique pour refroidir l'eau du condenseur des refroidisseurs.

Les tours de refroidissement refroidissent l'eau du condenseur par évaporation. L'eau du condenseur est pulvérisée dans la tour de refroidissement sur le garnissage pour augmenter sa surface active. Le ventilateur de la tour souffle de l'air sur le garnissage et de l'eau pulvérisée pour faciliter l'évaporation. L'évaporation libère l'énergie de l'eau, faisant ainsi chuter sa température. L'eau froide est collectée dans le bassin des tours de refroidissement où elle est pompée à nouveau vers le condenseur des refroidisseurs et le cycle est répété.



**Solution VLT®**

Grâce à un variateur, la vitesse des ventilateurs des tours de refroidissement peut être régulée pour maintenir la température de l'eau du condenseur. Les variateurs peuvent également être utilisés pour allumer ou éteindre le ventilateur selon les besoins. Avec le VLT® HVAC Drive de Danfoss, lorsque la vitesse des ventilateurs de tour de refroidissement descend en dessous d'un certain seuil, l'effet de refroidissement diminue. Lors de l'utilisation d'une boîte de vitesse pour entraîner le ventilateur de tour, une vitesse minimale de 40-50 % peut être nécessaire. Le réglage de la fréquence minimale programmable par le client est disponible pour maintenir cette fréquence minimale même lorsque les références de retour ou de vitesse exigent des vitesses inférieures.

Il est possible de programmer le variateur pour passer en mode veille et arrêter le ventilateur jusqu'à ce qu'une vitesse supérieure soit nécessaire. De plus, certains ventilateurs de tour de refroidissement ont des fréquences indésirables pouvant causer des vibrations. Ces fréquences sont facilement évitables en programmant les plages de fréquences de bipasse sur le variateur.


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

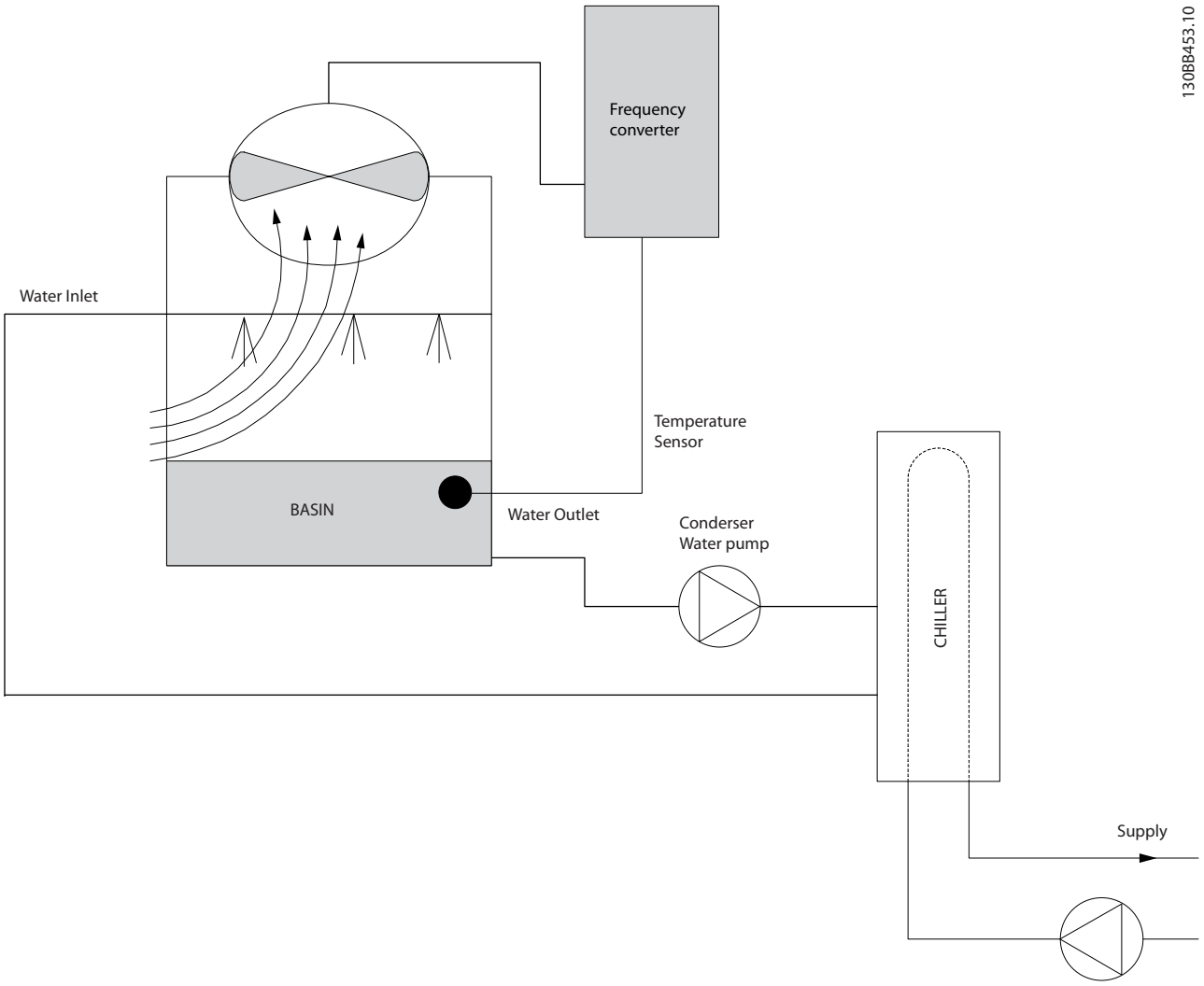



**Illustration 5.18 Variateurs utilisés avec un ventilateur de tour de refroidissement**

Pour plus d'informations, consulter le fournisseur Danfoss pour la note applicative *Ventilateur de tour de refroidissement : amélioration de la commande du ventilateur de tour de refroidissement*.

### 5.3.4.4 Pompes de condenseur

Les pompes de retour d'eau du condenseur sont d'abord utilisées pour faire circuler l'eau dans la section du condenseur des refroidisseurs par eau et dans la tour de refroidissement associée. L'eau du condenseur absorbe la chaleur de la section du condenseur et la relâche dans l'atmosphère de la tour de refroidissement. Ces systèmes constituent le moyen le plus efficace pour générer de l'eau froide. Ils sont 20 % plus efficaces que les refroidisseurs par air.

**Solution VLT®**

En ajoutant des variateurs aux pompes d'eau de condenseur, il n'est pas nécessaire d'équilibrer les pompes avec une soupape d'étranglement ou de rogner la roue de la pompe.

L'utilisation d'un variateur au lieu d'une soupape d'étranglement économise l'énergie qui aurait été absorbée par la soupape. Cette modification peut entraîner des économies de 15-20 % ou plus. Le rognage de la roue de la pompe est irréversible. Si les conditions changent et si un débit plus élevé est nécessaire, la roue doit être remplacée.



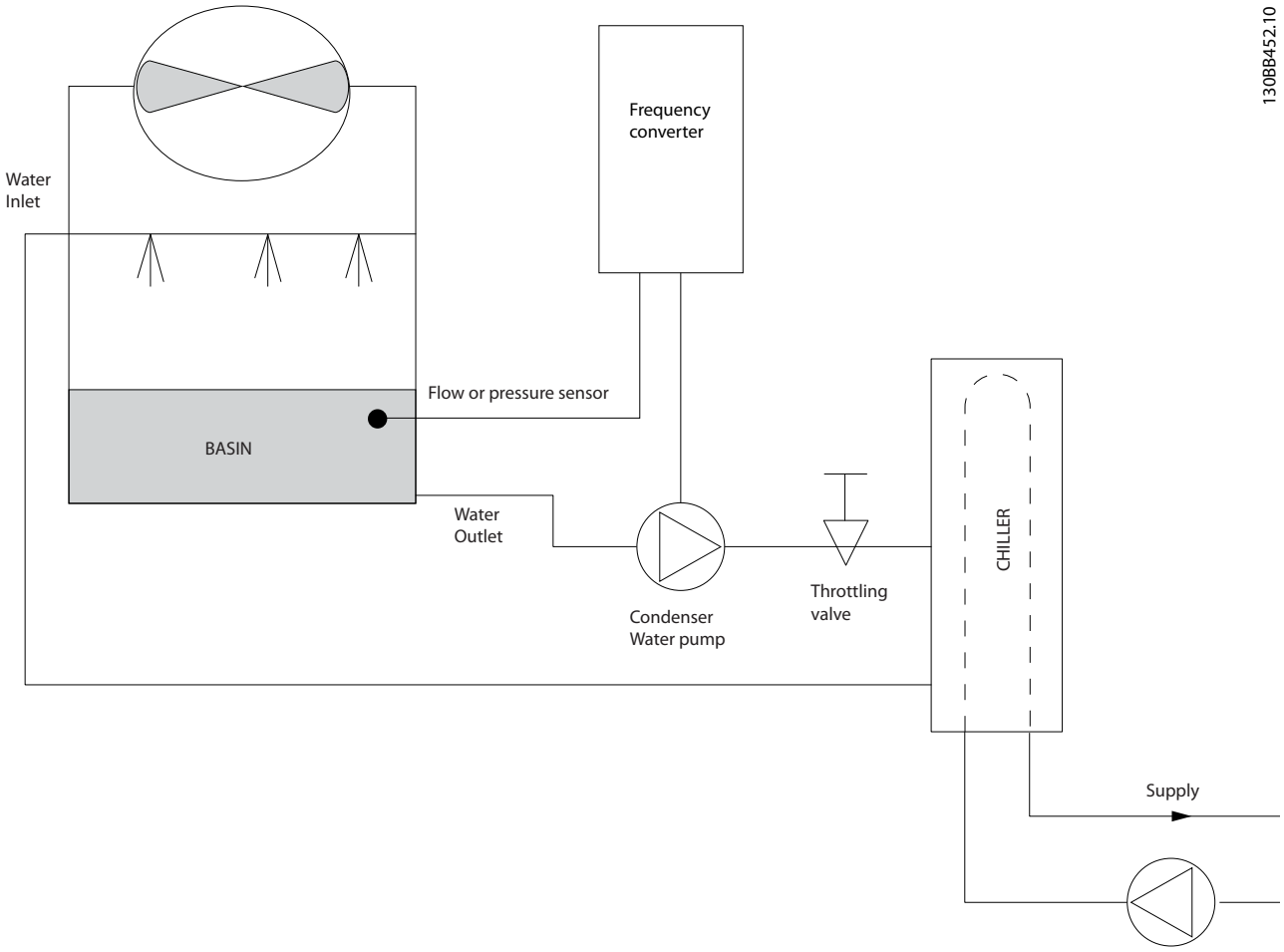



**Illustration 5.19 Variateur utilisé avec une pompe de condenseur**

Pour plus d'informations, consulter le fournisseur Danfoss pour la note applicative *Pompes de condenseur : amélioration des systèmes de pompage d'eau de condenseur*.


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

### 5.3.4.5 Pompes primaires

Les pompes primaires dans un système de pompage primaire/secondaire peuvent maintenir un débit constant dans les dispositifs qui présentent des difficultés d'exploitation ou de contrôle lorsqu'ils sont exposés à un débit variable. La technique de pompage primaire/secondaire découple la boucle de production primaire de la boucle de distribution secondaire. Le découplage permet à des dispositifs tels que les refroidisseurs d'obtenir un débit constant et de fonctionner correctement tout en autorisant une variation du débit dans le reste du système. Lorsque le débit de l'évaporateur diminue dans un refroidisseur, l'eau commence à devenir trop froide. Dans ce cas, le refroidisseur tente de diminuer sa capacité de refroidissement. Si le débit tombe trop bas ou trop rapidement, le refroidisseur ne peut pas délester suffisamment sa charge et la sécurité de température d'évaporateur basse arrête le refroidisseur qui nécessite alors un reset manuel. Cette situation est fréquente dans les grandes installations, notamment lorsque deux refroidisseurs ou plus sont installés en parallèle lorsqu'aucun pompage primaire/secondaire n'est utilisé.



**Solution VLT®**

Un variateur peut être ajouté au système primaire pour remplacer la soupape d'étranglement et/ou le rognage des roues, favorisant une baisse des dépenses d'exploitation. Voici deux méthodes de contrôle :

- Un débitmètre installé à la décharge de chaque refroidisseur peut contrôler directement la pompe puisque le débit souhaité est connu et constant. En utilisant le contrôleur du PID, le variateur maintient en permanence le débit approprié, en compensant même la résistance changeante dans la boucle de canalisation primaire alors que les refroidisseurs et leurs pompes démarrent et s'arrêtent.
- L'opérateur peut utiliser une détermination de vitesse locale en diminuant la fréquence de sortie jusqu'à obtention de la configuration du débit souhaitée. L'utilisation d'un variateur pour diminuer la vitesse des pompes est très similaire au rognage de la roue des pompes, tout en étant plus efficace. L'entrepreneur en équilibrage diminue simplement la vitesse de la pompe jusqu'à ce que le débit approprié soit obtenu et fixe la vitesse définie. La pompe fonctionne à cette vitesse à chaque démarrage du refroidisseur. Comme la boucle primaire ne dispose pas de vannes de régulation ou d'autres dispositifs qui peuvent provoquer un changement de la courbe du système, et comme l'écart dû au démarrage et à l'arrêt des pompes et des refroidisseurs est petit, la vitesse fixée reste appropriée. Si le débit doit être augmenté ultérieurement au cours de la vie du système, le variateur peut simplement augmenter la vitesse des pompes, sans recourir à une nouvelle roue de pompe.


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

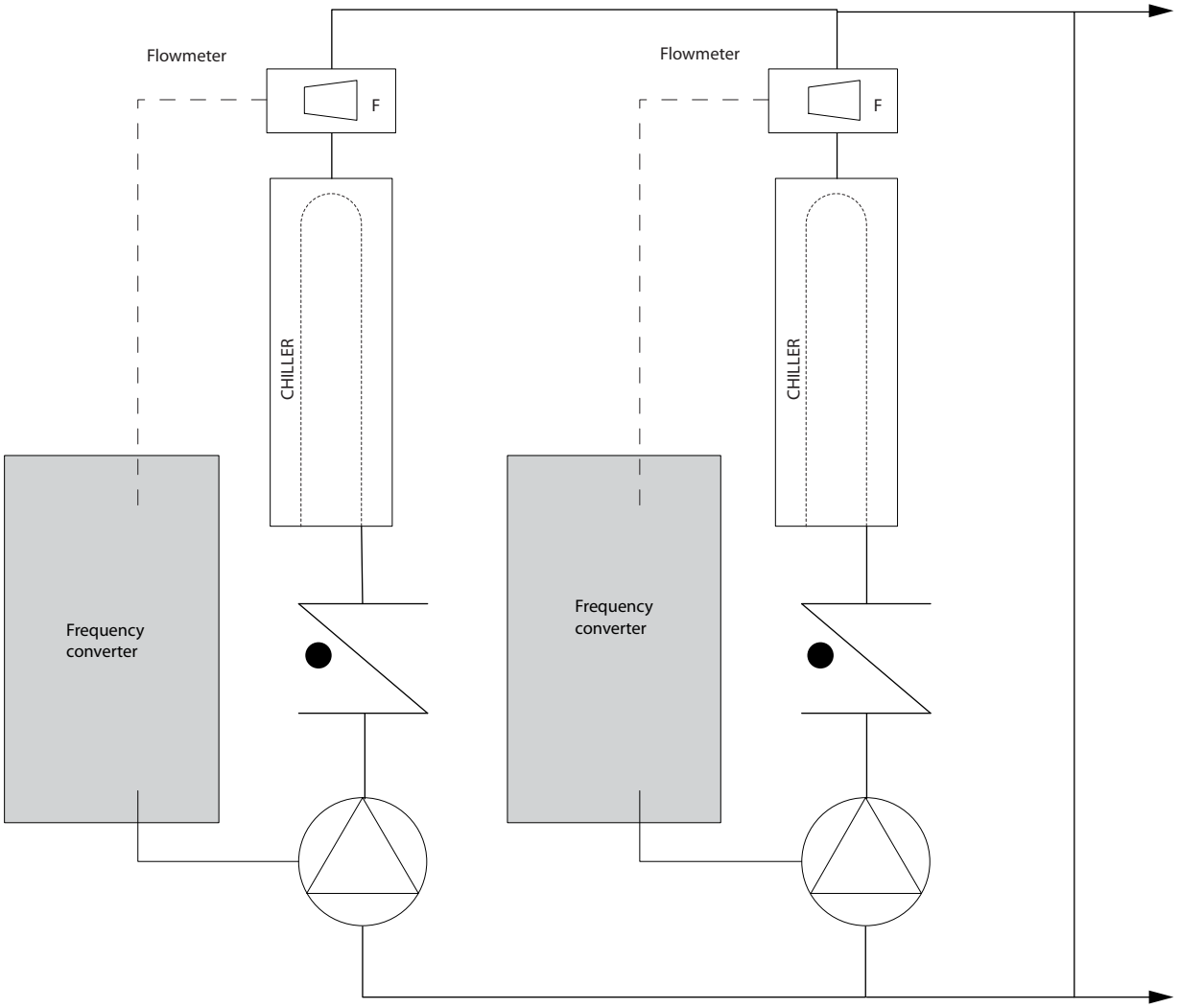



**Illustration 5.20 Variateurs utilisés avec des pompes primaires dans un système de pompage primaire/secondaire**

Pour plus d'informations, consulter le fournisseur Danfoss pour la note applicative *Pompes primaires : amélioration du pompage primaire dans un système primaire/secondaire*.

## 5.3.4.6 Pompes secondaires

Les pompes secondaires dans un système de pompage primaire/secondaire d'eau froide sont utilisées pour répartir l'eau froide vers les charges depuis la boucle de production primaire. Le système de pompage primaire/secondaire est utilisé pour découpler de manière hydronique une boucle de canalisation d'une autre. Dans ce cas, la pompe primaire maintient un débit constant dans les refroidisseurs, ce qui permet aux pompes secondaires de varier le débit, d'augmenter le contrôle et d'économiser de l'énergie.

Si le concept de configuration primaire/secondaire n'est pas utilisé et si un système à volume variable est conçu, lorsque le débit tombe trop bas ou trop vite, le refroidisseur ne peut pas délester sa charge correctement. La sécurité de température basse de l'évaporateur arrête alors le refroidisseur qui nécessite ensuite un reset manuel. Cette situation est fréquente sur les grandes installations notamment lorsqu'au moins deux refroidisseurs sont installés en parallèle.

5

**Solution VLT®**

Le système primaire/secondaire avec vannes bidirectionnelles favorise le contrôle de l'énergie et du système, en utilisant des variateurs afin d'accroître encore les économies d'énergie et le potentiel de contrôle. Avec un capteur correctement placé, l'ajout de variateurs permet à la vitesse des pompes de suivre la courbe du système au lieu de la courbe de la pompe, ce qui élimine le gaspillage d'énergie et la plupart des problèmes de surpressurisation auxquels les vannes bidirectionnelles sont parfois soumises.

Lorsque les charges surveillées sont atteintes, les vannes bidirectionnelles se ferment, ce qui augmente la pression différentielle mesurée dans la charge et la vanne bidirectionnelle. Lorsque cette pression différentielle commence à augmenter, la pompe est ralentie pour maintenir la hauteur de contrôle également appelée valeur de consigne. Cette valeur de consigne est calculée en ajoutant la baisse de pression de la charge à celle de la vanne bidirectionnelle dans les conditions de la configuration.

***AVIS!***

**Lorsque plusieurs pompes sont installées en parallèle, elles doivent fonctionner à la même vitesse pour accroître les économies d'énergie, soit avec des variateurs individuels dédiés soit avec un seul variateur entraînant plusieurs pompes en parallèle.**

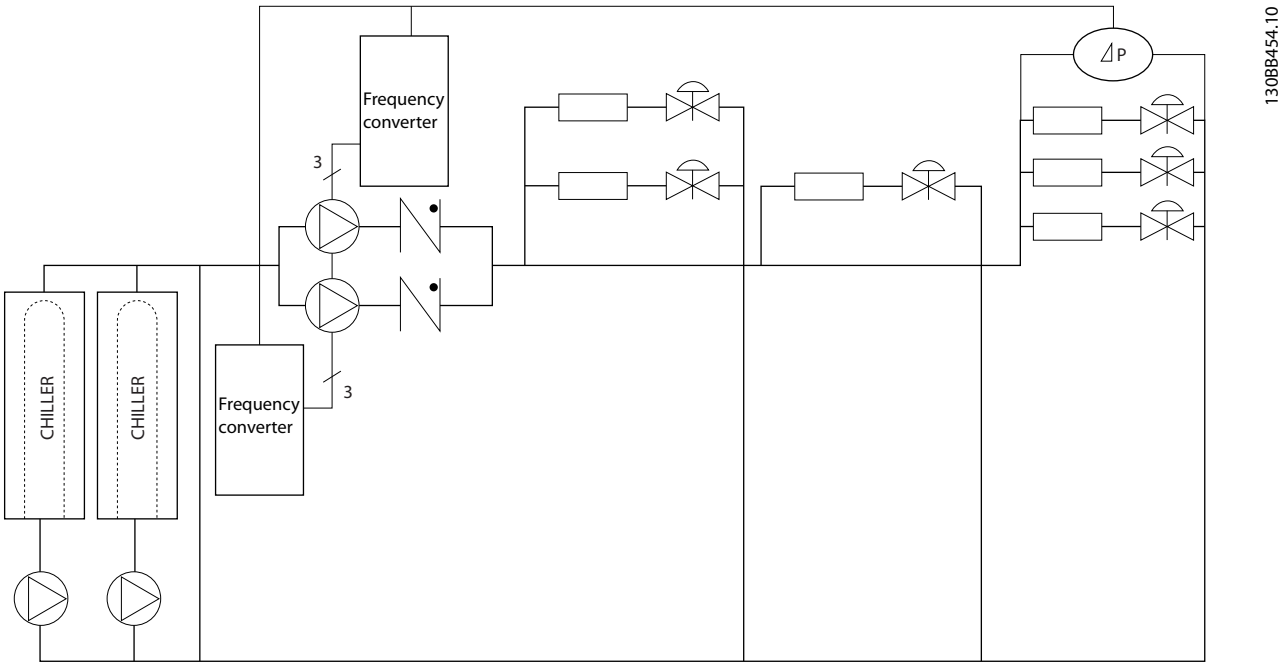



**Illustration 5.21 Variateurs utilisés avec des pompes secondaires dans un système de pompage primaire/secondaire**

Pour plus d'informations, se reporter à la note applicative du fournisseur de Danfoss intitulée *Pompes secondaires : amélioration du pompage secondaire dans un système primaire/secondaire*.

## 5.4 Contrôleur de cascade de base

Le contrôleur de cascade de base est utilisé pour les applications de pompe où une certaine pression (hauteur) ou un certain niveau doit être maintenu(e) 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 de base, le variateur 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.

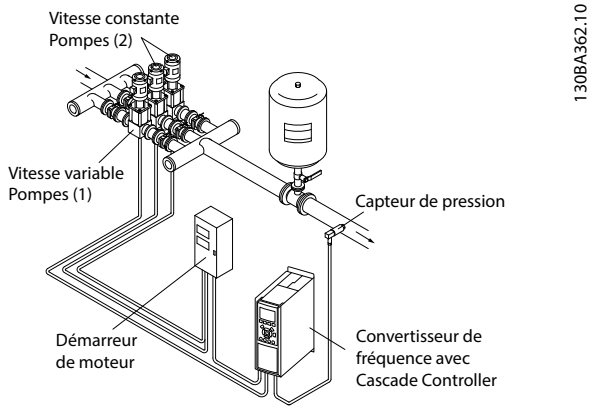



**Illustration 5.22 Contrôleur de cascade de base**

**Pompe principale fixe**
Les moteurs doivent avoir les mêmes dimensions. Le contrôleur de cascade de base permet au variateur de contrôler jusqu'à 3 pompes de taille égale à l'aide des 2 relais intégrés au variateur. Lorsque la pompe variable (principale) est raccordée directement au variateur, les 2 relais intégrés contrôlent les 2 autres pompes. Lorsque les alternances de pompe principale sont activées, les pompes sont raccordées aux relais intégrés et le variateur peut faire fonctionner 2 pompes.

**Alternance de la pompe principale**
Les moteurs doivent avoir les mêmes dimensions. Cette fonction permet de faire fonctionner le variateur par cycle entre les pompes du système (max. 2 pompes). Dans cette exploitation, le temps de fonctionnement entre les pompes est compensé par la réduction des besoins de maintenance des pompes et par 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.
- 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. Un retard de dépassement de largeur de bande peut être programmé pour empêcher le déclenchement jusqu'à ce que la pression du système se soit stabilisée et qu'un contrôle normal soit établi.

Lorsque le contrôleur de cascade est activé et que le variateur émet une alarme d'arrêt, la hauteur du système est maintenue par le déclenchement 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.

5

#### 5.4.1.1 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.

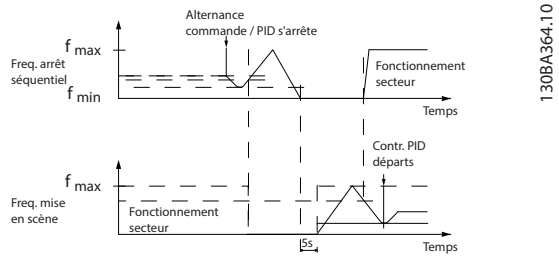



**Illustration 5.23 Alternance de la pompe principale**

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.

#### 5.4.1.2 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, le LCP affiche l'état d'exploitation de chaque pompe et du contrôleur de cascade. Les informations affichées comprennent :

- L'état des pompes est un affichage de l'état des relais affectés à chaque pompe. L'affichage montre les pompes désactivées, éteintes, en fonctionnement sur le variateur ou sur le secteur/démarreur de moteur.
- L'état cascade est un affichage de l'état du contrôleur de cascade. L'affichage indique les informations suivantes :
  - Le contrôleur de cascade est désactivé.
  - Toutes les pompes sont éteintes.
  - Une urgence a arrêté toutes les pompes.
  - Toutes les pompes fonctionnent.
  - Les pompes à vitesse fixe sont en cours de déclenchement/d'arrêt.
  - L'alternance de pompe principale est en cours.
- 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.

### 5.5 Vue d'ensemble du freinage dynamique

Le freinage dynamique ralentit le moteur à l'aide d'une des méthodes suivantes :

- Freinage CA
  L'énergie de freinage est répartie dans le moteur en modifiant les conditions de perte dans le moteur (*paramétre 2-10 Brake Function* = [2]). La fonction de freinage CA ne peut pas être utilisée dans les applications avec des cycles élevés car cela entraîne une surchauffe du moteur.
- Freinage CC
  Un courant CC en surmodulation ajouté au courant CA fonctionne comme un frein magnétique (*paramétre 2-02 DC Braking Time* ≠ 0 s).
- Freinage résistance
  Un hacheur de freinage (IGBT) maintient la surtension sous un certain seuil en dirigeant l'énergie du frein du moteur vers la résistance de freinage connectée (*paramétre 2-10 Brake Function* = [1]). Pour plus d'informations sur comment choisir une résistance de freinage, consulter le *manuel de configuration du VLT® Brake Resistor MCE 101*.

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

La fonction du hacheur de freinage (IGBT) consiste à limiter la tension du circuit intermédiaire chaque fois que la limite de tension maximale est dépassée. Pour ce faire, le hacheur de freinage (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 contre les surchauffes si la résistance de freinage est en surcharge.

Le signal de gâchette du hacheur de freinage (IGBT) émane de la carte de commande et est transmis au hacheur de freinage via la carte de puissance et la carte de commande de gâchette. De plus, les cartes de puissance et de commande surveillent le hacheur de freinage (IGBT) pour éviter les éventuels courts-circuits. La carte de puissance surveille également la résistance de freinage pour éviter les éventuelles surcharges.

## 5.6 Vue d'ensemble de la répartition de la charge

La répartition de la charge est une fonction permettant de raccorder des circuits CC de plusieurs variateurs, afin de créer un système multi-variateurs pour faire tourner 1 charge mécanique. La répartition de la charge présente les avantages suivants :



**Économies d'énergie**
Un moteur fonctionnant en mode régénératif peut alimenter des variateurs fonctionnant en mode entraînement moteur.

**Moins de besoin de pièces de rechange**
Généralement, seule une résistance de freinage est nécessaire pour l'ensemble du système de variateur au lieu d'une résistance de freinage par variateur.

**Alimentation de secours**
En cas de défaut secteur, tous les variateurs reliés peuvent être alimentés via le circuit intermédiaire depuis une alimentation de secours. L'application peut continuer de fonctionner ou suivre une procédure d'arrêt contrôlé.

**Conditions préalables**

Les conditions préalables suivantes doivent être remplies avant d'envisager toute répartition de la charge :

- Le variateur doit être équipé de bornes de répartition de la charge.
- La série de produits doit être identique. Utiliser uniquement des variateurs VLT® HVAC Drive FC 102 avec d'autres variateurs VLT® HVAC Drive FC 102.
- Les variateurs doivent être placés à proximité les uns des autres pour que le câblage entre eux ne soit pas plus long que 25 m (82 pi).
- Les variateurs doivent avoir la même tension nominale.
- Lors de l'ajout d'une résistance de freinage dans une configuration de répartition de la charge, tous les variateurs doivent être équipés d'un hacheur de freinage.
- Des fusibles doivent être ajoutés aux bornes de répartition de la charge.

Pour un schéma d'une application de répartition de la charge respectant les meilleures pratiques, voir l'*Illustration 5.24*.

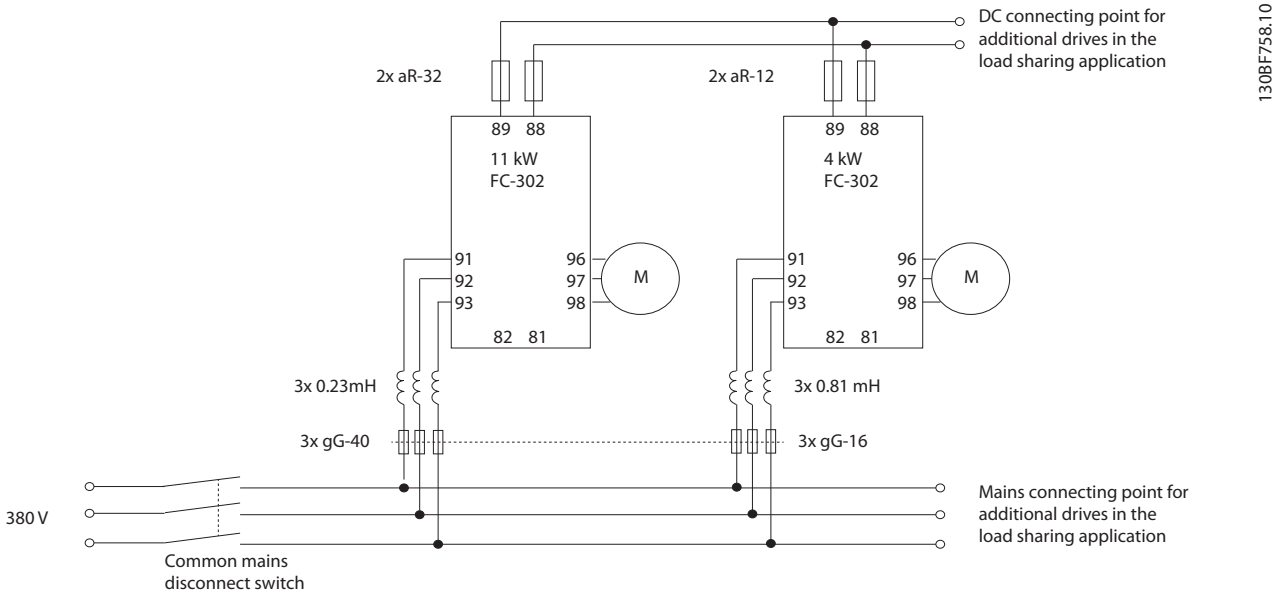



**Illustration 5.24 Schéma d'une application de répartition de la charge respectant les meilleures pratiques**

**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, ces bornes sont raccordées au bus CC devant la bobine de réactance du circuit intermédiaire et les condensateurs du bus.

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

- Les bornes relient les circuits de bus CC de plusieurs variateurs entre eux. Cette configuration permet à une unité en mode régénératif de partager sa tension du bus excessive avec une autre unité 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.
- Le variateur est alimenté exclusivement par une source CC. Cette configuration nécessite :
    - une source CC
    - un moyen d'abaisser la tension dans le bus CC lors de la mise sous tension.

## 5.7 Vue d'ensemble de la régénération

La régénération se produit généralement dans des applications à freinage continu, comme des grues/dispositifs de levage, des convoyeurs descendants et des centrifuges dans lesquelles l'énergie est extraite d'un moteur en décélération.

L'énergie excédentaire est éliminée du variateur par l'une des options suivantes :

- le hacheur de freinage permet la dissipation de l'énergie excédentaire sous forme de chaleur dans les bobines de résistance de freinage
- les bornes régénératrices permettent le raccordement d'une unité de régénération tierce au variateur, ce qui permet de renvoyer l'énergie excédentaire au réseau électrique.

Renvoyer l'énergie excédentaire au réseau électrique est le moyen le plus efficace d'utiliser l'énergie régénérée dans des applications utilisant un freinage continu.

# 6 Vue d'ensemble des options et accessoires

## 6.1 Dispositifs de bus de terrain

Cette section décrit les dispositifs de bus de terrain disponibles avec la série VLT® HVAC Drive FC 102. En utilisant un dispositif de bus de terrain, vous réduisez les coûts de votre système, vous pouvez communiquer plus vite et plus efficacement et vous bénéficiez d'une interface utilisateur plus simple. Pour obtenir les références, se reporter au *chapitre 13.2 Références des options/kits*.

### 6.1.1 VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101

Le VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101 offre :

- un haut niveau de disponibilité et de compatibilité, un support pour tous les principaux fournisseurs PLC, une compatibilité avec les versions futures
- une communication rapide et efficace, une installation transparente, un diagnostic avancé ainsi qu'un paramétrage et une autoconfiguration des données de process via un fichier GSD
- un paramétrage acyclique à l'aide d'automates finis PROFIBUS DP V1, PROFIdrive ou profil FC de Danfoss.

### 6.1.2 VLT® DeviceNet MCA 104

Le VLT® DeviceNet MCA 104 offre :

- la prise en charge du profil de variateur de fréquence ODVA à l'aide de l'instance E/S 20/70 et 21/71 garantit la compatibilité avec les systèmes existants
- les avantages des politiques de tests de conformité ODVA qui garantissent que les produits sont interexploitables.

### 6.1.3 VLT® LonWorks MCA 108

LonWorks est un système de bus de terrain conçu pour l'automatisation des bâtiments. Il facilite la communication entre les unités individuelles d'un même système (poste à poste) et permet la décentralisation de la commande

- Pas besoin de gros poste principal (maître/esclave).
- Les unités reçoivent directement des signaux.
- Prend en charge l'interface à topologie libre Echelon (câblage et installation faciles).
- Prend en charge les options d'E/S et d'E/S intégrées (mise en œuvre facile des E/S décentralisées).
- Les signaux des capteurs sont faciles à déplacer vers un autre contrôleur via des câbles de bus.
- Certifié conforme aux spécifications de la version 3.4 LonMark.

### 6.1.4 VLT® BACnet MCA 109

Protocole de communications ouvert pour usage international en matière d'automatisation des bâtiments. Le protocole BACnet est un protocole international qui intègre efficacement toutes les parties de l'équipement d'automatisation des bâtiments de l'actionneur au système de gestion des bâtiments.

- BACnet constitue la norme internationale en matière d'automatisation des bâtiments.
- Norme internationale ISO 16484-5.
- Sans droit de licence, le protocole peut être utilisé dans des systèmes d'automatisation des bâtiments de toutes tailles.
- L'option BACnet permet au variateur de communiquer avec les systèmes de gestion des bâtiments fonctionnant avec le protocole BACnet.
- BACnet est généralement utilisé pour le chauffage, la ventilation, le refroidissement et le contrôle des équipements de climatisation.
- Le protocole BACnet s'intègre facilement aux réseaux d'équipements de commande existants.

### 6.1.5 VLT® PROFINET MCA 120

Le VLT® PROFINET MCA 120 associe la plus haute performance au plus haut degré d'ouverture. L'option a été conçue de façon à ce que les caractéristiques du VLT® PROFIBUS MCA 101 puissent être réutilisées, tout en minimisant l'effort de l'utilisateur pour faire migrer PROFINET et en sécurisant l'investissement dans le programme PLC.

- Mêmes types de PPO que le VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101 afin de faciliter la migration vers PROFINET.
- Serveur web intégré pour un diagnostic à distance et une lecture des paramètres de base du variateur.
- Prise en charge de MRP.

- Prise en charge de DP-V1. Le diagnostic permet une gestion facile, rapide et standardisée des avertissements et des informations relatives aux défauts dans le PLC, tout en améliorant la largeur de bande du système.
- Prise en charge de PROFIsafe s'il est associé à VLT® Safety Option MCB 152.
- Mise en œuvre conformément à la classe B de conformité.

### 6.1.6 VLT® EtherNet/IP MCA 121

Ethernet constitue la future norme de communication de l'usine. Le VLT® EtherNet/IP MCA 121 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 (CIP™), le même protocole en deux couches et le même modèle objet qu'avec DeviceNet.

Cette option offre les fonctions avancées suivantes :

- répartiteur haute performance intégré permettant une topologie en ligne sans besoin d'interrupteurs externes
- anneau DLR (à partir d'octobre 2015)
- fonctions de commutation et de diagnostic avancées
- serveur web intégré
- client e-mail pour notification d'intervention
- communication monodiffusion et multidiffusion.

### 6.1.7 VLT® Modbus TCP MCA 122

Le VLT® Modbus TCP MCA 122 se connecte aux réseaux basés sur le Modbus TCP. Il gère un intervalle de connexion jusqu'à 5 ms dans les deux sens, se plaçant parmi les dispositifs Modbus TCP performants les plus rapides du marché. Concernant la redondance du maître, il inclut un remplacement à chaud entre 2 maîtres.

Il propose d'autres fonctions, comme :

- serveur web intégré pour le diagnostic à distance et la lecture des paramètres de base du variateur
- notification d'e-mail pouvant être configurée pour envoyer un e-mail vers 1 ou plusieurs destinataires si certains avertissements ou alertes sont émis ou effacés
- connexion PLC à maître double pour la redondance.

### 6.1.8 VLT® BACnet/IP MCA 125

L'option VLT® BACnet/IP MCA 125 permet une intégration rapide et facile du variateur dans des systèmes de gestion des bâtiments en utilisant le protocole BACnet/IP ou faisant fonctionner BACnet sur Ethernet. Elle peut relever et partager des points de données, et transférer des valeurs réelles et demandées entre les systèmes.

L'option MCA 125 dispose de deux connecteurs Ethernet, ce qui permet une configuration en guirlande sans que des commutateurs externes ne soient nécessaires. Le switch à trois ports gérés de l'option VLT® BACnet/IP MCA 125 se compose de deux ports Ethernet externes et d'un port Ethernet interne. Il permet l'utilisation d'une structure linéaire pour le câblage Ethernet. Cette option permet de commander en parallèle de multiples moteurs à magnétisation permanente à haute efficacité, et de contrôler les points requis dans des applications HVAC typiques. En plus des fonctionnalités standard, l'option MCA 125 présente :

- COV (changement de valeur).
- Propriété de lecture/écriture multiple.
- Notifications d'alarme/avertissement.
- Capacité de modification des noms d'objet BACnet pour plus de convivialité.
- Objet de boucle BACnet.
- Transfert de données segmentées.
- Analyse des tendances, en fonction de l'heure ou d'un événement.

## 6.2 Extensions fonctionnelles

Cette section décrit les extensions fonctionnelles disponibles en option avec la série VLT® HVAC Drive FC 102. Pour obtenir les références, se reporter au *chapitre 13.2 Références des options/kits*.

### 6.2.1 VLT® General Purpose I/O Module MCB 101

L'option VLT® General Purpose I/O Module MCB 101 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.


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

### 6.2.2 VLT® Relay Card MCB 105

La VLT® Relay Card MCB 105 étend les fonctions de relais avec 3 sorties relais supplémentaires.

- Protège le raccord du câble de commande.
- Câblage sur bornes à ressorts.

**Vitesse de commutation max. (charge nominale/charge min.)**
6 minutes$^{-1}$/20 s$^{-1}$.

**Charge max. sur les bornes**
Charge résistive CA-1 : 240 V CA, 2 A.

### 6.2.3 VLT® Analog I/O Option MCB 109

L'option VLT® Analog I/O MCB 109 peut être facilement installée dans le variateur pour une mise à niveau du rendement avancé et un contrôle via les entrées/sorties supplémentaires. Cette option actualise également le variateur avec une alimentation de secours sur batterie pour l'horloge intégrée au variateur. Cette alimentation de secours sur batterie permet une utilisation stable de toutes les actions temporisées utilisées par le variateur.

- 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, chacune étant configurable comme sorties 0-10 V.

### 6.2.4 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

La VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 offre un contrôle supplémentaire du moteur par rapport à la fonction ETR intégrée et à la borne de la thermistance.

- Protège le moteur contre les surchauffes.
- Homologation ATEX pour une utilisation avec des moteurs EX-d.
- Utilise la fonction Safe Torque Off homologuée conforme à la norme SIL 2 CEI 61508.

### 6.2.5 VLT® Sensor Input Option MCB 114

L'option VLT® Sensor Input MCB 114 protège le moteur contre les surchauffes en surveillant la température des paliers et des bobinages du moteur.

- 3 entrées de capteur autodétectrices pour les capteurs PT100/PT1000 à 2 ou 3 fils.
- 1 entrée analogique supplémentaire 4-20 mA.

## 6.3 Contrôle de mouvement et cartes relais

Cette section décrit les options de contrôle de mouvement et cartes relais disponibles avec la série VLT® AutomationDrive FC 302. Pour obtenir les références, se reporter au *chapitre 13.2 Références des options/kits*.

### 6.3.1 VLT® Extended Relay Card MCB 113

La VLT® Extended Relay Card MCB 113 ajoute des entrées/sorties pour une plus grande flexibilité.

- 7 entrées digitales.
- 2 sorties analogiques.
- 4 relais unipolaires bidirectionnels.
- Conforme aux recommandations NAMUR.
- Capacité d'isolation galvanique.

## 6.4 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. La tension du circuit CC du variateur 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, 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 spécialement conçues pour les variateurs Danfoss. Pour connaître les références et obtenir d'autres informations sur le dimensionnement des résistances de freinage, se reporter au *manuel de configuration du VLT® Brake Resistor MCE 101*.




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

## 6.5 Filtres sinus

Lorsqu'un moteur est contrôlé par un variateur, il émet un bruit de résonance. Ce bruit, dû à la construction du moteur, se produit à chaque commutation de l'onduleur du variateur. La fréquence du bruit des résonances correspond ainsi à la fréquence de commutation du variateur.
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, le pic de tension de charge ($U_{PIC}$) 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 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 un boîtier.
Pour connaître les références et obtenir plus d'informations sur les filtres sinus, se reporter au *manuel de configuration des filtres de sortie*.

6

## 6.6 Filtres dU/dt

Danfoss fournit des filtres dU/dt qui sont des filtres passe-bas à mode différentiel qui réduisent les pics de tension 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. C'est un problème typique des process utilisant des câbles de moteur courts.

Comparés aux filtres sinus, les filtres dU/dt comportent une fréquence d'arrêt supérieure à la fréquence de commutation.

Pour connaître les références et obtenir plus d'informations sur les filtres dU/dt, se reporter au *manuel de configuration des filtres de sortie*.

## 6.7 Filtres 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 trois phases 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.

Pour connaître les références, se reporter au *manuel de configuration des filtres de sortie*.

## 6.8 Filtres harmoniques

Les *VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005 & AHF 010* ne doivent pas être comparés aux filtres électroniques harmoniques traditionnels. Les filtres harmoniques Danfoss ont été spécialement conçus pour s'adapter aux variateurs Danfoss.

En raccordant le filtre AHF 005 ou AHF 010 face à un variateur Danfoss, la distorsion d'harmoniques de courant totale renvoyée vers le secteur est réduite à 5 % et 10 %.

Pour connaître les références et obtenir d'autres informations sur le dimensionnement des résistances de freinage, se reporter au *manuel de configuration des VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010.*

## 6.9 Options intégrées du boîtier

Les options intégrées suivantes sont spécifiées dans le code de type lors de la commande du variateur.

**Boîtier avec canal arrière résistant à la corrosion**
Pour une protection renforcée contre la corrosion dans les environnements exigeants, les unités peuvent être livrées dans une armoire comportant un canal de ventilation arrière en acier inoxydable, des blocs de refroidissement en tôle épaisse et un ventilateur amélioré. Cette option est recommandée dans les environnements salins, comme celles situées à proximité de l'océan.

**Plaque de protection contre les pièces nues sous tension**
Une plaque de protection Lexan® peut être montée devant les bornes et barres de puissance pour prévenir tout contact physique lorsque la porte du boîtier est ouverte.

**Appareils de chauffage et thermostat**
Montés à l'intérieur de l'armoire des variateurs munis d'un boîtier de taille F et contrôlés via un thermostat automatique, les appareils de chauffage 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).

**Éclairage de l'armoire avec prise**
Pour augmenter la visibilité pendant l'entretien et la maintenance, un éclairage peut être installé à l'intérieur de l'armoire des variateurs munis d'un boîtier de taille F. Le logement de l'éclairage est doté d'une prise pour alimenter temporairement les outils et autres appareils. Deux tensions sont disponibles :

- 230 V, 50 Hz, 2,5 A, CE/ENEC
- 120 V, 60 Hz, 5 A, UL/cUL

 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

**Filtres RFI**
Les variateurs de la série VLT® comportent 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 la norme EN 55011. Des filtres RFI pour usage en milieu marin sont aussi disponibles.

Sur les variateurs munis d'un boîtier de taille F, le filtre RFI de classe A1 nécessite l'ajout de l'armoire d'options.

**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. Il est possible de connecter 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.
- Affichage LCD de la résistance d'isolation.
- Mémoire des pannes.
- Touches INFO, TEST et RESET.

**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 unipolaire bidirectionnel est associé à chaque consigne pour une utilisation externe. Nécessite un transformateur de courant à fenêtre externe (fourni et installé par le client).

- Intégré au circuit d'arrêt de sécurité.
- 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.
- Touches TEST et RESET

**Safe Torque Off avec relais de sécurité Pilz**
Disponible pour les variateurs munis d'un boîtier de taille F. Permet d'adapter le relais Pilz au boîtier sans armoire d'options. Le relais est utilisé dans l'option de surveillance de la température extérieure. Si la surveillance PTC est requise, commander la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112.

**Arrêt d'urgence avec relais de sécurité Pilz**
Comprend un bouton-poussoir d'arrêt d'urgence à quatre fils redondant monté sur le devant du boîtier et un relais Pilz qui le surveille conjointement avec le circuit d'arrêt de sécurité et la position du contacteur. Nécessite un contacteur et l'armoire d'options pour variateurs avec boîtier de taille F.

**Hacheur de freinage (IGBT)**
Les bornes de freinage avec circuit de hacheur de freinage (IGBT) permettent la connexion de résistances de freinage externes. Pour obtenir des données détaillées sur les résistances de freinage, consulter le *manuel de configuration du VLT® Brake Resistor MCE 101*, disponible sur *drives.danfoss.com/downloads/portal/#/*.

**Bornes régénératrices**
Elles rendent possible la connexion des unités régénératrices au bus CC sur le côté batterie des condensateurs des bobines de réactance CC pour le freinage par récupération. Pour la taille F, les bornes de régénération sont dimensionnées pour environ 50 % de la puissance nominale du variateur. Consultez 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. Pour les variateurs avec boîtier de taille F, les bornes de répartition de la charge sont dimensionnées pour environ 33 % de la puissance nominale du variateur. Consulter l'usine pour connaître les limites de répartition de la charge en fonction de la taille et de la tension spécifiques du variateur.

**Sectionneur**
Une poignée montée sur la porte permet d'actionner manuellement le sectionneur secteur pour activer et désactiver l'alimentation du variateur, 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. Si l'option disjoncteur est sélectionnée, des fusibles sont également inclus pour assurer une protection à action rapide du variateur de fréquence contre les surcharges.




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

**Contacteurs**
Un interrupteur à contact contrôlé électroniquement assure l'activation et la désactivation à distance de l'alimentation du variateur. Le contact auxiliaire sur le contacteur est surveillé par le relais Pilz si l'option d'arrêt d'urgence CEI est demandée.

**Démarreurs manuels**
Ils fournissent une alimentation triphasée pour les ventilateurs de refroidissement électriques qui sont souvent nécessaires pour les plus gros moteurs. L'alimentation des démarreurs est fournie côté charge de tout contacteur, disjoncteur ou sectionneur fourni. Si une option de filtre RFI de classe 1 est commandée, le côté entrée du RFI fournit l'alimentation au démarreur. Chaque démarreur est protégé par fusibles et l'alimentation des démarreurs est coupée lorsque le variateur est hors tension. Jusqu'à deux démarreurs sont autorisés. Si un circuit protégé par fusible 30 A est commandé, un seul démarreur est autorisé. Les démarreurs sont intégrés dans le circuit d'arrêt de sécurité. Caractéristiques incluses :

- Interrupteur marche-arrêt.
- Protection contre les court-circuits et les surcharges 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 deux démarreurs manuels sont sélectionnés.
- Bornes inactives lorsque l'alimentation d'entrée du variateur est coupée.
- L'alimentation des bornes est fournie côté charge de tout contacteur, disjoncteur ou sectionneur fourni. Si une option de filtre RFI de classe 1 est commandée, le côté entrée du RFI fournit l'alimentation au démarreur.

**Bornes communes du moteur**
L'option de borne commune du moteur fournit les barres omnibus et le matériel nécessaires pour relier les bornes du moteur entre les onduleurs en parallèle et la borne seule (par phase) pour adapter l'installation du kit d'entrée supérieure côté moteur.

Cette option est également recommandée pour relier la sortie d'un variateur à un filtre de sortie ou un contacteur de sortie. Les bornes communes du moteur éliminent le besoin de câbles de longueurs égales entre chaque onduleur et le point commun du filtre de sortie (ou du moteur).

**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 deux modules d'entrées de thermistance dédiées. Les dix modules sont tous intégrés dans le circuit d'arrêt de sécurité et peuvent être surveillés via un bus de terrain qui nécessite l'acquisition d'un coupleur module/bus séparé. Une option de Safe Torque Off doit être commandée lorsque vous sélectionnez la surveillance de la température extérieure.

**Types de signaux**

- Entrées RTD (y compris PT100) – 3 ou 4 fils.
- Thermocouple.
- Courant ou tension analogique.

**Plus de fonctionnalités :**

- 1 sortie universelle – configurable pour tension ou courant analogique.
- 2 sorties relais (NO).
- Affichage LC à deux lignes et diagnostics par LED.
- Détection de rupture du fil de la sonde, de court-circuit et de polarité incorrecte.
- Détection de rupture du fil de la sonde, de court-circuit et de polarité incorrecte.
- Logiciel de programmation de l'interface.
- Si trois PTC sont nécessaires, l'option VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 doit être ajoutée.

Pour obtenir les références des options intégrées de boîtiers, se reporter au *chapitre 13.1 Système de configuration du variateur*.

## 6.10 Kits haute puissance

Des kits haute puissance, comme un refroidissement par l'arrière, un appareil de chauffage et une protection d'accès aux bornes puissance, sont disponibles. Voir le *chapitre 13.2 Références des options/kits* pour obtenir une brève description et les références des kits disponibles.

# 7 Spécifications

## 7.1 Données électriques, 380-480 V

| VLT® HVAC Drive FC 102 | P355 | P400 | P450 |
|---|---|---|---|
| **Surcharge normale** (Surcharge normale (NO) = 110 % du courant pendant 60 s) | **NO** | **NO** | **NO** |
| Sortie d'arbre typique à 400 V [kW] | 355 | 400 | 450 |
| Sortie d'arbre typique à 460 V [HP] | 500 | 600 | 600 |
| Sortie d'arbre typique à 480 V [kW] | 400 | 500 | 530 |
| **Taille de boîtier** | **E1/E2** | **E1/E2** | **E1/E2** |
| **Courant de sortie (triphasé)** | | | |
| Continu (à 400 V) [A] | 658 | 745 | 800 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 400 V) [A] | 724 | 820 | 880 |
| Continu (à 460/480 V) [A] | 590 | 678 | 730 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 460/480 V) [A] | 649 | 746 | 803 |
| kVA continu (à 400 V) [kVA] | 456 | 516 | 554 |
| kVA continu (à 460 V) [kVA] | 470 | 540 | 582 |
| kVA continu (à 480 V) [kVA] | 511 | 587 | 632 |
| **Courant d'entrée maximal** | | | |
| Continu (à 400 V) [A] | 634 | 718 | 771 |
| Continu (à 460/480 V) [A] | 569 | 653 | 704 |
| **Nombre et taille de câbles maximum par phase** | | | |
| Secteur et moteur [mm² (AWG)] | 4 x 240 (4 x 500 mcm) | 4 x 240 (4 x 500 mcm) | 4 x 240 (4 x 500 mcm) |
| Frein [mm² (AWG)] | 2 x 185 (2 x 350 mcm) | 2 x 185 (2 x 350 mcm) | 2 x 185 (2 x 350 mcm) |
| Répartition de la charge [mm² (AWG)] | 4 x 240 (4 x 500 mcm) | 4 x 240 (4 x 500 mcm) | 4 x 240 (4 x 500 mcm) |
| Fusibles secteur externes max. [A][1)] | 900 | 900 | 900 |
| Perte de puissance estimée à 400 V [W][2), 3)] | 7532 | 8677 | 9473 |
| Perte de puissance estimée à 460 V [W][2), 3)] | 6724 | 7819 | 8527 |
| Rendement[3)] | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| Fréquence de sortie [Hz] | 0–590 | 0–590 | 0–590 |
| Arrêt surtempérature carte de commande [°C (°F)] | 85 (185) | 85 (185) | 85 (185) |

**Tableau 7.1 Données électriques pour les boîtiers E1/E2, alimentation secteur 3 x 380-480 V CA**

*1) Pour les calibres des fusibles, voir chapitre 10.5 Fusibles et disjoncteurs.*

*2) La perte de puissance typique, mesurée dans des conditions normales, doit être de ± 15 % (la tolérance est liée à la variété des conditions de tension et de câblage). Ces valeurs s'appuient sur le rendement typique d'un moteur (limite IE/IE3). Les moteurs de moindre rendement augmentent la perte de puissance du variateur. S'applique au dimensionnement du refroidissement du variateur. 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 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Des options et la charge client peuvent accroître les pertes de 30 W max., bien que généralement on compte seulement 4 W pour une carte de commande à pleine charge ou des options pour les emplacements A et B.*

*3) Mesuré avec des câbles de moteur blindés de 5 m (16,5 pi) à la charge et à la fréquence nominales. Rendement mesuré au courant nominal. Pour la classe d'efficacité énergétique, voir le chapitre 10.12 Rendement. Pour connaître les pertes de charge partielles, voir drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.*

| VLT® HVAC Drive FC 102 | P500 | P560 | P630 | P710 |
|---|---|---|---|---|
| **Surcharge normale** (Surcharge normale (NO) = 110 % du courant pendant 60 s) | **NO** | **NO** | **NO** | **NO** |
| Sortie d'arbre typique à 400 V [kW] | 500 | 560 | 630 | 710 |
| Sortie d'arbre typique à 460 V [HP] | 650 | 750 | 900 | 1000 |
| Sortie d'arbre typique à 480 V [kW] | 560 | 630 | 710 | 800 |
| **Taille de boîtier** | **F1/F3** | **F1/F3** | **F1/F3** | **F1/F3** |
| **Courant de sortie (triphasé)** | | | | |
| Continu (à 400 V) [A] | 880 | 990 | 1120 | 1260 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 400 V) [A] | 968 | 1089 | 1680 | 1890 |
| Continu (à 460/480 V) [A] | 780 | 890 | 1050 | 1160 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 460/480 V) [A] | 858 | 979 | 1155 | 1276 |
| kVA continu (à 400 V) [kVA] | 610 | 686 | 776 | 873 |
| kVA continu (à 460 V) [kVA] | 621 | 709 | 837 | 924 |
| kVA continu (à 480 V) [kVA] | 675 | 771 | 909 | 1005 |
| **Courant d'entrée maximal** | | | | |
| Continu (à 400 V) [A] | 848 | 954 | 1079 | 1214 |
| Continu (à 460/480 V) [A] | 752 | 858 | 1012 | 1118 |
| **Nombre et taille de câbles maximum par phase** | | | | |
| - Moteur [mm² (AWG)] | 8 x 150 (8 x 300 mcm) | 8 x 150 (8 x 300 mcm) | 8 x 150 (8 x 300 mcm) | 8 x 150 (8 x 300 mcm) |
| - Secteur [mm² (AWG)] (F1) | 8 x 240 (8 x 500 mcm) | 8 x 240 (8 x 500 mcm) | 8 x 240 (8 x 500 mcm) | 8 x 240 (8 x 500 mcm) |
| - Secteur [mm² (AWG)] (F3) | 8 x 456 (8 x 900 mcm) | 8 x 456 (8 x 900 mcm) | 8 x 456 (8 x 900 mcm) | 8 x 456 (8 x 900 mcm) |
| - Répartition de la charge [mm² (AWG)] | 8 x 120 (8 x 250 mcm) | 8 x 120 (8 x 250 mcm) | 8 x 120 (8 x 250 mcm) | 8 x 120 (8 x 250 mcm) |
| - Frein [mm² (AWG)] | 8 x 185 (8 x 350 mcm) | 8 x 185 (8 x 350 mcm) | 8 x 185 (8 x 350 mcm) | 8 x 185 (8 x 350 mcm) |
| Fusibles secteur externes max. [A][1)] | 1600 | 1600 | 2000 | 2000 |
| Perte de puissance estimée à 400 V [W][2), 3)] | 10162 | 11822 | 12512 | 14674 |
| Perte de puissance estimée à 460 V [W][2), 3)] | 8876 | 10424 | 11595 | 13213 |
| Pertes ajoutées max. RFI A1, disjoncteur ou déconnexion, et contacteur [W] (F3 uniquement) | 963 | 1054 | 1093 | 1230 |
| Pertes max. des options de panneau [W] | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Rendement[3)] | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| Fréquence de sortie [Hz] | 0–590 | 0–590 | 0–590 | 0–590 |
| Arrêt surtempérature carte de commande [°C (°F)] | 85 (185) | 85 (185) | 85 (185) | 85 (185) |

**Tableau 7.2 Données électriques pour les boîtiers F1/F3, alimentation secteur 3 x 380-480 V CA**

*1) Pour les calibres des fusibles, voir chapitre 10.5 Fusibles et disjoncteurs.*

*2) La perte de puissance typique, mesurée dans des conditions normales, doit être de ± 15 % (la tolérance est liée à la variété des conditions de tension et de câblage). Ces valeurs s'appuient sur le rendement typique d'un moteur (limite IE/IE3). Les moteurs de moindre rendement augmentent la perte de puissance du variateur. S'applique au dimensionnement du refroidissement du variateur. 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 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Des options et la charge client peuvent accroître les pertes de 30 W max., bien que généralement on compte seulement 4 W pour une carte de commande à pleine charge ou des options pour les emplacements A et B.*

*3) Mesuré avec des câbles de moteur blindés de 5 m (16,5 pi) à la charge et à la fréquence nominales. Rendement mesuré au courant nominal. Pour la classe d'efficacité énergétique, voir le chapitre 10.12 Rendement. Pour connaître les pertes de charge partielles, voir drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.*

| VLT® HVAC Drive FC 102 | P800 | P1000 |
|---|---|---|
| **Surcharge normale** (Surcharge normale (NO) = 110 % du courant pendant 60 s) | **NO** | **NO** |
| Sortie d'arbre typique à 400 V [kW] | 800 | 1000 |
| Sortie d'arbre typique à 460 V [HP] | 1200 | 1350 |
| Sortie d'arbre typique à 480 V [kW] | 1000 | 1100 |
| **Taille de boîtier** | **F2/F4** | **F2/F4** |
| **Courant de sortie (triphasé)** | | |
| Continu (à 400 V) [A] | 1460 | 1720 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 400 V) [A] | 1606 | 1892 |
| Continu (à 460/480 V) [A] | 1380 | 1530 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 460/480 V) [A] | 1518 | 1683 |
| kVA continu (à 400 V) [kVA] | 1012 | 1192 |
| kVA continu (à 460 V) [kVA] | 1100 | 1219 |
| kVA continu (à 480 V) [kVA] | 1195 | 1325 |
| **Courant d'entrée maximal** | | |
| Continu (à 400 V) [A] | 1407 | 1658 |
| Continu (à 460/480 V) [A] | 1330 | 1474 |
| **Nombre et taille de câbles maximum par phase** | | |
| - Moteur [mm² (AWG)] | 12 x 150 (12 x 300 mcm) | 12 x 150 (12 x 300 mcm) |
| - Secteur [mm² (AWG)] (F2) | 8 x 240 (8 x 500 mcm) | 8 x 240 (8 x 500 mcm) |
| - Secteur [mm² (AWG)] (F4) | 8 x 456 (8 x 900 mcm) | 8 x 456 (8 x 900 mcm) |
| - Répartition de la charge [mm² (AWG)] | 4 x 120 (4 x 250 mcm) | 4 x 120 (4 x 250 mcm) |
| - Frein [mm² (AWG)] | 6 x 185 (6 x 350 mcm) | 6 x 185 (6 x 350 mcm) |
| Fusibles secteur externes max. [A][1)] | 2500 | 2500 |
| Perte de puissance estimée à 400 V [W][2), 3)] | 17293 | 19278 |
| Perte de puissance estimée à 460 V [W][2), 3)] | 16229 | 16624 |
| Pertes ajoutées max. RFI A1, disjoncteur ou déconnexion, et contacteur [W] (F4 uniquement) | 2280 | 2541 |
| Pertes max. des options de panneau [W] | 400 | 400 |
| Rendement[3)] | 0,98 | 0,98 |
| Fréquence de sortie [Hz] | 0–590 | 0–590 |
| Arrêt surtempérature carte de commande [°C (°F)] | 85 (185) | 85 (185) |

**Tableau 7.3 Données électriques pour les boîtiers F2/F4, alimentation secteur 3 x 380-480 V CA**

*1) Pour les calibres des fusibles, voir chapitre 10.5 Fusibles et disjoncteurs.*

*2) La perte de puissance typique, mesurée dans des conditions normales, doit être de ± 15 % (la tolérance est liée à la variété des conditions de tension et de câblage). Ces valeurs s'appuient sur le rendement typique d'un moteur (limite IE/IE3). Les moteurs de moindre rendement augmentent la perte de puissance du variateur. S'applique au dimensionnement du refroidissement du variateur. 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 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Des options et la charge client peuvent accroître les pertes de 30 W max., bien que généralement on compte seulement 4 W pour une carte de commande à pleine charge ou des options pour les emplacements A et B.*

*3) Mesuré avec des câbles de moteur blindés de 5 m (16,5 pi) à la charge et à la fréquence nominales. Rendement mesuré au courant nominal. Pour la classe d'efficacité énergétique, voir le chapitre 10.12 Rendement. Pour connaître les pertes de charge partielles, voir drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.*

| VLT® HVAC Drive FC 102 | P355 | P400 | P450 |
|---|---|---|---|
| **Surcharge normale** (Surcharge normale (NO) = 110 % du courant pendant 60 s) | **NO** | **NO** | **NO** |
| Sortie d'arbre typique à 400 V [kW] | 355 | 400 | 450 |
| Sortie d'arbre typique à 460 V [HP] | 500 | 600 | 600 |
| Sortie d'arbre typique à 480 V [kW] | 400 | 500 | 530 |
| **Taille de boîtier** | **F8/F9** | **F8/F9** | **F8/F9** |
| **Courant de sortie (triphasé)** | | | |
| Continu (à 400 V) [A] | 658 | 745 | 800 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 400 V) [A] | 724 | 820 | 880 |
| Continu (à 460/480 V) [A] | 590 | 678 | 730 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 460/480 V) [A] | 649 | 746 | 803 |
| kVA continu (à 400 V) [kVA] | 456 | 516 | 554 |
| kVA continu (à 460 V) [kVA] | 470 | 540 | 582 |
| kVA continu (à 480 V) [kVA] | 511 | 587 | 632 |
| **Courant d'entrée maximal** | | | |
| Continu (à 400 V) [A] | 634 | 718 | 771 |
| Continu (à 460/480 V) [A] | 569 | 653 | 704 |
| **Nombre et taille de câbles maximum par phase** | | | |
| - Moteur [mm² (AWG)] | 4 x 240 (4 x 500 mcm) | 4 x 240 (4 x 500 mcm) | 4 x 240 (4 x 500 mcm) |
| - Secteur [mm² (AWG)] | 4 x 90 (4 x 3/0 mcm) | 4 x 240 (4 x 500 mcm) | 4 x 240 (4 x 500 mcm) |
| - Frein [mm² (AWG)] | 2 x 185 (2 x 350 mcm) | 2 x 185 (2 x 350 mcm) | 2 x 185 (2 x 350 mcm) |
| Fusibles secteur externes max. [A][1)] | 700 | 700 | 700 |
| Perte de puissance estimée à 400 V [W][2), 3)] | 7701 | 8879 | 9670 |
| Perte de puissance estimée à 460 V [W][2), 3)] | 6953 | 8089 | 8803 |
| Rendement[3)] | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| Fréquence de sortie [Hz] | 0–590 | 0–590 | 0–590 |
| Arrêt surtempérature carte de commande [°C (°F)] | 85 (185) | 85 (185) | 85 (185) |

**Tableau 7.4 Données électriques pour les boîtiers F8/F9, alimentation secteur 6 x 380-480 V CA**

*1) Pour les calibres des fusibles, voir chapitre 10.5 Fusibles et disjoncteurs.*

*2) La perte de puissance typique, mesurée dans des conditions normales, doit être de ± 15 % (la tolérance est liée à la variété des conditions de tension et de câblage). Ces valeurs s'appuient sur le rendement typique d'un moteur (limite IE/IE3). Les moteurs de moindre rendement augmentent la perte de puissance du variateur. S'applique au dimensionnement du refroidissement du variateur. 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 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Des options et la charge client peuvent accroître les pertes de 30 W max., bien que généralement on compte seulement 4 W pour une carte de commande à pleine charge ou des options pour les emplacements A et B.*

*3) Mesuré avec des câbles de moteur blindés de 5 m (16,5 pi) à la charge et à la fréquence nominales. Rendement mesuré au courant nominal. Pour la classe d'efficacité énergétique, voir le chapitre 10.12 Rendement. Pour connaître les pertes de charge partielles, voir drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.*

| VLT® HVAC Drive FC 102 | P500 | P560 | P630 | P710 |
|---|---|---|---|---|
| **Surcharge normale** (Surcharge normale (NO) = 110 % du courant pendant 60 s) | **NO** | **NO** | **NO** | **NO** |
| Sortie d'arbre typique à 400 V [kW] | 500 | 560 | 630 | 710 |
| Sortie d'arbre typique à 460 V [HP] | 650 | 750 | 900 | 1000 |
| Sortie d'arbre typique à 480 V [kW] | 560 | 630 | 710 | 800 |
| **Taille de boîtier** | **F10/F11** | **F10/F11** | **F10/F11** | **F10/F11** |
| **Courant de sortie (triphasé)** | | | | |
| Continu (à 400 V) [A] | 880 | 990 | 1120 | 1260 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 400 V) [A] | 968 | 1089 | 1232 | 1386 |
| Continu (à 460/480 V) [A] | 780 | 890 | 1050 | 1160 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 460/480 V) [A] | 858 | 979 | 1155 | 1276 |
| kVA continu (à 400 V) [kVA] | 610 | 686 | 776 | 873 |
| kVA continu (à 460 V) [kVA] | 621 | 709 | 837 | 924 |
| kVA continu (à 480 V) [kVA] | 675 | 771 | 909 | 1005 |
| **Courant d'entrée maximal** | | | | |
| Continu (à 400 V) [A] | 848 | 954 | 1079 | 1214 |
| Continu (à 460/480 V) [A] | 752 | 858 | 1012 | 1118 |
| **Nombre et taille de câbles maximum par phase** | | | | |
| - Moteur [mm² (AWG)] | 8 x 150 (8 x 300 mcm) | 8 x 150 (8 x 300 mcm) | 8 x 150 (8 x 300 mcm) | 8 x 150 (8 x 300 mcm) |
| - Secteur [mm² (AWG)] | 6 x 120 (6 x 250 mcm) | 6 x 120 (6 x 250 mcm) | 6 x 120 (6 x 250 mcm) | 6 x 120 (6 x 250 mcm) |
| - Frein [mm² (AWG)] | 4 x 185 (4 x 350 mcm) | 4 x 185 (4 x 350 mcm) | 4 x 185 (4 x 350 mcm) | 4 x 185 (4 x 350 mcm) |
| Fusibles secteur externes max. [A][1)] | 900 | 900 | 900 | 1500 |
| Perte de puissance estimée à 400 V [W][2), 3)] | 10647 | 12338 | 13201 | 15436 |
| Perte de puissance estimée à 460 V [W][2), 3)] | 9414 | 11006 | 12353 | 14041 |
| Pertes ajoutées max. RFI A1, disjoncteur ou déconnexion, et contacteur [W] (F11 uniquement) | 963 | 1054 | 1093 | 1230 |
| Pertes max. des options de panneau [W] | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Rendement[3)] | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| Fréquence de sortie [Hz] | 0–590 | 0–590 | 0–590 | 0–590 |
| Arrêt surtempérature carte de commande [°C (°F)] | 85 (185) | 85 (185) | 85 (185) | 85 (185) |

**Tableau 7.5 Données électriques pour les boîtiers F10/F11, alimentation secteur 6 x 380-480 V CA**

*1) Pour les calibres des fusibles, voir chapitre 10.5 Fusibles et disjoncteurs.*

*2) La perte de puissance typique, mesurée dans des conditions normales, doit être de ± 15 % (la tolérance est liée à la variété des conditions de tension et de câblage). Ces valeurs s'appuient sur le rendement typique d'un moteur (limite IE/IE3). Les moteurs de moindre rendement augmentent la perte de puissance du variateur. S'applique au dimensionnement du refroidissement du variateur. 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 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Des options et la charge client peuvent accroître les pertes de 30 W max., bien que généralement on compte seulement 4 W pour une carte de commande à pleine charge ou des options pour les emplacements A et B.*

*3) Mesuré avec des câbles de moteur blindés de 5 m (16,5 pi) à la charge et à la fréquence nominales. Rendement mesuré au courant nominal. Pour la classe d'efficacité énergétique, voir le chapitre 10.12 Rendement. Pour connaître les pertes de charge partielles, voir drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.*

| VLT® HVAC Drive FC 102 | P800 | P1000 |
|---|---|---|
| **Surcharge normale**<br>(Surcharge normale (NO) = 110 % du courant pendant 60 s) | **NO** | **NO** |
| Sortie d'arbre typique à 400 V [kW] | 800 | 1000 |
| Sortie d'arbre typique à 460 V [HP] | 1200 | 1350 |
| Sortie d'arbre typique à 480 V [kW] | 1000 | 1100 |
| **Taille de boîtier** | **F12/F13** | **F12/F13** |
| **Courant de sortie (triphasé)** | | |
| Continu (à 400 V) [A] | 1460 | 1720 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 400 V) [A] | 1606 | 1892 |
| Continu (à 460/480 V) [A] | 1380 | 1530 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 460/480 V) [A] | 1518 | 1683 |
| kVA continu (à 400 V) [kVA] | 1012 | 1192 |
| kVA continu (à 460 V) [kVA] | 1100 | 1219 |
| kVA continu (à 480 V) [kVA] | 1195 | 1325 |
| **Courant d'entrée maximal** | | |
| Continu (à 400 V) [A] | 1407 | 1658 |
| Continu (à 460/480 V) [A] | 1330 | 1474 |
| **Nombre et taille de câbles maximum par phase** | | |
| - Moteur [mm² (AWG)] | 12 x 150<br>(12 x 300 mcm) | 12 x 150<br>(12 x 300 mcm) |
| - Secteur [mm² (AWG)] | 6 x 120<br>(6 x 250 mcm) | 6 x 120<br>(6 x 250 mcm) |
| - Frein [mm² (AWG)] | 6 x 185<br>(6 x 350 mcm) | 6 x 185<br>(6 x 350 mcm) |
| Fusibles secteur externes max. [A][1)] | 1500 | 1500 |
| Perte de puissance estimée à 400 V [W][2), 3)] | 18084 | 20358 |
| Perte de puissance estimée à 460 V [W][2), 3)] | 17137 | 17752 |
| Pertes ajoutées max. RFI A1, disjoncteur ou déconnexion, et contacteur [W] (F4 uniquement) | 2280 | 2541 |
| Pertes max. des options de panneau [W] | 400 | 400 |
| Rendement[3)] | 0,98 | 0,98 |
| Fréquence de sortie [Hz] | 0–590 | 0–590 |
| Arrêt surtempérature carte de commande [°C (°F)] | 85 (185) | 85 (185) |

**Tableau 7.6 Données électriques pour les boîtiers F12/F13, alimentation secteur 6 x 380-480 V CA**

*1) Pour les calibres des fusibles, voir chapitre 10.5 Fusibles et disjoncteurs.*

*2) La perte de puissance typique, mesurée dans des conditions normales, doit être de ± 15 % (la tolérance est liée à la variété des conditions de tension et de câblage). Ces valeurs s'appuient sur le rendement typique d'un moteur (limite IE/IE3). Les moteurs de moindre rendement augmentent la perte de puissance du variateur. S'applique au dimensionnement du refroidissement du variateur. 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 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Des options et la charge client peuvent accroître les pertes de 30 W max., bien que généralement on compte seulement 4 W pour une carte de commande à pleine charge ou des options pour les emplacements A et B.*

*3) Mesuré avec des câbles de moteur blindés de 5 m (16,5 pi) à la charge et à la fréquence nominales. Rendement mesuré au courant nominal. Pour la classe d'efficacité énergétique, voir le chapitre 10.12 Rendement. Pour connaître les pertes de charge partielles, voir drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.*

## 7.2 Données électriques, 525-690 V

| VLT® HVAC Drive FC 102 | P450 | P500 | P560 | P630 |
|---|---|---|---|---|
| **Surcharge normale** (Surcharge normale (NO) = 110 % du courant pendant 60 s) | **NO** | **NO** | **NO** | **NO** |
| Sortie d'arbre typique à 550 V [kW] | 355 | 400 | 450 | 500 |
| Sortie d'arbre typique à 575 V [HP] | 450 | 500 | 600 | 650 |
| Sortie d'arbre typique à 690 V [kW] | 450 | 500 | 560 | 630 |
| **Taille de boîtier** | **E1/E2** | **E1/E2** | **E1/E2** | **E1/E2** |
| **Courant de sortie (triphasé)** | | | | |
| Continu (à 550 V) [A] | 470 | 523 | 596 | 630 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 550 V) [A] | 517 | 575 | 656 | 693 |
| Continu (à 575/690 V) [A] | 450 | 500 | 570 | 630 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 575/690 V) [A] | 495 | 550 | 627 | 693 |
| kVA continu (à 550 V) [kVA] | 448 | 498 | 568 | 600 |
| kVA continu (à 575 V) [kVA] | 448 | 498 | 568 | 627 |
| kVA continu (à 690 V) [kVA] | 538 | 598 | 681 | 753 |
| **Courant d'entrée maximal** | | | | |
| Continu (à 550 V) [A] | 453 | 504 | 574 | 607 |
| Continu (à 575 V) [A] | 434 | 482 | 549 | 607 |
| Continu (à 690 V) | 434 | 482 | 549 | 607 |
| **Nombre et taille de câbles maximum par phase** | | | | |
| - Secteur, moteur et répartition de la charge [mm² (AWG)] | 4 x 240 (4 x 500 mcm) | 4 x 240 (4 x 500 mcm) | 4 x 240 (4 x 500 mcm) | 4 x 240 (4 x 500 mcm) |
| - Frein [mm² (AWG)] | 2 x 185 (2 x 350 mcm) | 2 x 185 (2 x 350 mcm) | 2 x 185 (2 x 350 mcm) | 2 x 185 (2 x 350 mcm) |
| Fusibles secteur externes max. [A][1)] | 700 | 700 | 900 | 900 |
| Perte de puissance estimée à 600 V [W][2), 3)] | 5323 | 6010 | 7395 | 8209 |
| Perte de puissance estimée à 690 V [W][2), 3)] | 5529 | 6239 | 7653 | 8495 |
| Rendement[3)] | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| Fréquence de sortie [Hz] | 0–500 | 0–500 | 0–500 | 0–500 |
| Arrêt surtempérature carte de commande [°C (°F)] | 85 (185) | 85 (185) | 85 (185) | 85 (185) |

**Tableau 7.7 Données électriques pour les boîtiers E1/E2, alimentation secteur 3 x 525-690 V CA**

*1) Pour les calibres des fusibles, voir chapitre 10.5 Fusibles et disjoncteurs.*

*2) La perte de puissance typique, mesurée dans des conditions normales, doit être de ± 15 % (la tolérance est liée à la variété des conditions de tension et de câblage). Ces valeurs s'appuient sur le rendement typique d'un moteur (limite IE/IE3). Les moteurs de moindre rendement augmentent la perte de puissance du variateur. S'applique au dimensionnement du refroidissement du variateur. 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 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Des options et la charge client peuvent accroître les pertes de 30 W max., bien que généralement on compte seulement 4 W pour une carte de commande à pleine charge ou des options pour les emplacements A et B.*

*3) Mesuré avec des câbles de moteur blindés de 5 m (16,5 pi) à la charge et à la fréquence nominales. Rendement mesuré au courant nominal. Pour la classe d'efficacité énergétique, voir le chapitre 10.12 Rendement. Pour connaître les pertes de charge partielles, voir drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.*

| VLT® HVAC Drive FC 102 | P710 | P800 | P900 |
|---|---|---|---|
| **Surcharge normale** (Surcharge normale (NO) = 110 % du courant pendant 60 s) | **NO** | **NO** | **NO** |
| Sortie d'arbre typique à 550 V [kW] | 560 | 670 | 750 |
| Sortie d'arbre typique à 575 V [HP] | 750 | 950 | 1050 |
| Sortie d'arbre typique à 690 V [kW] | 710 | 800 | 900 |
| **Taille de boîtier** | **F1/F3** | **F1/F3** | **F1/F3** |
| **Courant de sortie (triphasé)** | | | |
| Continu (à 550 V) [A] | 763 | 889 | 988 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 550 V) [A] | 839 | 978 | 1087 |
| Continu (à 575/690 V) [A] | 730 | 850 | 945 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 575/690 V) [A] | 803 | 935 | 1040 |
| kVA continu (à 550 V) [kVA] | 727 | 847 | 941 |
| kVA continu (à 575 V) [kVA] | 727 | 847 | 941 |
| kVA continu (à 690 V) [kVA] | 872 | 1016 | 1129 |
| **Courant d'entrée maximal** | | | |
| Continu (à 550 V) [A] | 735 | 857 | 952 |
| Continu (à 575 V) [A] | 704 | 819 | 911 |
| Continu (à 690 V) [A] | 704 | 819 | 911 |
| **Nombre et taille de câbles maximum par phase** | | | |
| - Moteur [mm² (AWG)] | 8 x 150 (8 x 300 mcm) | 8 x 150 (8 x 300 mcm) | 8 x 150 (8 x 300 mcm) |
| - Secteur [mm² (AWG)] (F1) | 8 x 240 (8 x 500 mcm) | 8 x 240 (8 x 500 mcm) | 8 x 240 (8 x 500 mcm) |
| - Secteur [mm² (AWG)] (F3) | 8 x 456 (4 x 900 mcm) | 8 x 456 (4 x 900 mcm) | 8 x 456 (4 x 900 mcm) |
| - Répartition de la charge [mm² (AWG)] | 4 x 120 (4 x 250 mcm) | 4 x 120 (4 x 250 mcm) | 4 x 120 (4 x 250 mcm) |
| - Frein [mm² (AWG)] | 4 x 185 (4 x 350 mcm) | 4 x 185 (4 x 350 mcm) | 4 x 185 (4 x 350 mcm) |
| Fusibles secteur externes max. [A][1)] | 1600 | 1600 | 1600 |
| Perte de puissance estimée à 600 V [W][2), 3)] | 9500 | 10872 | 12316 |
| Perte de puissance estimée à 690 V [W][2), 3)] | 9863 | 11304 | 12798 |
| Pertes ajoutées max. pour disjoncteur ou déconnexion et pour contacteur [W] (F3 uniquement) | 427 | 532 | 615 |
| Pertes max. des options de panneau [W] | 400 | 400 | 400 |
| Rendement[3)] | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| Fréquence de sortie [Hz] | 0–500 | 0–500 | 0–500 |
| Arrêt surtempérature carte de commande [°C (°F)] | 85 (185) | 85 (185) | 85 (185) |

**Tableau 7.8 Données électriques pour les boîtiers F1/F3, alimentation secteur 3 x 525-690 V CA**

*1) Pour les calibres des fusibles, voir chapitre 10.5 Fusibles et disjoncteurs.*

*2) La perte de puissance typique, mesurée dans des conditions normales, doit être de ± 15 % (la tolérance est liée à la variété des conditions de tension et de câblage). Ces valeurs s'appuient sur le rendement typique d'un moteur (limite IE/IE3). Les moteurs de moindre rendement augmentent la perte de puissance du variateur. S'applique au dimensionnement du refroidissement du variateur. 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 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Des options et la charge client peuvent accroître les pertes de 30 W max., bien que généralement on compte seulement 4 W pour une carte de commande à pleine charge ou des options pour les emplacements A et B.*

*3) Mesuré avec des câbles de moteur blindés de 5 m (16,5 pi) à la charge et à la fréquence nominales. Rendement mesuré au courant nominal. Pour la classe d'efficacité énergétique, voir le chapitre 10.12 Rendement. Pour connaître les pertes de charge partielles, voir drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.*

| VLT® HVAC Drive FC 102 | P1M0 | P1M2 | P1M4 |
|---|---|---|---|
| **Surcharge normale** (Surcharge normale (NO) = 110 % du courant pendant 60 s) | **NO** | **NO** | **NO** |
| Sortie d'arbre typique à 550 V [kW] | 850 | 1000 | 1100 |
| Sortie d'arbre typique à 575 V [HP] | 1150 | 1350 | 1550 |
| Sortie d'arbre typique à 690 V [kW] | 1000 | 1200 | 1400 |
| **Taille de boîtier** | **F2/F4** | **F2/F4** | **F2/F4** |
| **Courant de sortie (triphasé)** | | | |
| Continu (à 550 V) [A] | 1108 | 1317 | 1479 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 550 V) [A] | 1219 | 1449 | 1627 |
| Continu (à 575/690 V) [A] | 1060 | 1260 | 1415 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 575/690 V) [A] | 1166 | 1386 | 1557 |
| kVA continu (à 550 V) [kVA] | 1056 | 1255 | 1409 |
| kVA continu (à 575 V) [kVA] | 1056 | 1255 | 1409 |
| kVA continu (à 690 V) [kVA] | 1267 | 1506 | 1691 |
| **Courant d'entrée maximal** | | | |
| Continu (à 550 V) [A] | 1068 | 1269 | 1425 |
| Continu (à 575 V) [A] | 1022 | 1214 | 1364 |
| Continu (à 690 V) [A] | 1022 | 1214 | 1364 |
| **Nombre et taille de câbles maximum par phase** | | | |
| - Moteur [mm² (AWG)] | 12 x 150 (12 x 300 mcm) | 12 x 150 (12 x 300 mcm) | 12 x 150 (12 x 300 mcm) |
| - Secteur [mm² (AWG)] (F2) | 8 x 240 (8 x 500 mcm) | 8 x 240 (8 x 500 mcm) | 8 x 240 (8 x 500 mcm) |
| - Secteur [mm² (AWG)] (F4) | 8 x 456 (8 x 900 mcm) | 8 x 456 (8 x 900 mcm) | 8 x 456 (8 x 900 mcm) |
| - Répartition de la charge [mm² (AWG)] | 4 x 120 (4 x 250 mcm) | 4 x 120 (4 x 250 mcm) | 4 x 120 (4 x 250 mcm) |
| - Frein [mm² (AWG)] | 6 x 185 (6 x 350 mcm) | 6 x 185 (6 x 350 mcm) | 6 x 185 (6 x 350 mcm) |
| Fusibles secteur externes max. [A][1)] | 1600 | 2000 | 2500 |
| Perte de puissance estimée à 600 V [W][2), 3)] | 13731 | 16190 | 18536 |
| Perte de puissance estimée à 690 V [W][2), 3)] | 14250 | 16821 | 19247 |
| Pertes ajoutées max. pour disjoncteur ou déconnexion et pour contacteur [W] (F4 uniquement) | 665 | 863 | 1044 |
| Pertes max. des options de panneau [W] | 400 | 400 | 400 |
| Rendement[3)] | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| Fréquence de sortie [Hz] | 0–500 | 0–500 | 0–500 |
| Arrêt surtempérature carte de commande [°C (°F)] | 85 (185) | 85 (185) | 85 (185) |

**Tableau 7.9 Données électriques pour les boîtiers F2/F4, alimentation secteur 3 x 525-690 V CA**

*1) Pour les calibres des fusibles, voir chapitre 10.5 Fusibles et disjoncteurs.*

*2) La perte de puissance typique, mesurée dans des conditions normales, doit être de ± 15 % (la tolérance est liée à la variété des conditions de tension et de câblage). Ces valeurs s'appuient sur le rendement typique d'un moteur (limite IE/IE3). Les moteurs de moindre rendement augmentent la perte de puissance du variateur. S'applique au dimensionnement du refroidissement du variateur. 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 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Des options et la charge client peuvent accroître les pertes de 30 W max., bien que généralement on compte seulement 4 W pour une carte de commande à pleine charge ou des options pour les emplacements A et B.*

*3) Mesuré avec des câbles de moteur blindés de 5 m (16,5 pi) à la charge et à la fréquence nominales. Rendement mesuré au courant nominal. Pour la classe d'efficacité énergétique, voir le chapitre 10.12 Rendement. Pour connaître les pertes de charge partielles, voir drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.*

| VLT® HVAC Drive FC 102 | P450 | P500 | P560 | P630 |
|---|---|---|---|---|
| **Surcharge normale** (Surcharge normale (NO) = 110 % du courant pendant 60 s) | **NO** | **NO** | **NO** | **NO** |
| Sortie d'arbre typique à 550 V [kW] | 355 | 400 | 450 | 500 |
| Sortie d'arbre typique à 575 V [HP] | 450 | 500 | 600 | 650 |
| Sortie d'arbre typique à 690 V [kW] | 450 | 500 | 560 | 630 |
| **Taille de boîtier** | **F8/F9** | **F8/F9** | **F8/F9** | **F8/F9** |
| **Courant de sortie (triphasé)** | | | | |
| Continu (à 550 V) [A] | 470 | 523 | 596 | 630 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 550 V) [A] | 517 | 575 | 656 | 693 |
| Continu (à 575/690 V) [A] | 450 | 500 | 570 | 630 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 575/690 V) [A] | 495 | 550 | 627 | 693 |
| kVA continu (à 550 V) [kVA] | 448 | 498 | 568 | 600 |
| kVA continu (à 575 V) [kVA] | 448 | 498 | 568 | 627 |
| kVA continu (à 690 V) [kVA] | 538 | 598 | 681 | 753 |
| **Courant d'entrée maximal** | | | | |
| Continu (à 550 V) [A] | 453 | 504 | 574 | 607 |
| Continu (à 575 V) [A] | 434 | 482 | 549 | 607 |
| Continu (à 690 V) | 434 | 482 | 549 | 607 |
| **Nombre et taille de câbles maximum par phase** | | | | |
| - Moteur [mm² (AWG)] | 4 x 240 (4 x 500 mcm) | 4 x 240 (4 x 500 mcm) | 4 x 240 (4 x 500 mcm) | 4 x 240 (4 x 500 mcm) |
| - Secteur [mm² (AWG)] | 4 x 85 (4 x 3/0 mcm) | 4 x 85 (4 x 3/0 mcm) | 4 x 85 (4 x 3/0 mcm) | 4 x 85 (4 x 3/0 mcm) |
| - Frein [mm² (AWG)] | 2 x 185 (2 x 350 mcm) | 2 x 185 (2 x 350 mcm) | 2 x 185 (2 x 350 mcm) | 2 x 185 (2 x 350 mcm) |
| Fusibles secteur externes max. [A][1)] | 630 | 630 | 630 | 630 |
| Perte de puissance estimée à 600 V [W][2), 3)] | 5323 | 6010 | 7395 | 8209 |
| Perte de puissance estimée à 690 V [W][2), 3)] | 5529 | 6239 | 7653 | 8495 |
| Rendement[3)] | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| Fréquence de sortie [Hz] | 0–500 | 0–500 | 0–500 | 0–500 |
| Arrêt surtempérature carte de commande [°C (°F)] | 85 (185) | 85 (185) | 85 (185) | 85 (185) |

**Tableau 7.10 Données électriques pour les boîtiers F8/F9, alimentation secteur 6 x 525-690 V CA**

*1) Pour les calibres des fusibles, voir chapitre 10.5 Fusibles et disjoncteurs.*

*2) La perte de puissance typique, mesurée dans des conditions normales, doit être de ± 15 % (la tolérance est liée à la variété des conditions de tension et de câblage). Ces valeurs s'appuient sur le rendement typique d'un moteur (limite IE/IE3). Les moteurs de moindre rendement augmentent la perte de puissance du variateur. S'applique au dimensionnement du refroidissement du variateur. 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 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Des options et la charge client peuvent accroître les pertes de 30 W max., bien que généralement on compte seulement 4 W pour une carte de commande à pleine charge ou des options pour les emplacements A et B.*

*3) Mesuré avec des câbles de moteur blindés de 5 m (16,5 pi) à la charge et à la fréquence nominales. Rendement mesuré au courant nominal. Pour la classe d'efficacité énergétique, voir le chapitre 10.12 Rendement. Pour connaître les pertes de charge partielles, voir drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.*

| VLT® HVAC Drive FC 102 | P710 | P800 | P900 |
|---|---|---|---|
| **Surcharge normale** (Surcharge normale (NO) = 110 % du courant pendant 60 s) | **NO** | **NO** | **NO** |
| Sortie d'arbre typique à 550 V [kW] | 560 | 670 | 750 |
| Sortie d'arbre typique à 575 V [HP] | 750 | 950 | 1050 |
| Sortie d'arbre typique à 690 V [kW] | 710 | 800 | 900 |
| **Taille de boîtier** | **F10/F11** | **F10/F11** | **F10/F11** |
| **Courant de sortie (triphasé)** | | | |
| Continu (à 550 V) [A] | 763 | 889 | 988 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 550 V) [A] | 839 | 978 | 1087 |
| Continu (à 575/690 V) [A] | 730 | 850 | 945 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 575/690 V) [A] | 803 | 935 | 1040 |
| kVA continu (à 550 V) [kVA] | 727 | 847 | 941 |
| kVA continu (à 575 V) [kVA] | 727 | 847 | 941 |
| kVA continu (à 690 V) [kVA] | 872 | 1016 | 1129 |
| **Courant d'entrée maximal** | | | |
| Continu (à 550 V) [A] | 735 | 857 | 952 |
| Continu (à 575 V) [A] | 704 | 819 | 911 |
| Continu (à 690 V) [A] | 704 | 819 | 911 |
| **Nombre et taille de câbles maximum par phase** | | | |
| - Moteur [mm² (AWG)] | 8 x 150 (8 x 300 mcm) | 8 x 150 (8 x 300 mcm) | 8 x 150 (8 x 300 mcm) |
| - Secteur [mm² (AWG)] | 6 x 120 (4 x 900 mcm) | 6 x 120 (4 x 900 mcm) | 6 x 120 (4 x 900 mcm) |
| - Frein [mm² (AWG)] | 4 x 185 (4 x 350 mcm) | 4 x 185 (4 x 350 mcm) | 4 x 185 (4 x 350 mcm) |
| Fusibles secteur externes max. [A][1)] | 900 | 900 | 900 |
| Perte de puissance estimée à 600 V [W][2), 3)] | 9500 | 10872 | 12316 |
| Perte de puissance estimée à 690 V [W][2), 3)] | 9863 | 11304 | 12798 |
| Pertes ajoutées max. pour disjoncteur ou déconnexion et pour contacteur [W] (F11 uniquement) | 427 | 532 | 615 |
| Pertes max. des options de panneau [W] | 400 | 400 | 400 |
| Rendement[3)] | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| Fréquence de sortie [Hz] | 0–500 | 0–500 | 0–500 |
| Arrêt surtempérature carte de commande [°C (°F)] | 85 (185) | 85 (185) | 85 (185) |

**Tableau 7.11 Données électriques pour les boîtiers F10/F11, alimentation secteur 6 x 525-690 V CA**

*1) Pour les calibres des fusibles, voir chapitre 10.5 Fusibles et disjoncteurs.*

*2) La perte de puissance typique, mesurée dans des conditions normales, doit être de ± 15 % (la tolérance est liée à la variété des conditions de tension et de câblage). Ces valeurs s'appuient sur le rendement typique d'un moteur (limite IE/IE3). Les moteurs de moindre rendement augmentent la perte de puissance du variateur. S'applique au dimensionnement du refroidissement du variateur. 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 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Des options et la charge client peuvent accroître les pertes de 30 W max., bien que généralement on compte seulement 4 W pour une carte de commande à pleine charge ou des options pour les emplacements A et B.*

*3) Mesuré avec des câbles de moteur blindés de 5 m (16,5 pi) à la charge et à la fréquence nominales. Rendement mesuré au courant nominal. Pour la classe d'efficacité énergétique, voir le chapitre 10.12 Rendement. Pour connaître les pertes de charge partielles, voir drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.*




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

| VLT® HVAC Drive FC 102 | P1M0 | P1M2 | P1M4 |
|---|---|---|---|
| **Surcharge normale** (Surcharge normale (NO) = 110 % du courant pendant 60 s) | **NO** | **NO** | **NO** |
| Sortie d'arbre typique à 550 V [kW] | 850 | 1000 | 1100 |
| Sortie d'arbre typique à 575 V [HP] | 1150 | 1350 | 1550 |
| Sortie d'arbre typique à 690 V [kW] | 1000 | 1200 | 1400 |
| **Taille de boîtier** | **F12/F13** | **F12/F13** | **F12/F13** |
| **Courant de sortie (triphasé)** | | | |
| Continu (à 550 V) [A] | 1108 | 1317 | 1479 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 550 V) [A] | 1219 | 1449 | 1627 |
| Continu (à 575/690 V) [A] | 1060 | 1260 | 1415 |
| Intermittent (surcharge 60 s) (à 575/690 V) [A] | 1166 | 1386 | 1557 |
| kVA continu (à 550 V) [kVA] | 1056 | 1255 | 1409 |
| kVA continu (à 575 V) [kVA] | 1056 | 1255 | 1409 |
| kVA continu (à 690 V) [kVA] | 1267 | 1506 | 1691 |
| **Courant d'entrée maximal** | | | |
| Continu (à 550 V) [A] | 1068 | 1269 | 1425 |
| Continu (à 575 V) [A] | 1022 | 1214 | 1364 |
| Continu (à 690 V) [A] | 1022 | 1214 | 1364 |
| **Nombre et taille de câbles maximum par phase** | | | |
| - Moteur [mm² (AWG)] | 12 x 150 (12 x 300 mcm) | 12 x 150 (12 x 300 mcm) | 12 x 150 (12 x 300 mcm) |
| - Secteur [mm² (AWG)] (F12) | 8 x 240 (8 x 500 mcm) | 8 x 240 (8 x 500 mcm) | 8 x 240 (8 x 500 mcm) |
| - Secteur [mm² (AWG)] (F13) | 8 x 456 (8 x 900 mcm) | 8 x 456 (8 x 900 mcm) | 8 x 456 (8 x 900 mcm) |
| - Frein [mm² (AWG)] | 6 x 185 (6 x 350 mcm) | 6 x 185 (6 x 350 mcm) | 6 x 185 (6 x 350 mcm) |
| Fusibles secteur externes max. [A][1)] | 1600 | 2000 | 2500 |
| Perte de puissance estimée à 600 V [W][2), 3)] | 13731 | 16190 | 18536 |
| Perte de puissance estimée à 690 V [W][2), 3)] | 14250 | 16821 | 19247 |
| Pertes ajoutées max. pour disjoncteur ou déconnexion et pour contacteur [W] (F13 uniquement) | 665 | 863 | 1044 |
| Pertes max. des options de panneau [W] | 400 | 400 | 400 |
| Rendement[3)] | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| Fréquence de sortie [Hz] | 0–500 | 0–500 | 0–500 |
| Arrêt surtempérature carte de commande [°C (°F)] | 85 (185) | 85 (185) | 85 (185) |

**Tableau 7.12 Données électriques pour les boîtiers F12/F13, alimentation secteur 6 x 525-690 V CA**

*1) Pour les calibres des fusibles, voir chapitre 10.5 Fusibles et disjoncteurs.*

*2) La perte de puissance typique, mesurée dans des conditions normales, doit être de ± 15 % (la tolérance est liée à la variété des conditions de tension et de câblage). Ces valeurs s'appuient sur le rendement typique d'un moteur (limite IE/IE3). Les moteurs de moindre rendement augmentent la perte de puissance du variateur. S'applique au dimensionnement du refroidissement du variateur. 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 drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Des options et la charge client peuvent accroître les pertes de 30 W max., bien que généralement on compte seulement 4 W pour une carte de commande à pleine charge ou des options pour les emplacements A et B.*

*3) Mesuré avec des câbles de moteur blindés de 5 m (16,5 pi) à la charge et à la fréquence nominales. Rendement mesuré au courant nominal. Pour la classe d'efficacité énergétique, voir le chapitre 10.12 Rendement. Pour connaître les pertes de charge partielles, voir drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.*

## 7.3 Alimentation secteur

| Alimentation secteur | |
|---|---|
| Bornes d'alimentation (6 impulsions) | L1, L2, L3 |
| Bornes d'alimentation (12 impulsions) | L1-1, L2-1, L3-1, L1-2, L2-2, L3-2 |
| Tension d'alimentation | 380-480 V ± 10 %, 525-690 V ± 10 % |

*Tension secteur faible/chute de tension secteur :*
*En cas de tension secteur basse ou de chute de la tension secteur, le variateur continue de fonctionner jusqu'à ce que la tension du circuit intermédiaire descende sous le seuil d'arrêt minimum, qui correspond généralement à 15 % de moins que la tension nominale d'alimentation la plus basse du variateur. Mise sous tension et couple complet ne sont pas envisageables à une tension secteur inférieure à 10 % de la tension nominale d'alimentation secteur du variateur.*

| | |
|---|---|
| Fréquence d'alimentation | 50/60 Hz ± 5 % |
| Écart temporaire maximum entre phases secteur | 3,0 % de la tension nominale d'alimentation[1)] |
| Facteur de puissance réelle (λ) | ≥ 0,9 à charge nominale |
| Facteur de puissance de déphasage (cos Φ) à proximité de l'unité | (> 0,98) |
| Commutation sur l'entrée d'alimentation L1, L2, L3 (mises sous tension) | Maximum 1 fois/2 minutes |
| Environnement conforme à la norme EN 60664-1 | Catégorie de surtension III/degré de pollution 2 |

*L'utilisation du variateur convient sur un circuit capable de délivrer un courant nominal de court-circuit (SCCR) allant jusqu'à 100 kA à 480/600 V.*
*1) Les calculs reposent sur la norme UL/CEI 61800-3.*

## 7.4 Puissance et données du moteur

| Puissance du moteur (U, V, W) | |
|---|---|
| Tension de sortie | 0-100 % de la tension d'alimentation |
| fréquence sortie | 0-590 Hz[1)] |
| Commutation sur la sortie | Illimitée |
| Temps de rampe | 0,01-3 600 s |

*1) Dépend de la tension et de la puissance*

| Caractéristiques de couple | |
|---|---|
| Couple de démarrage (couple constant) | Maximum 150 % pendant 60 s[1), 2)] |
| Surcouple (couple constant) | Maximum 150 % pendant 60 s[1), 2)] |

*1) Le pourcentage se réfère au courant nominal du variateur.*
*2) Une fois toutes les 10 minutes.*

## 7.5 Conditions ambiantes

| Environnement | |
|---|---|
| Boîtiers E1/F1/F2/F3/F4/F8/F9/F10/F11/F12/F13 | IP21/Type 1, IP54/Type 12 |
| Boîtier E2 | IP00/Châssis |
| Essai de vibration | 1,0 g |
| Humidité relative | 5-95 % (CEI 721-3-3 ; classe 3K3 (sans condensation) pendant le fonctionnement) |
| Environnement agressif (CEI 60068-2-43) test $H_2S$ | Classe Kd |
| Gaz agressifs (CEI 60721-3-3) | Classe 3C3 |
| Méthode d'essai conforme à CEI 60068-2-43 | H2S (10 jours) |
| Température ambiante (en mode de commutation SFAVM) | |
| - avec déclassement | Maximum 55 °C (131 °F)[1)] |
| - avec puissance de sortie totale des moteurs EFF2 typiques (jusqu'à 90 % du courant de sortie) | Maximum 50 °C (122 °F)[1)] |
| - avec courant de sortie FC continu max. | Maximum 45 °C (113 °F)[1)] |
| Température ambiante min. en pleine exploitation | 0 °C (32 °F) |
| Température ambiante min. en exploitation réduite | -10 °C (14 °F) |
| Température durant le stockage/transport | -25 à +65/70 °C (13 à 149/158 °F) |
| Altitude max. au-dessus du niveau de la mer sans déclassement | 1 000 m (3 281 pi) |

| | |
|---|---|
| Altitude max. au-dessus du niveau de la mer avec déclassement | 3 000 m (9 842 pi) |

*1) Pour plus d'informations sur le déclassement, voir le chapitre 9.6 Déclassement.*

| | |
|---|---|
| Normes CEM, Émission | EN 61800-3 |
| Normes CEM, Immunité | EN 61800-3 |
| Classe de rendement énergétique[1)] | IE2 |

*1) Déterminée d'après la norme EN 50598-2 à :*

- *Charge nominale*
- *90 % de la fréquence nominale*
- *Fréquence de commutation au réglage d'usine*
- *Type de modulation au réglage d'usine*

## 7.6 Spécifications du câble

| Longueurs et sections des câbles de commande | |
|---|---|
| Longueur max. du câble du moteur, blindé | 150 m (492 pi) |
| Longueur max. du câble du moteur, non blindé | 300 m (984 pi) |
| Section maximum pour moteur, secteur, répartition de la charge et frein | Voir le *chapitre 7 Spécifications*[1)] |
| Section max. des bornes de commande, fil rigide | 1,5 mm²/16 AWG (2 x 0,75 mm²) |
| Section max. des bornes de commande, câble souple | 1 mm²/18 AWG |
| Section max. des bornes de commande, câble avec noyau blindé | 0,5 mm²/20 AWG |
| Section minimale des bornes de commande | 0,25 mm²/23 AWG |

*1) Pour connaître les câbles de puissance, voir les données électriques dans le chapitre 7.1 Données électriques, 380-480 V et le chapitre 7.2 Données électriques, 525-690 V.*

## 7.7 Entrée/sortie de commande et données de commande

| Entrées digitales | |
|---|---|
| Entrées digitales programmables | 4 (6) |
| N° de borne | 18, 19, 27[1)], 29[1)], 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, $R_i$ | Environ 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.*

| Entrées analogiques | |
|---|---|
| Nombre d'entrées analogiques | 2 |
| N° de borne | 53, 54 |
| Modes | Tension ou courant |
| Sélection du mode | Commutateurs A53 et A54 |
| Mode tension | Commutateur A53/A54 = (U) |
| Niveau de tension | -10 à +10 V (échelonnable) |
| Résistance d'entrée, $R_i$ | Environ 10 kΩ |
| Tension maximale | ± 20 V |
| Mode courant | Commutateur A53/A54 = (I) |
| Niveau de courant | 0/4 à 20 mA (échelonnable) |
| Résistance d'entrée, $R_i$ | Environ 200 Ω |
| Courant maximal | 30 mA |
| Résolution des entrées analogiques | 10 bits (signe +) |


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

| | |
|---|---|
| Précision des entrées analogiques | Erreur max. 0,5 % de l'échelle totale |
| Largeur de bande | 100 Hz |

*Les entrées analogiques sont isolées galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV) et d'autres bornes haute tension.*

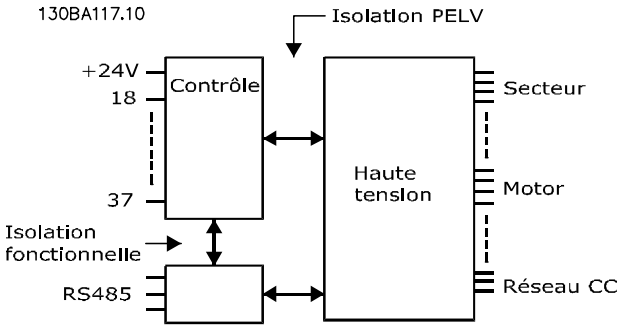



**Illustration 7.1 Isolation PELV**



| Entrées impulsions | |
|---|---|
| Entrées impulsions programmables | 2 |
| Nombre de bornes impulsion | 29, 33 |
| Fréquence maximale aux bornes 29, 33 (activation push-pull) | 110 kHz |
| Fréquence maximale aux bornes 29, 33 (collecteur ouvert) | 5 kHz |
| Fréquence minimale aux bornes 29, 33 | 4 Hz |
| Niveau de tension | Voir *Entrées digitales* au *chapitre 7.7 Entrée/sortie de commande et données de commande*. |
| Tension maximale sur l'entrée | 28 V CC |
| Résistance d'entrée, $R_i$ | Environ 4 kΩ |
| Précision d'entrée d'impulsions (0,1-1 kHz) | Erreur maximale : 0,1 % de l'échelle totale |

| 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 maximale : 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.*

| Carte de commande, communication série RS485 | |
|---|---|
| N° de borne | 68 (P, TX+, 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).*

| Sortie digitale | |
|---|---|
| Sorties digitales/impulsionnelles programmables | 2 |
| N° de borne | 27, 29[1)] |
| 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 maximale : 0,1 % de l'échelle totale |
| Résolution des sorties en fréquence | 12 bits |

*1) Les bornes 27 et 29 peuvent aussi être programmées comme entrées.*

*La sortie digitale est isolée galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV) et d'autres bornes haute tension.*

| 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 |
| Section max. des bornes de relais | 2,5 $mm^2$ (12 AWG) |
| Section min. des bornes de relais | 0,2 $mm^2$ (30 AWG) |
| Longueur de fil dénudé | 8 mm (0,3 po) |
| **N° de borne relais 01** | 1-3 (interruption), 1-2 (établissement) |
| Charge maximale sur les bornes (CA-1)[1] sur 1-2 (NO) (charge résistive)[2, 3] | 400 V CA, 2 A |
| Charge maximale sur les bornes (CA-15)[1] sur 1-2 (NO) (charge inductive à cosφ 0,4) | 240 V CA, 0,2 A |
| Charge maximale sur les bornes (CC-1)[1] sur 1-2 (NO) (charge résistive) | 80 V CC, 2 A |
| Charge maximale sur les bornes (CC-13)[1] sur 1-2 (NO) (charge inductive) | 24 V CC, 0,1 A |
| Charge maximale sur les bornes (CA-1)[1] sur 1-3 (NF) (charge résistive) | 240 V CA, 2 A |
| Charge maximale sur les bornes (CA-15)[1] sur 1-3 (NF) (charge inductive à cosφ 0,4) | 240 V CA, 0,2 A |
| Charge maximale sur les bornes (CC-1)[1] sur 1-3 (NF) (charge résistive) | 50 V CC, 2 A |
| Charge maximale sur les bornes (CC-13)[1] sur 1-3 (NF) (charge inductive) | 24 V CC, 0,1 A |
| Charge minimale sur les bornes sur 1-3 (NF), 1-2 (NO) | 24 V CC 10 mA, 24 V CA 2 mA |
| Environnement conforme à la norme EN 60664-1 | Catégorie de surtension III/degré de pollution 2 |
| **N° de borne relais 02** | 4-6 (interruption), 4-5 (établissement) |
| Charge maximale sur les bornes (CA-1)[1] sur 4-5 (NO) (charge résistive)[2, 3] | 400 V CA, 2 A |
| Charge maximale sur les bornes (CA-15)[1] sur 4-5 (NO) (charge inductive à cosφ 0,4) | 240 V CA, 0,2 A |
| Charge maximale sur les bornes (CC-1)[1] sur 4-5 (NO) (charge résistive) | 80 V CC, 2 A |
| Charge maximale sur les bornes (CC-13)[1] sur 4-5 (NO) (charge inductive) | 24 V CC, 0,1 A |
| Charge maximale sur les bornes (CA-1)[1] sur 4-6 (NF) (charge résistive) | 240 V CA, 2 A |
| Charge maximale sur les bornes (CA-15)[1] sur 4-6 (NF) (charge inductive à cosφ 0,4) | 240 V CA, 0,2 A |
| Charge maximale sur les bornes (CC-1)[1] sur 4-6 (NF) (charge résistive) | 50 V CC, 2 A |
| Charge maximale sur les bornes (CC-13)[1] sur 4-6 (NF) (charge inductive) | 24 V CC, 0,1 A |
| Charge minimale sur les bornes sur 4-6 (NF), 4-5 (NO) | 24 V CC 10 mA, 24 V CA 2 mA |
| Environnement conforme à la norme EN 60664-1 | Catégorie de surtension III/degré de pollution 2 |

*Les contacts de relais sont isolés galvaniquement du reste du circuit par une isolation renforcée (PELV).*

*1) CEI 60947 parties 4 et 5.*

*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 ±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 0-1 000 Hz | ± 0,003 Hz |
| Temps de réponse système (bornes 18, 19, 27, 29, 32, 33) | ≤ 2 m/s |
| Plage de commande de vitesse (boucle ouverte) | 1:100 de la vitesse synchrone |
| Précision de vitesse (boucle ouverte) | 30-4 000 tr/min : erreur maximum de ± 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 M/S |


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

| Carte de commande, communication série USB | |
|---|---|
| Norme USB | 1.1 (pleine vitesse) |
| Fiche USB | Fiche dispositif USB de type B |

***AVIS!***

**La connexion au 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 en tant que connexion au connecteur USB sur le variateur ou un câble/connecteur USB isolé.**

## 7.8 Poids des boîtiers

| Boîtier | 380-480/500 V | 525-690 V |
|---|---|---|
| E1 | 270-313 kg (595-690 lb) | 263-313 kg (580-690 lb) |
| E2 | 234-277 kg (516-611 lb) | 221-277 kg (487-611 lb) |

**Tableau 7.13 Poids des boîtiers E1-E2 [kg (lb)]**

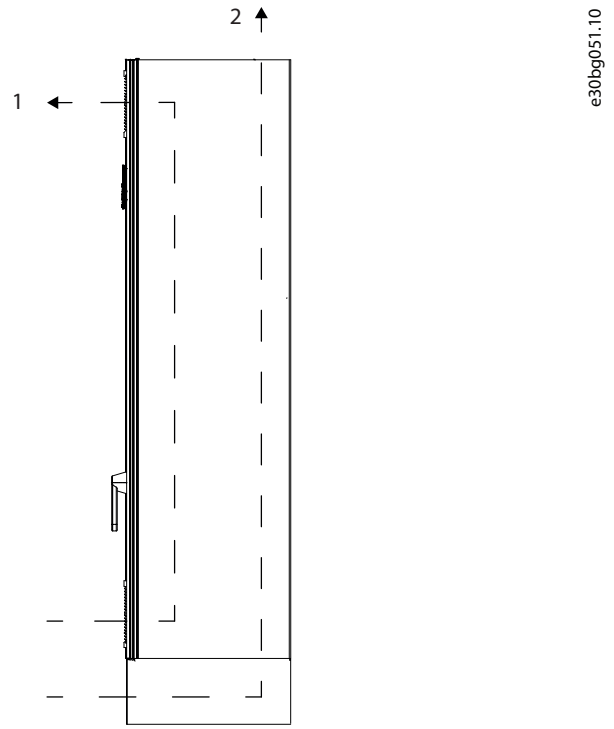
| Boîtier | 380-480/500 V | 525-690 V |
|---|---|---|
| F1 | 1 017 kg (2 242,1 lb) | 1 017 kg (2 242,1 lb) |
| F2 | 1 260 kg (2 777,9 lb) | 1 260 kg (2 777,9 lb) |
| F3 | 1 318 kg (2 905,7 lb) | 1 318 kg (2 905,7 lb) |
| F4 | 1 561 kg (3 441,5 lb) | 1 561 kg (3 441,5 lb) |
| F8 | 447 kg (985,5 lb) | 447 kg (985,5 lb) |
| F9 | 669 kg (1 474,9 lb) | 669 kg (1 474,9 lb) |
| F10 | 893 kg (1 968,8 lb) | 893 kg (1 968,8 lb) |
| F11 | 1 116 kg (2 460,4 lb) | 1 116 kg (2 460,4 lb) |
| F12 | 1 037 kg (2 286,4 lb) | 1 037 kg (2 286,4 lb) |
| F13 | 1 259 kg (2 775,7 lb) | 1 259 kg (2 775,7 lb) |

**Tableau 7.14 Poids des boîtiers F1-F13 [kg (lb)]**



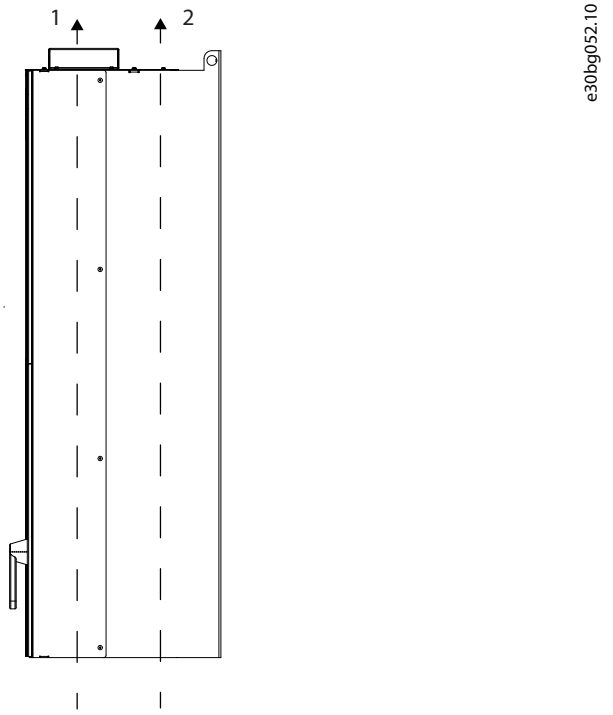

Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

## 7.9 Circulation de l'air dans les boîtiers E1-E2 et F1-F13




| | |
|---|---|
| 1 | Circulation de l'air dans le canal de ventilation avant, 340 $m^3$/h (200 cfm) |
| 2 | Circulation de l'air dans le canal de ventilation arrière, 1 105 $m^3$/h (650 cfm) ou 1 444 $m^3$/h (850 cfm) |

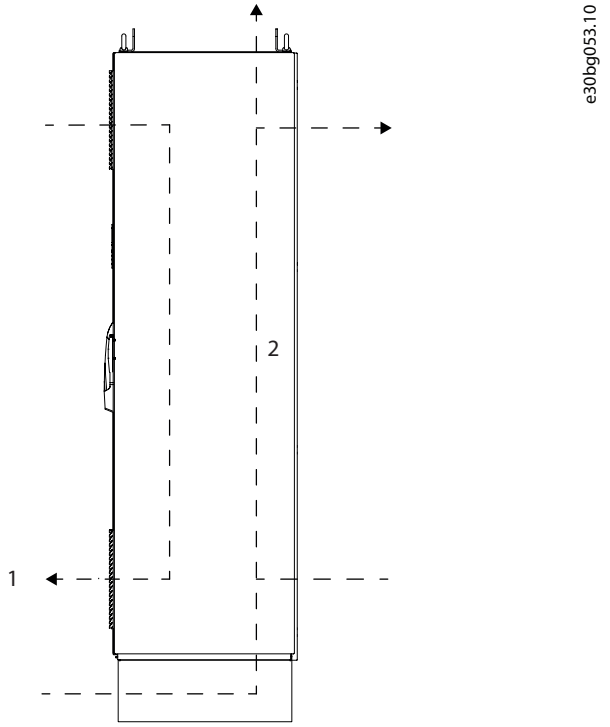
**Illustration 7.2 Circulation de l'air dans les boîtiers E1**




| | |
|---|---|
| 1 | Circulation de l'air dans le canal de ventilation avant, 255 $m^3$/h (150 cfm) |
| 2 | Circulation de l'air dans le canal de ventilation arrière, 1 105 $m^3$/h (650 cfm) ou 1 444 $m^3$/h (850 cfm) |

**Illustration 7.3 Circulation de l'air dans les boîtiers E2**


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.




| | |
|---|---|
| 1 | Circulation de l'air dans le canal de ventilation avant<br>- IP21/Type 1, 700 $m^3$/h (412 cfm)<br>- IP54/Type 12, 525 $m^3$/h (309 cfm) |
| 2 | Circulation de l'air dans le canal de ventilation arrière,<br>985 $m^3$/h (580 cfm) |

**Illustration 7.4 Circulation de l'air dans les boîtiers F1-F13**




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

# 8 Dimensions extérieures et des bornes

## 8.1 Dimensions extérieures et des bornes E1

### 8.1.1 Dimensions extérieures E1

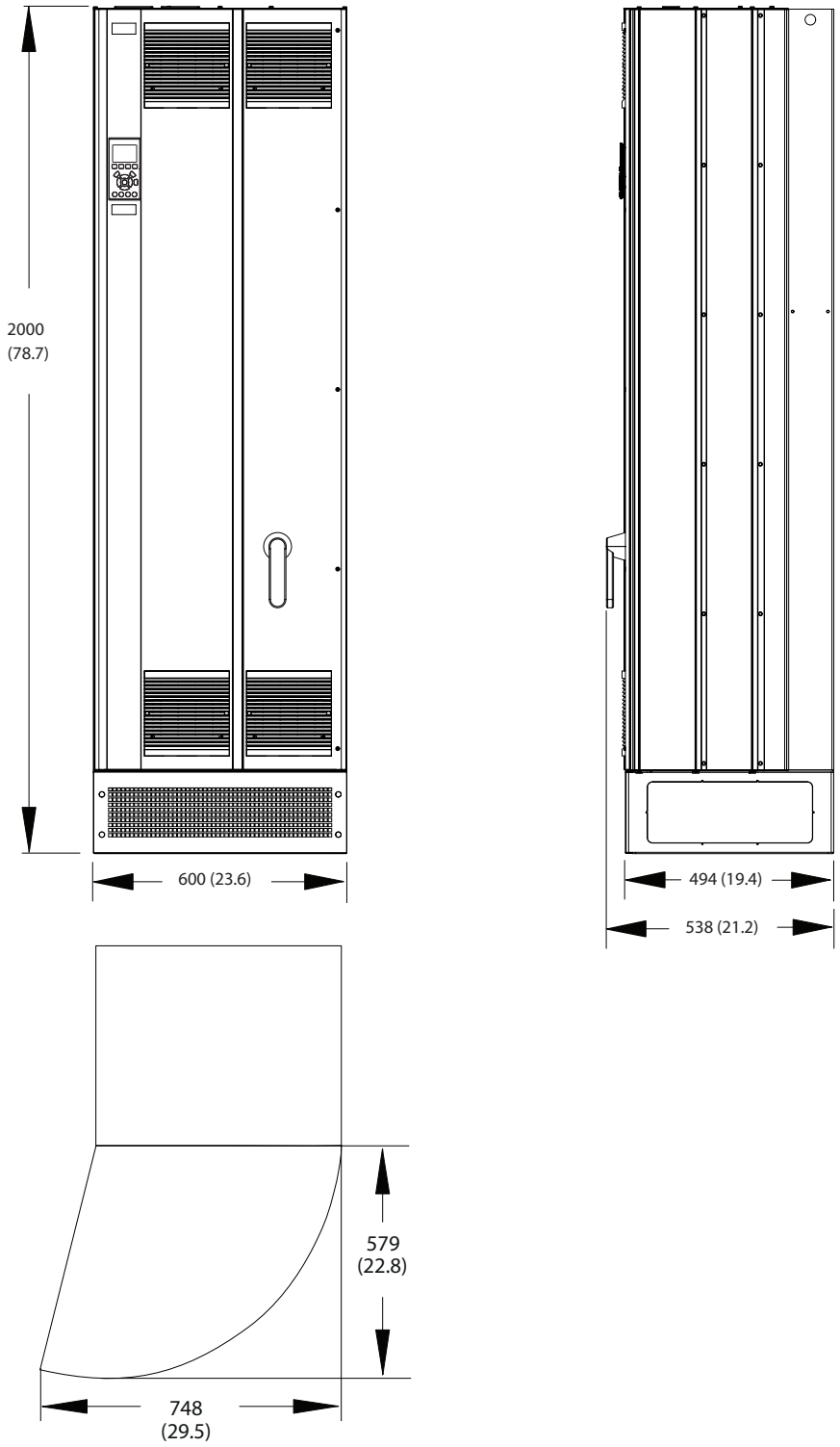
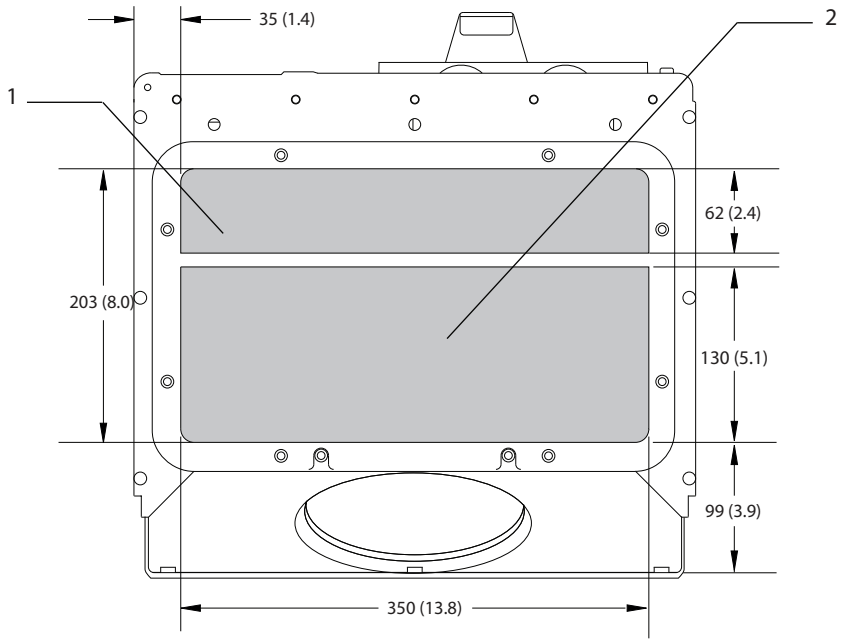



**Illustration 8.1 Dimensions de la face avant, de la face latérale et du dégagement de la porte pour les boîtiers E1**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Côté secteur | 2 | Côté moteur |

**Illustration 8.2 Dimensions de la plaque presse-étoupe pour les boîtiers E1/E2**

## 8.1.2 Dimensions des bornes E1

Les câbles de puissance sont lourds et difficiles à plier. Pour installer les câbles avec aisance, réfléchir au positionnement optimal du variateur. Chaque borne permet d'utiliser jusqu'à quatre câbles avec des serre-câbles ou une borne tubulaire standard. La terre est connectée à un point de terminaison adapté du variateur.

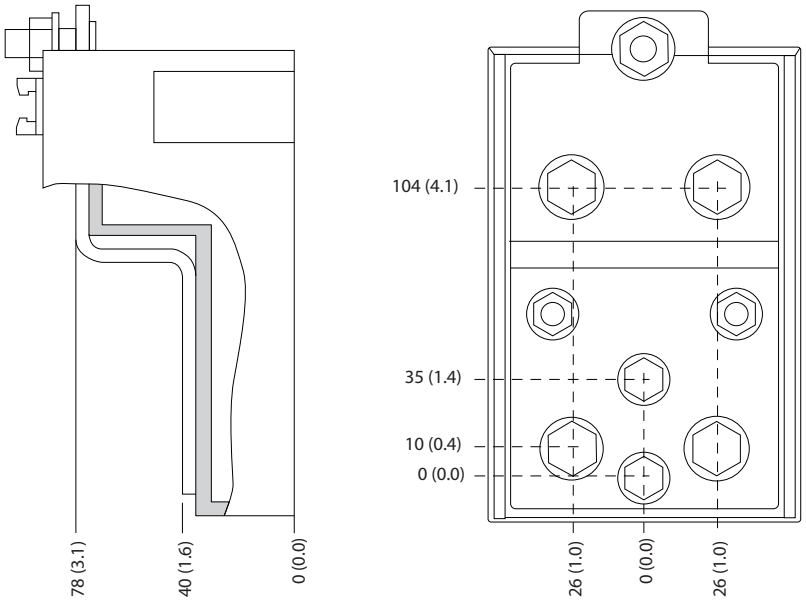
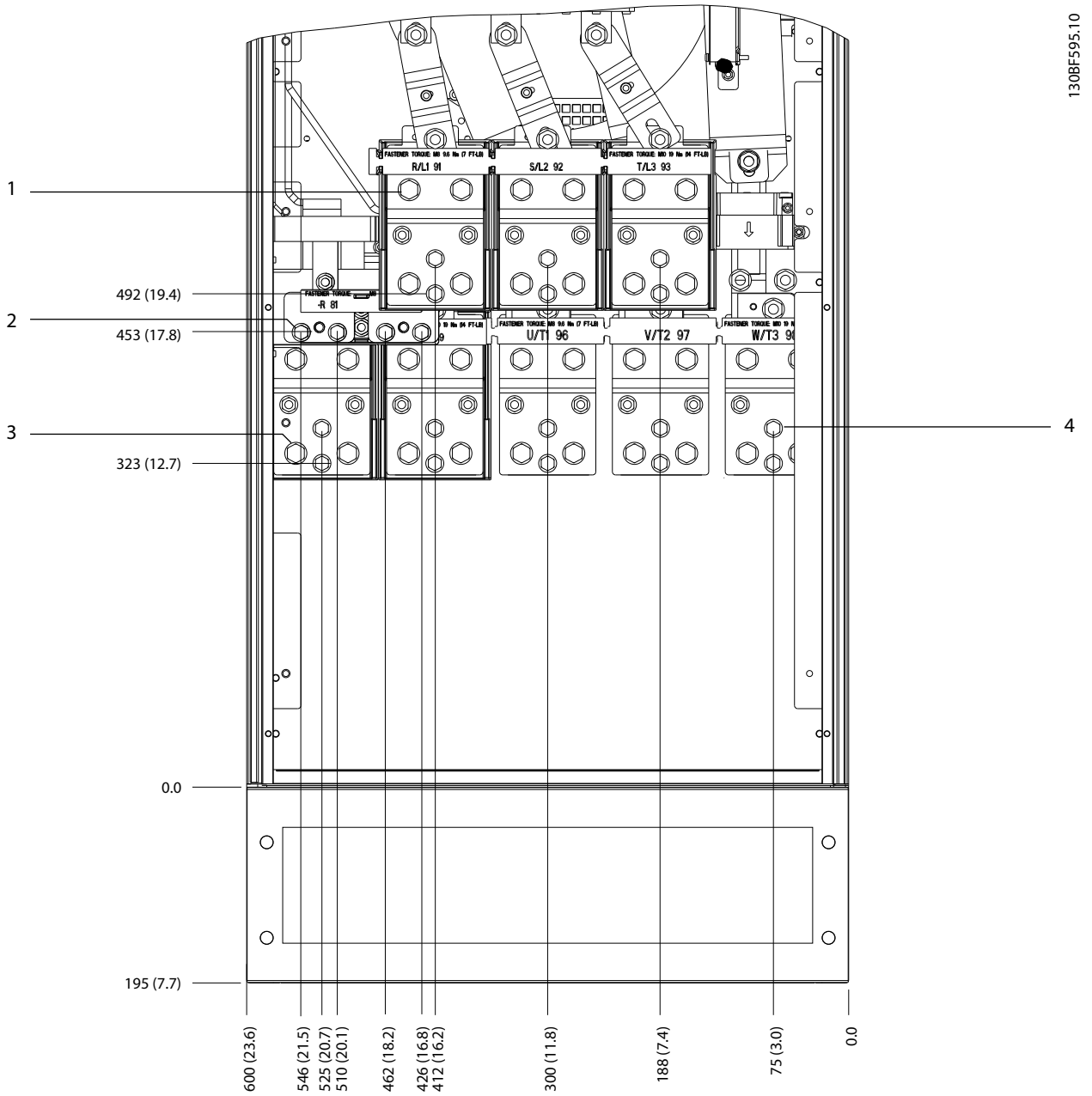
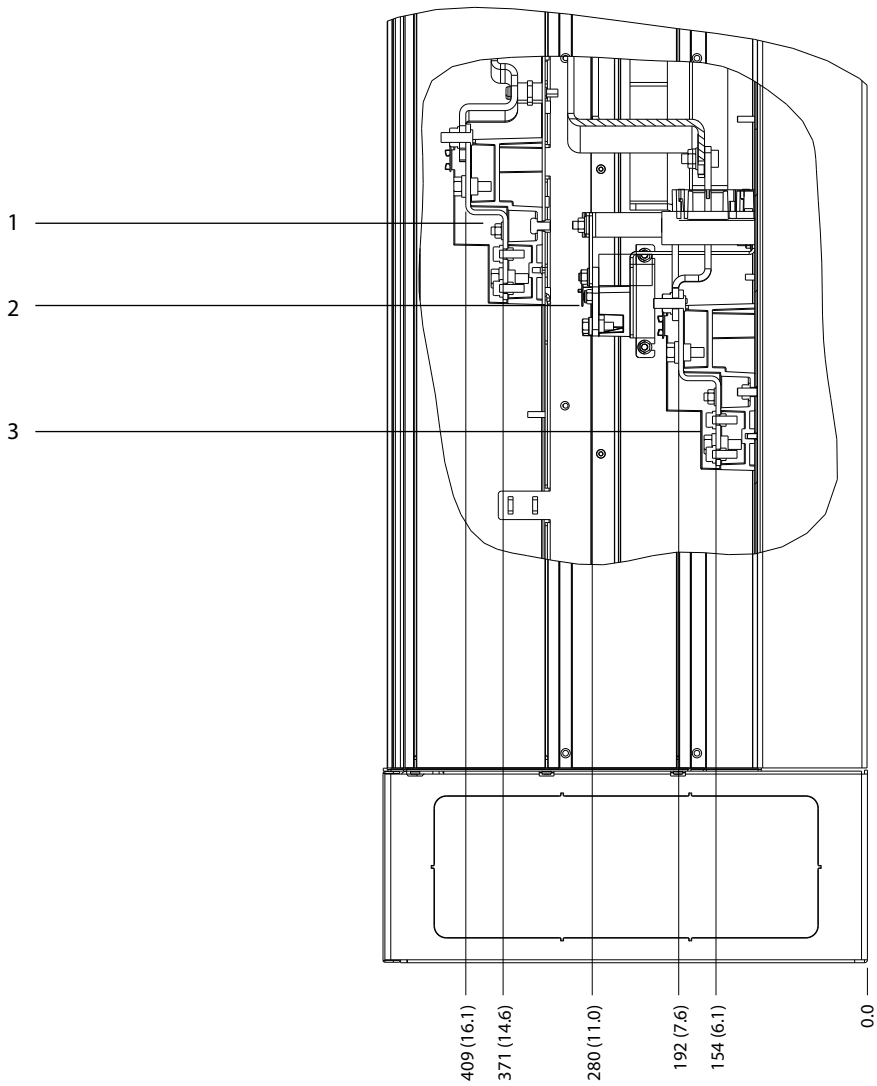



**Illustration 8.3 Dimensions détaillées de la borne des boîtiers E1/E2**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 3 | Bornes de répartition de la charge/régén. |
| 2 | Bornes de freinage | 4 | Bornes du moteur |

**Illustration 8.4 Dimensions de la borne des boîtiers E1, vue de face**

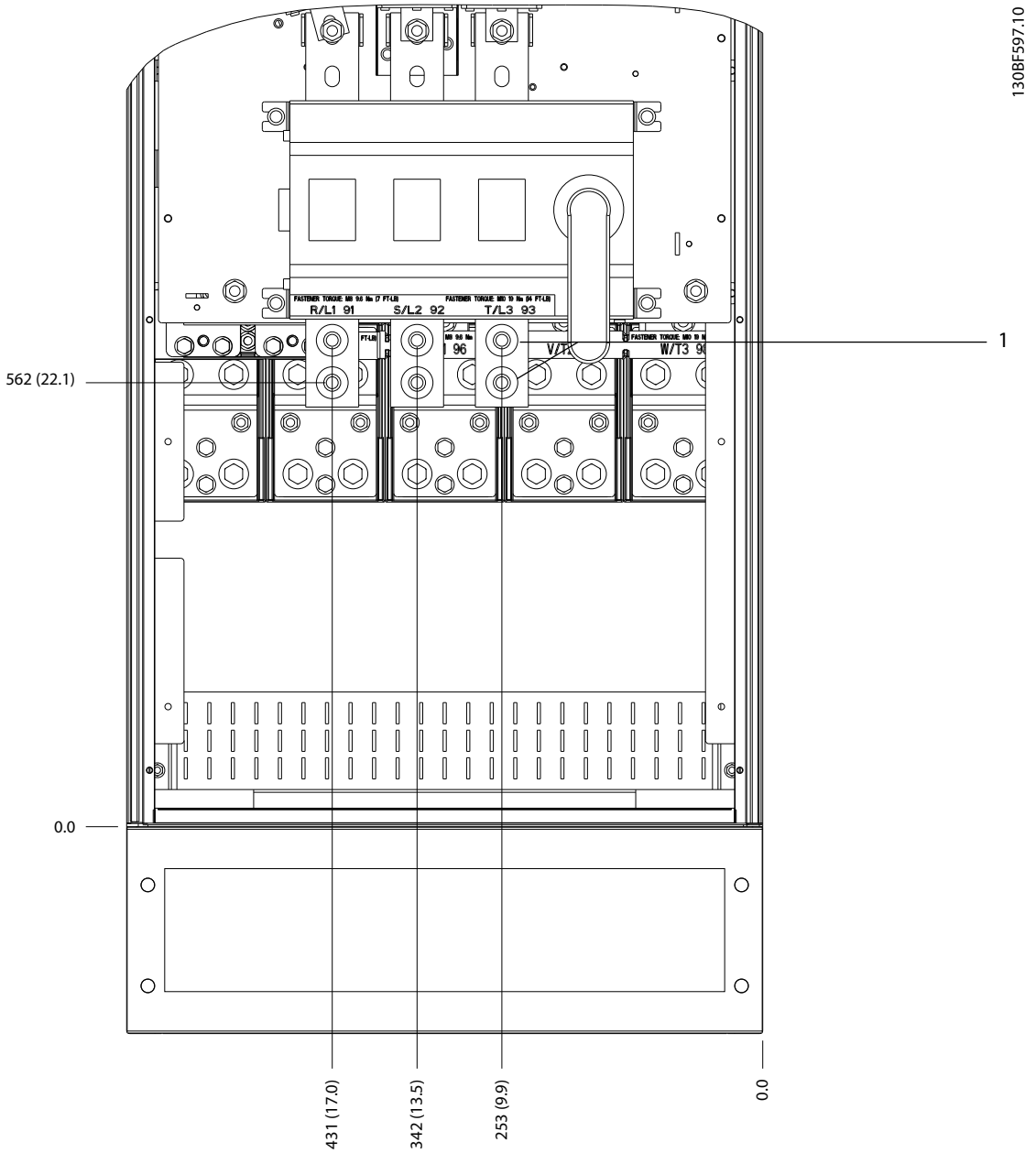



| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Bornes de freinage |
| 3 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.5 Dimensions de la borne des boîtiers E1, vue latérale**

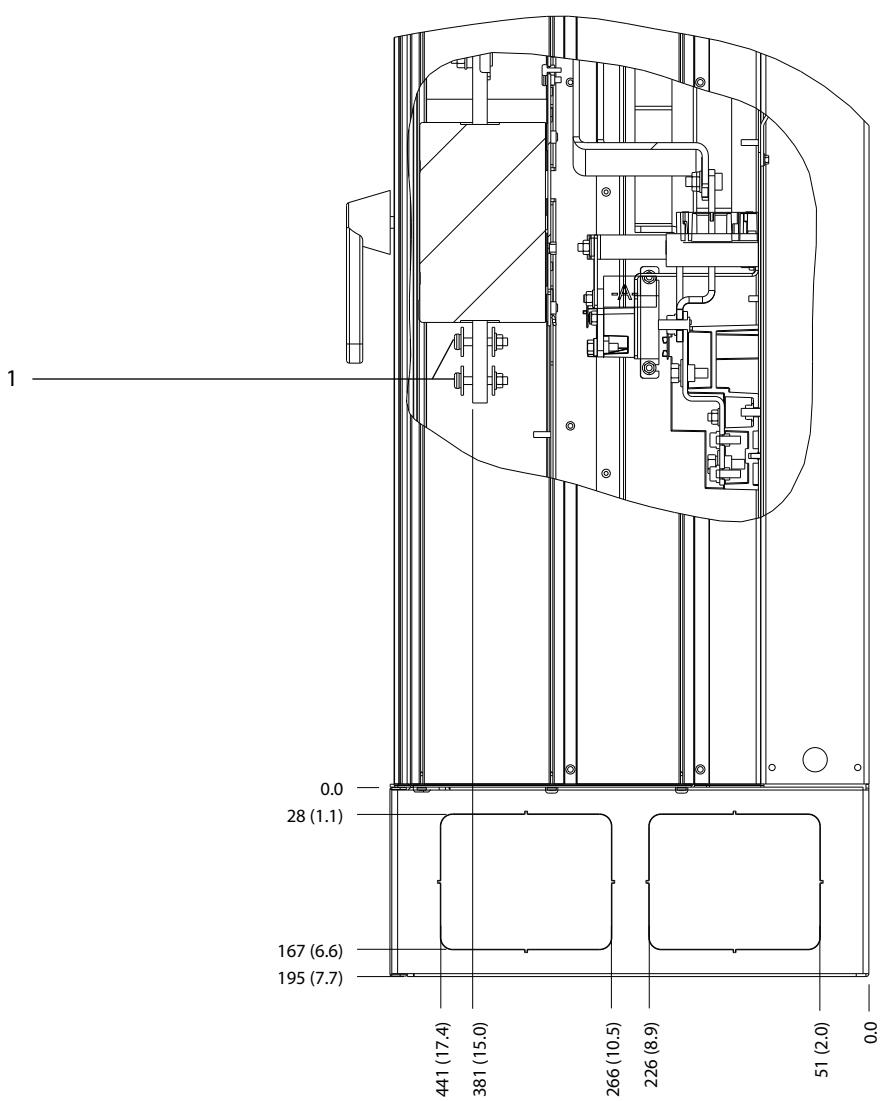



Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | – | – |

**Illustration 8.6 Dimensions de la borne des boîtiers E1 avec sectionneur (380-480/500 V, modèles : P315 ; 525-690 V, modèles : P355-P560), vue de face**

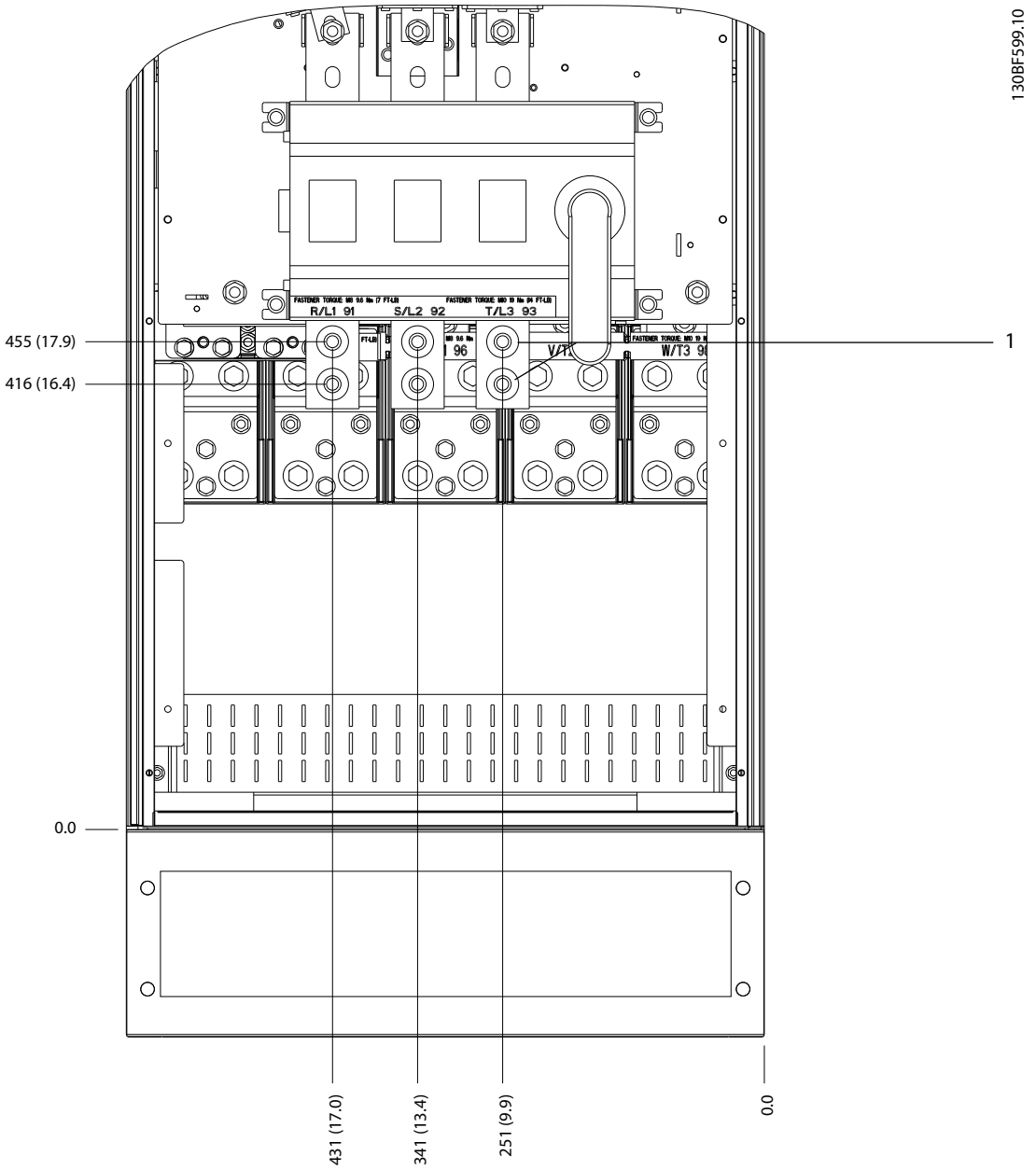



| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | – | – |

**Illustration 8.7 Dimensions de la borne des boîtiers E1 avec sectionneur (380-480/500 V, modèles : P315 ; 525-690 V, modèles : P355-P560), vue latérale**

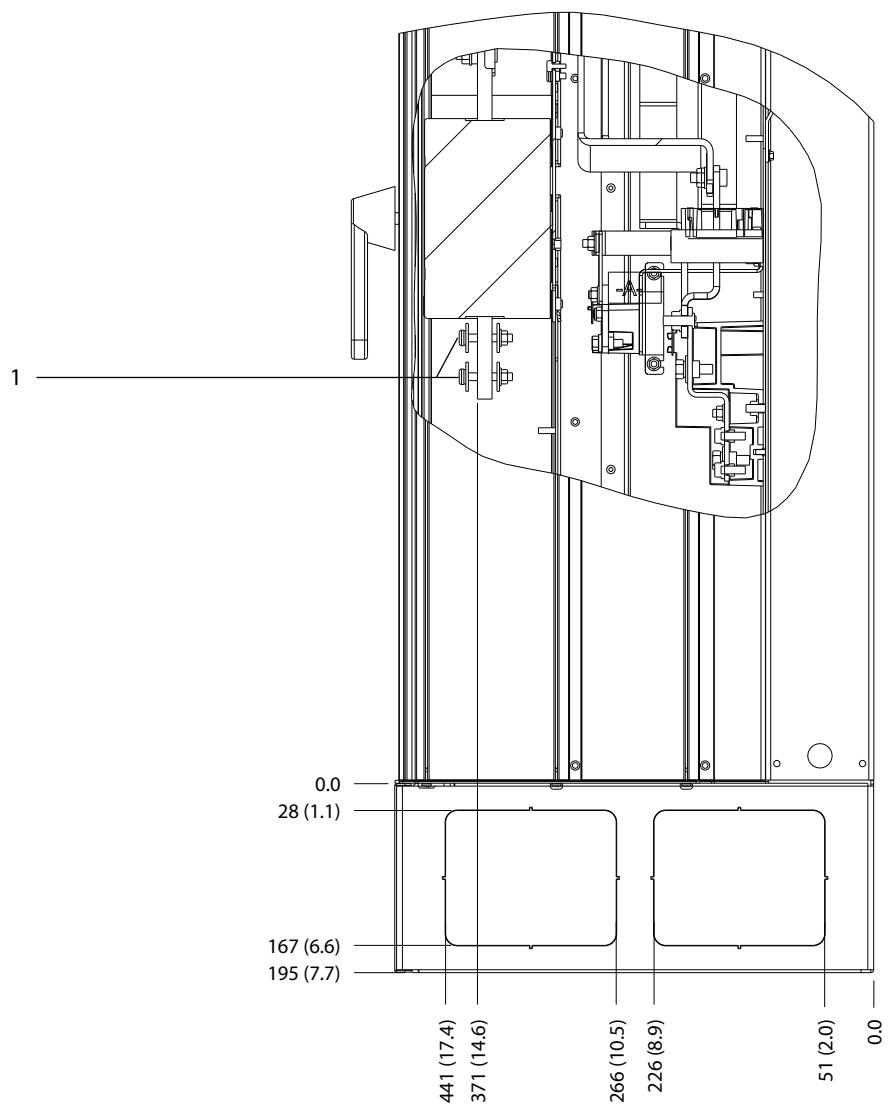



Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | – | – |

**Illustration 8.8 Dimensions de la borne des boîtiers E1 avec sectionneur (380-480/500 V, modèles : P355-P400), vue de face**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | – | – |

**Illustration 8.9 Dimensions de la borne des boîtiers E1 avec sectionneur (380-480/500 V, modèles : P355-P400), vue latérale**

## 8.2 Dimensions extérieures et des bornes E2

### 8.2.1 Dimensions extérieures E2

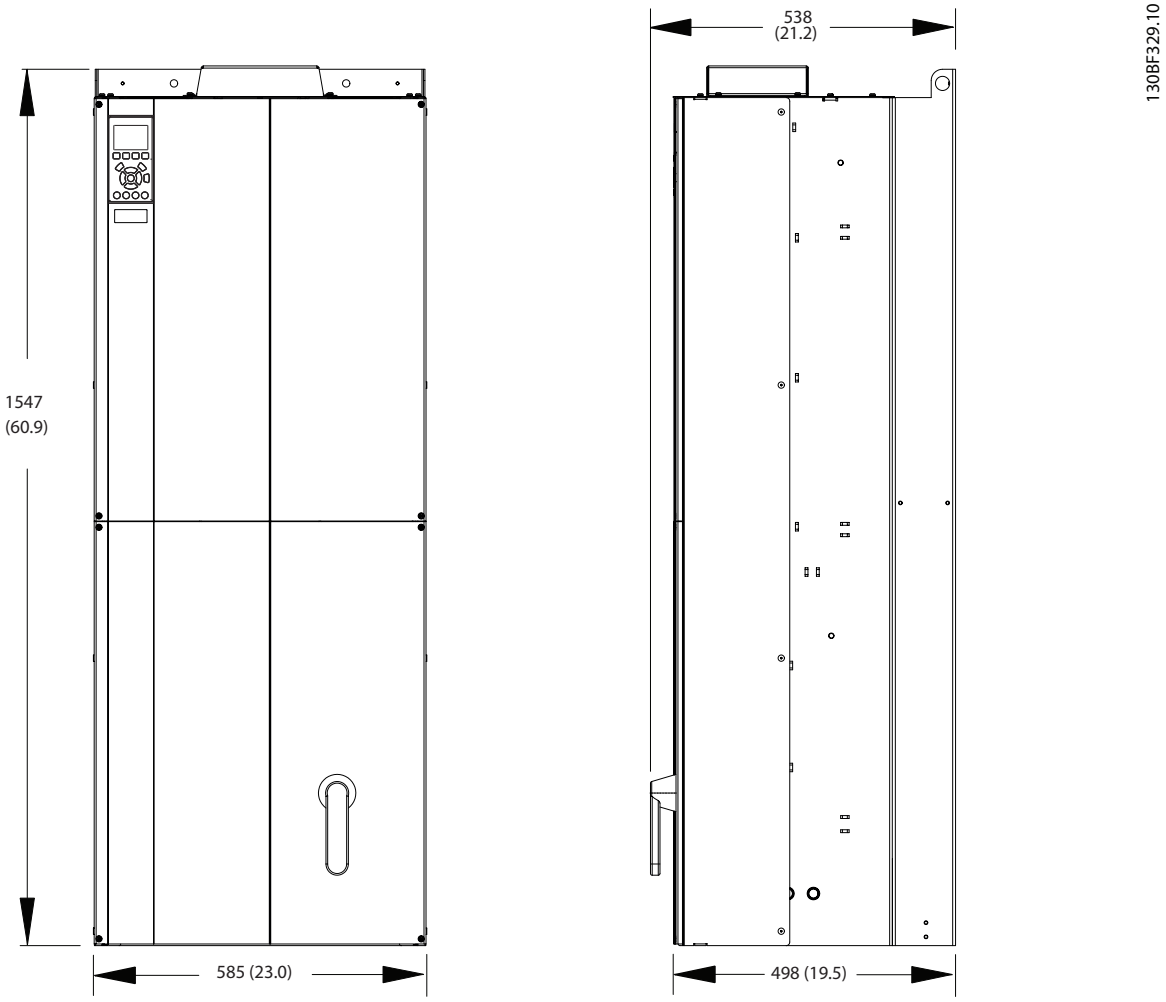
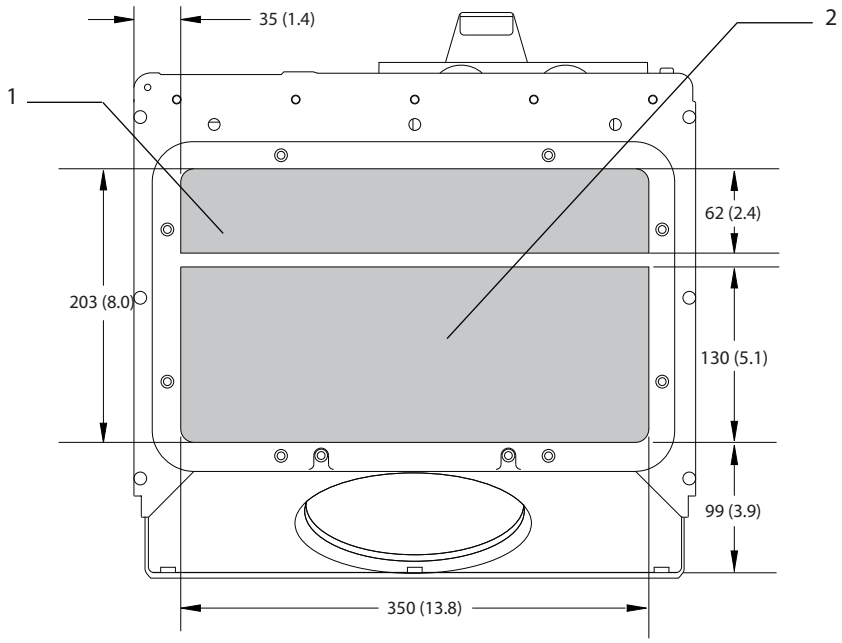



**Illustration 8.10 Dimensions de la face avant, de la face latérale et du dégagement de la porte pour les boîtiers E2**



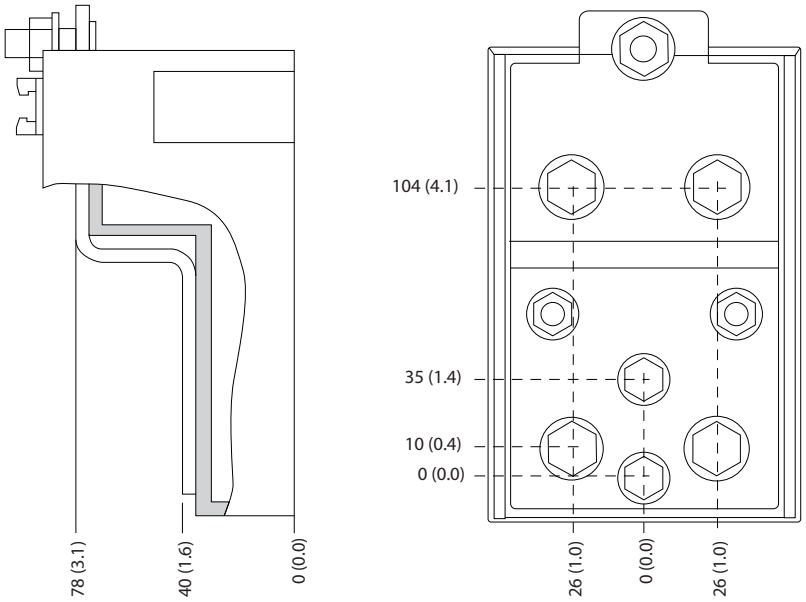

130BF611.10

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Côté secteur | 2 | Côté moteur |

**Illustration 8.11 Dimensions de la plaque presse-étoupe pour les boîtiers E1/E2**

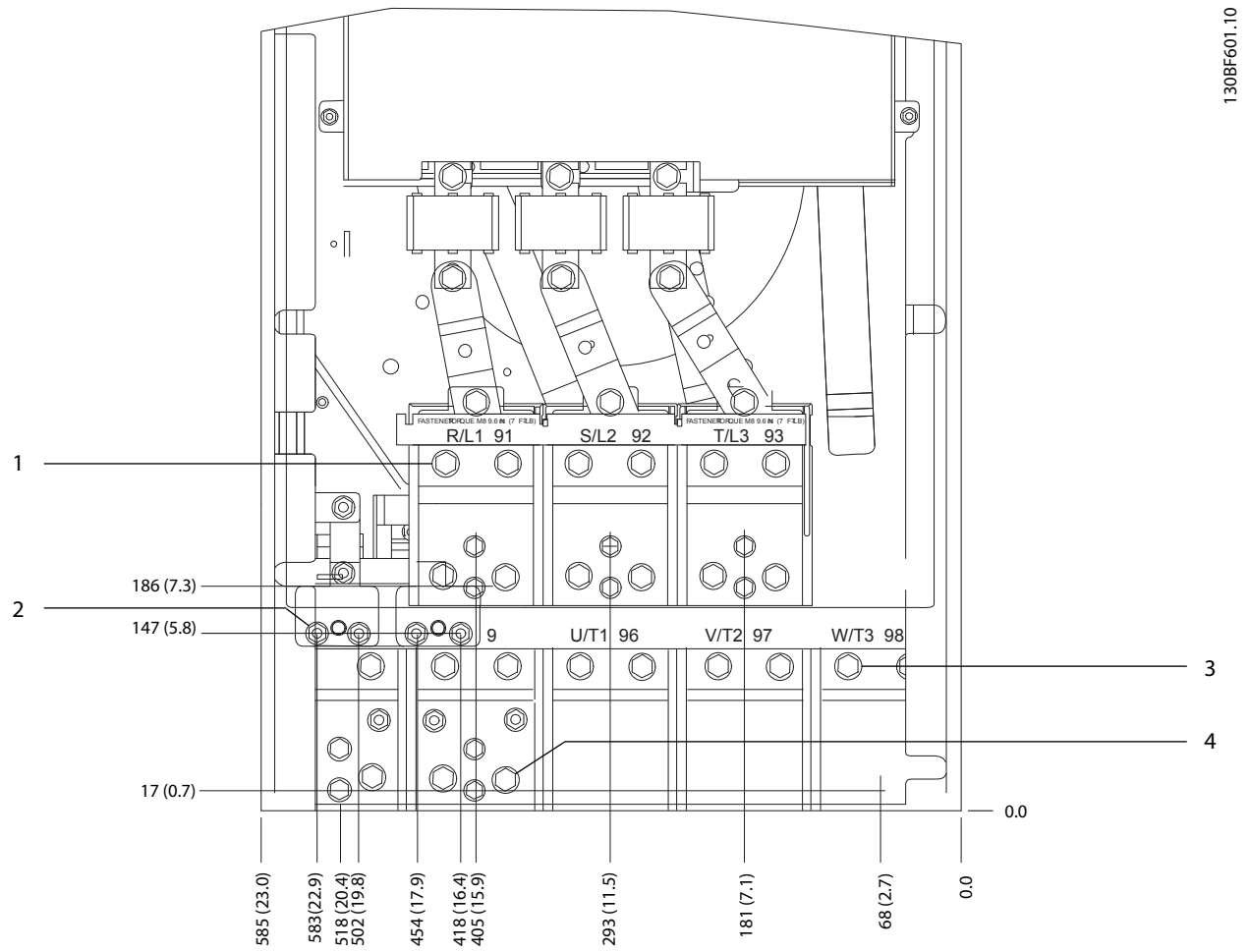
## 8.2.2 Dimensions des bornes E2

Les câbles de puissance sont lourds et difficiles à plier. Pour installer les câbles avec aisance, réfléchir au positionnement optimal du variateur. Chaque borne permet d'utiliser jusqu'à quatre câbles avec des serre-câbles ou une borne tubulaire standard. La terre est connectée à un point de terminaison adapté du variateur.



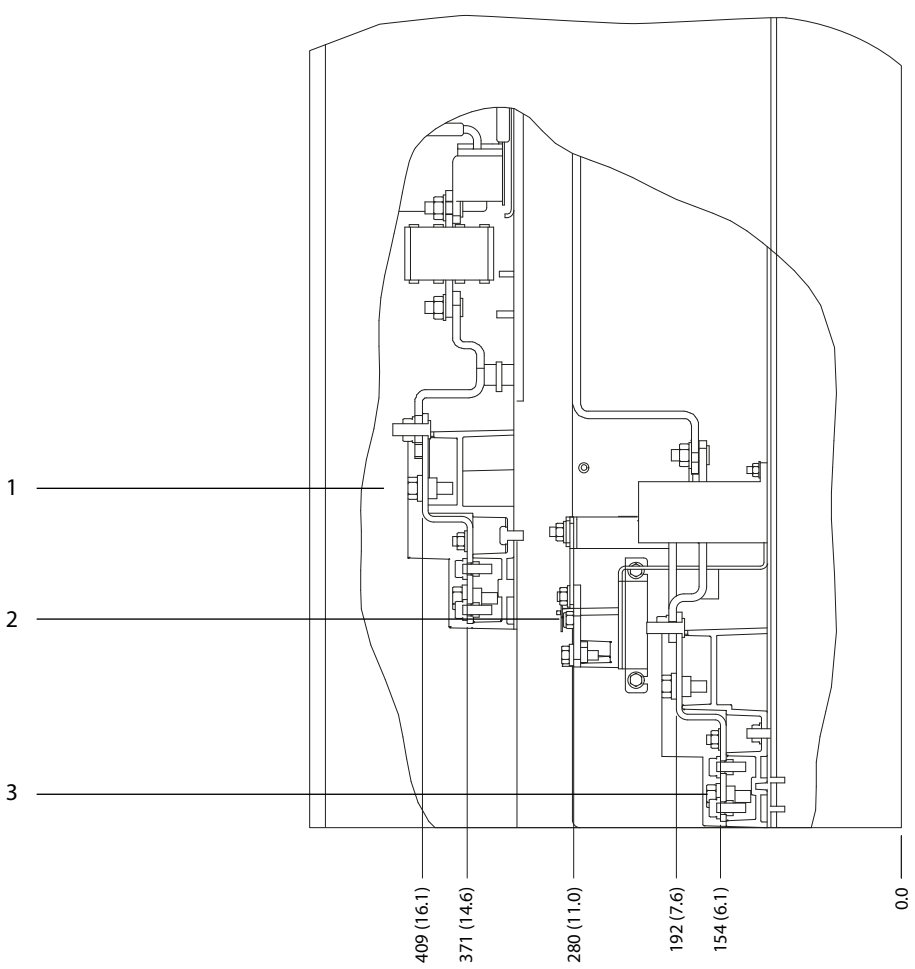

130BF647.10

**Illustration 8.12 Dimensions détaillées de la borne des boîtiers E1/E2**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 3 | Bornes du moteur |
| 2 | Bornes de freinage | 4 | Bornes de répartition de la charge/régén. |

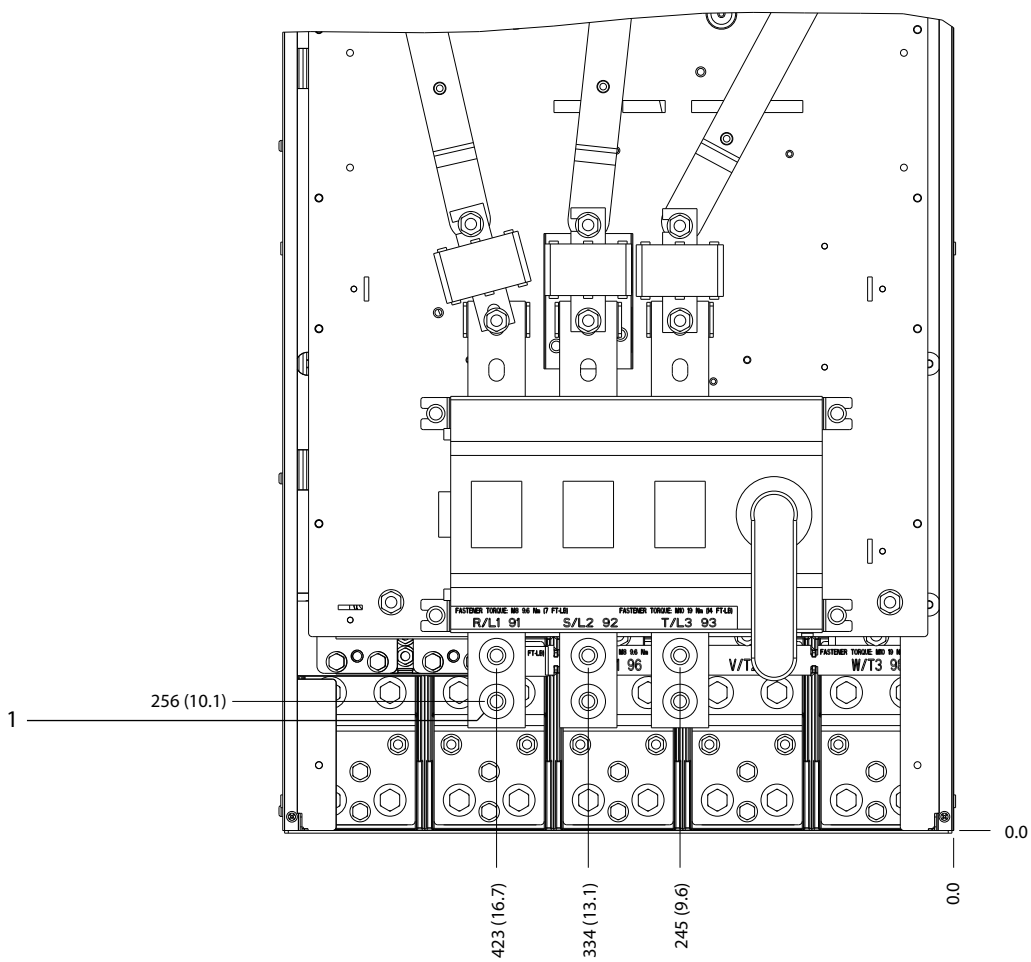
**Illustration 8.13 Dimensions de la borne des boîtiers E2, vue de face**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Bornes de freinage |
| 3 | Bornes du moteur | – | – |

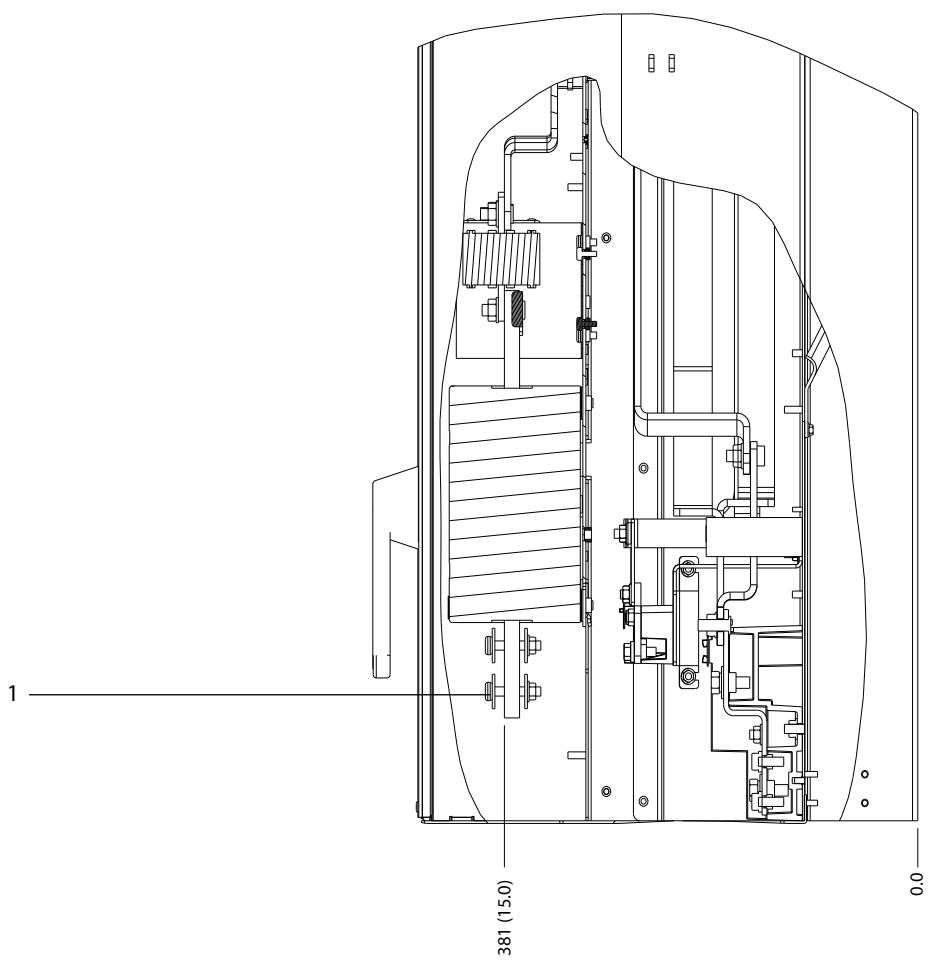
**Illustration 8.14 Dimensions de la borne des boîtiers E2, vue latérale**

8




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | – | – |

**Illustration 8.15 Dimensions de la borne des boîtiers E2 avec sectionneur (380-480/500 V, modèles : P315 ; 525-690 V, modèles : P355-P560), vue de face**

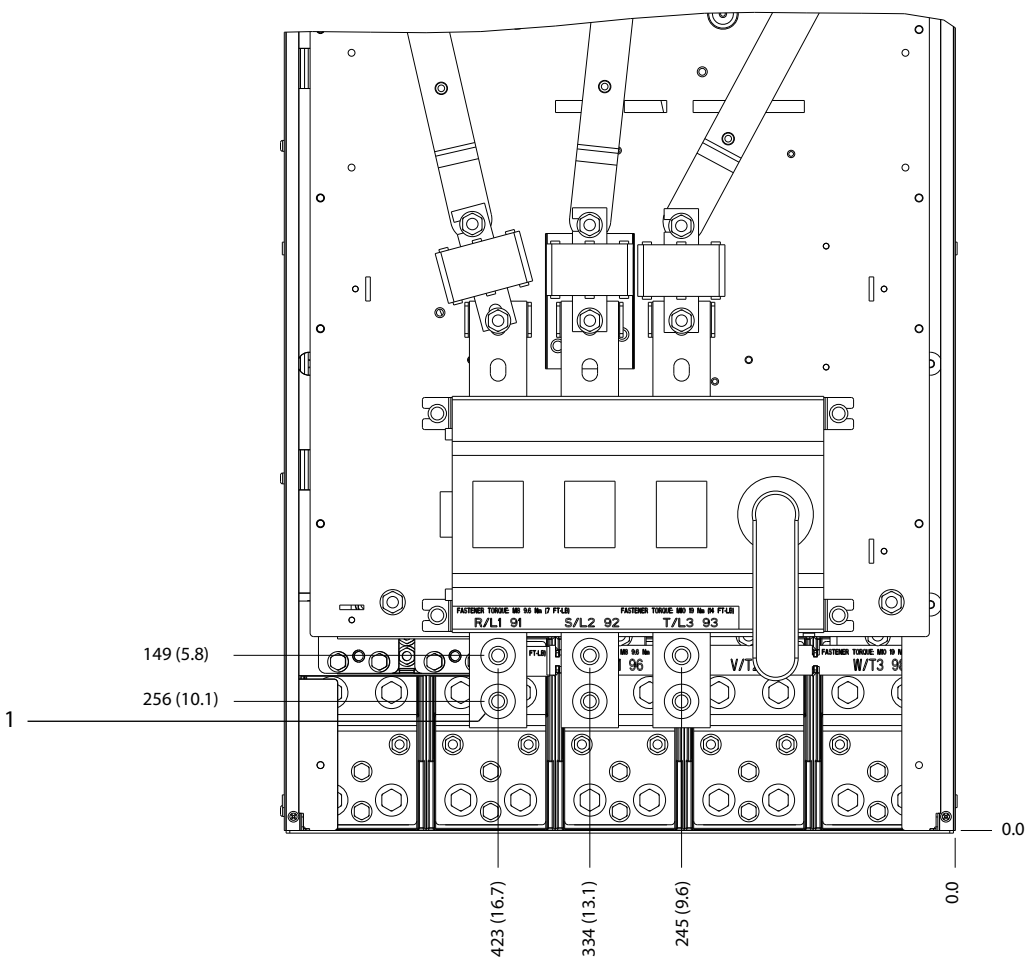



| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | – | – |

**Illustration 8.16 Dimensions de la borne des boîtiers E2 avec sectionneur (380-480/500 V, modèles : P315 ; 525-690 V, modèles : P355-P560), vue latérale**

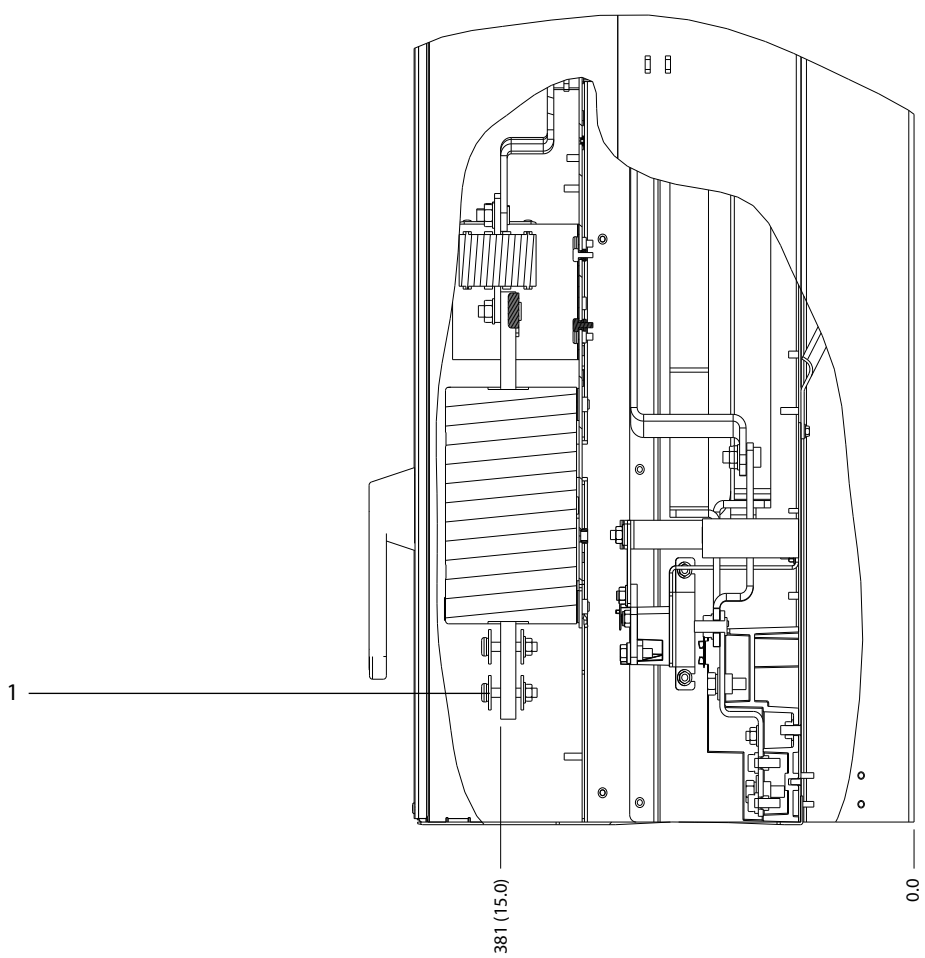



Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | – | – |

**Illustration 8.17 Dimensions de la borne des boîtiers E2 avec sectionneur (380-480/500 V, modèles : P355-P400), vue de face**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | – | – |

**Illustration 8.18 Dimensions de la borne des boîtiers E2 avec sectionneur (380-480/500 V, modèles : P355-P400), vue latérale**




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

## 8.3 Dimensions extérieures et des bornes F1

### 8.3.1 Dimensions extérieures F1

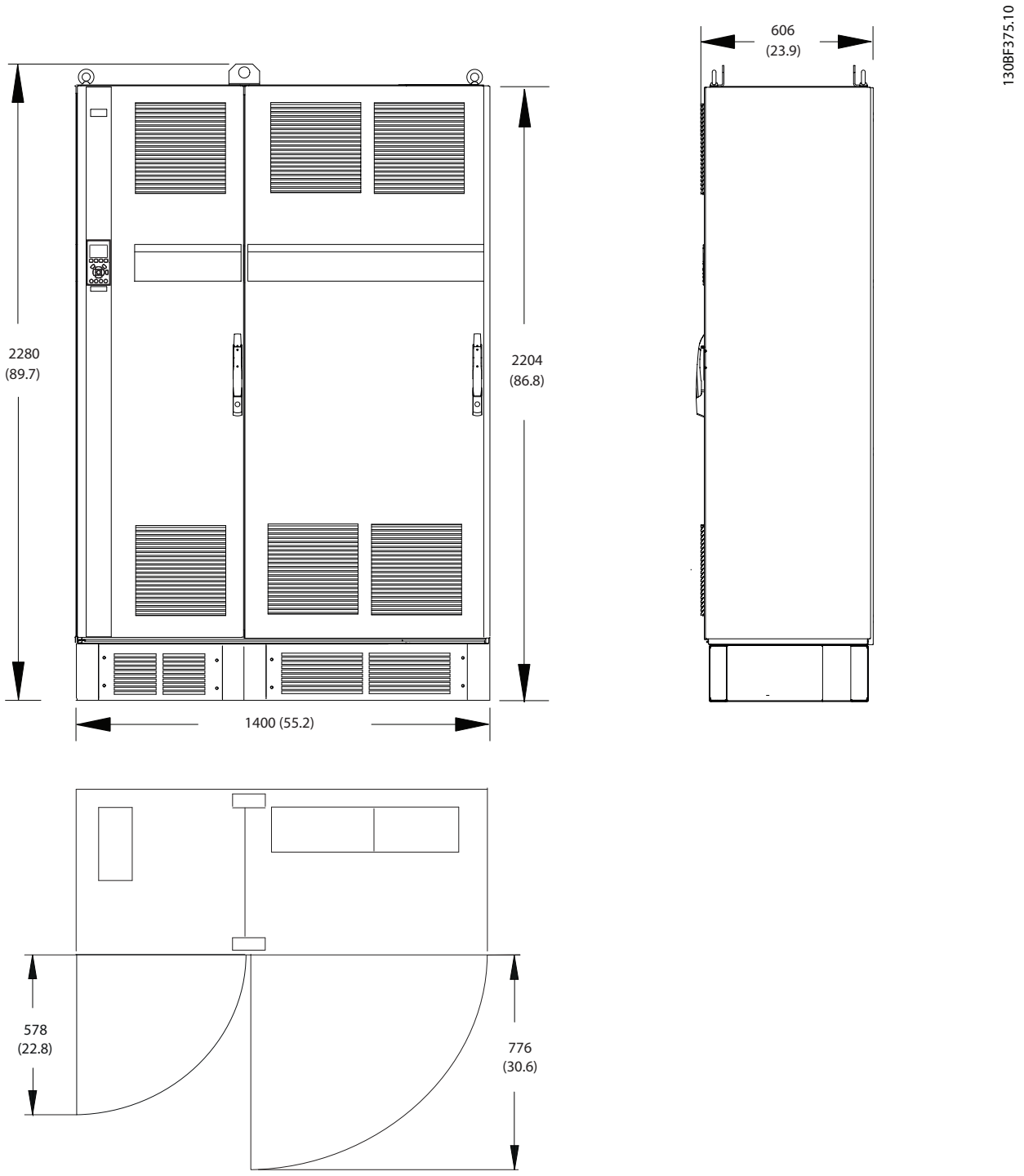
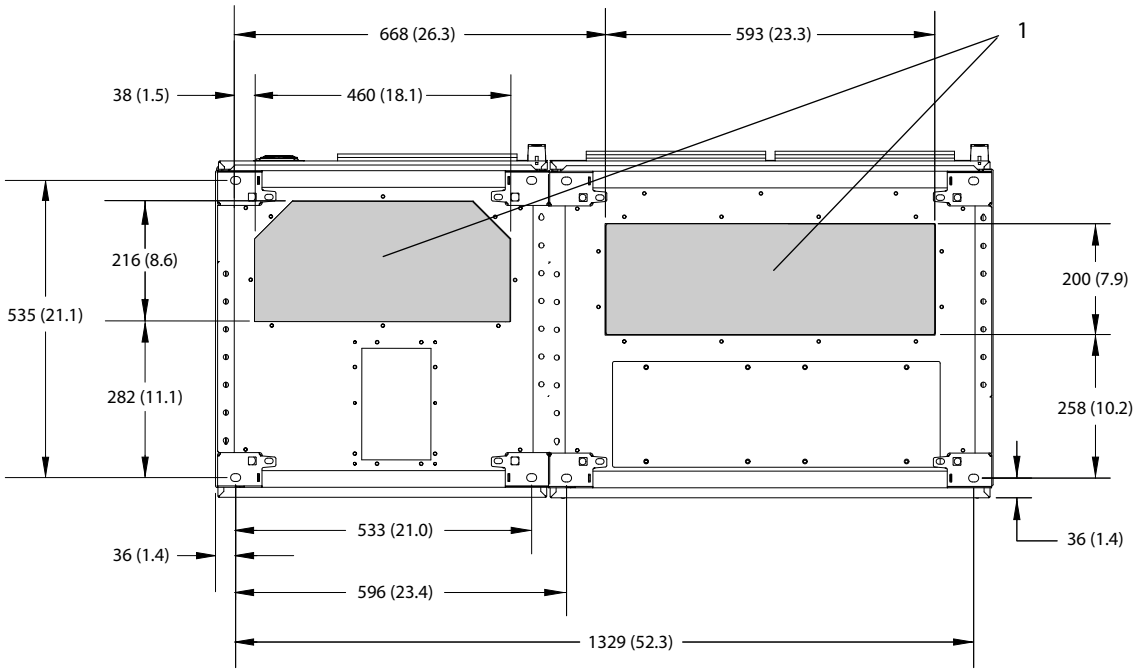



**Illustration 8.19 Dimensions de la face avant, de la face latérale et du dégagement de la porte pour les boîtiers F1**


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.



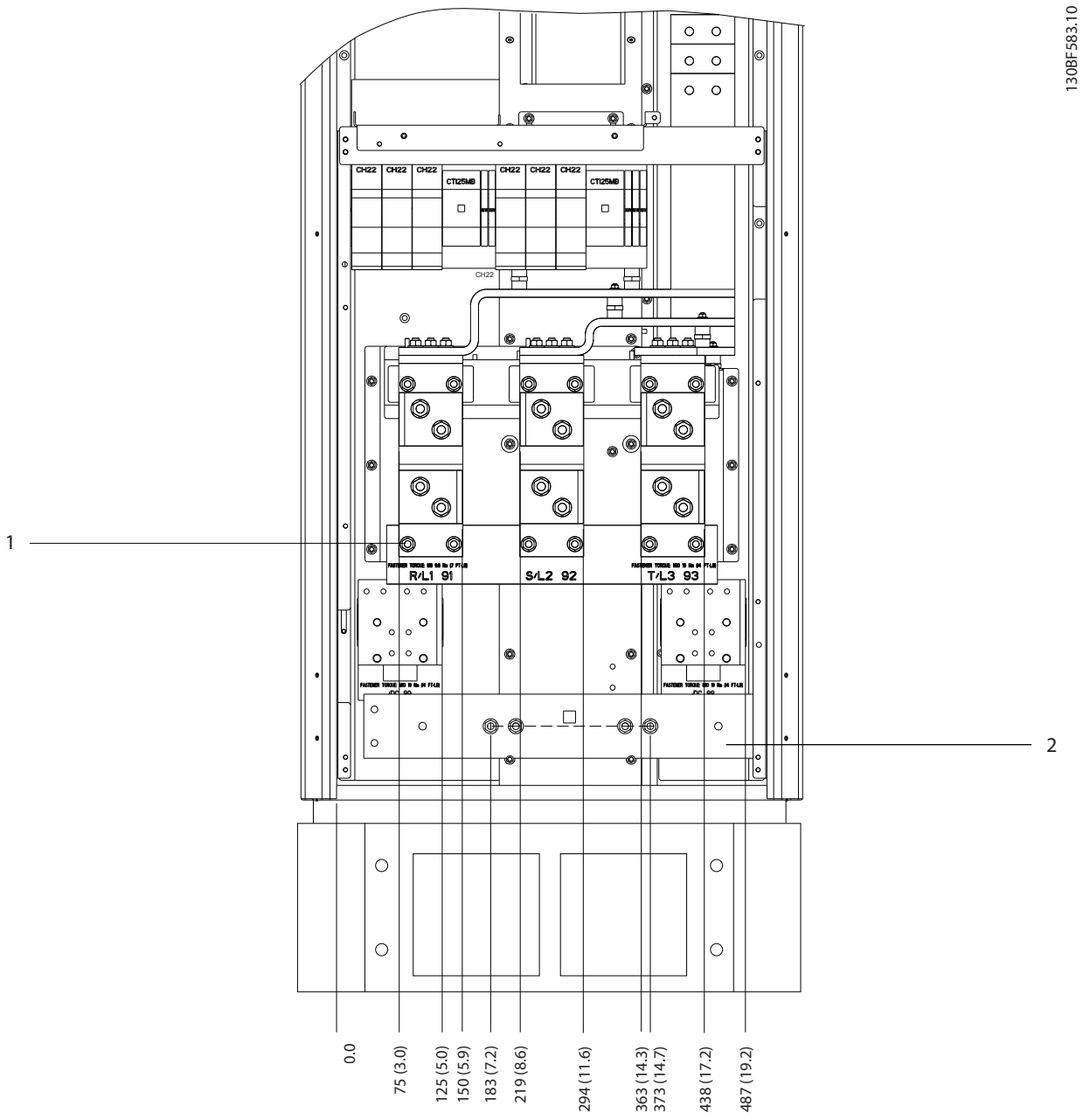

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Côté secteur | 2 | Côté moteur |

**Illustration 8.20 Dimensions de la plaque presse-étoupe pour les boîtiers F1**

8

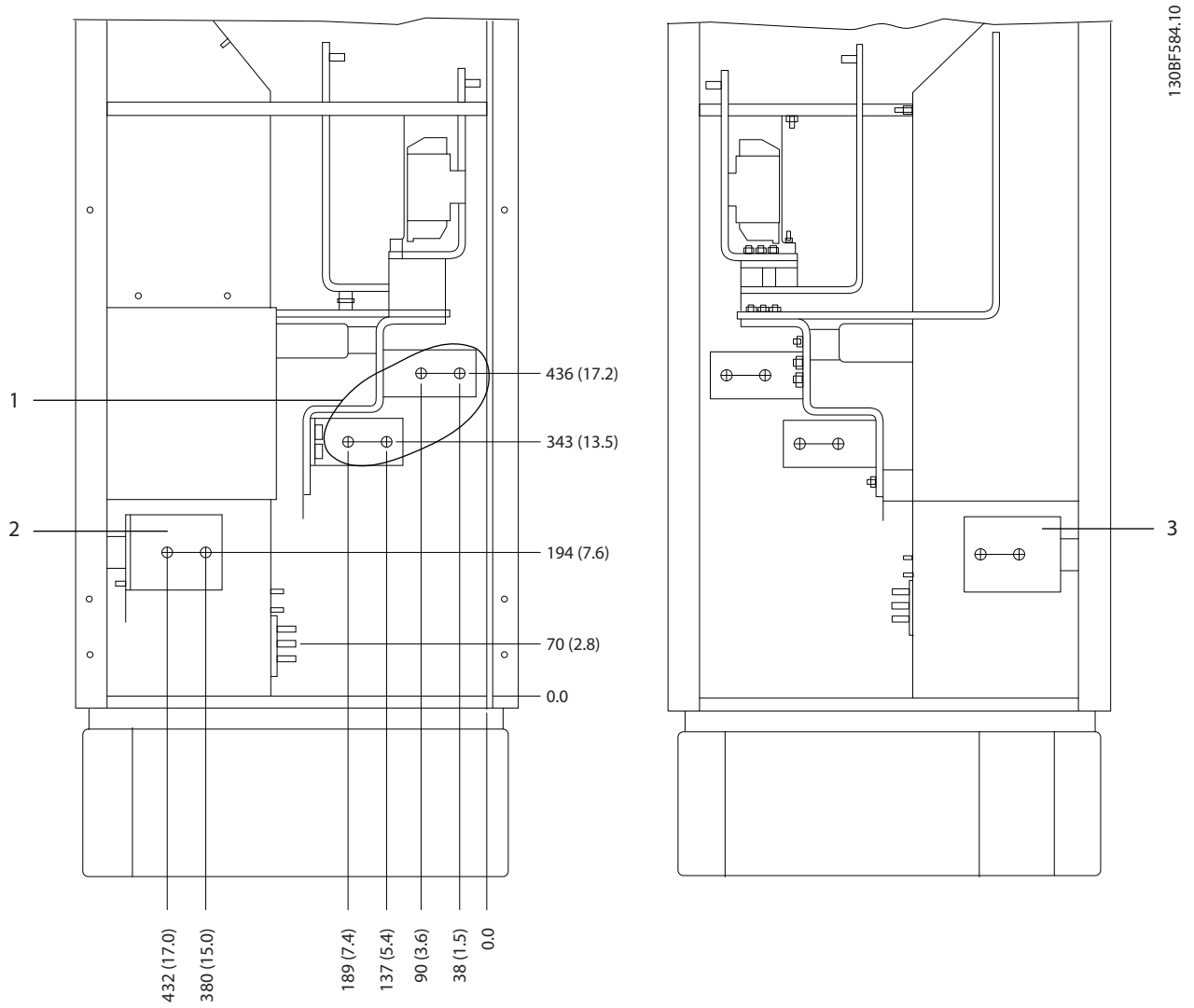
## 8.3.2 Dimensions des bornes F1

Les câbles de puissance sont lourds et difficiles à plier. Pour installer les câbles avec aisance, réfléchir au positionnement optimal du variateur. Chaque borne permet d'utiliser jusqu'à quatre câbles avec des serre-câbles ou une borne tubulaire standard. La terre est connectée à un point de terminaison adapté du variateur.




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.21 Dimensions de la borne de l'armoire du redresseur F1-F4, vue de face**

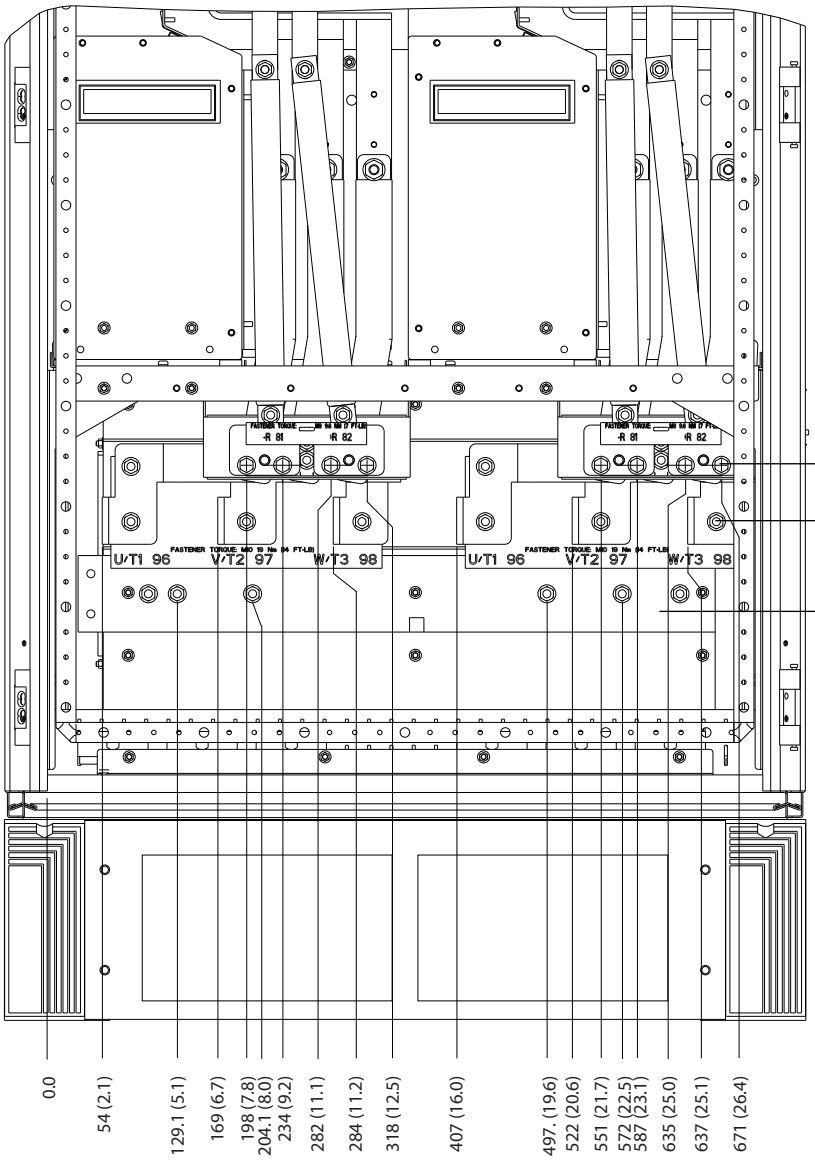



| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 3 | Bornes de répartition de la charge (-) |
| 2 | Bornes de répartition de la charge (+) | – | – |

**Illustration 8.22 Dimensions de la borne de l'armoire du redresseur F1-F2, vue latérale**

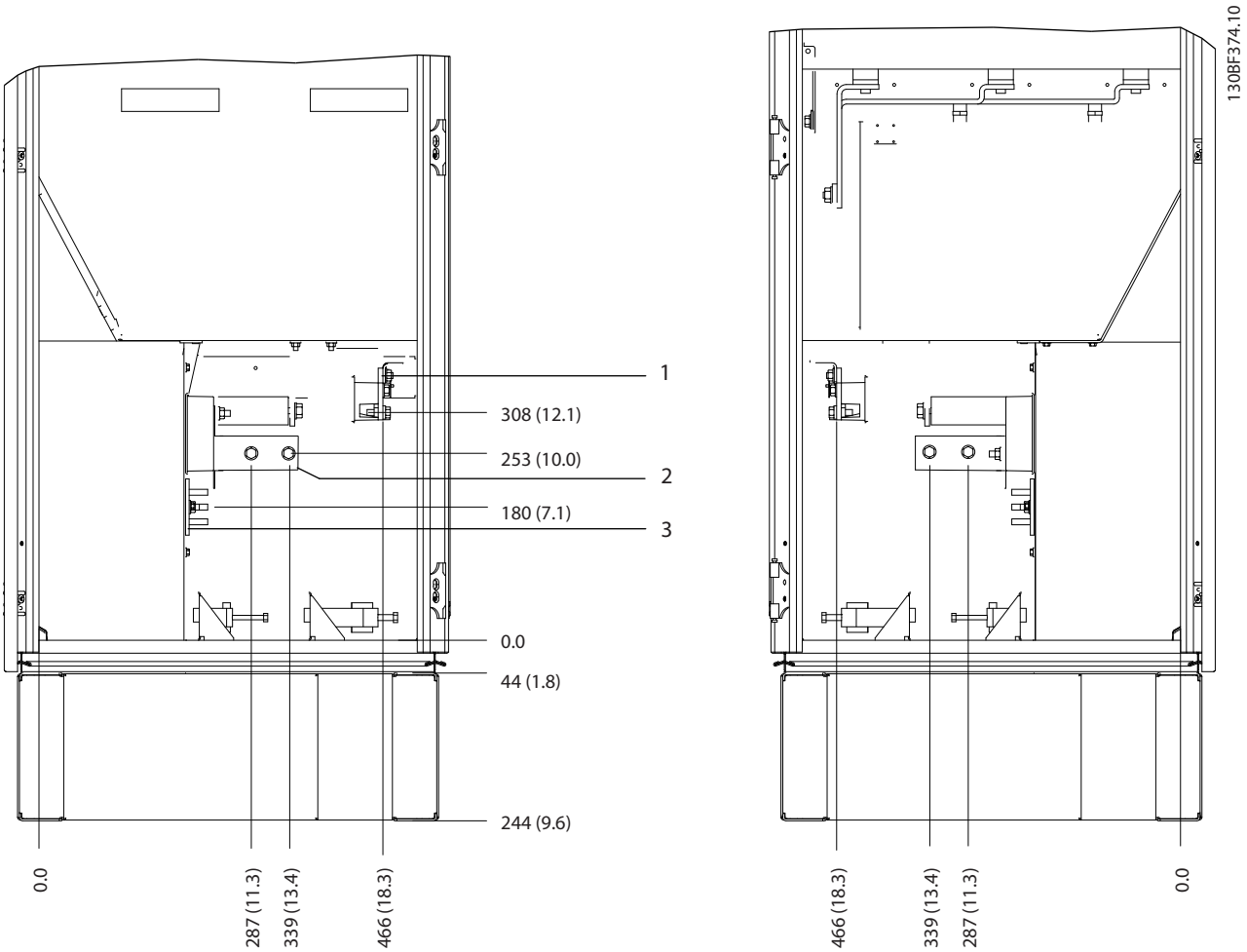



Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes de freinage | 3 | Barre de mise à la terre |
| 2 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.23 Dimensions de la borne de l'armoire de l'onduleur F1/F3, vue de face**

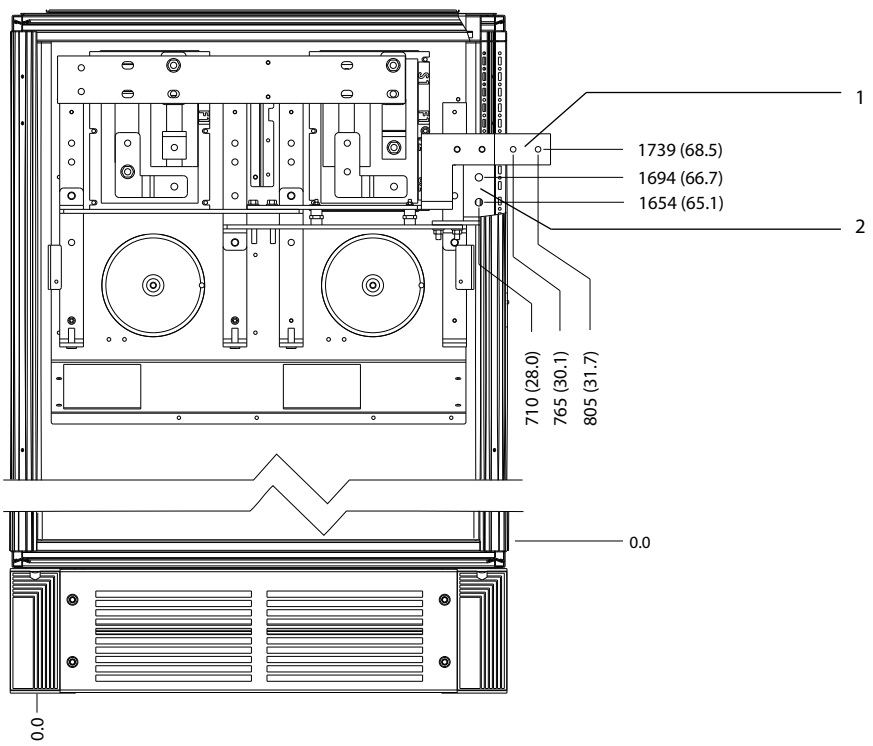



| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes de freinage | 3 | Barre de mise à la terre |
| 2 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.24 Dimensions de la borne de l'armoire de l'onduleur F1/F3, vue latérale**




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | CC - | 2 | CC + |

**Illustration 8.25 Dimensions de la borne des bornes régénératrices F1/F3, vue de face**

## 8.4 Dimensions extérieures et des bornes F2

### 8.4.1 Dimensions extérieures F2

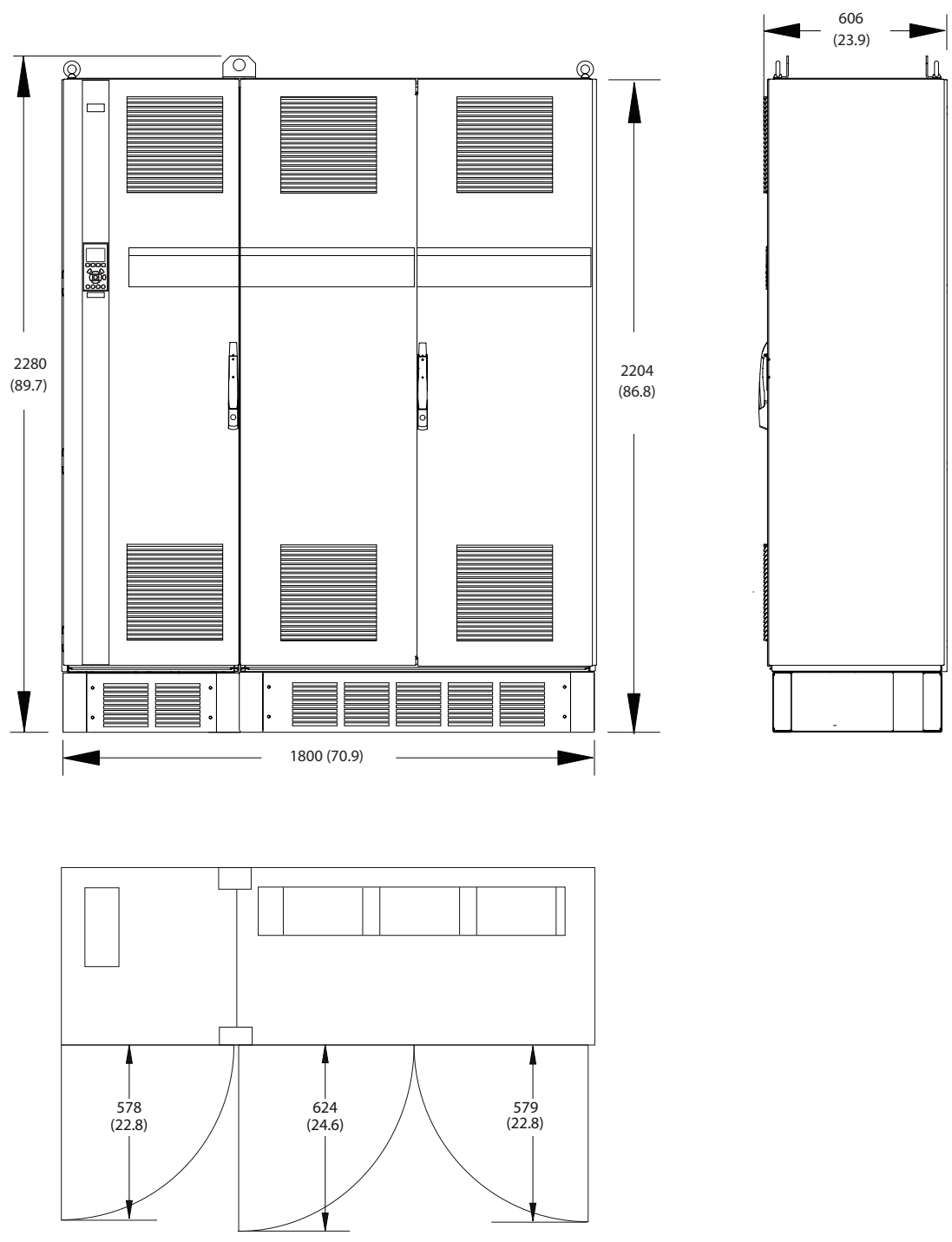
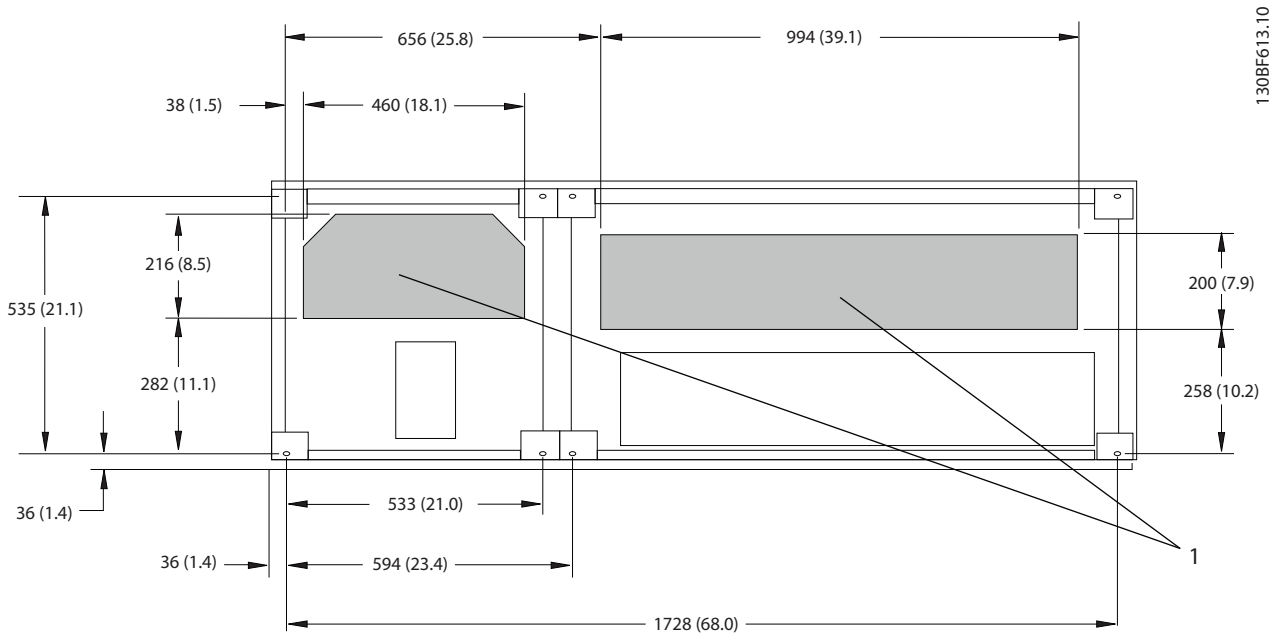



**Illustration 8.26 Dimensions de la face avant, de la face latérale et du dégagement de la porte pour les boîtiers F2**




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.



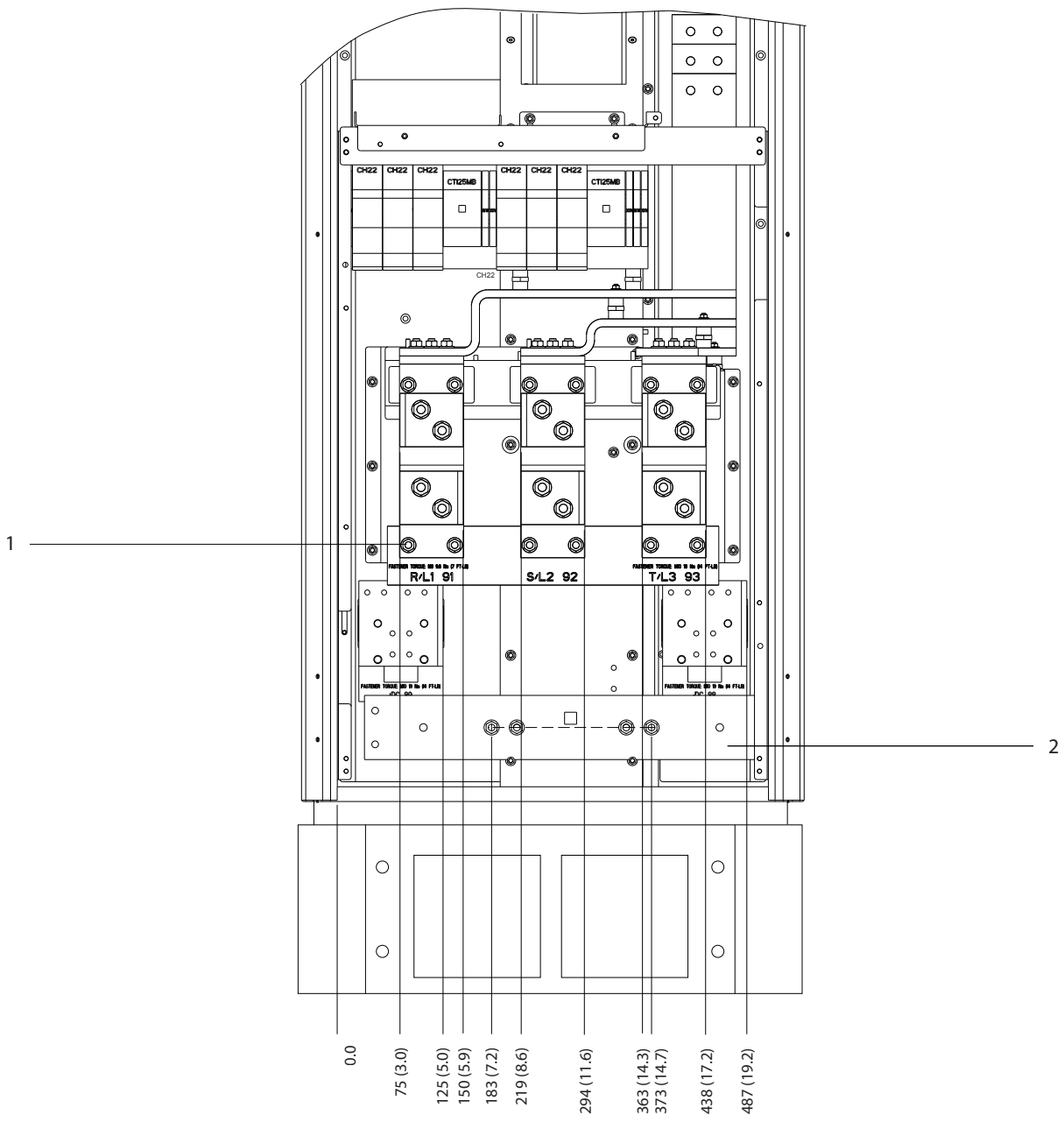

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Côté secteur | 2 | Côté moteur |

**Illustration 8.27 Dimensions de la plaque presse-étoupe pour les boîtiers F2**

8

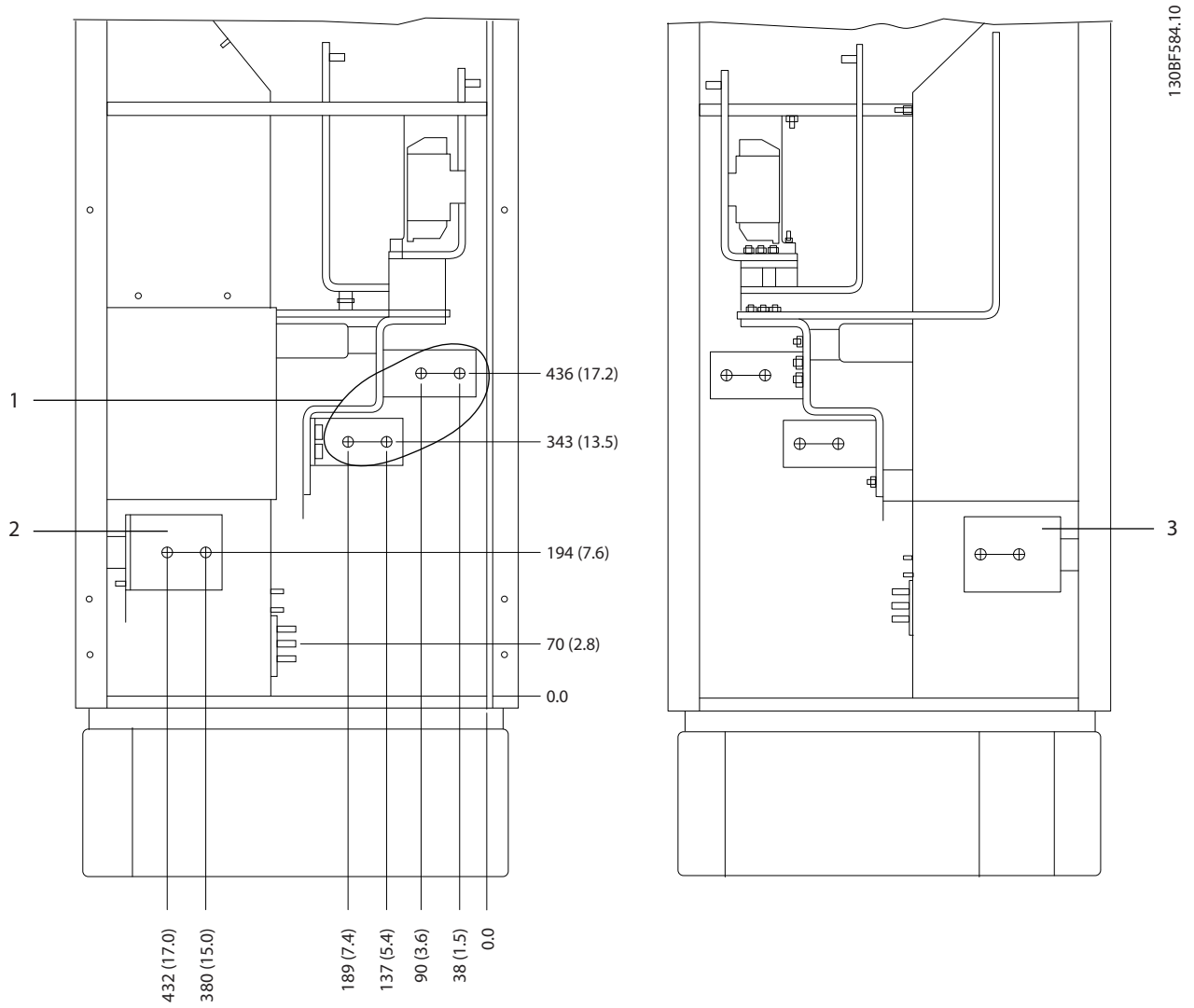
## 8.4.2 Dimensions des bornes F2

Les câbles de puissance sont lourds et difficiles à plier. Pour installer les câbles avec aisance, réfléchir au positionnement optimal du variateur. Chaque borne permet d'utiliser jusqu'à quatre câbles avec des serre-câbles ou une borne tubulaire standard. La terre est connectée à un point de terminaison adapté du variateur.



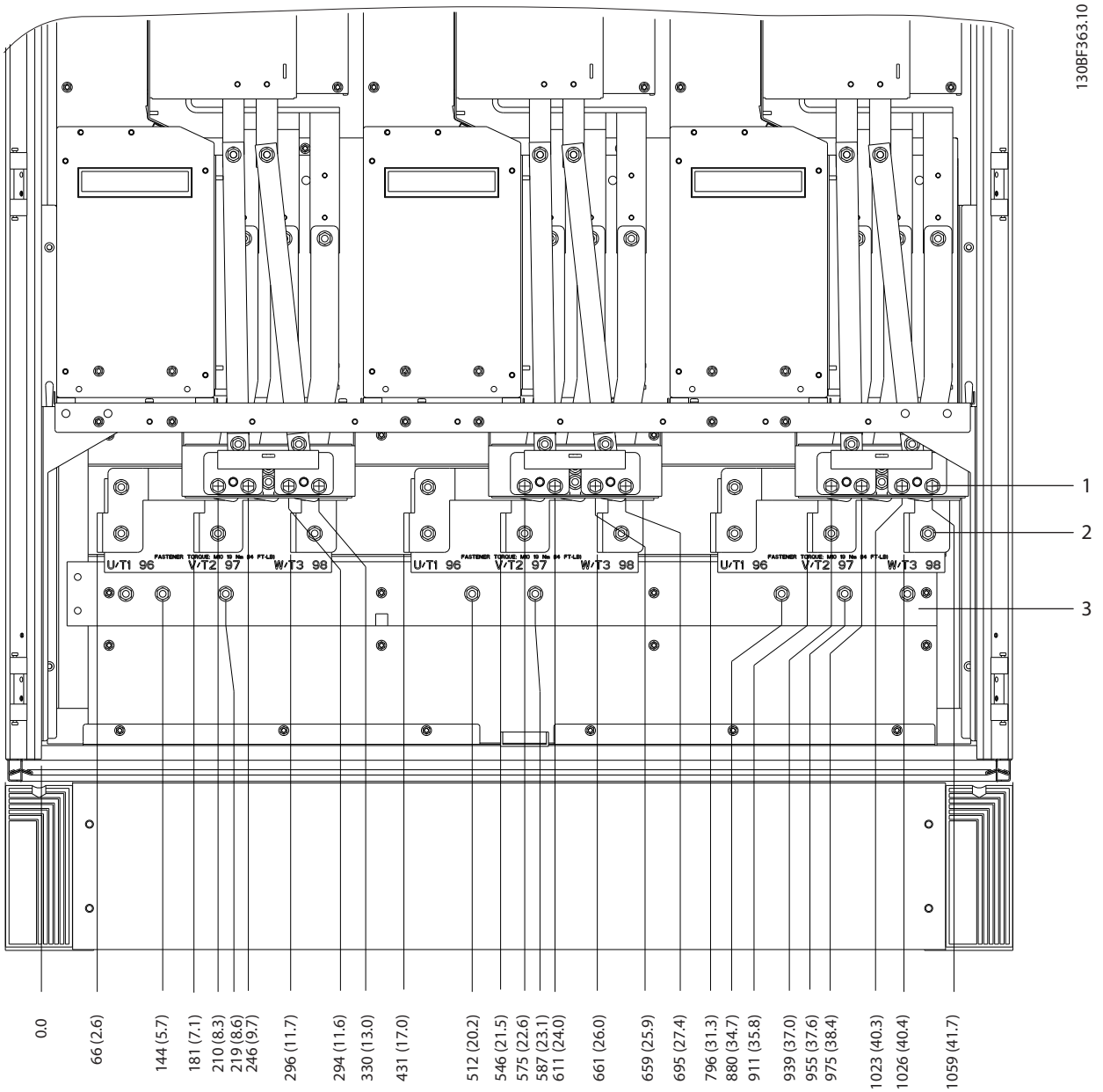

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.28 Dimensions de la borne de l'armoire du redresseur F1-F4, vue de face**



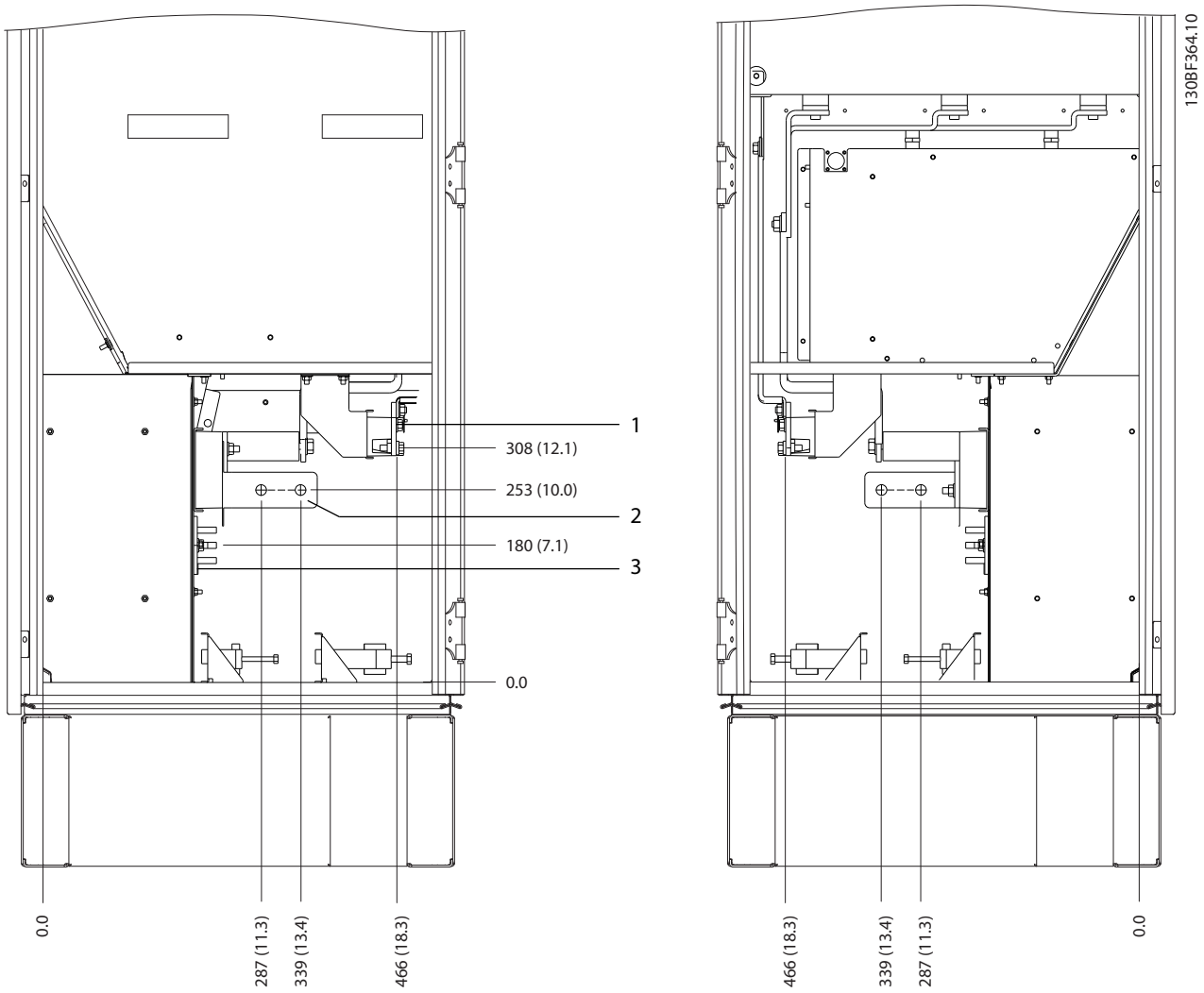

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 3 | Bornes de répartition de la charge (-) |
| 2 | Bornes de répartition de la charge (+) | – | – |

**Illustration 8.29 Dimensions de la borne de l'armoire du redresseur F1-F2, vue latérale**



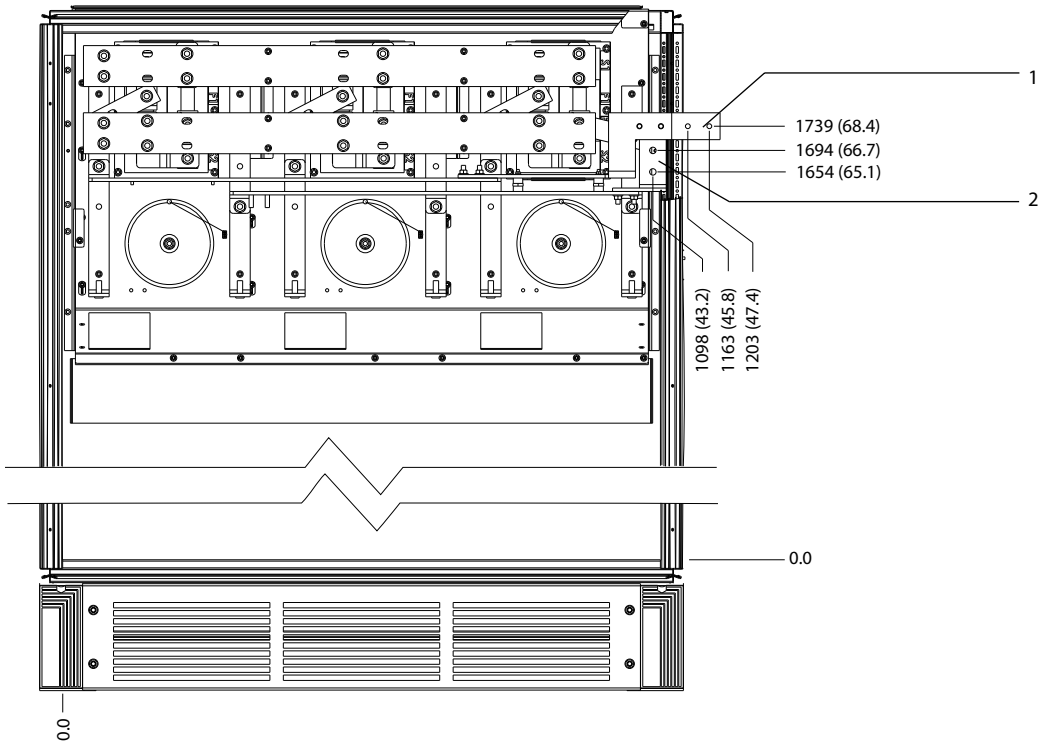

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes de freinage | 3 | Barre de mise à la terre |
| 2 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.30 Dimensions de la borne de l'armoire de l'onduleur F2/F4, vue de face**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes de freinage | 3 | Barre de mise à la terre |
| 2 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.31 Dimensions de la borne de l'armoire de l'onduleur F2/F4, vue latérale**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | CC - | 2 | CC + |

**Illustration 8.32 Dimensions de la borne des bornes régénératrices F2/F4, vue de face**




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

## 8.5 Dimensions extérieures et des bornes F3

### 8.5.1 Dimensions extérieures F3

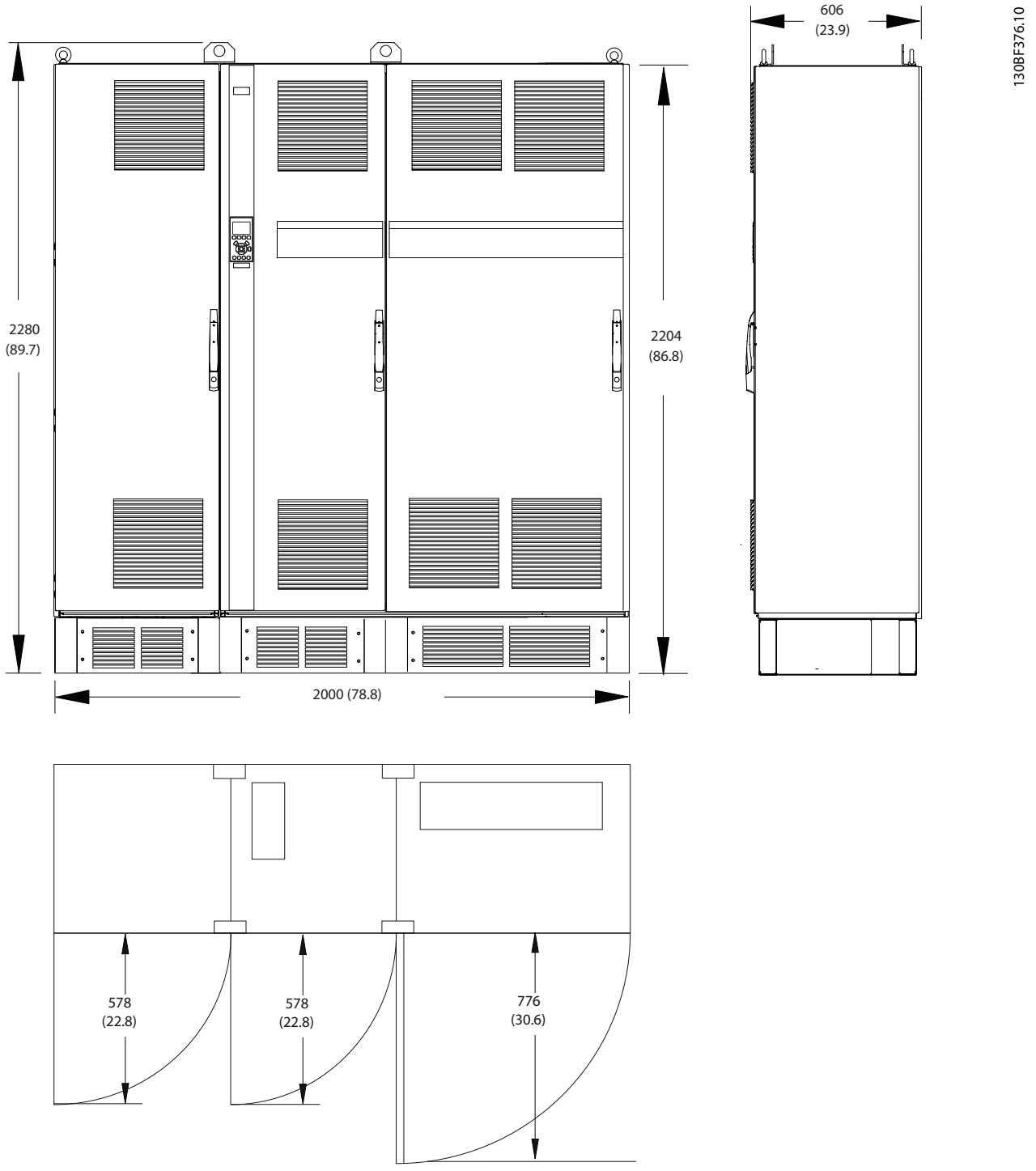
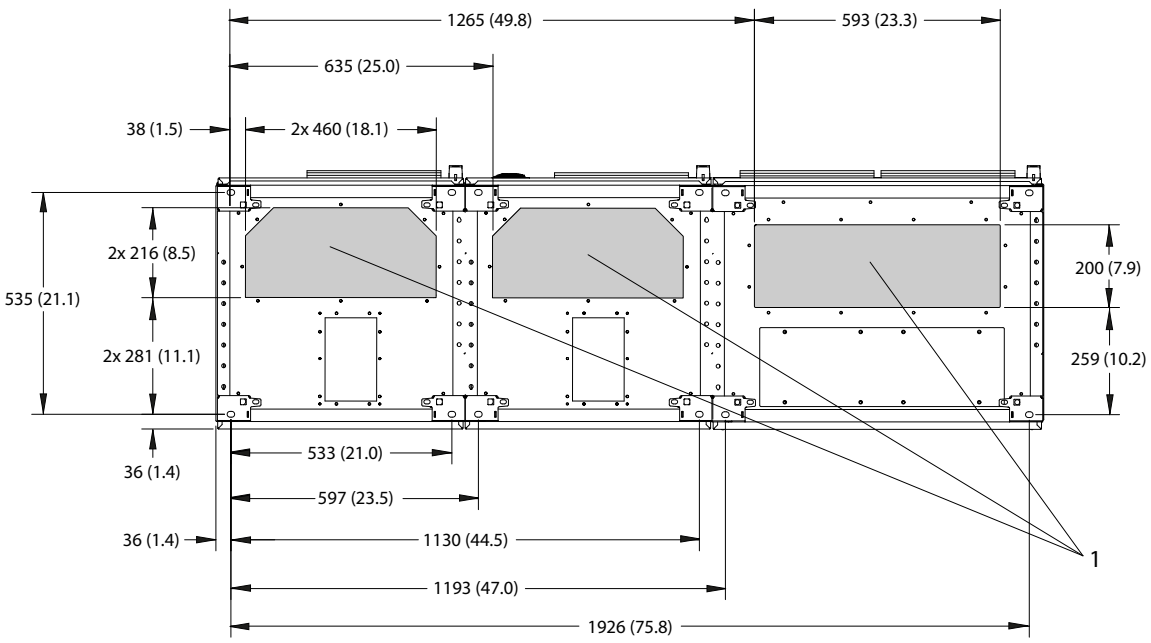



**Illustration 8.33 Dimensions de la face avant, de la face latérale et du dégagement de la porte pour les boîtiers F3**



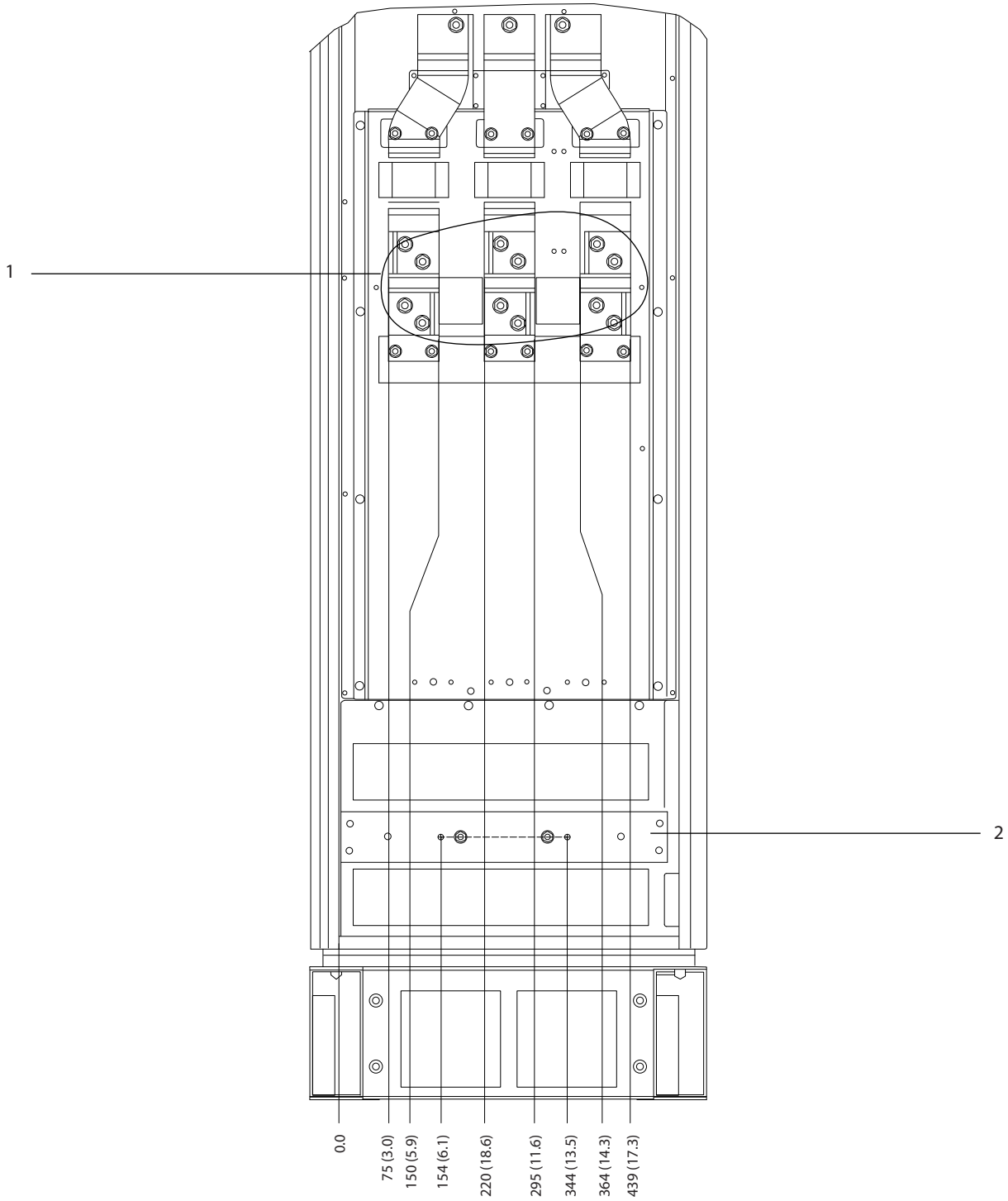

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Côté secteur | 2 | Côté moteur |

**Illustration 8.34 Dimensions de la plaque presse-étoupe pour les boîtiers F3**

8

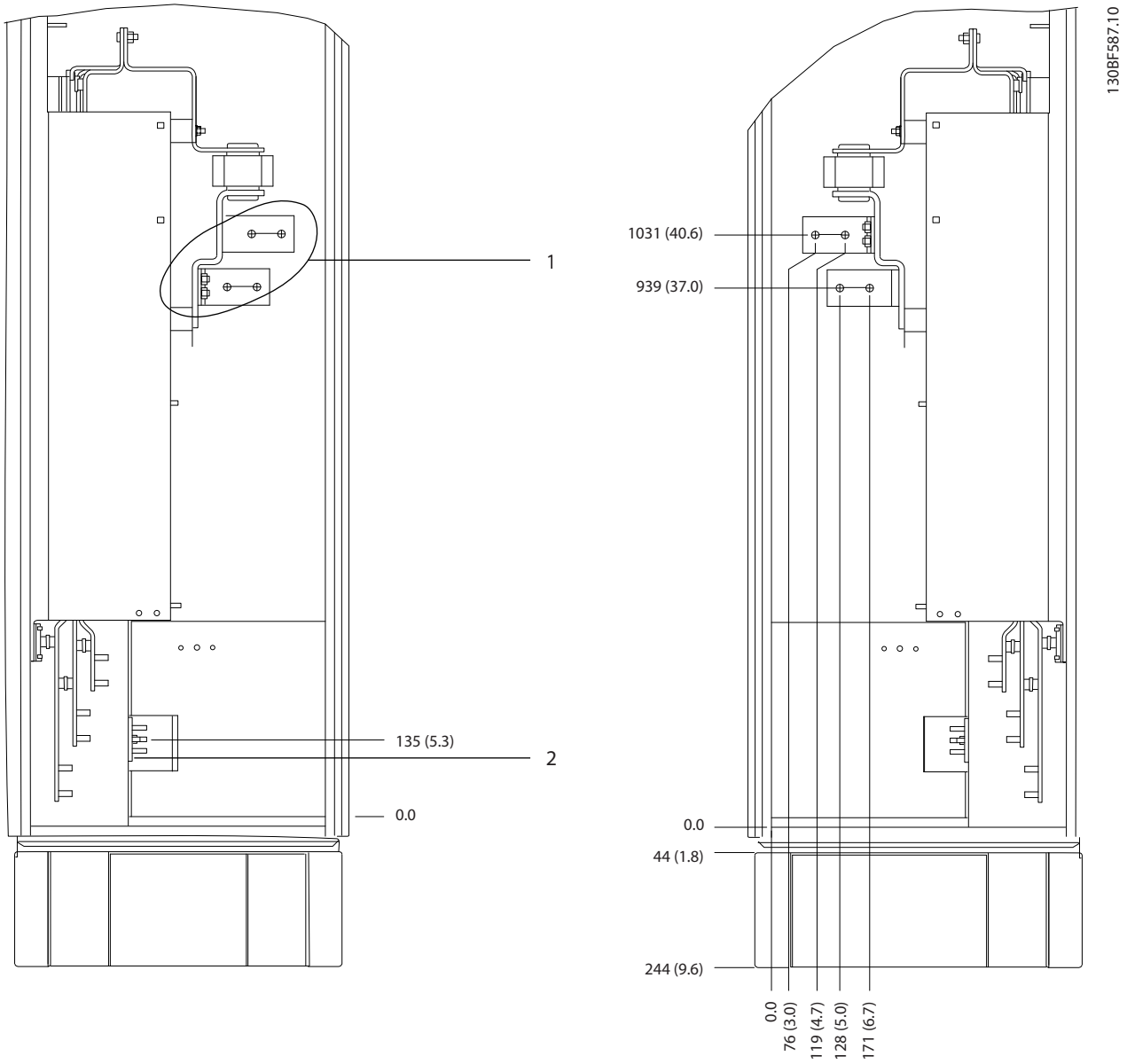
## 8.5.2 Dimensions des bornes F3

Les câbles de puissance sont lourds et difficiles à plier. Pour installer les câbles avec aisance, réfléchir au positionnement optimal du variateur. Chaque borne permet d'utiliser jusqu'à quatre câbles avec des serre-câbles ou une borne tubulaire standard. La terre est connectée à un point de terminaison adapté du variateur.




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.35 Dimensions de la borne de l'armoire d'options F3-F4, vue de face**

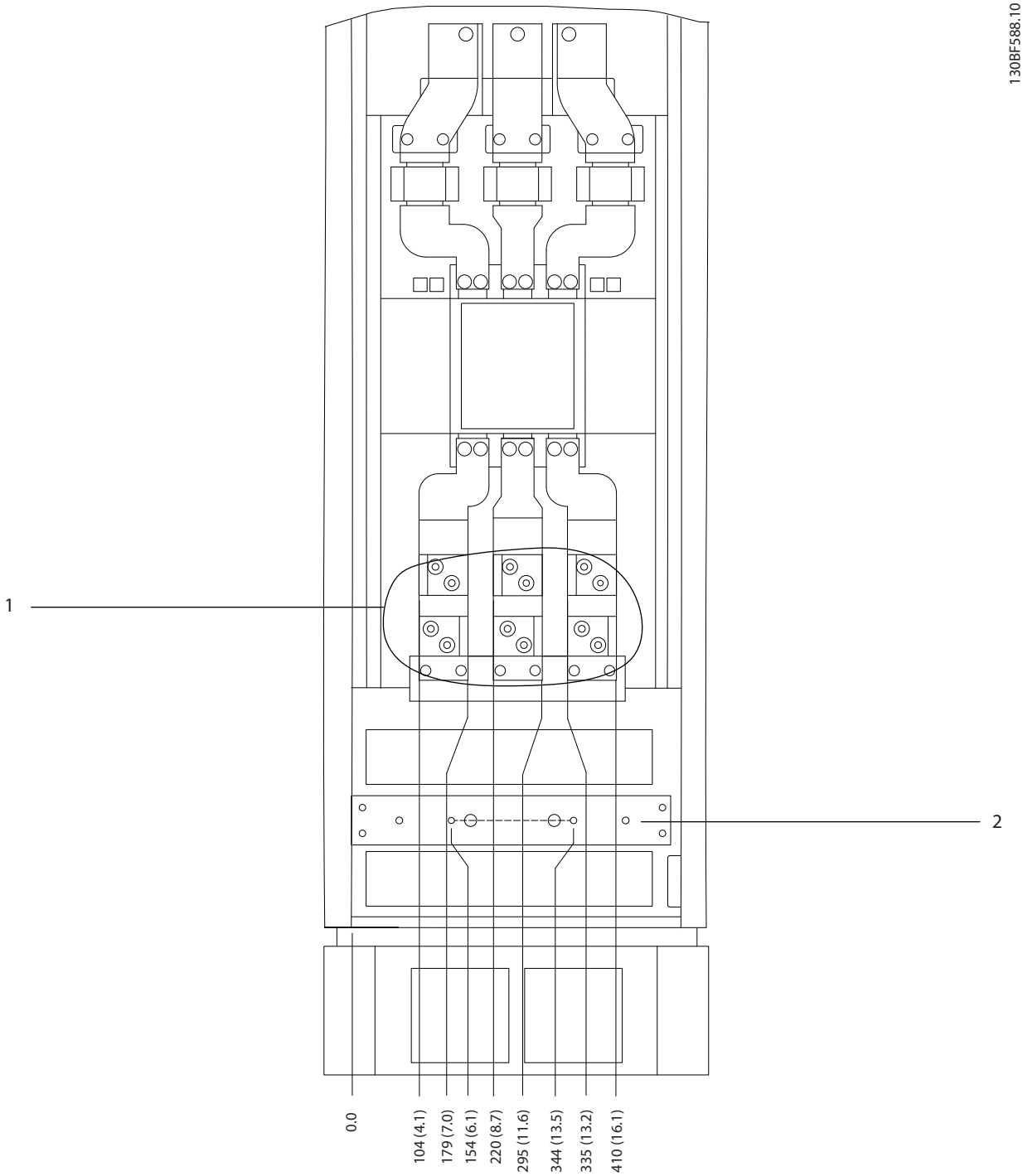



| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.36 Dimensions de la borne de l'armoire d'options F3-F4, vue latérale**



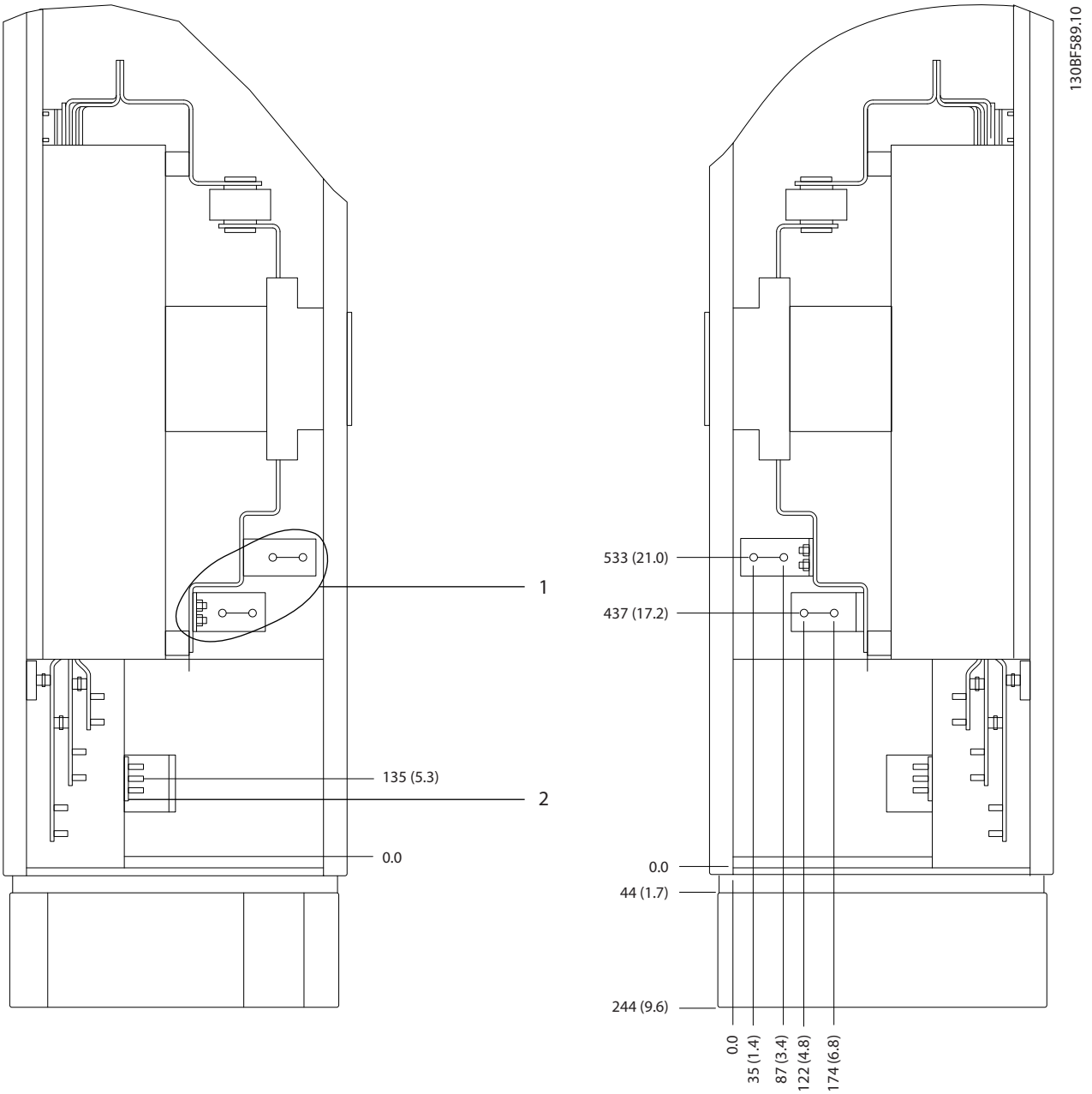

Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

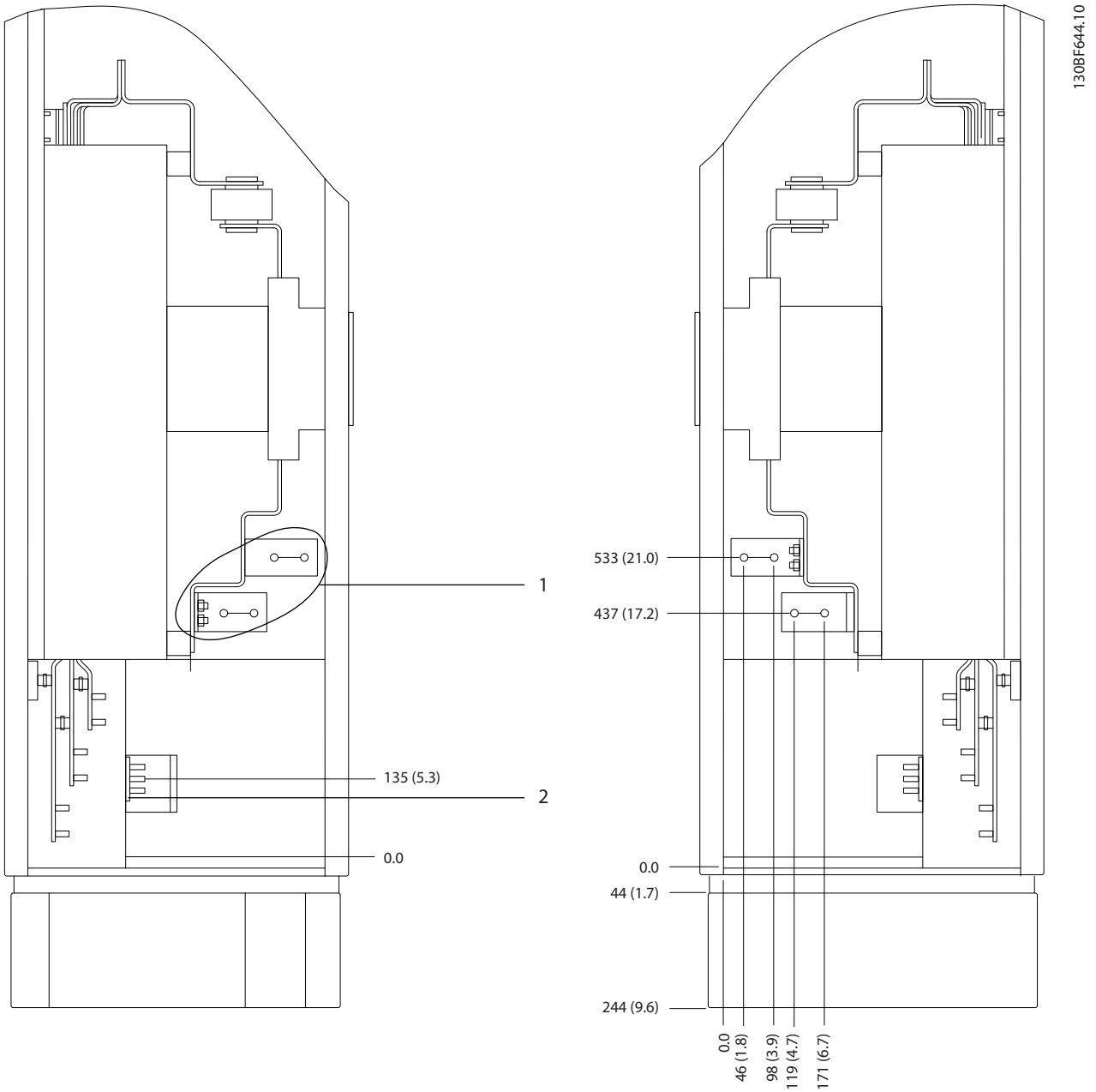
**Illustration 8.37 Dimensions de la borne de l'armoire d'options F3-F4 avec disjoncteur et interrupteur intégré, vue de face**


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.



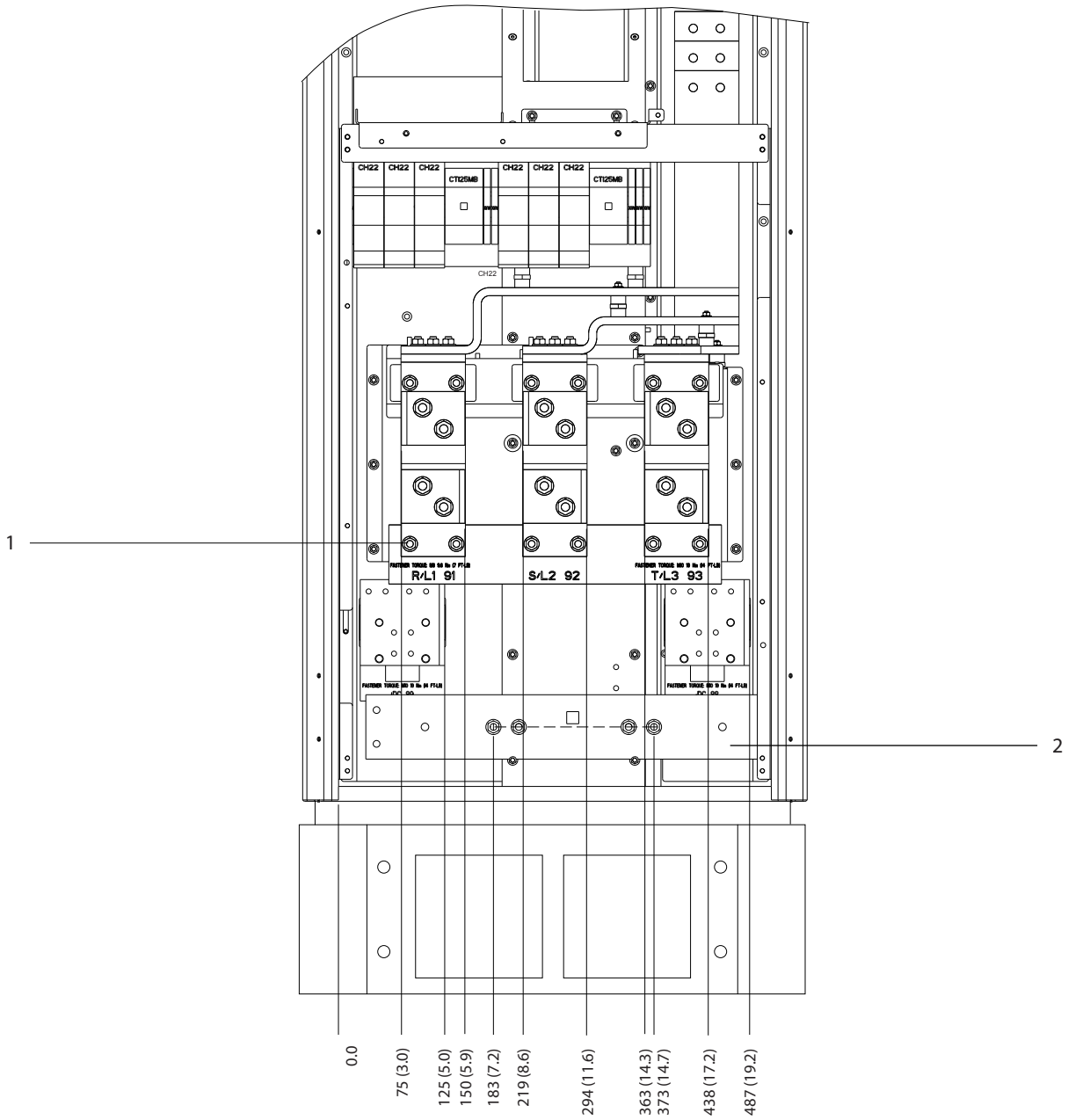

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.38 Dimensions de la borne de l'armoire d'options F3-F4 avec disjoncteur et interrupteur intégré (380-480/500 V, modèles : P450 ; 525-690 V, modèles : P630-P710), vue latérale**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.39 Dimensions de la borne de l'armoire d'options F3-F4 avec disjoncteur et interrupteur intégré (380-480/500 V, modèles : P500-P630 ; 525-690 V, modèles : P800), vue latérale**

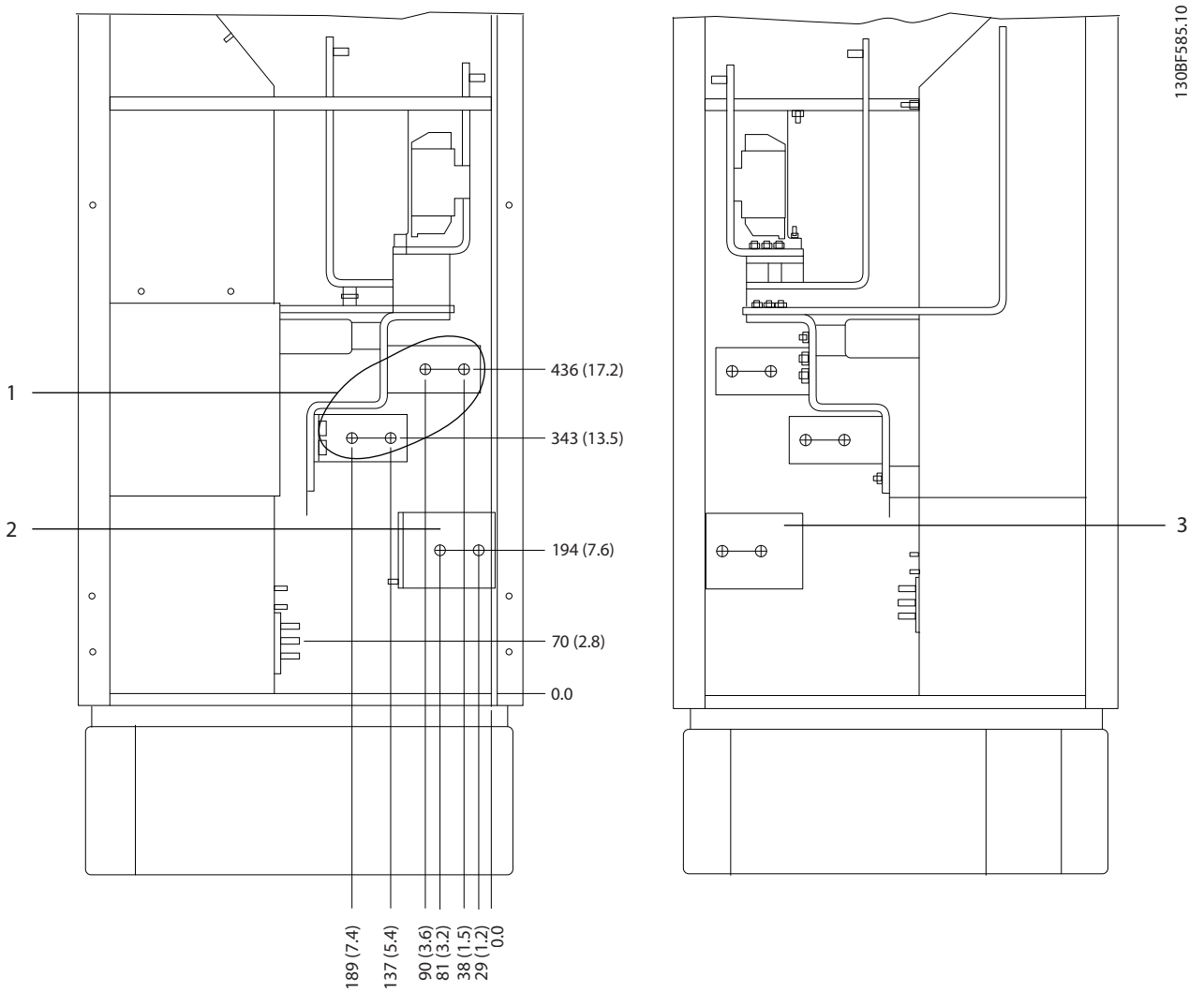



| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.40 Dimensions de la borne de l'armoire du redresseur F1-F4, vue de face**

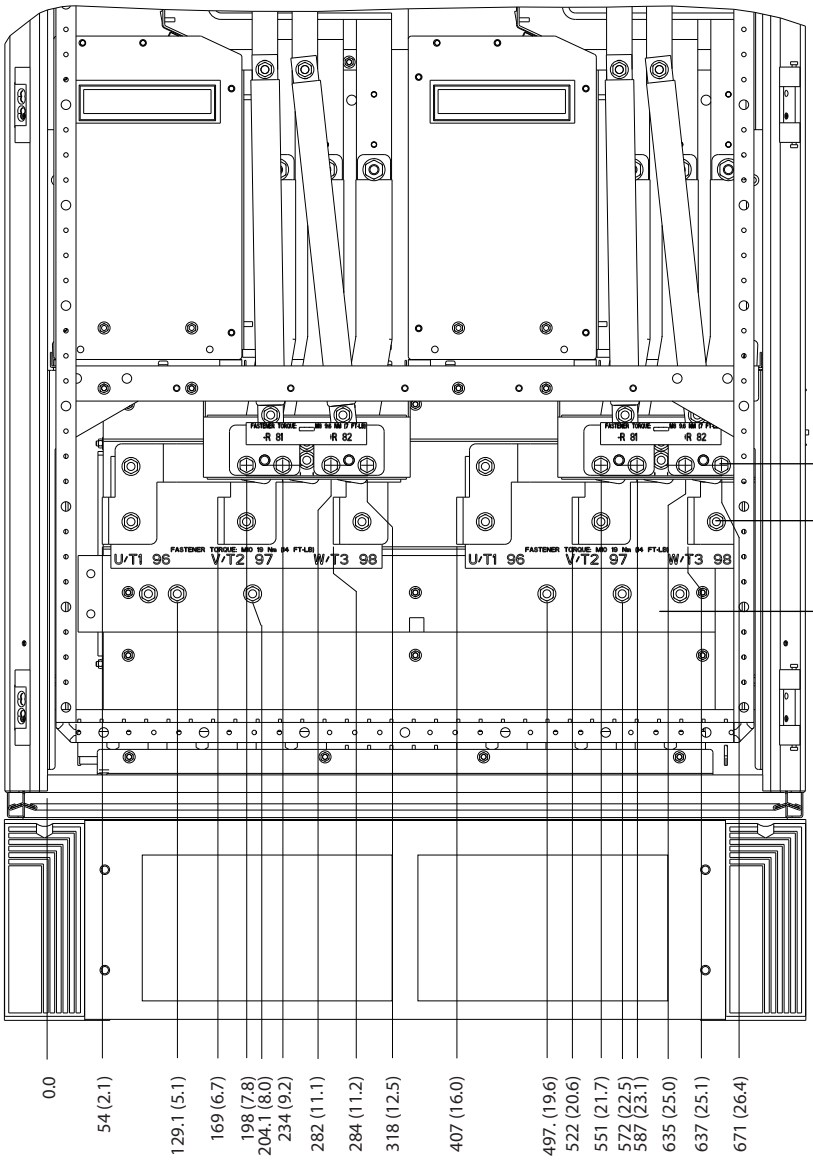



Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.



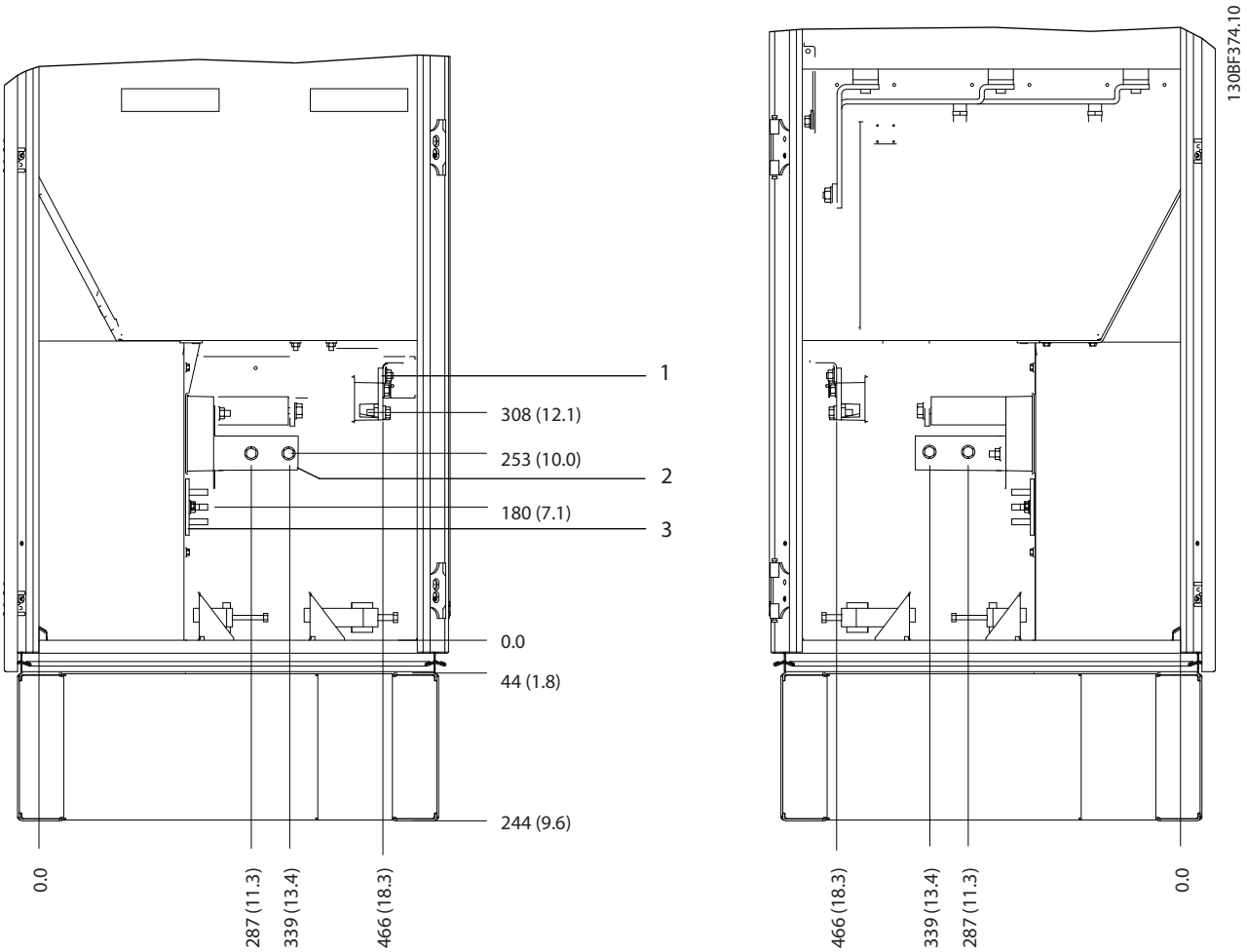

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 3 | Bornes de répartition de la charge (-) |
| 2 | Bornes de répartition de la charge (+) | – | – |

**Illustration 8.41 Dimensions de la borne de l'armoire du redresseur F3-F4, vue latérale**



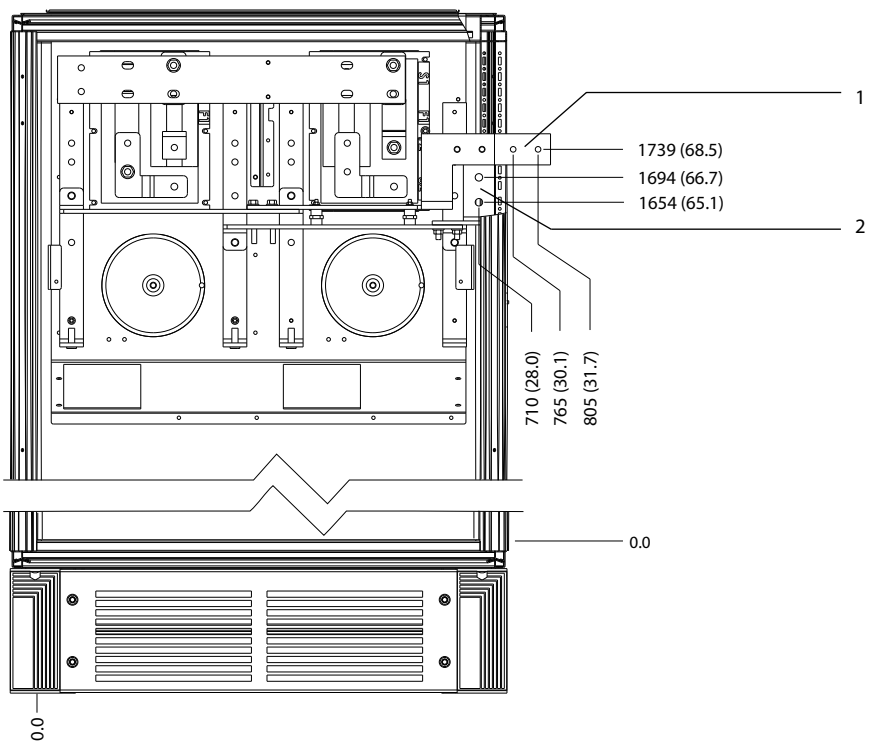

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes de freinage | 3 | Barre de mise à la terre |
| 2 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.42 Dimensions de la borne de l'armoire de l'onduleur F1/F3, vue de face**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes de freinage | 3 | Barre de mise à la terre |
| 2 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.43 Dimensions de la borne de l'armoire de l'onduleur F1/F3, vue latérale**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | CC - | 2 | CC + |

**Illustration 8.44 Dimensions de la borne des bornes régénératrices F1/F3, vue de face**




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

## 8.6 Dimensions extérieures et des bornes F4

### 8.6.1 Dimensions extérieures F4

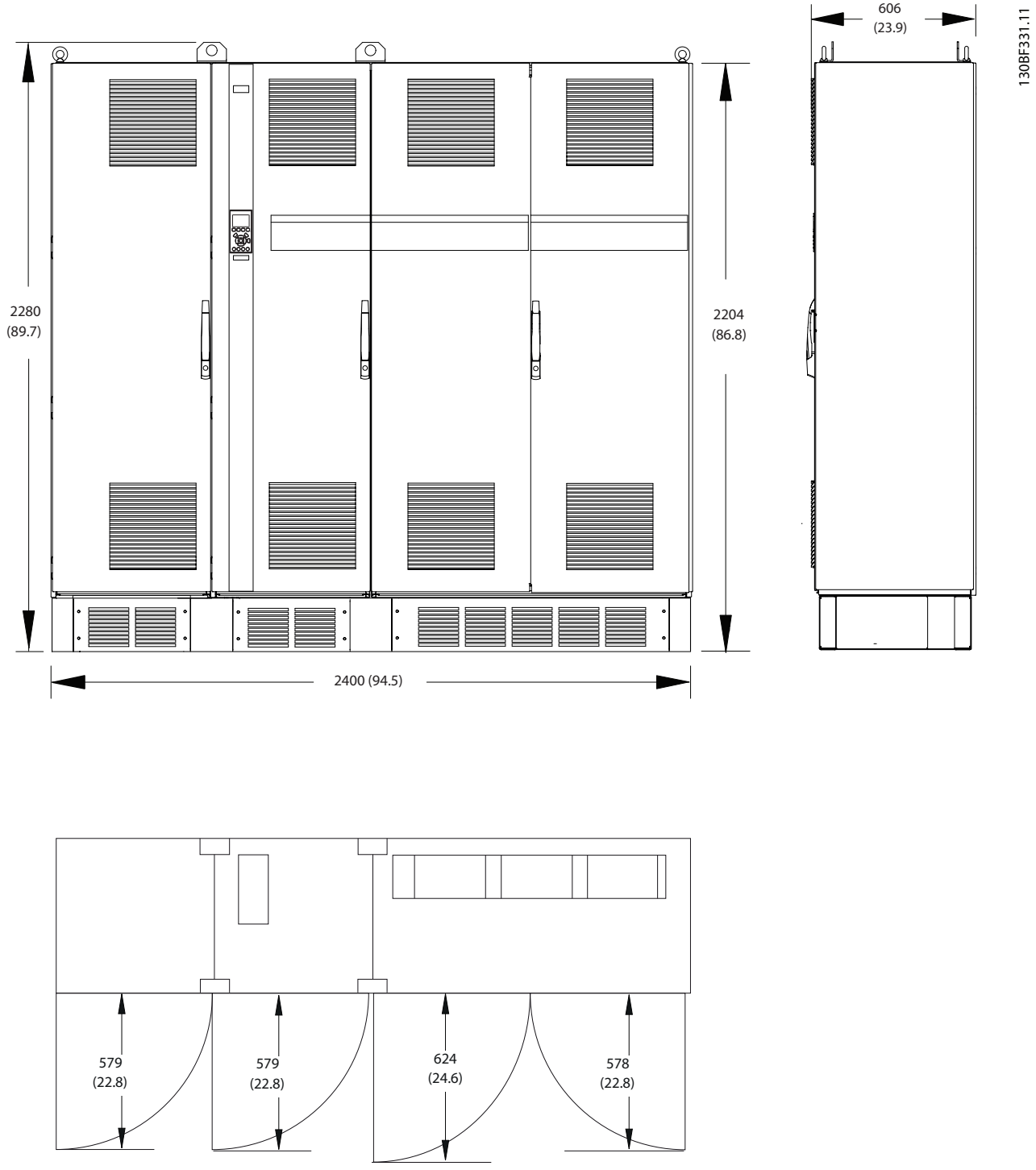
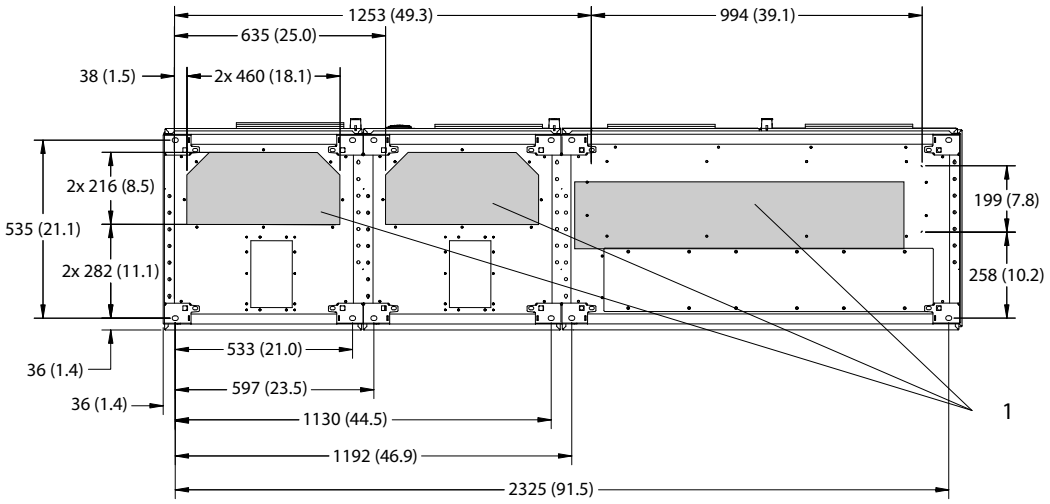



**Illustration 8.45 Dimensions de la face avant, de la face latérale et du dégagement de la porte pour les boîtiers F4**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Côté secteur | 2 | Côté moteur |

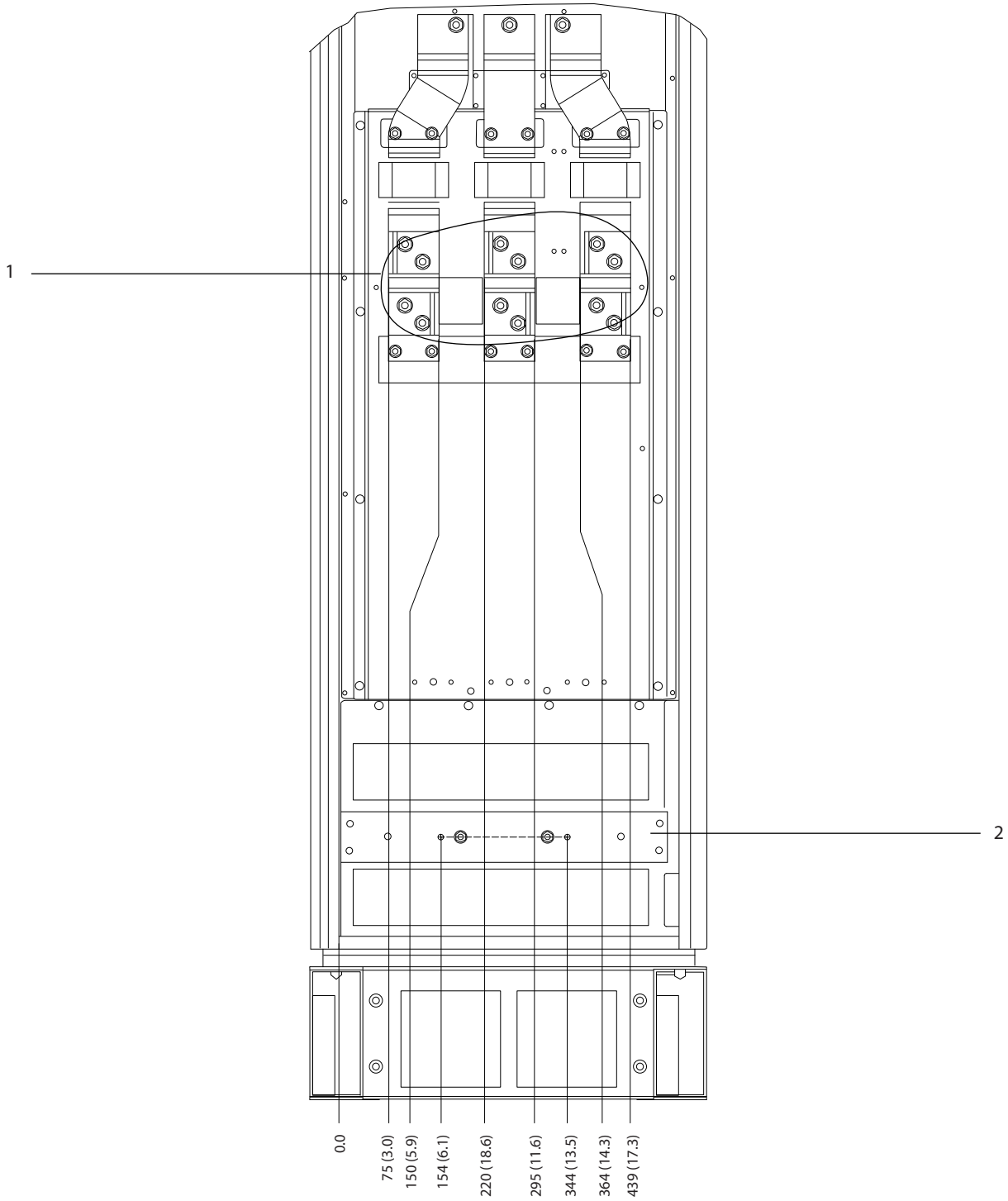
**Illustration 8.46 Dimensions de la plaque presse-étoupe pour les boîtiers F4**

8


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

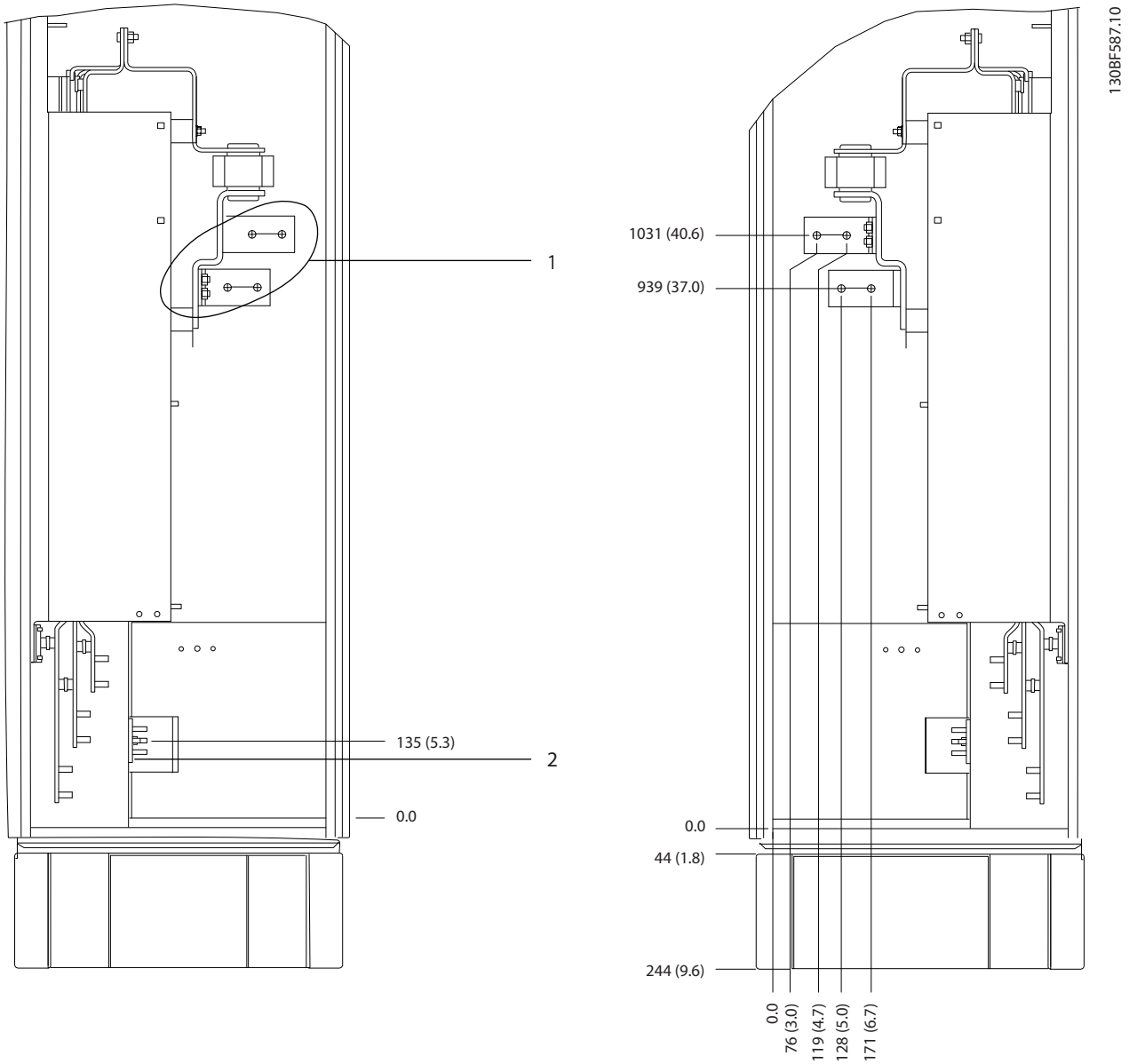
## 8.6.2 Dimensions des bornes F4

Les câbles de puissance sont lourds et difficiles à plier. Pour installer les câbles avec aisance, réfléchir au positionnement optimal du variateur. Chaque borne permet d'utiliser jusqu'à quatre câbles avec des serre-câbles ou une borne tubulaire standard. La terre est connectée à un point de terminaison adapté du variateur.




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.47 Dimensions de la borne de l'armoire d'options F3-F4, vue de face**

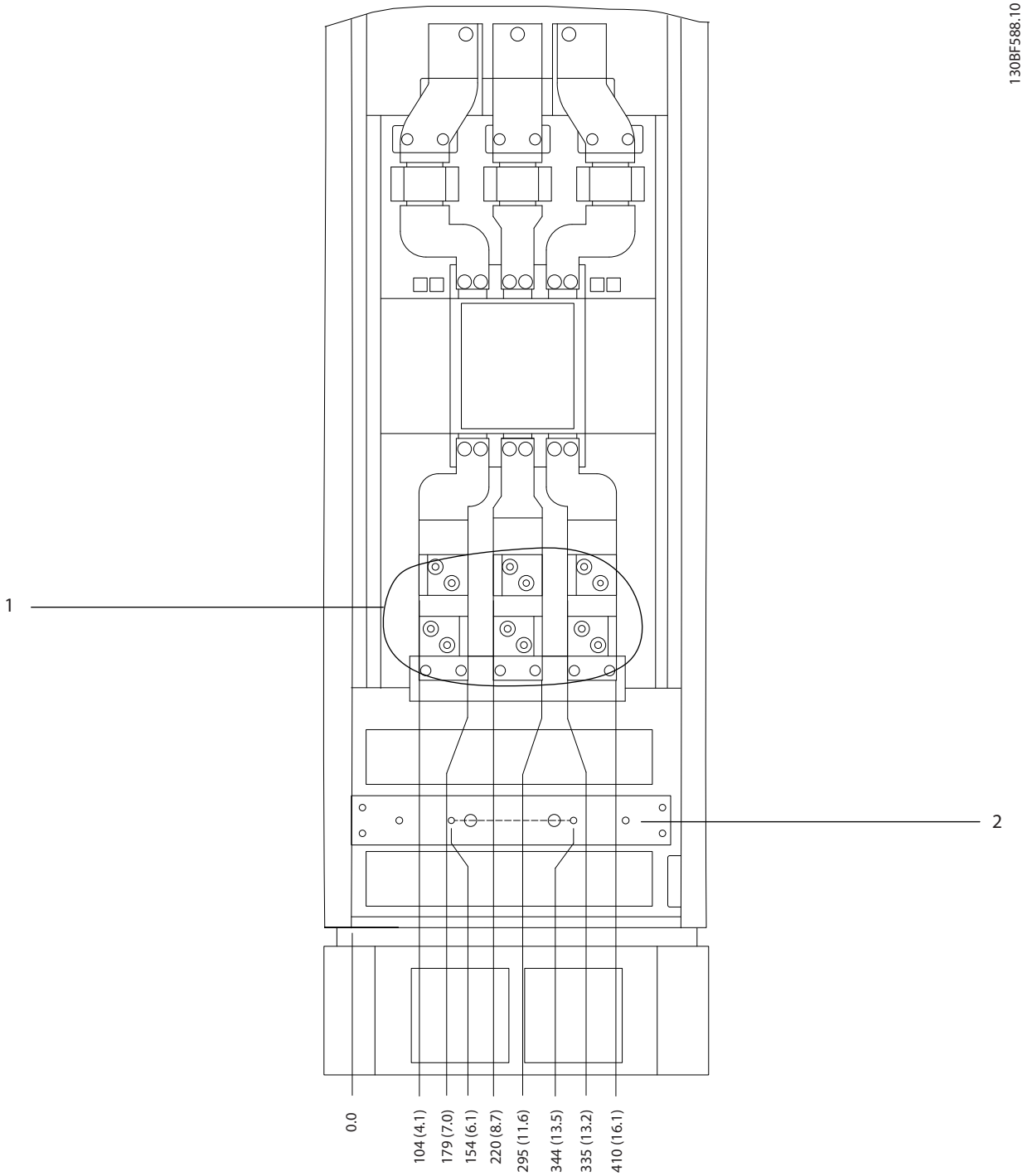



| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.48 Dimensions de la borne de l'armoire d'options F3-F4, vue latérale**



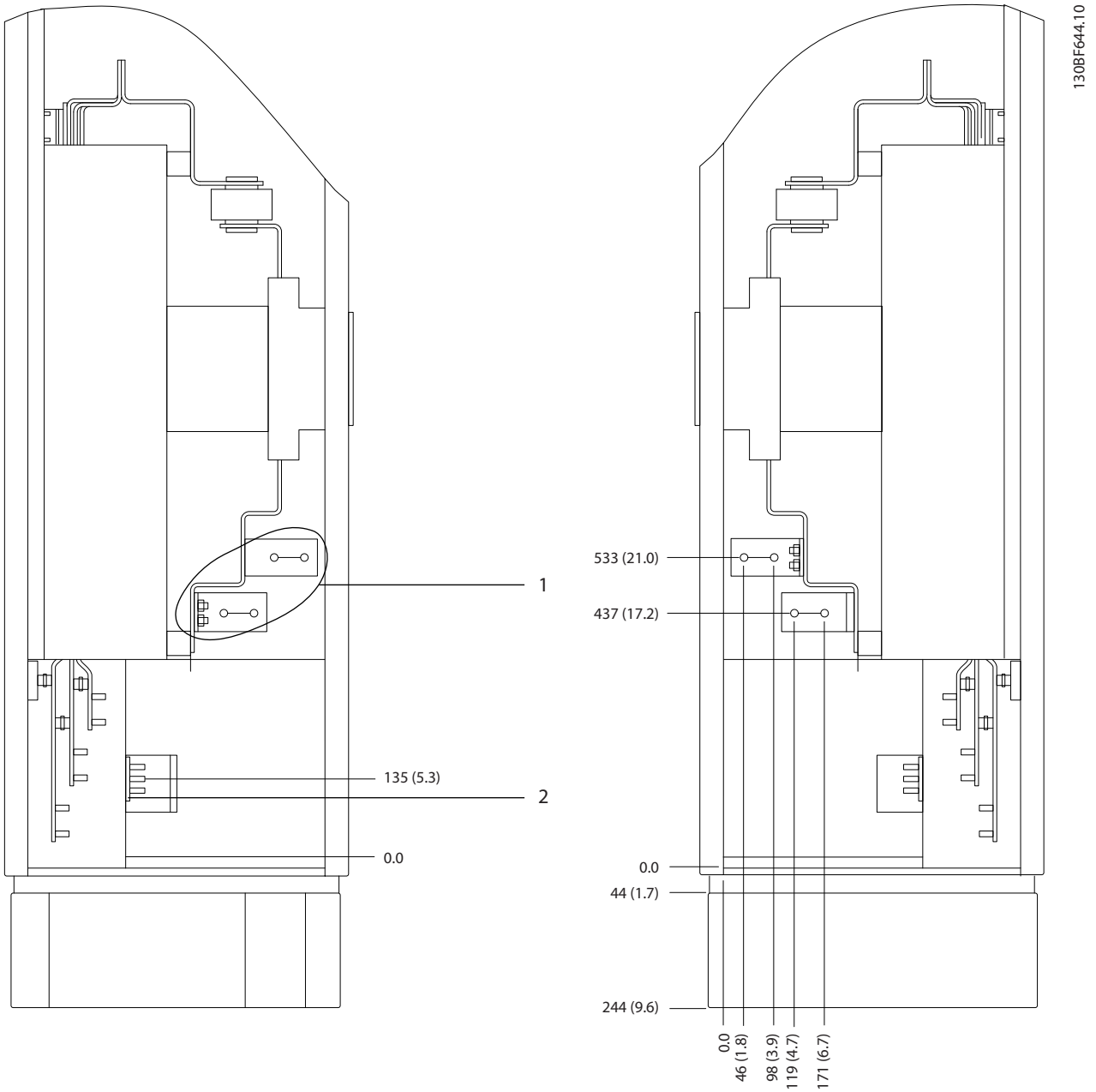

Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

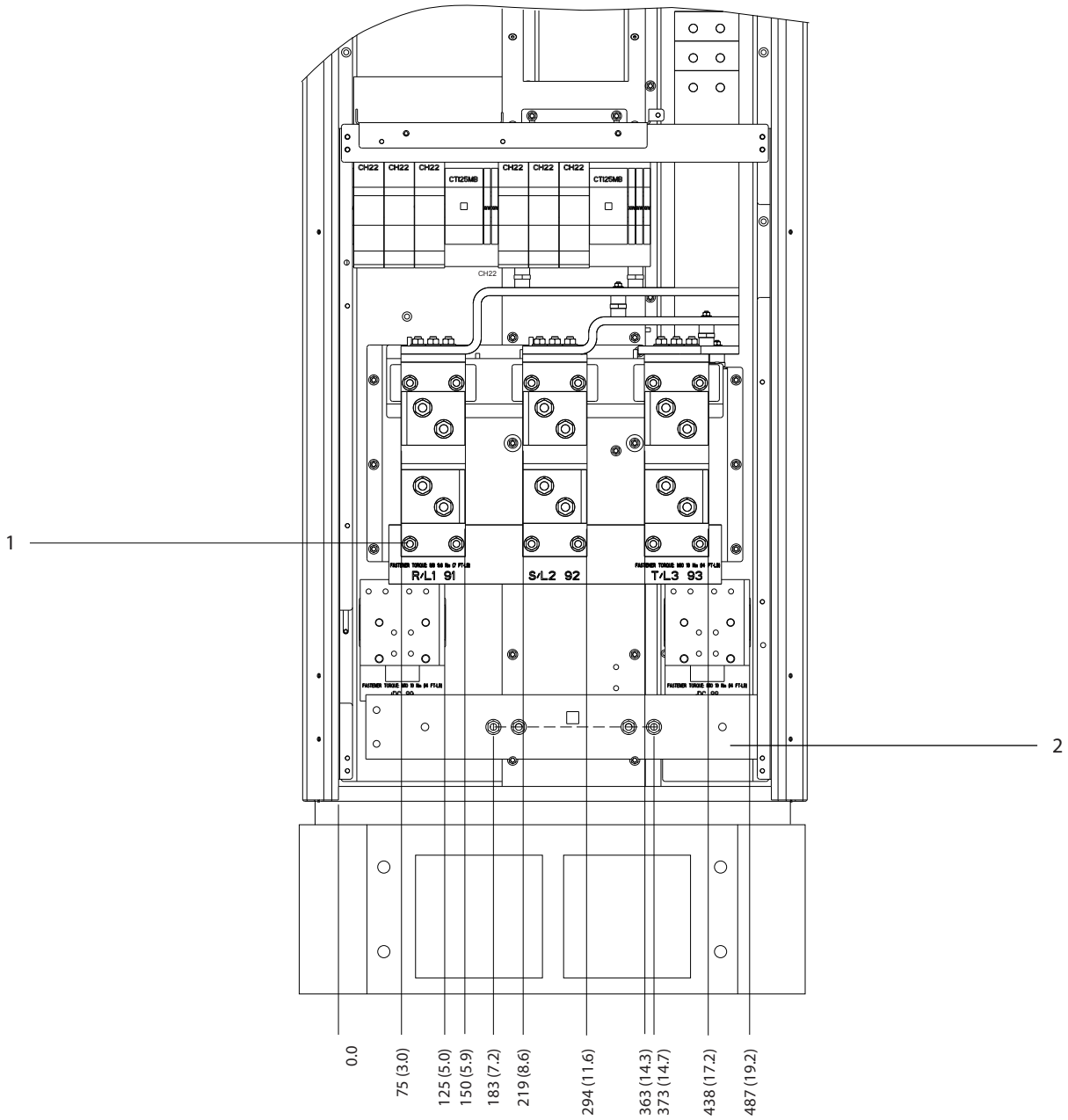
**Illustration 8.49 Dimensions de la borne de l'armoire d'options F3-F4 avec disjoncteur et interrupteur intégré, vue de face**


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.



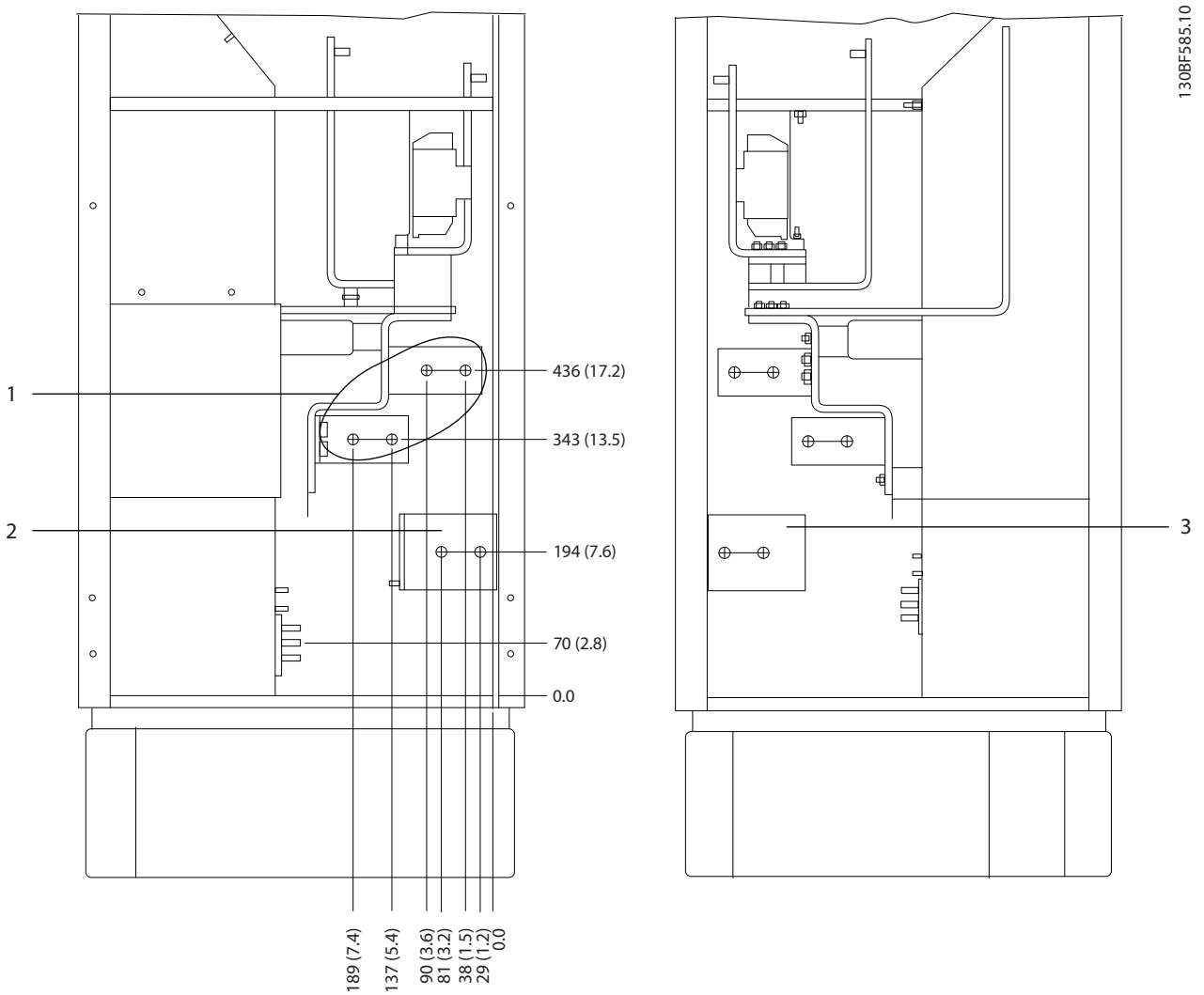

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.50 Dimensions de la borne de l'armoire d'options F3-F4 avec disjoncteur et interrupteur intégré, vue latérale**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.51 Dimensions de la borne de l'armoire du redresseur F1-F4, vue de face**

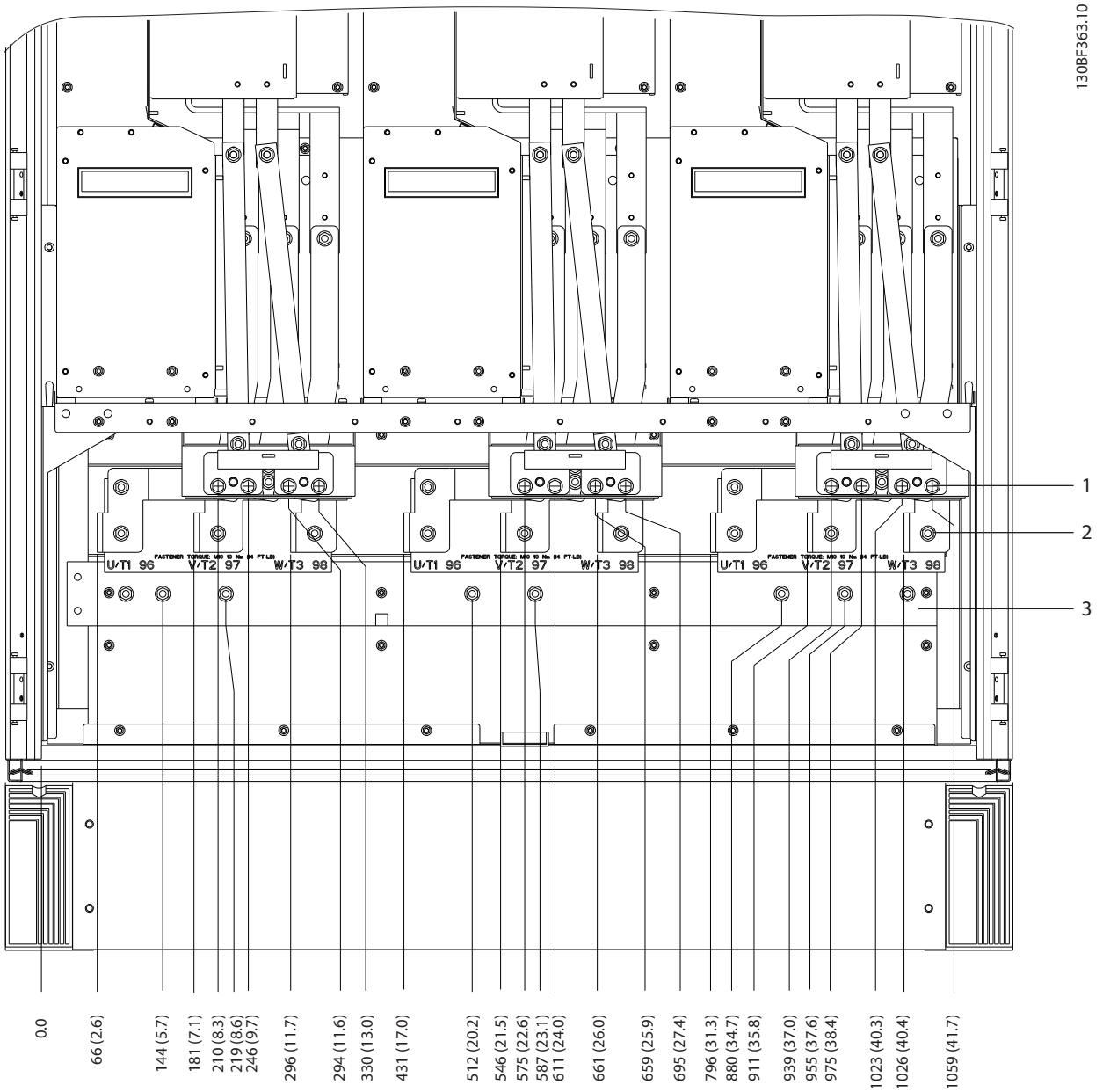



| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 3 | Bornes de répartition de la charge (-) |
| 2 | Bornes de répartition de la charge (+) | – | – |

**Illustration 8.52 Dimensions de la borne de l'armoire du redresseur F3-F4, vue latérale**

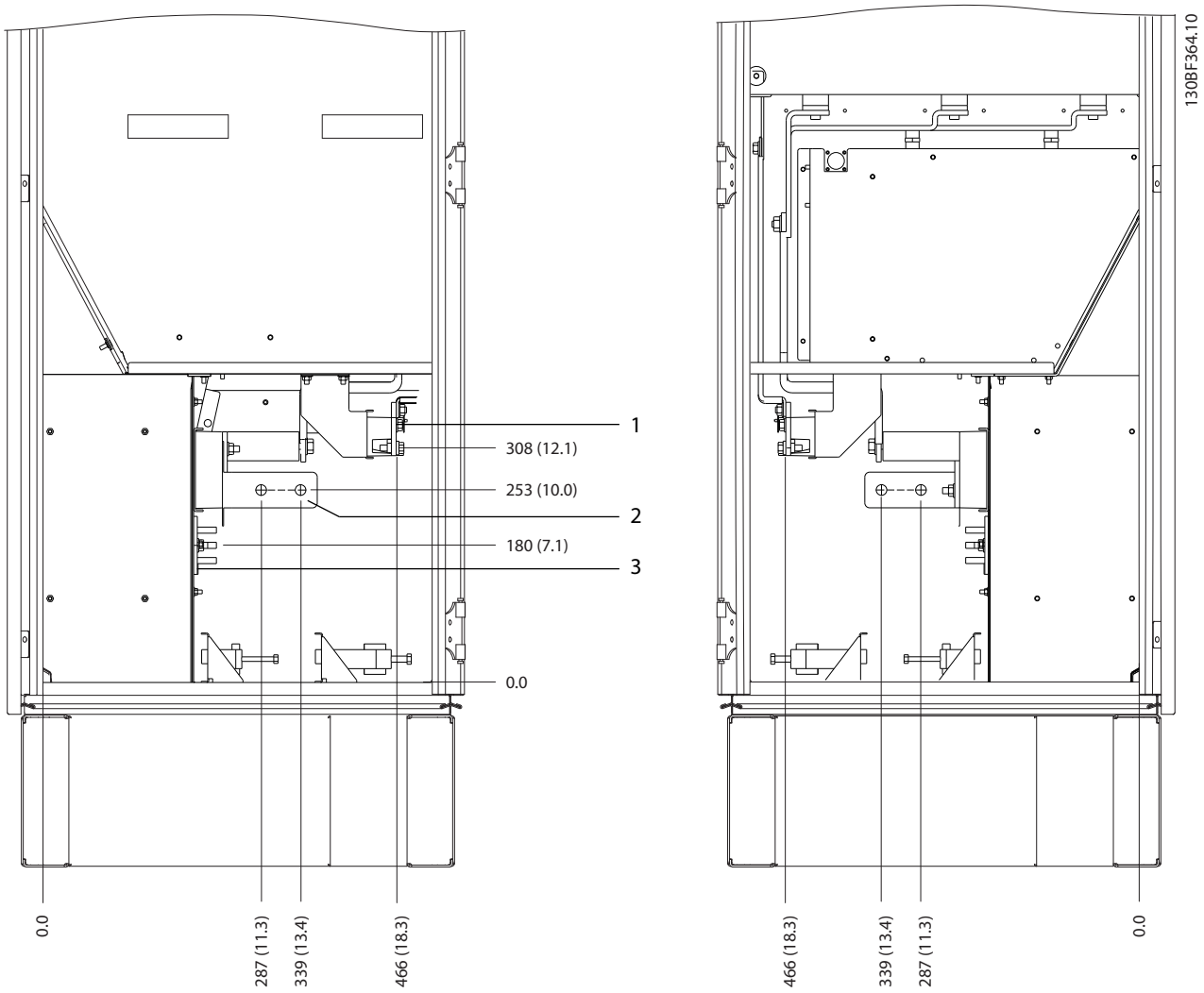



Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes de freinage | 3 | Barre de mise à la terre |
| 2 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.53 Dimensions de la borne de l'armoire de l'onduleur F2/F4, vue de face**

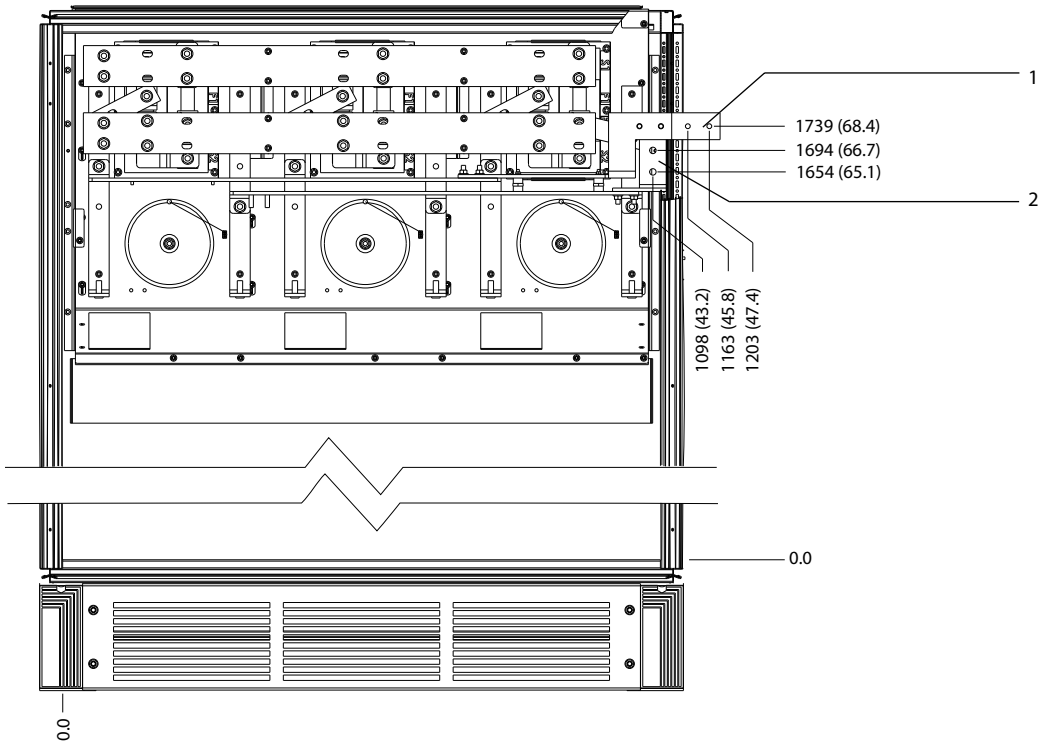



| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes de freinage | 3 | Barre de mise à la terre |
| 2 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.54 Dimensions de la borne de l'armoire de l'onduleur F2/F4, vue latérale**




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | CC - | 2 | CC + |

**Illustration 8.55 Dimensions de la borne des bornes régénératrices F2/F4, vue de face**

## 8.7 Dimensions extérieures et des bornes F8

### 8.7.1 Dimensions extérieures F8

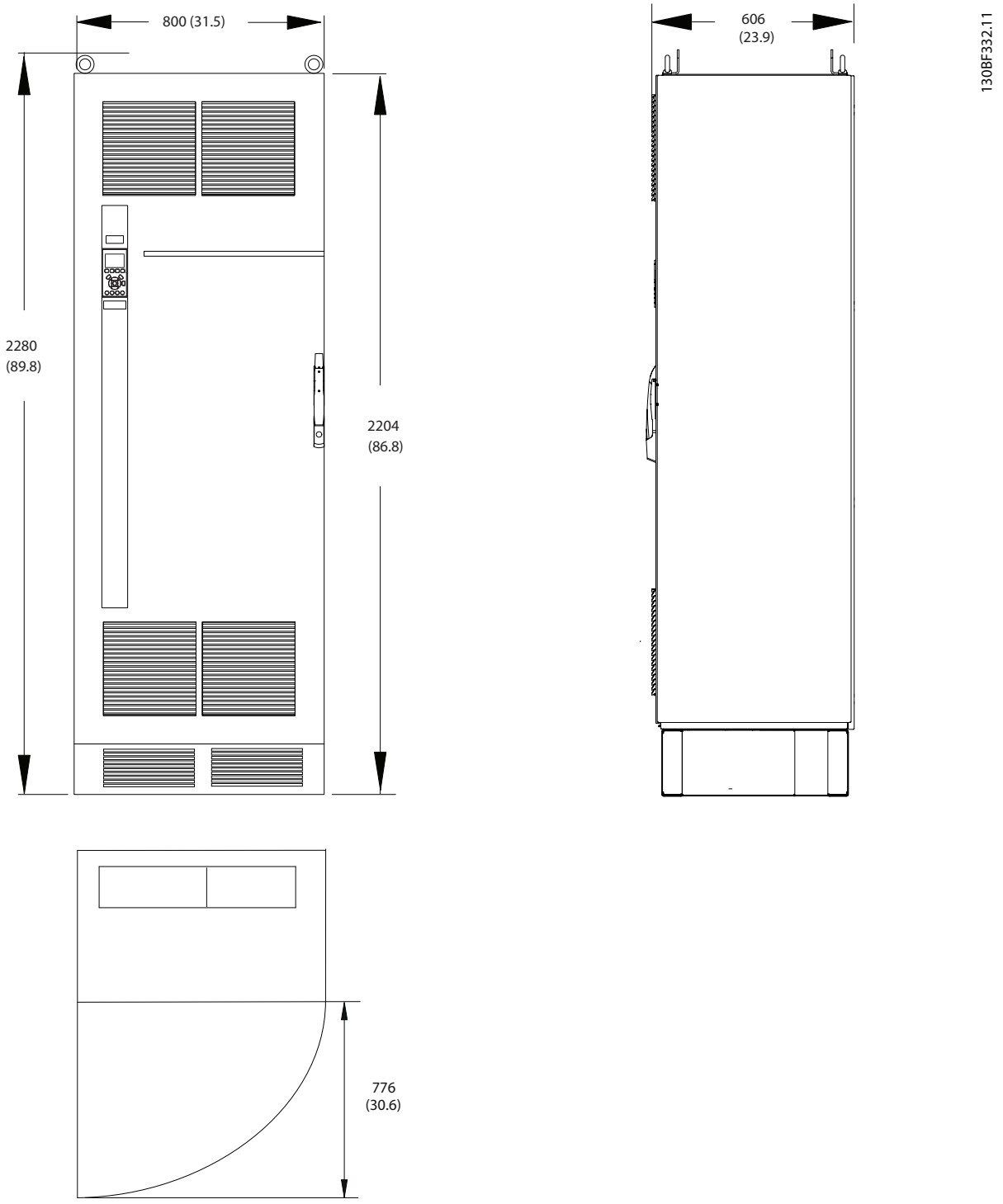
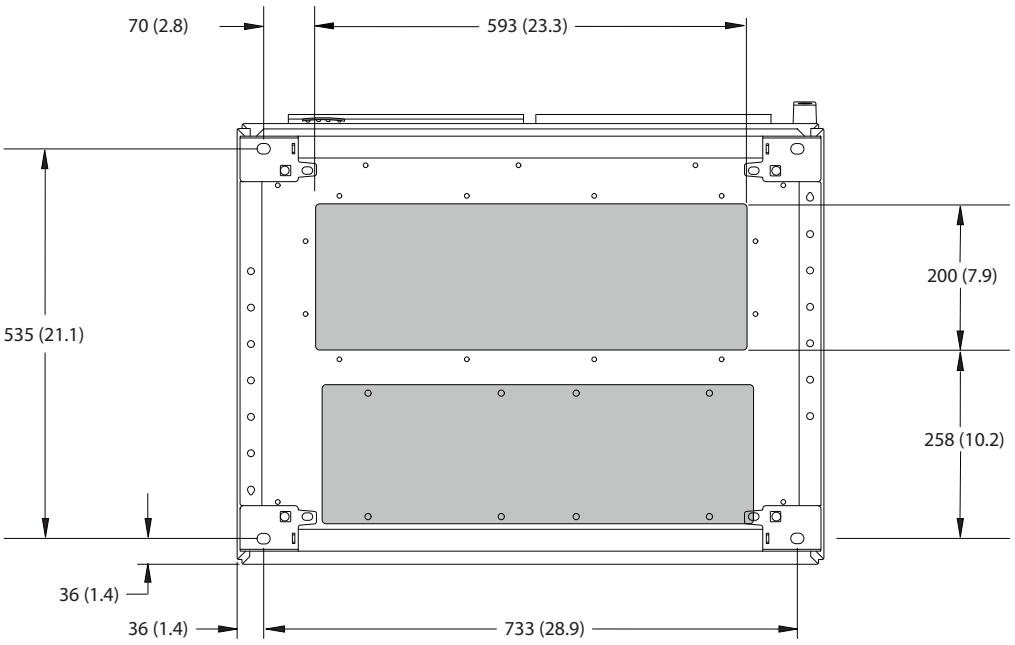



**Illustration 8.56 Dimensions de la face avant, de la face latérale et du dégagement de la porte pour les boîtiers F8**




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.



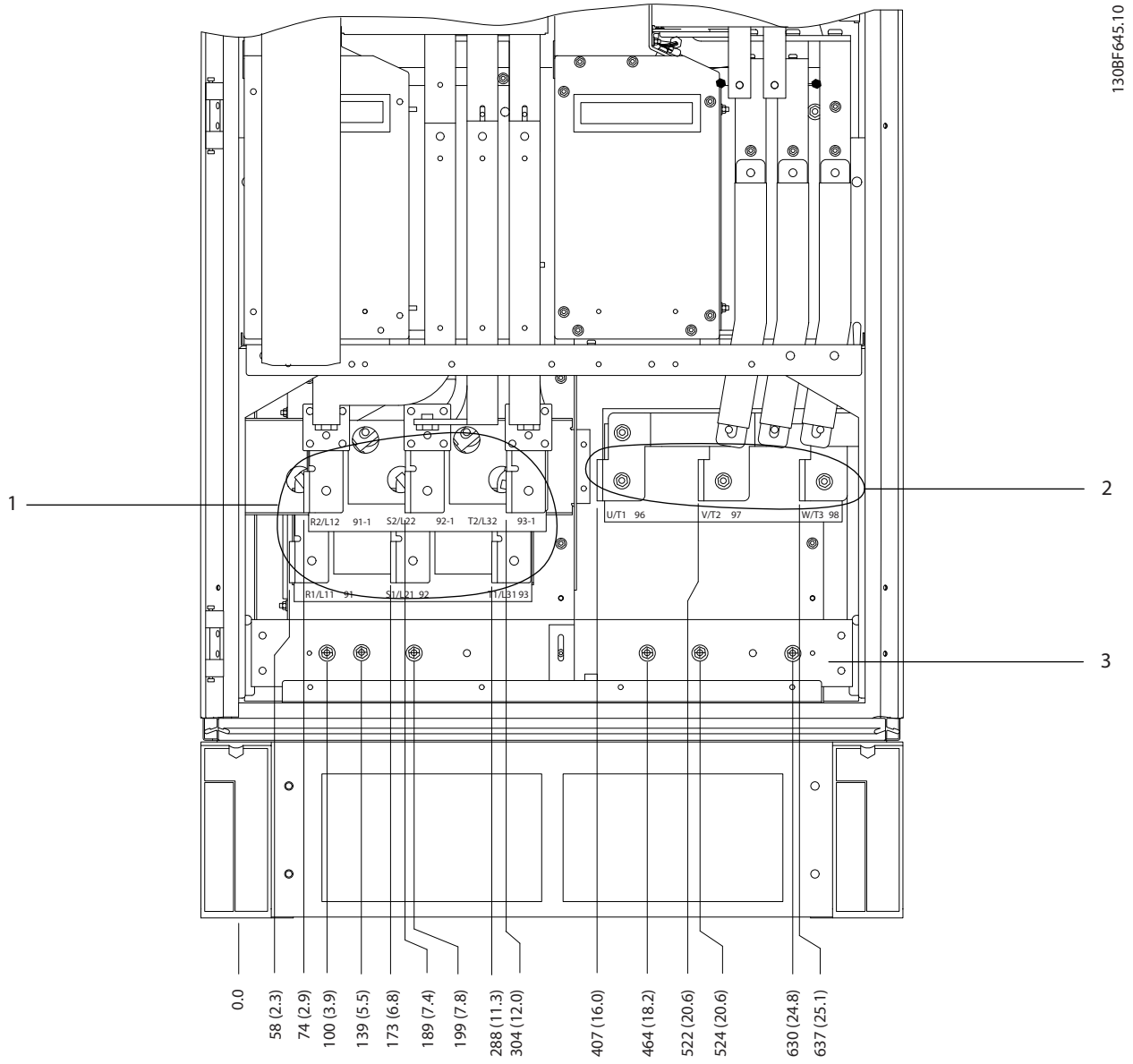

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Côté secteur | 2 | Côté moteur |

**Illustration 8.57 Dimensions de la plaque presse-étoupe pour les boîtiers F8**

8

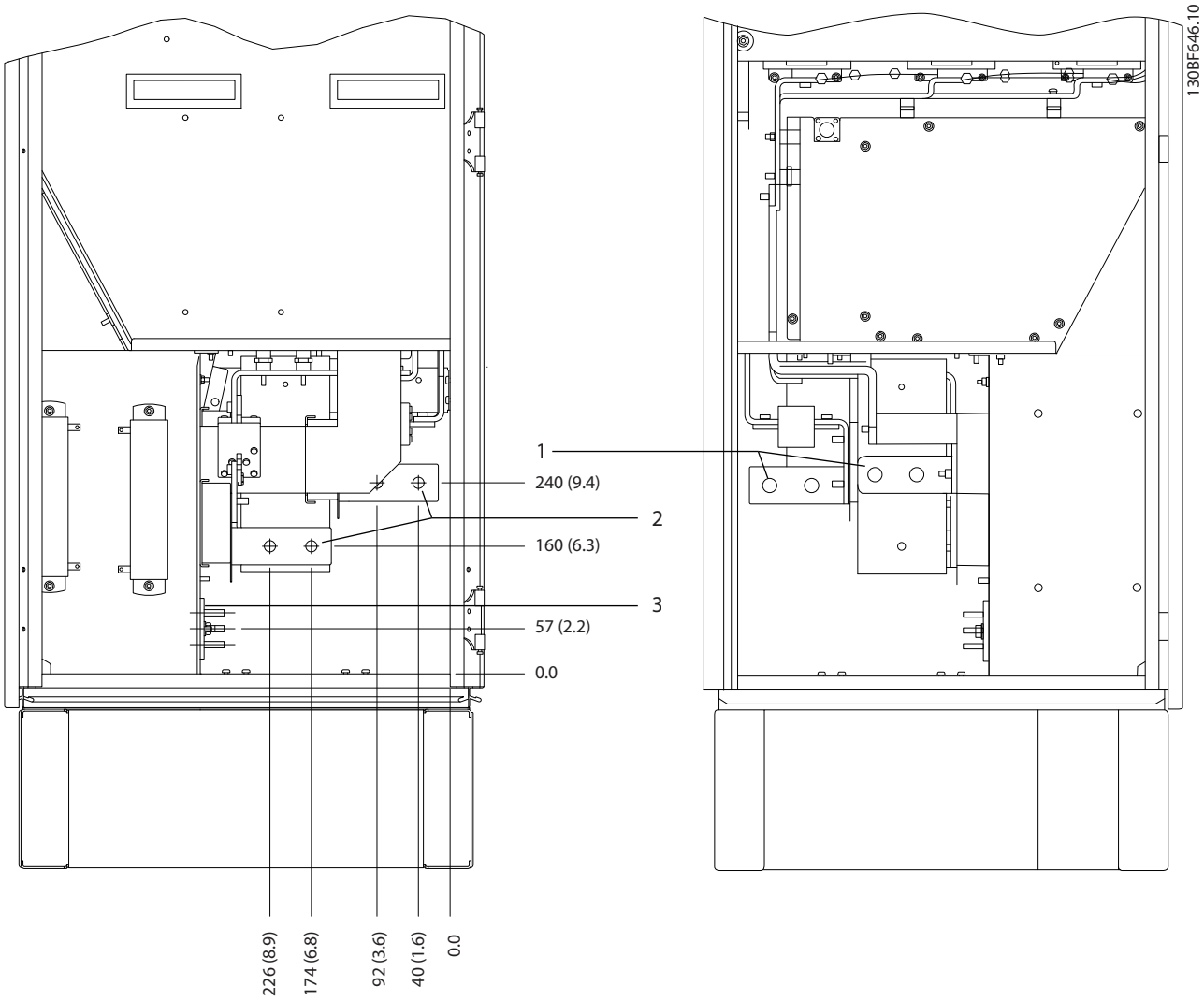
## 8.7.2 Dimensions des bornes F8

Les câbles de puissance sont lourds et difficiles à plier. Pour installer les câbles avec aisance, réfléchir au positionnement optimal du variateur. Chaque borne permet d'utiliser jusqu'à quatre câbles avec des serre-câbles ou une borne tubulaire standard. La terre est connectée à un point de terminaison adapté du variateur.




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 3 | Barre de mise à la terre |
| 2 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.58 Dimensions de la borne de l'armoire du redresseur/de l'onduleur F8-F9, vue de face**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 3 | Barre de mise à la terre |
| 2 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.59 Dimensions de la borne de l'armoire du redresseur/de l'onduleur F8-F9, vue latérale**

## 8.8 Dimensions extérieures et des bornes F9

### 8.8.1 Dimensions extérieures F9

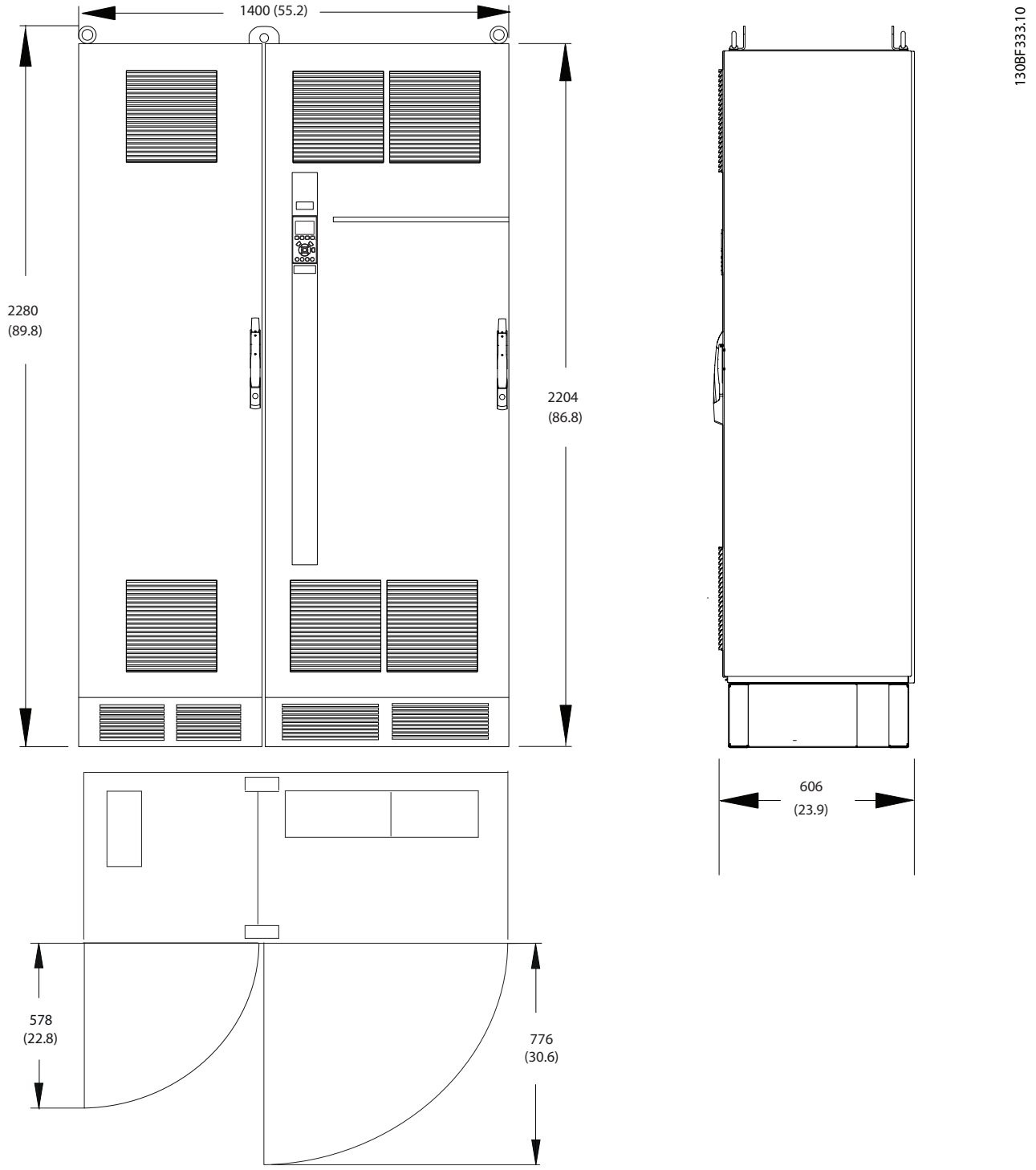
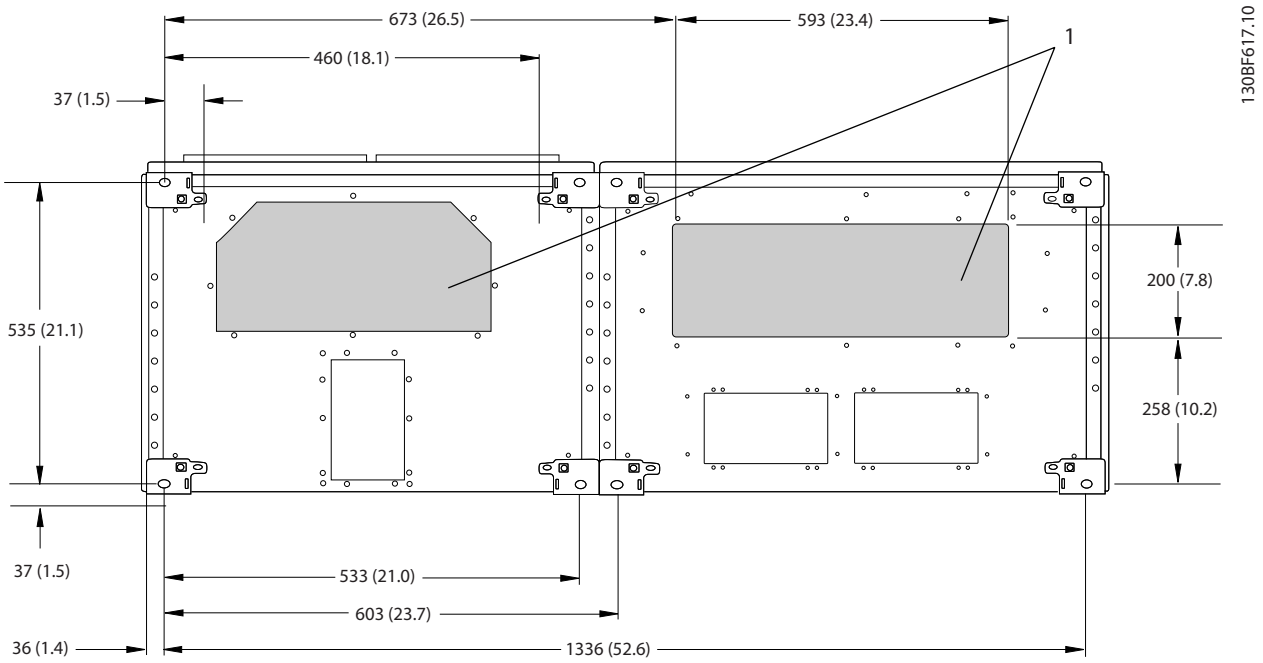



**Illustration 8.60 Dimensions de la face avant, de la face latérale et du dégagement de la porte pour les boîtiers F9**




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.



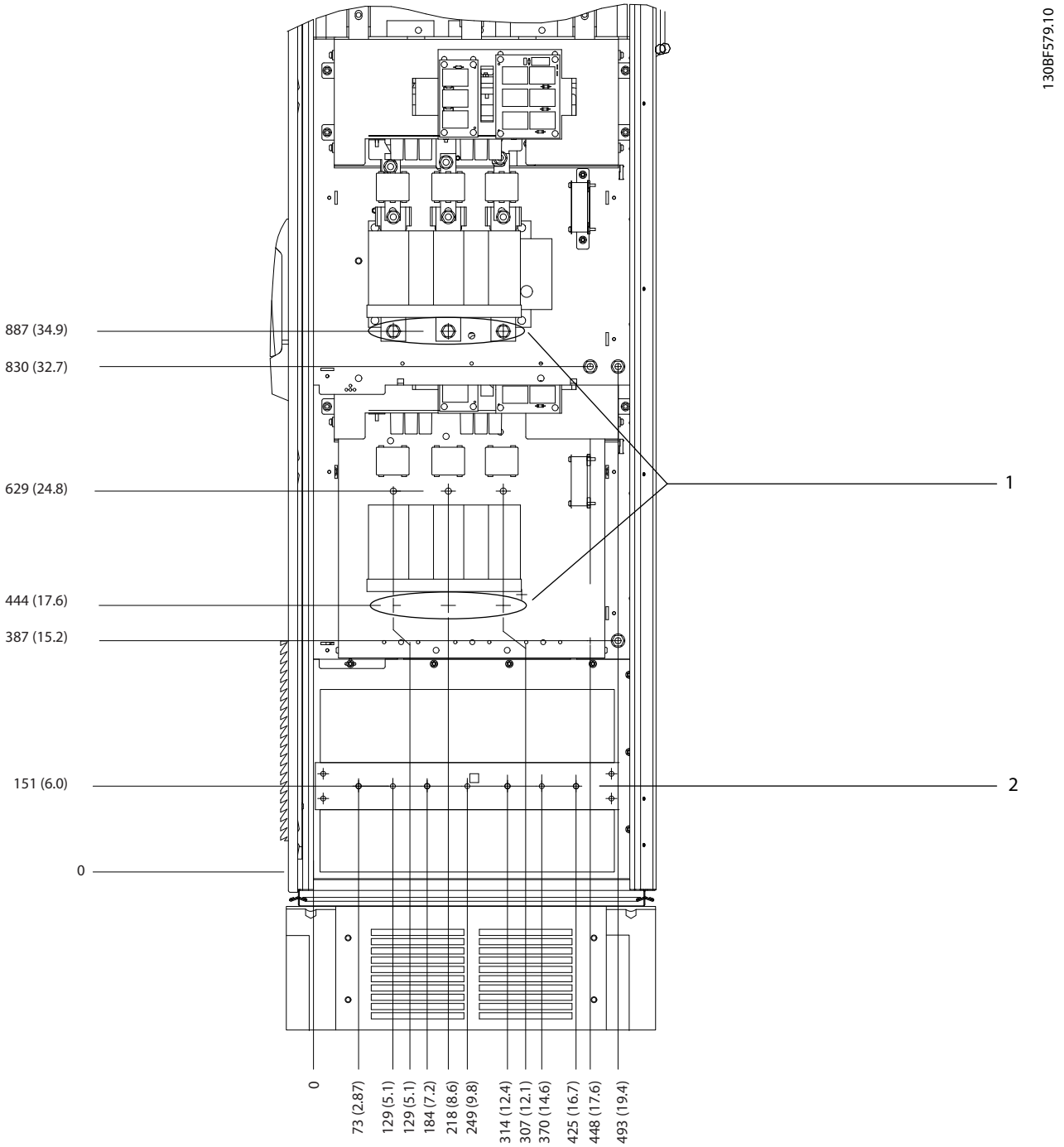

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Côté secteur | 2 | Côté moteur |

**Illustration 8.61 Dimensions de la plaque presse-étoupe pour les boîtiers F9**

8

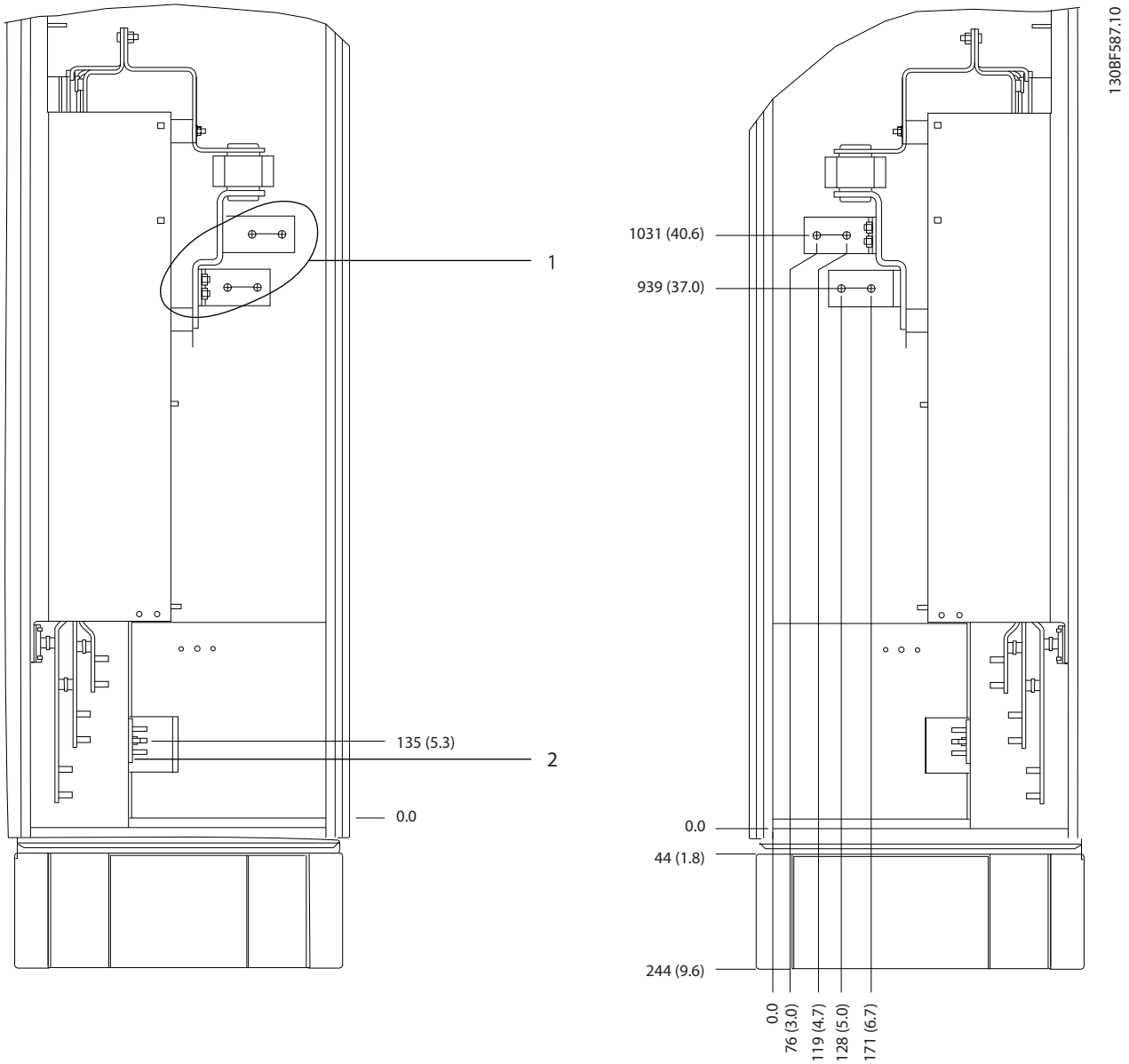
## 8.8.2 Dimensions des bornes F9

Les câbles de puissance sont lourds et difficiles à plier. Pour installer les câbles avec aisance, réfléchir au positionnement optimal du variateur. Chaque borne permet d'utiliser jusqu'à quatre câbles avec des serre-câbles ou une borne tubulaire standard. La terre est connectée à un point de terminaison adapté du variateur.



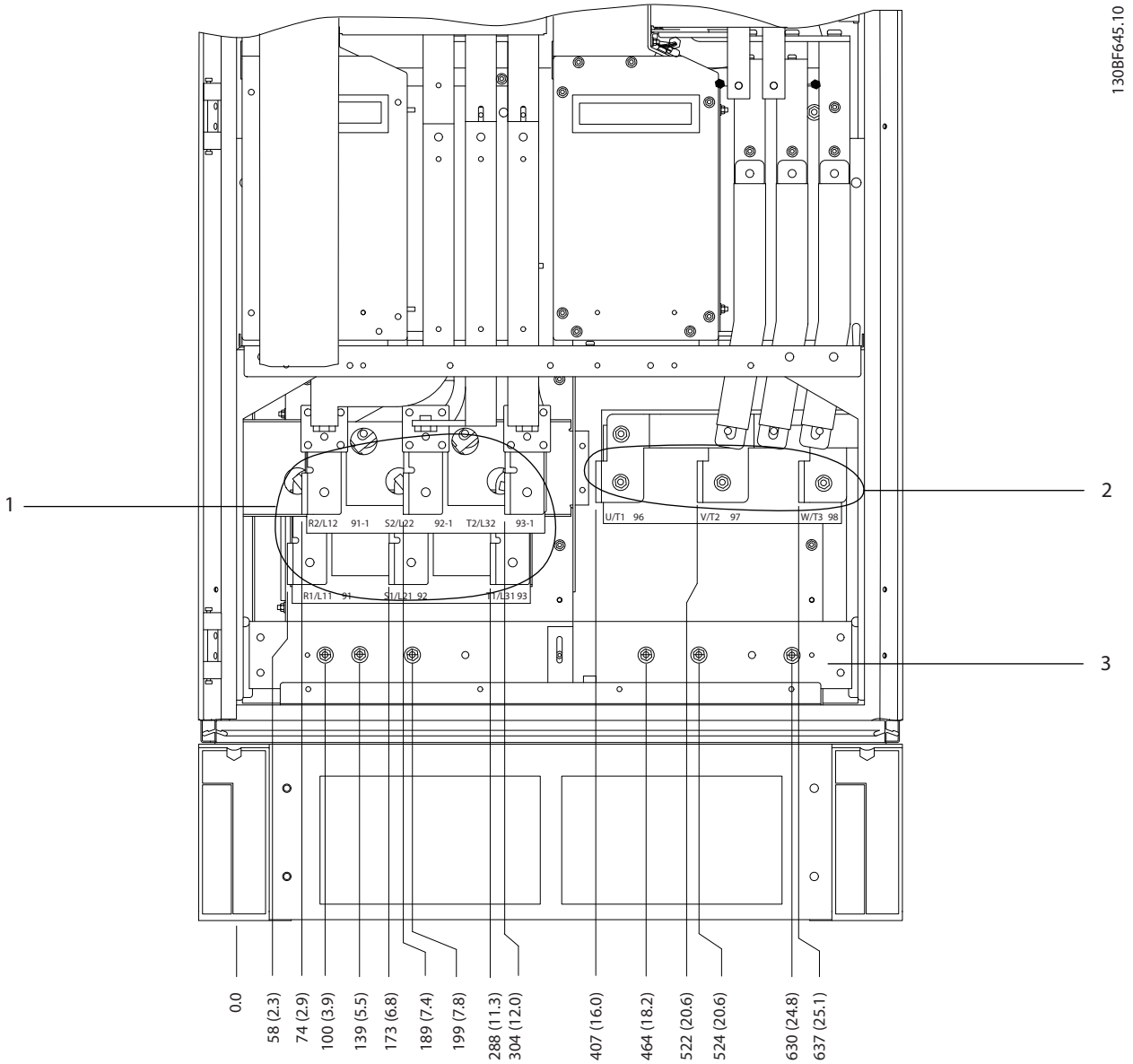

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.62 Dimensions de la borne de l'armoire d'options F9, vue de face**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.63 Dimensions de la borne de l'armoire d'options F9, vue latérale**

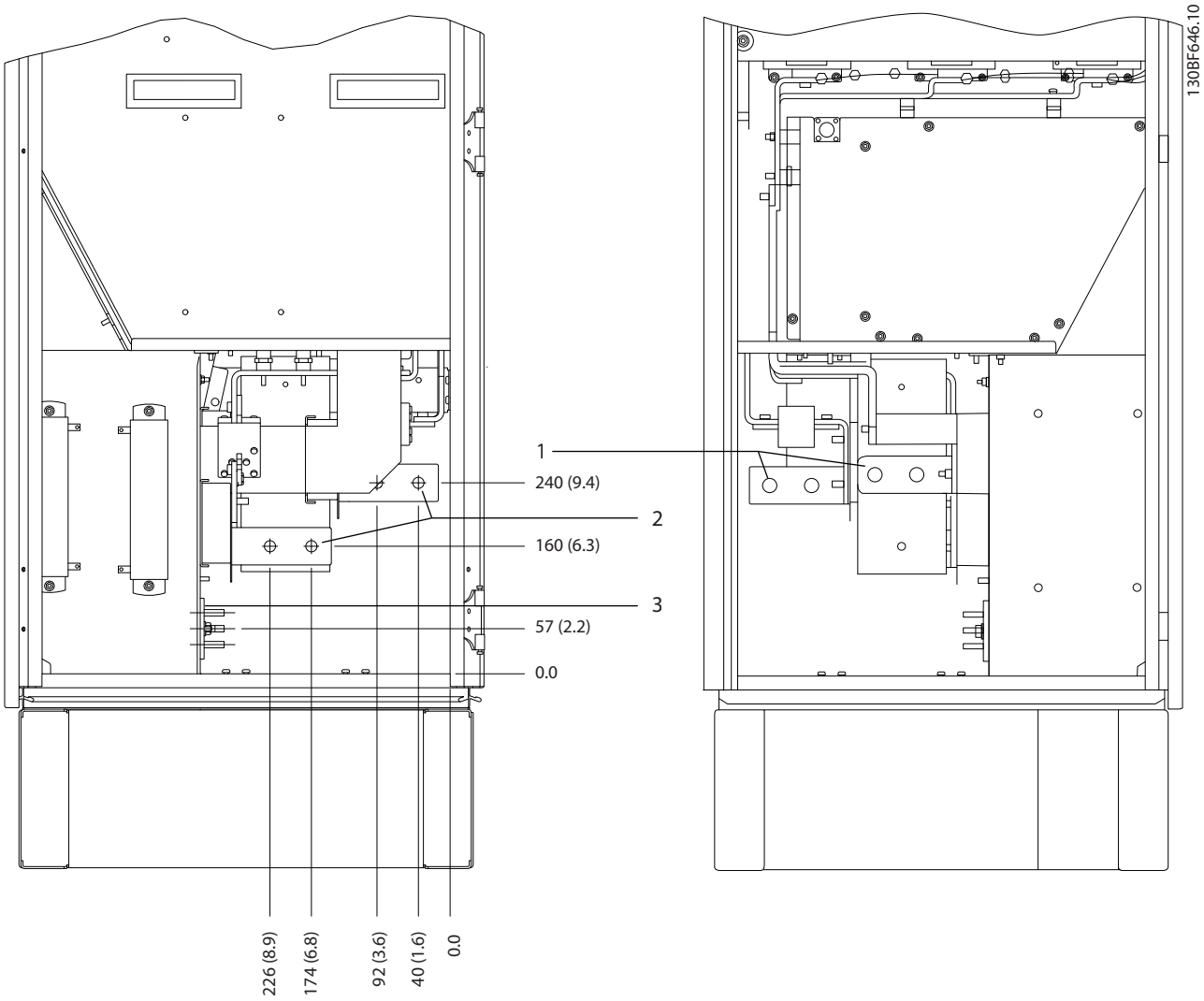



| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 3 | Barre de mise à la terre |
| 2 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.64 Dimensions de la borne de l'armoire du redresseur/de l'onduleur F8-F9, vue de face**




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 3 | Barre de mise à la terre |
| 2 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.65 Dimensions de la borne de l'armoire du redresseur/de l'onduleur F8-F9, vue latérale**

## 8.9 Dimensions extérieures et des bornes F10

### 8.9.1 Dimensions extérieures F10

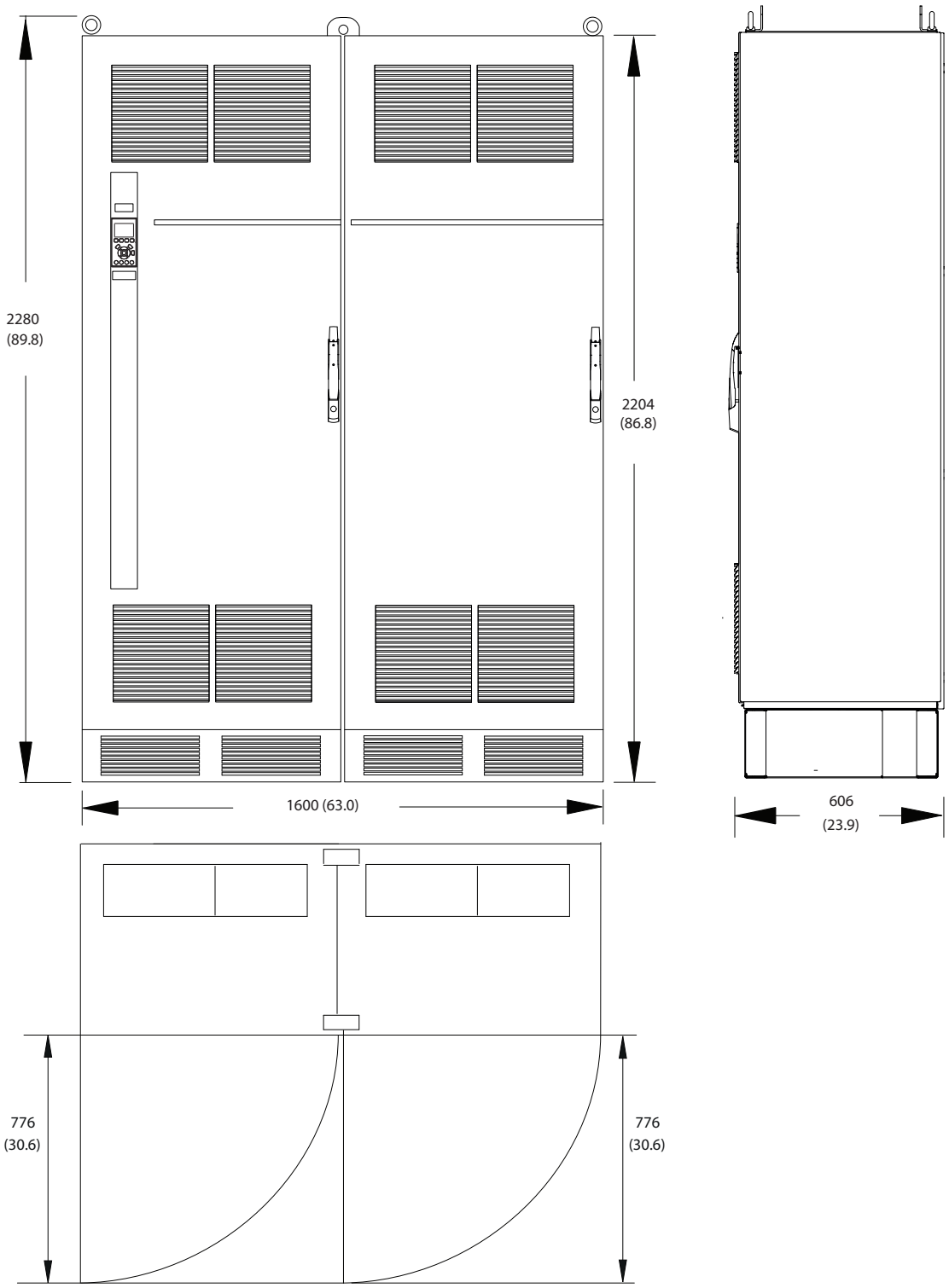
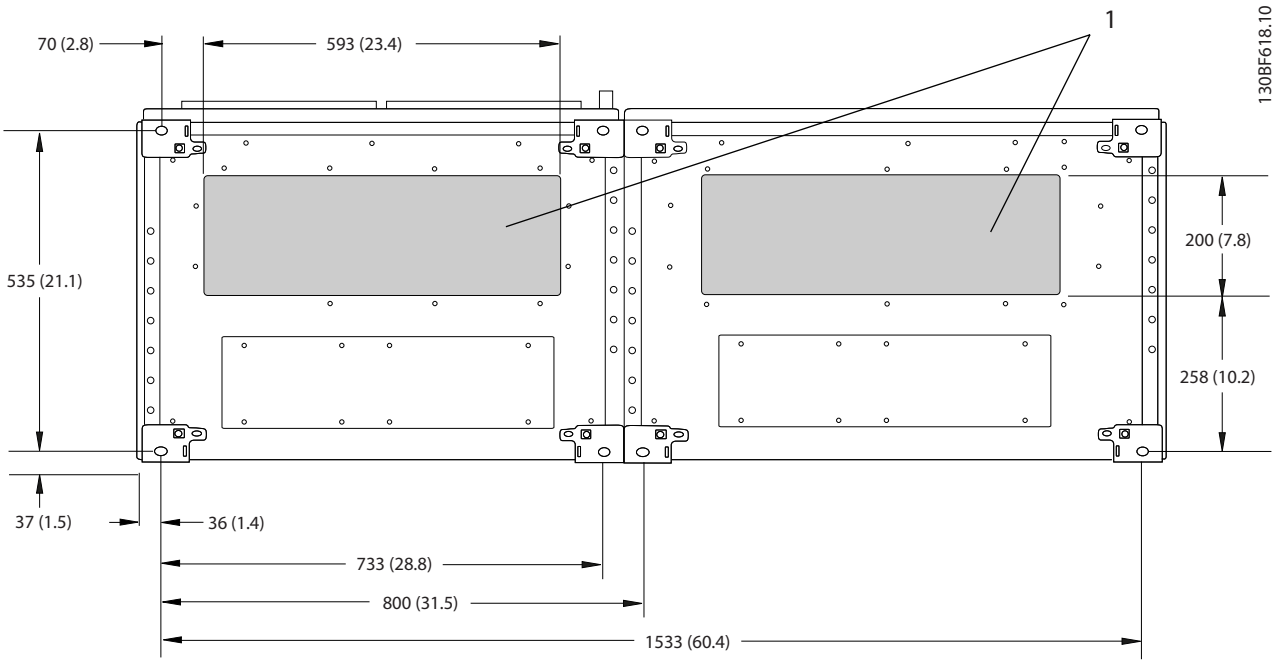



**Illustration 8.66 Dimensions de la face avant, de la face latérale et du dégagement de la porte pour les boîtiers F10**




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Côté secteur | 2 | Côté moteur |

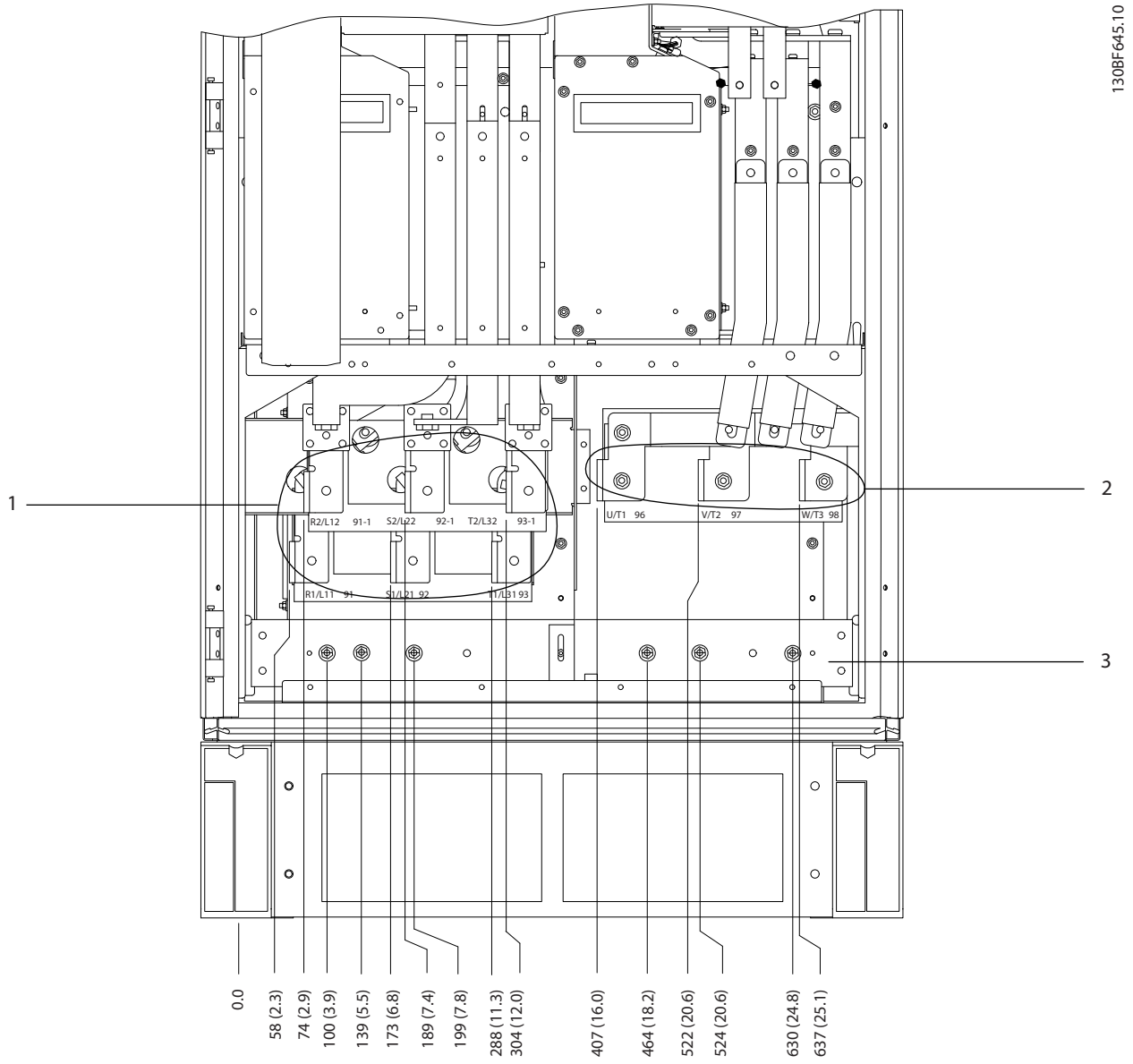
**Illustration 8.67 Dimensions de la plaque presse-étoupe pour les boîtiers F10**




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

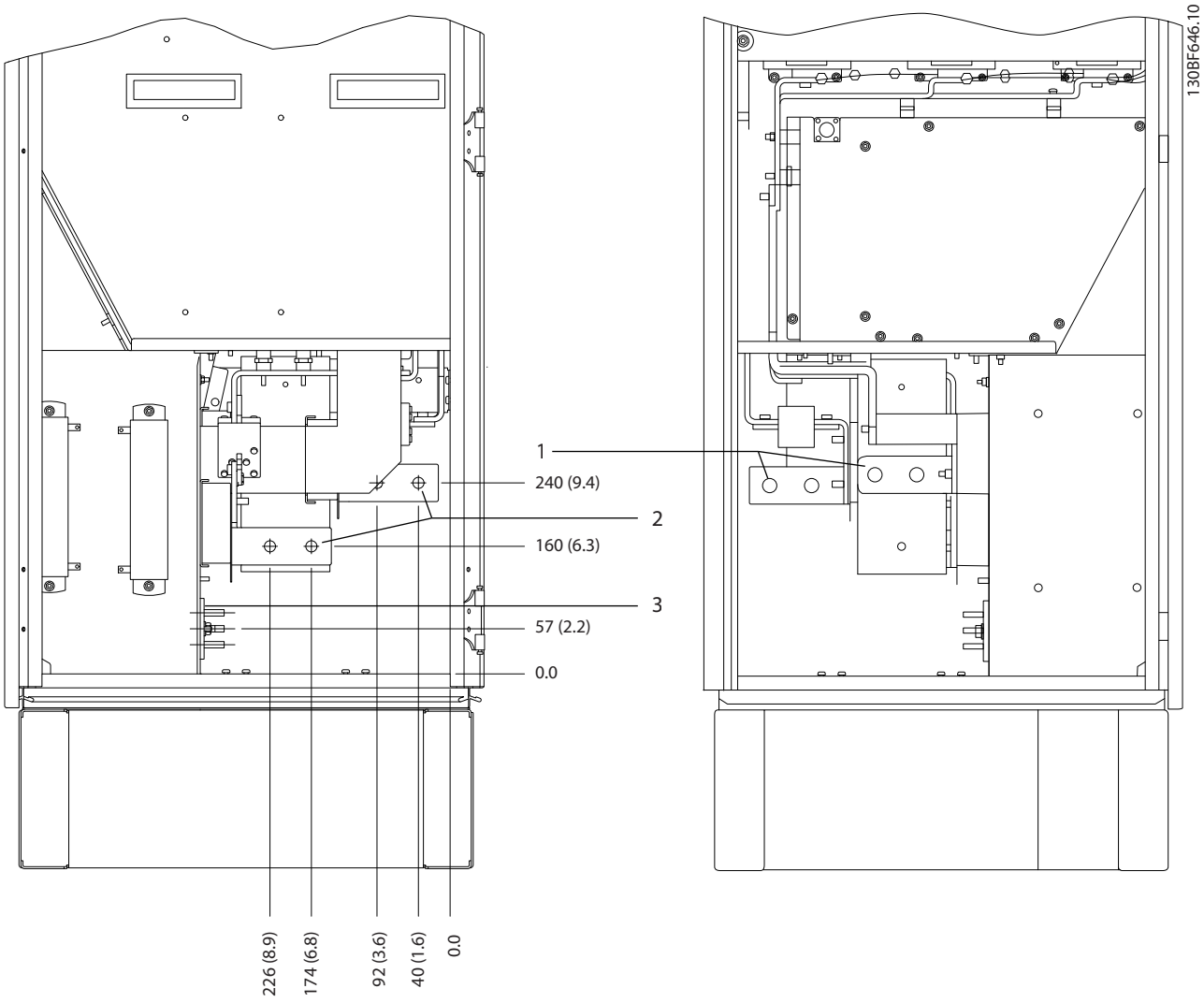
## 8.9.2 Dimensions des bornes F10

Les câbles de puissance sont lourds et difficiles à plier. Pour installer les câbles avec aisance, réfléchir au positionnement optimal du variateur. Chaque borne permet d'utiliser jusqu'à quatre câbles avec des serre-câbles ou une borne tubulaire standard. La terre est connectée à un point de terminaison adapté du variateur.



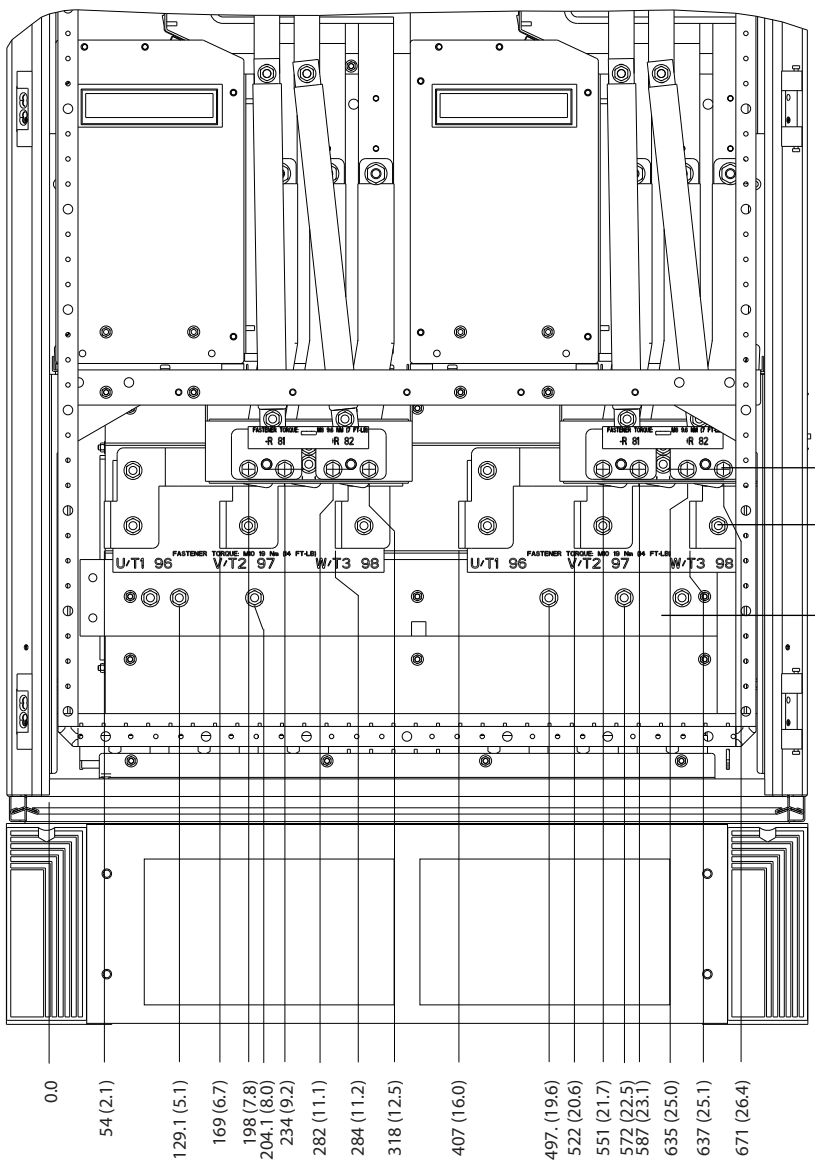

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.68 Dimensions de la borne de l'armoire du redresseur F10-F13, vue de face**



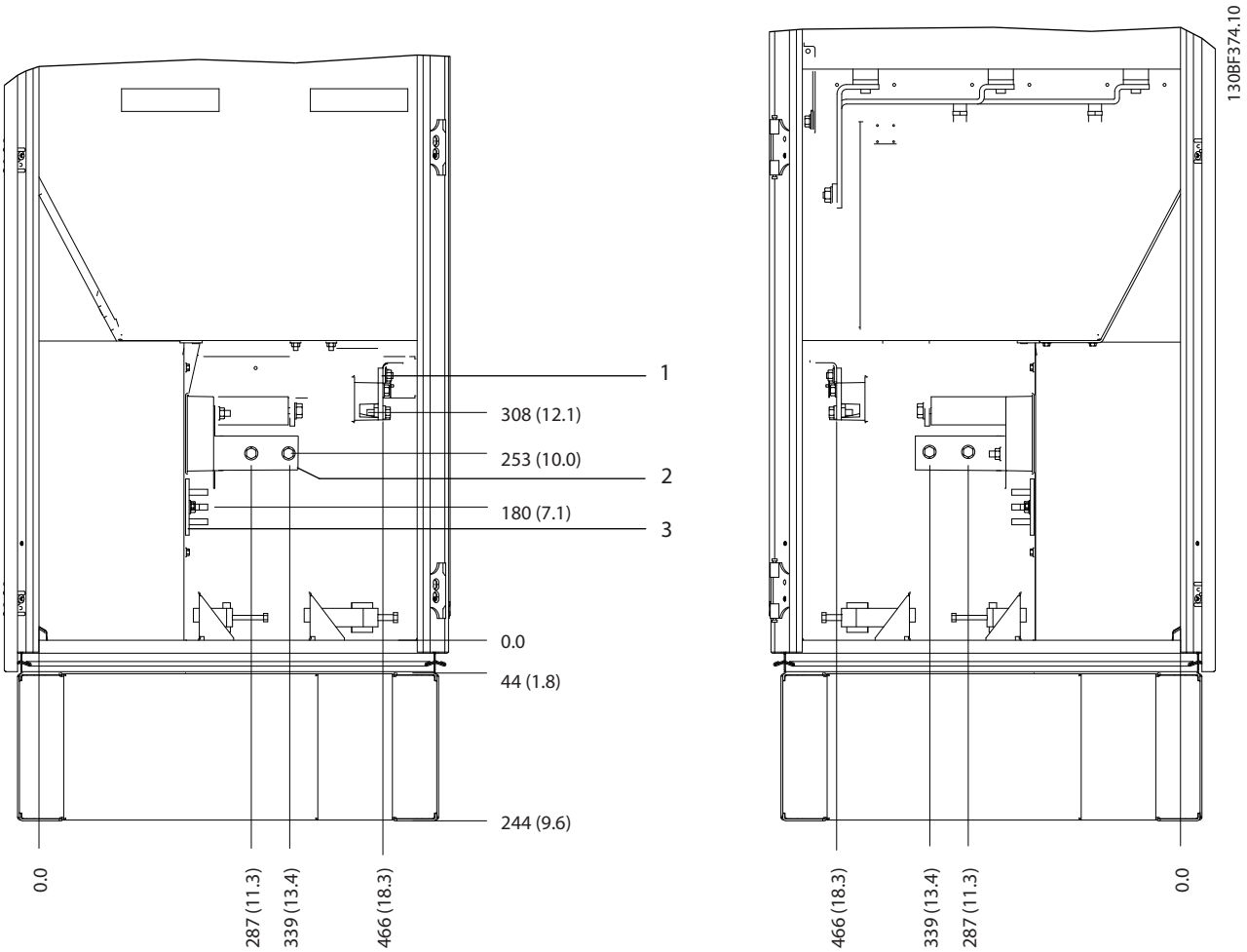

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.69 Dimensions de la borne de l'armoire du redresseur F10-F13, vue latérale**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes de freinage | 3 | Barre de mise à la terre |
| 2 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.70 Dimensions de la borne de l'armoire de l'onduleur F10-F11, vue de face**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes de freinage | 3 | Barre de mise à la terre |
| 2 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.71 Dimensions de la borne de l'armoire de l'onduleur F10-F11, vue latérale**

## 8.10 Dimensions extérieures et des bornes F11

### 8.10.1 Dimensions extérieures F11

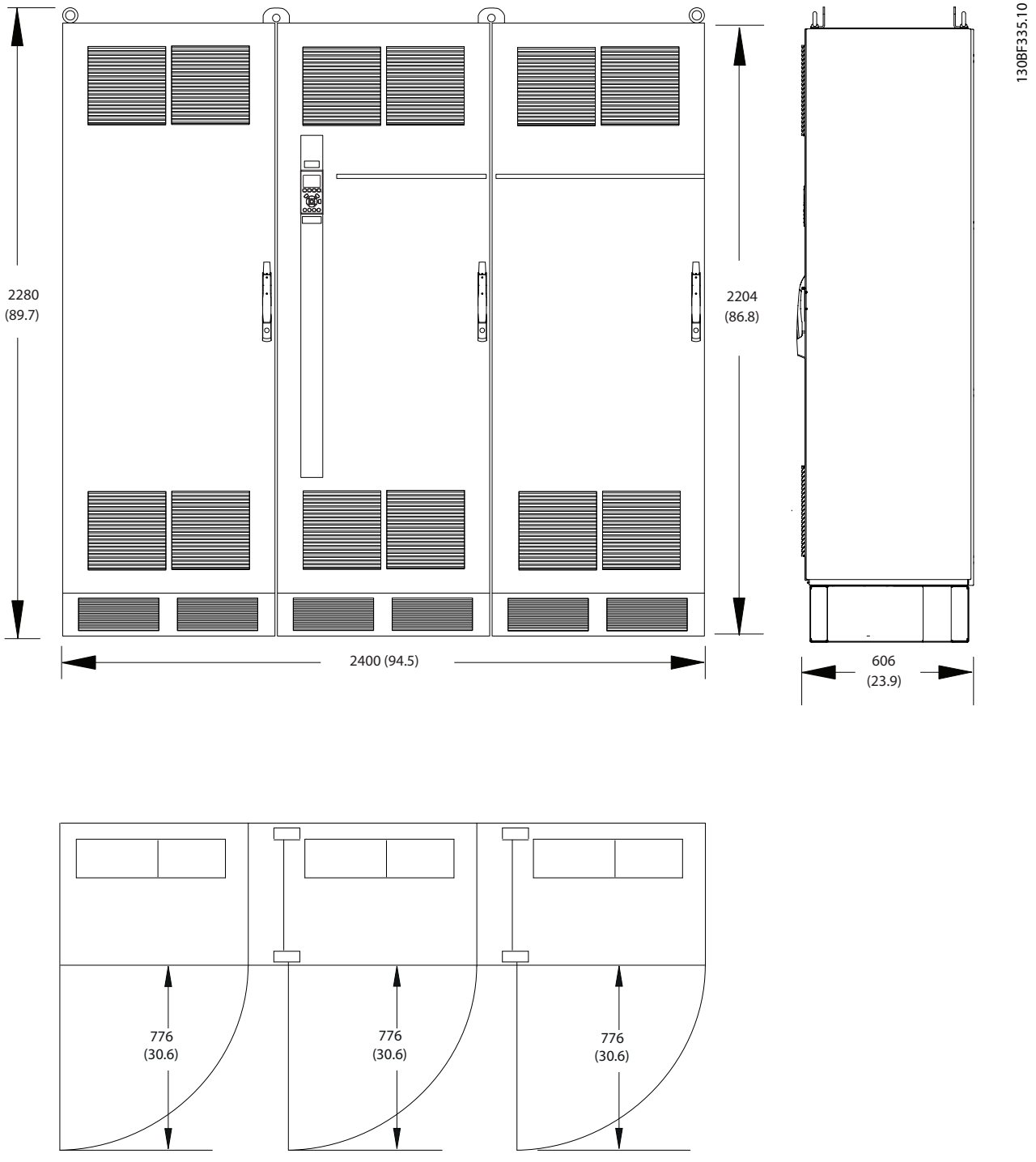
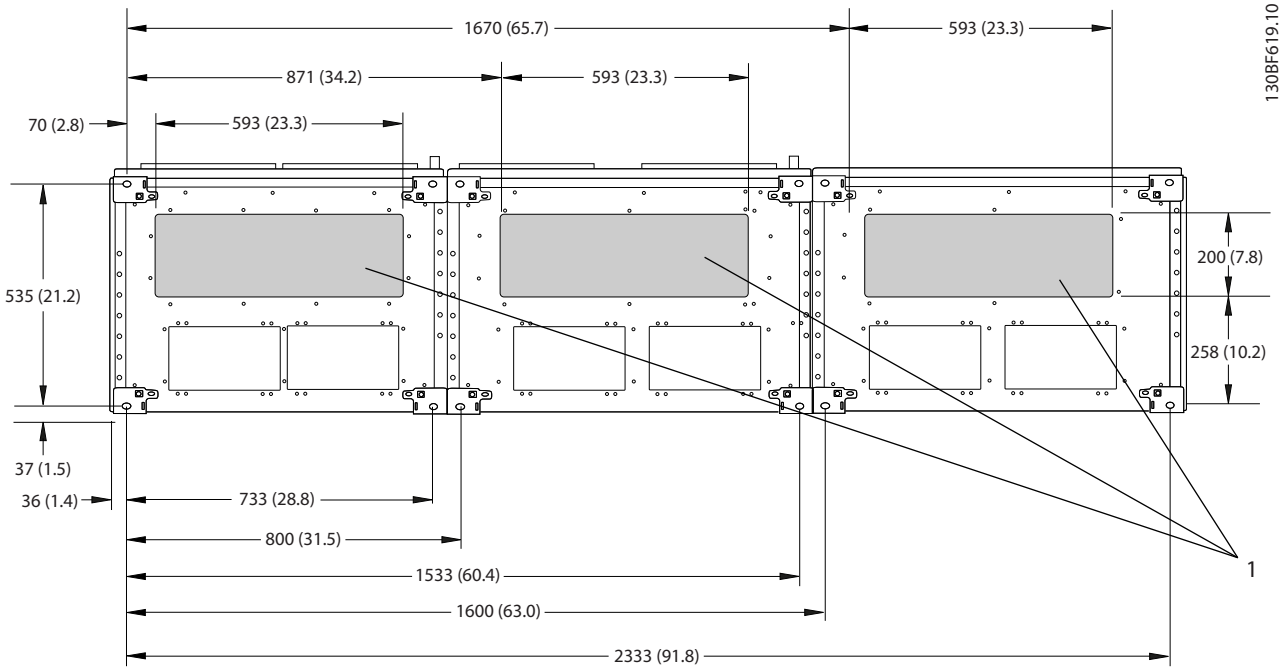



**Illustration 8.72 Dimensions de la face avant, de la face latérale et du dégagement de la porte pour les boîtiers F11**

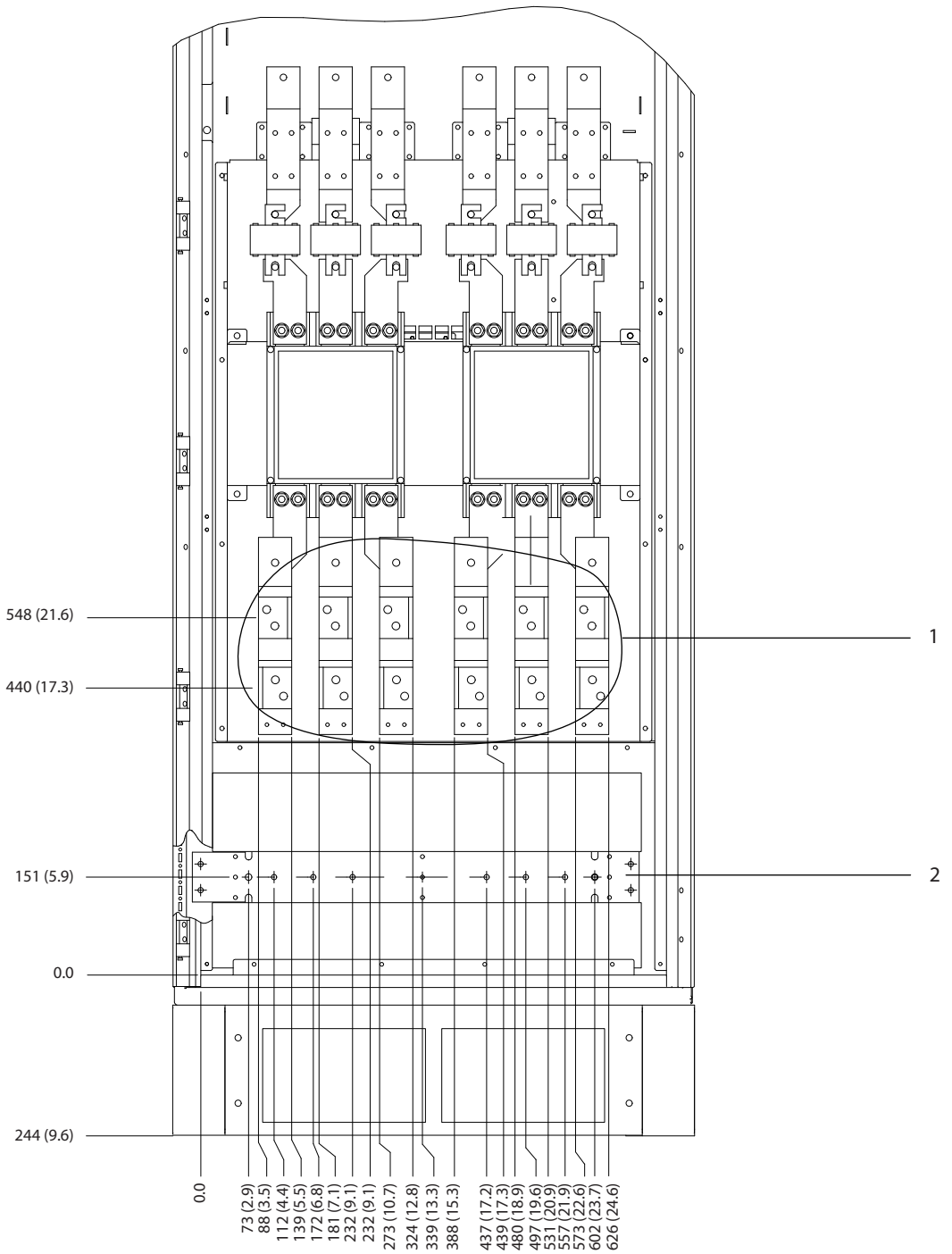



| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Côté secteur | 2 | Côté moteur |

**Illustration 8.73 Dimensions de la plaque presse-étoupe pour les boîtiers F11**

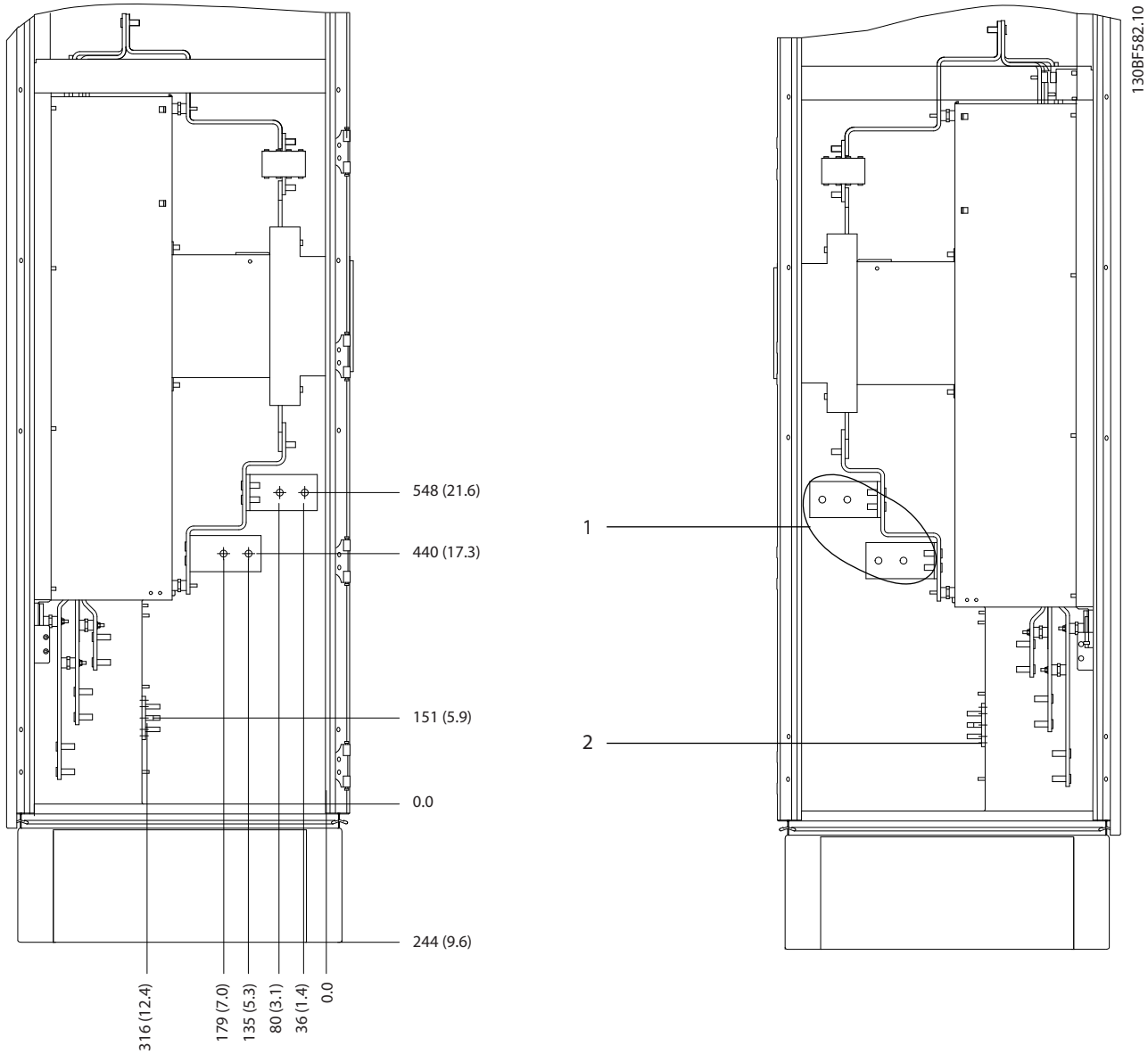
## 8.10.2 Dimensions des bornes F11

Les câbles de puissance sont lourds et difficiles à plier. Pour installer les câbles avec aisance, réfléchir au positionnement optimal du variateur. Chaque borne permet d'utiliser jusqu'à quatre câbles avec des serre-câbles ou une borne tubulaire standard. La terre est connectée à un point de terminaison adapté du variateur.



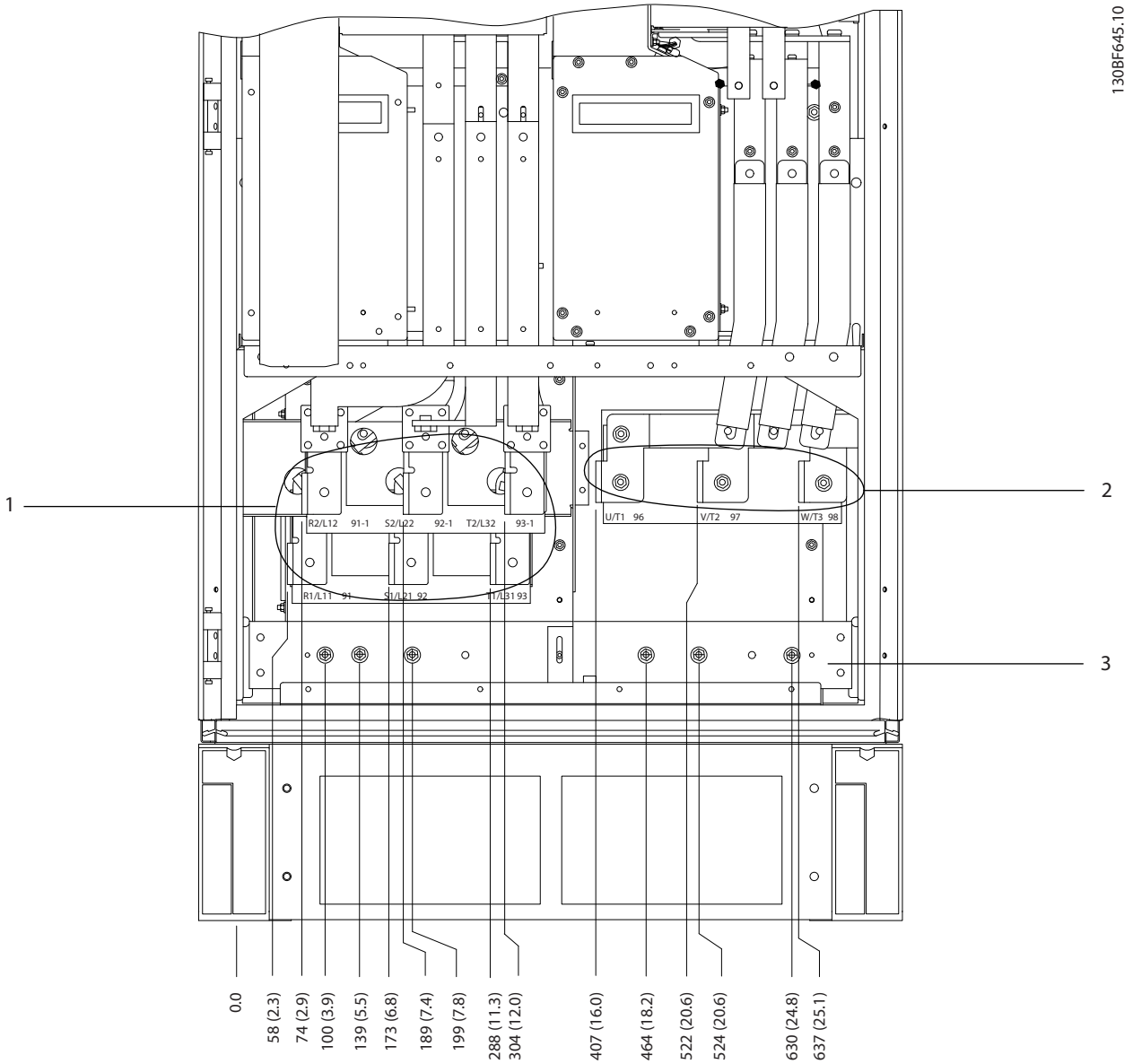

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.74 Dimensions de la borne de l'armoire d'options F11/F13, vue de face**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

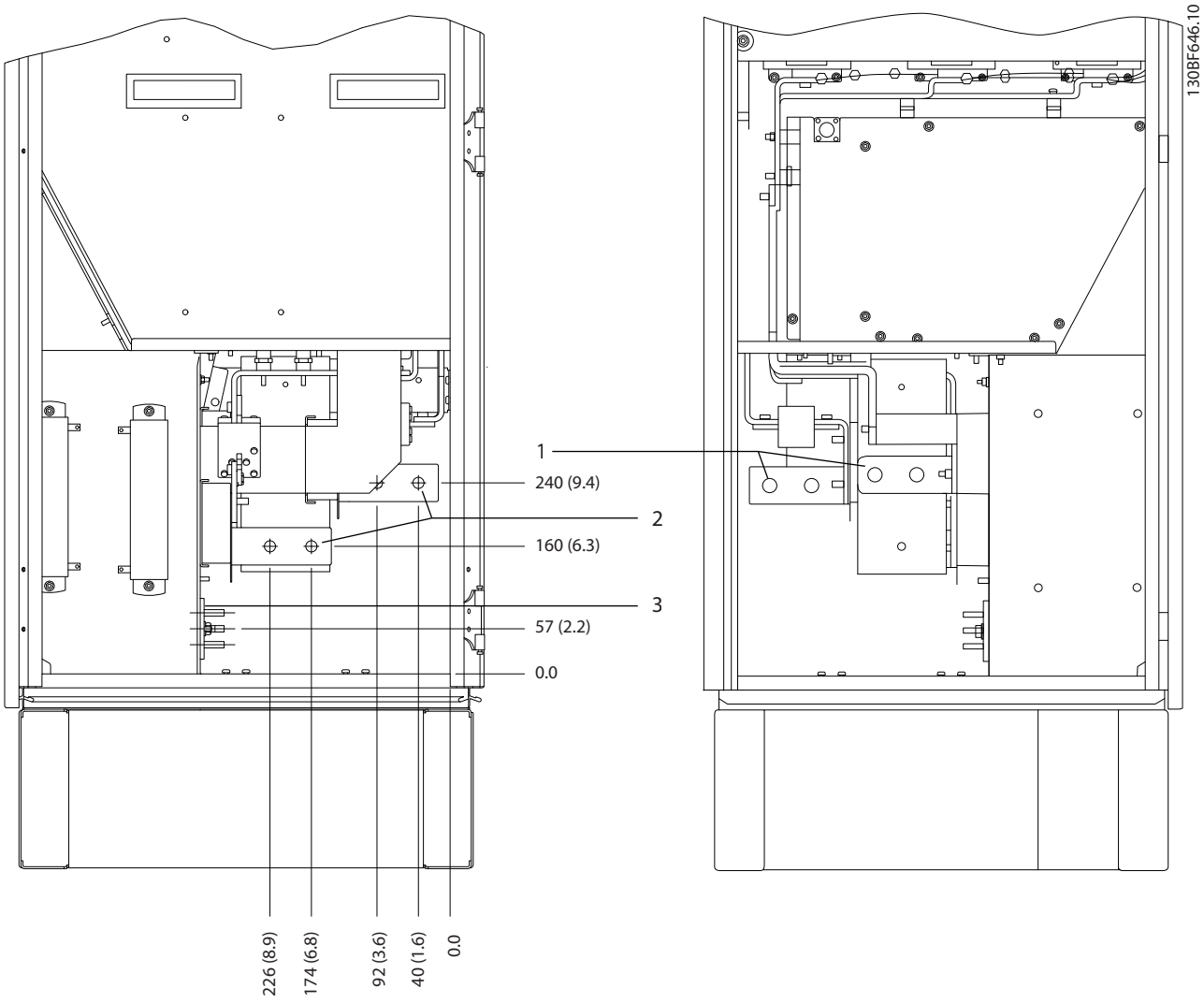
**Illustration 8.75 Dimensions de la borne de l'armoire d'options F11/F13, vue latérale**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

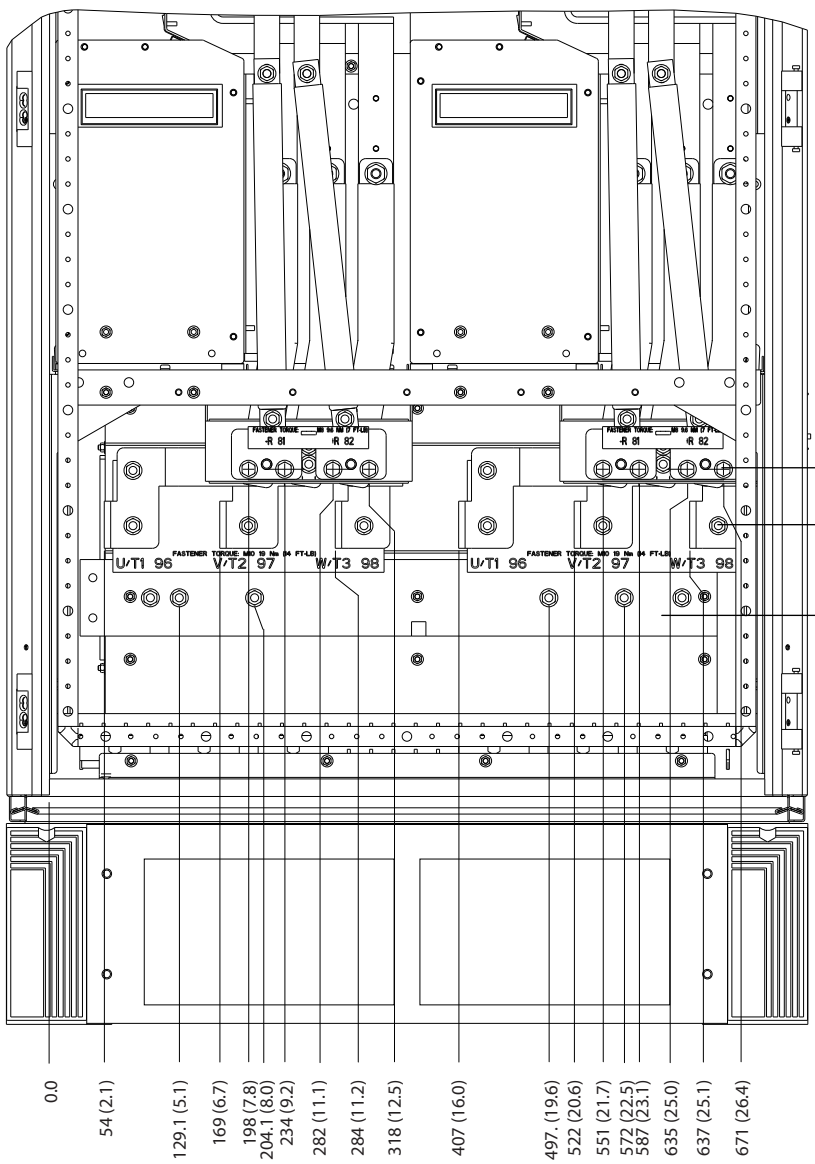
**Illustration 8.76 Dimensions de la borne de l'armoire du redresseur F10-F13, vue de face**

8



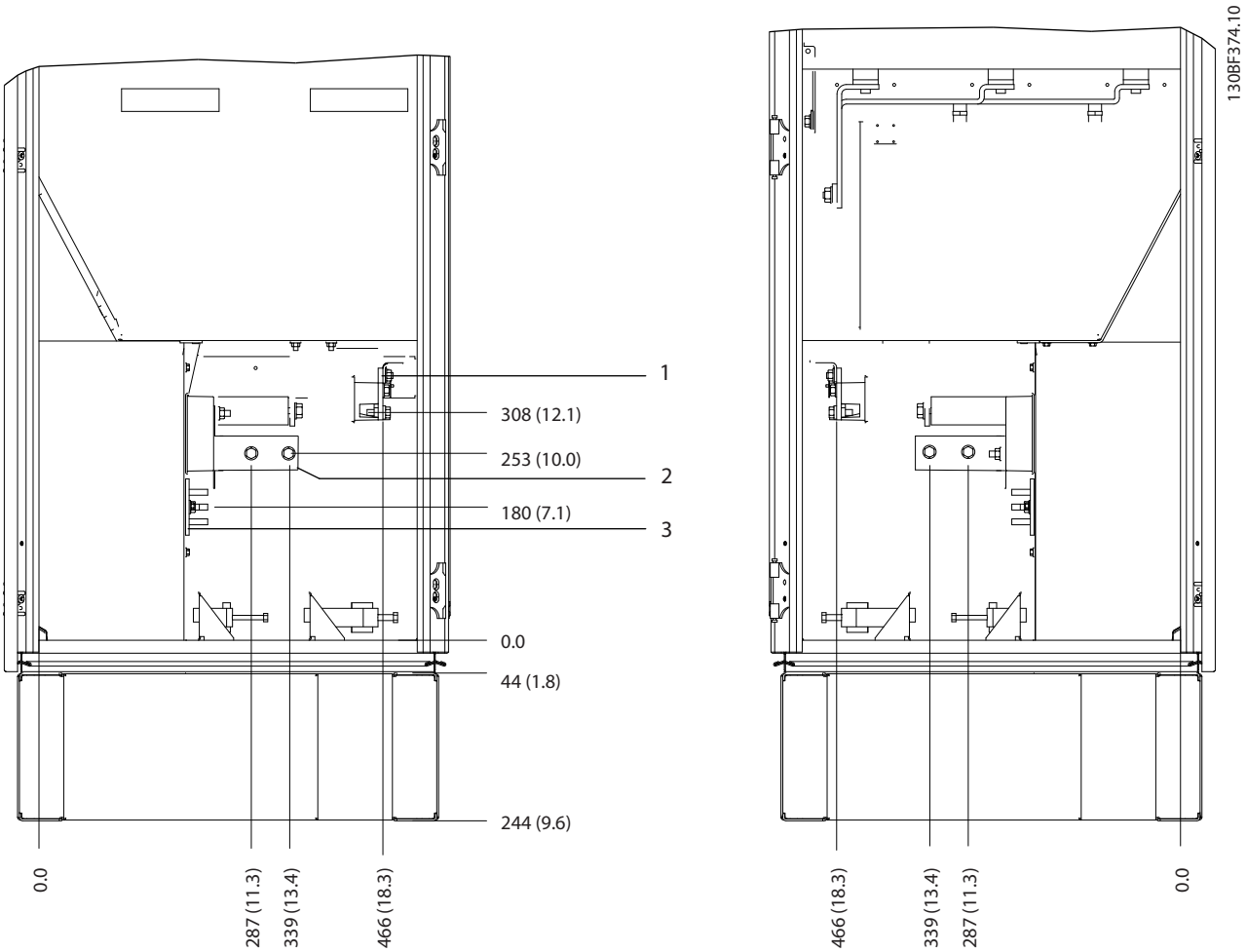

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.77 Dimensions de la borne de l'armoire du redresseur F10-F13, vue latérale**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes de freinage | 3 | Barre de mise à la terre |
| 2 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.78 Dimensions de la borne de l'armoire de l'onduleur F10-F11, vue de face**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes de freinage | 3 | Barre de mise à la terre |
| 2 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.79 Dimensions de la borne de l'armoire de l'onduleur F10-F11, vue latérale**

## 8.11 Dimensions extérieures et des bornes F12

### 8.11.1 Dimensions extérieures F12

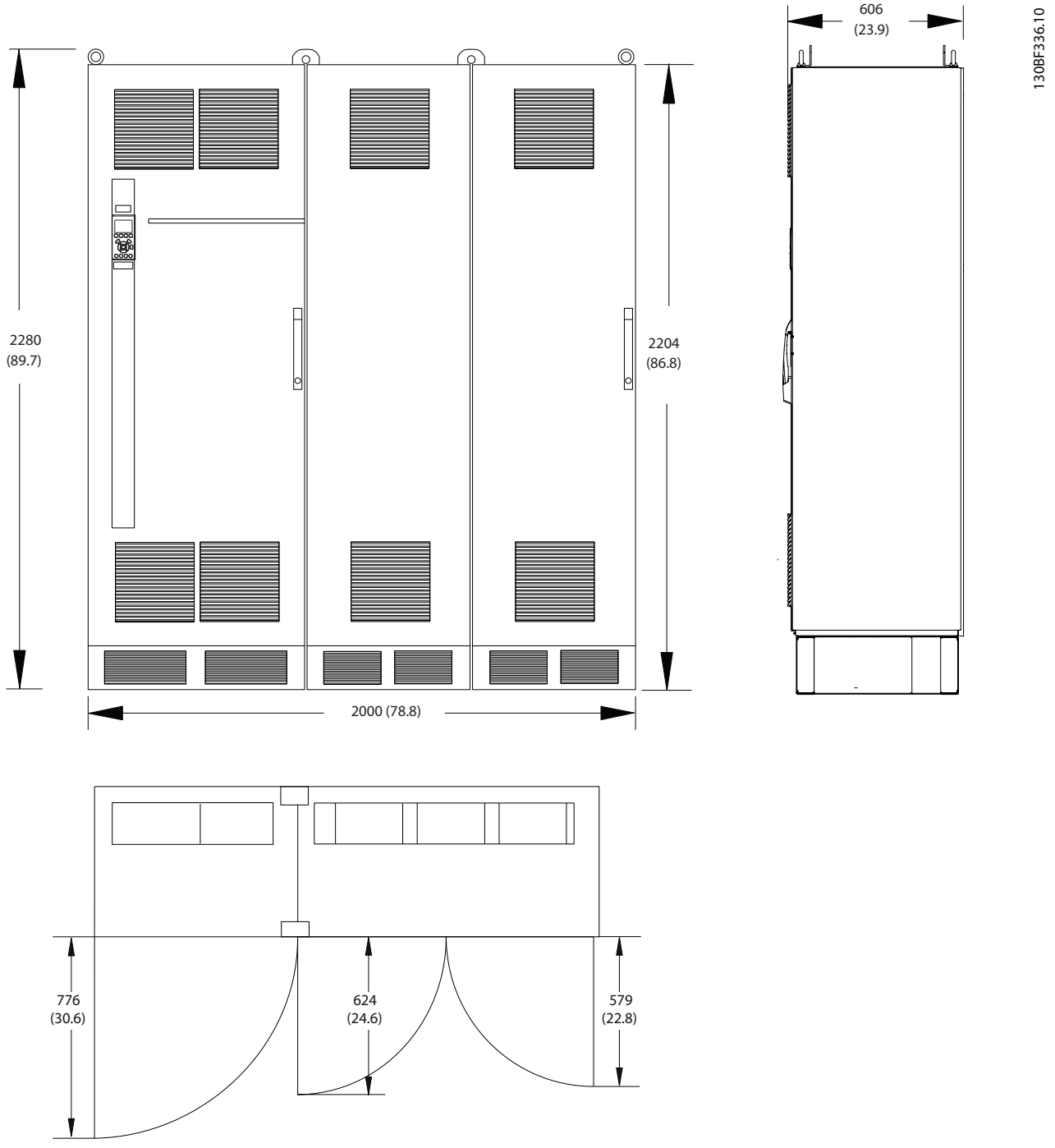
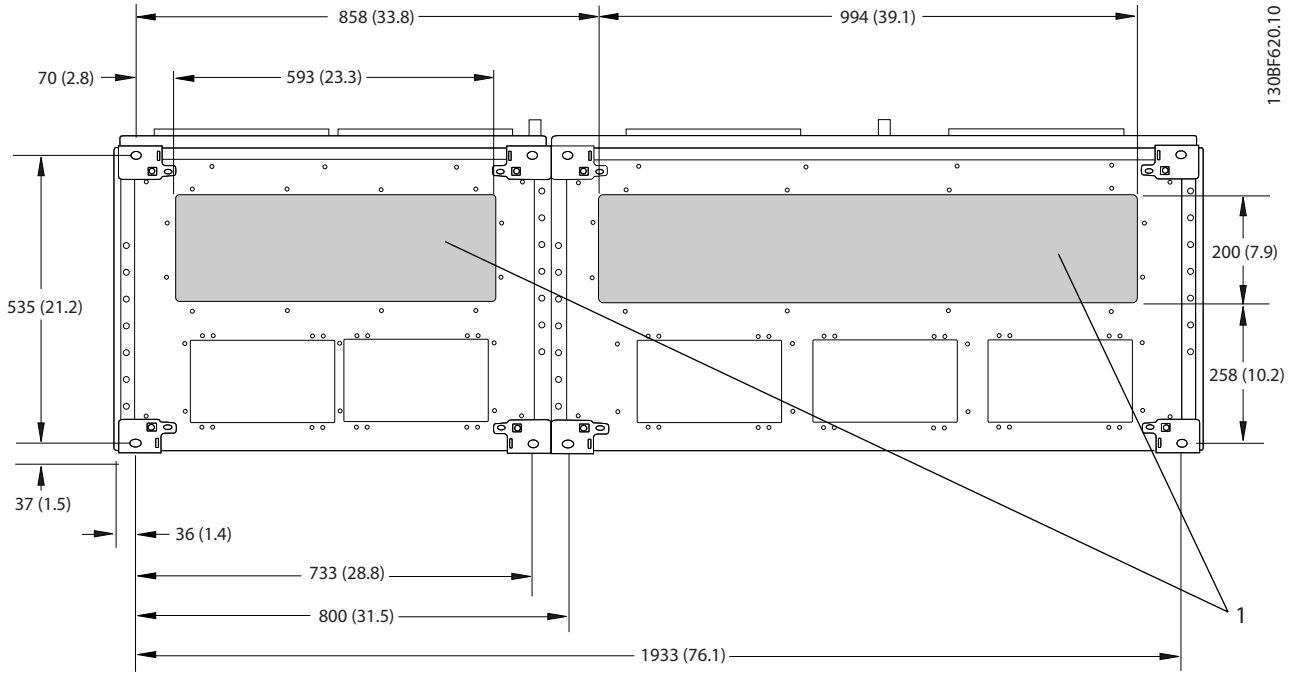



**Illustration 8.80 Dimensions de la face avant, de la face latérale et du dégagement de la porte pour les boîtiers F12**




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

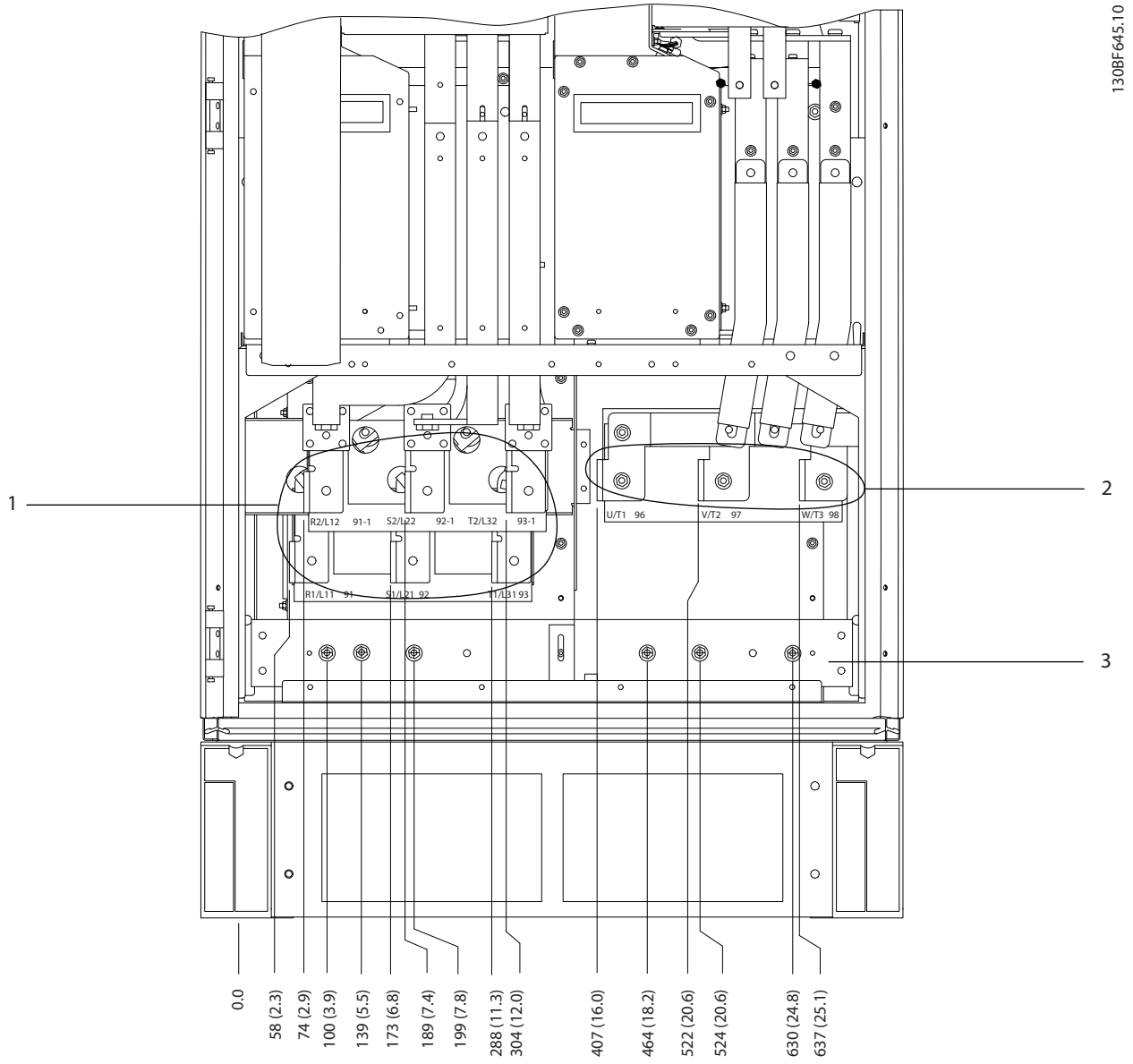



| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Côté secteur | 2 | Côté moteur |

**Illustration 8.81 Dimensions de la plaque presse-étoupe pour les boîtiers F12**

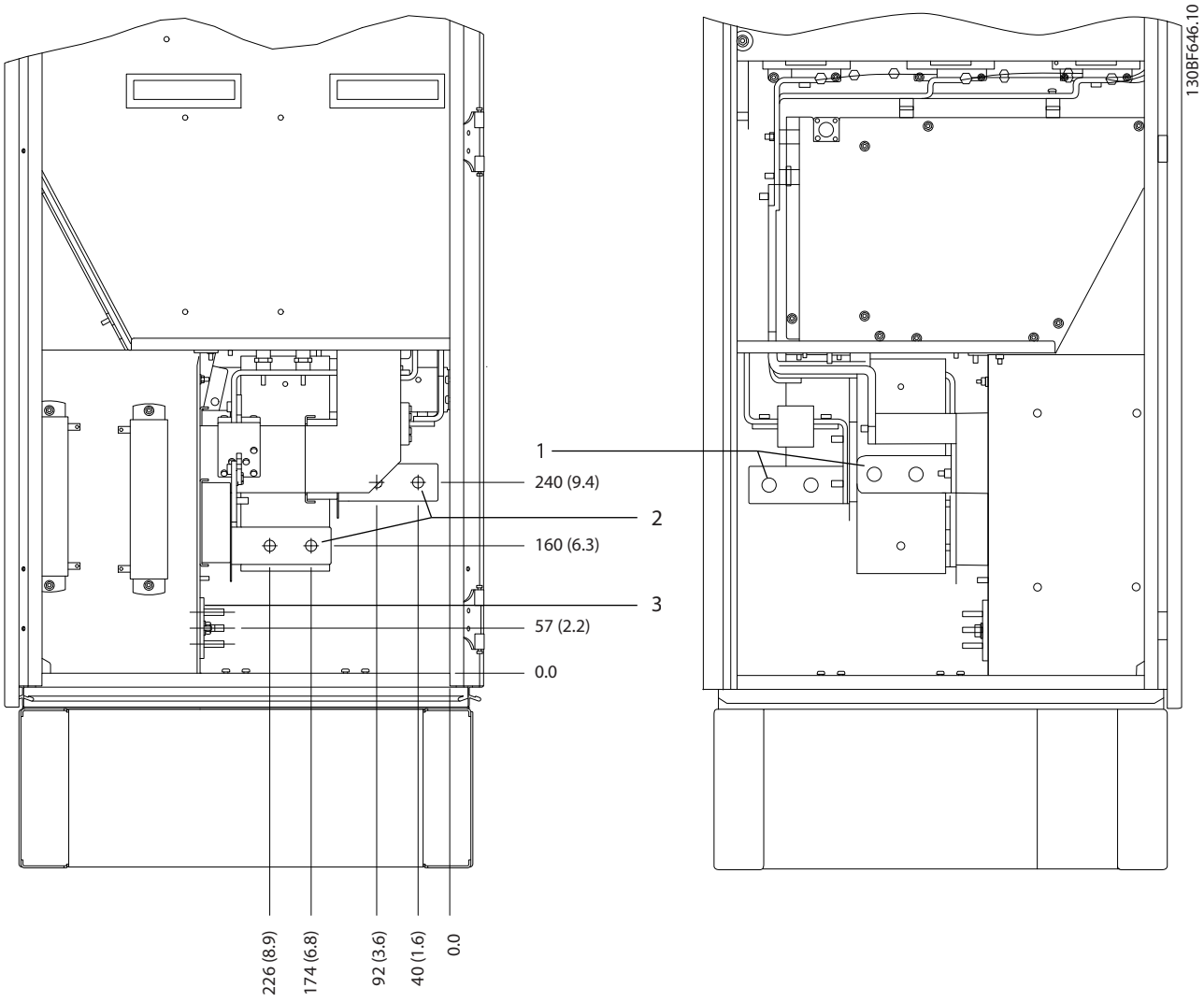
## 8.11.2 Dimensions des bornes F12

Les câbles de puissance sont lourds et difficiles à plier. Pour installer les câbles avec aisance, réfléchir au positionnement optimal du variateur. Chaque borne permet d'utiliser jusqu'à quatre câbles avec des serre-câbles ou une borne tubulaire standard. La terre est connectée à un point de terminaison adapté du variateur.



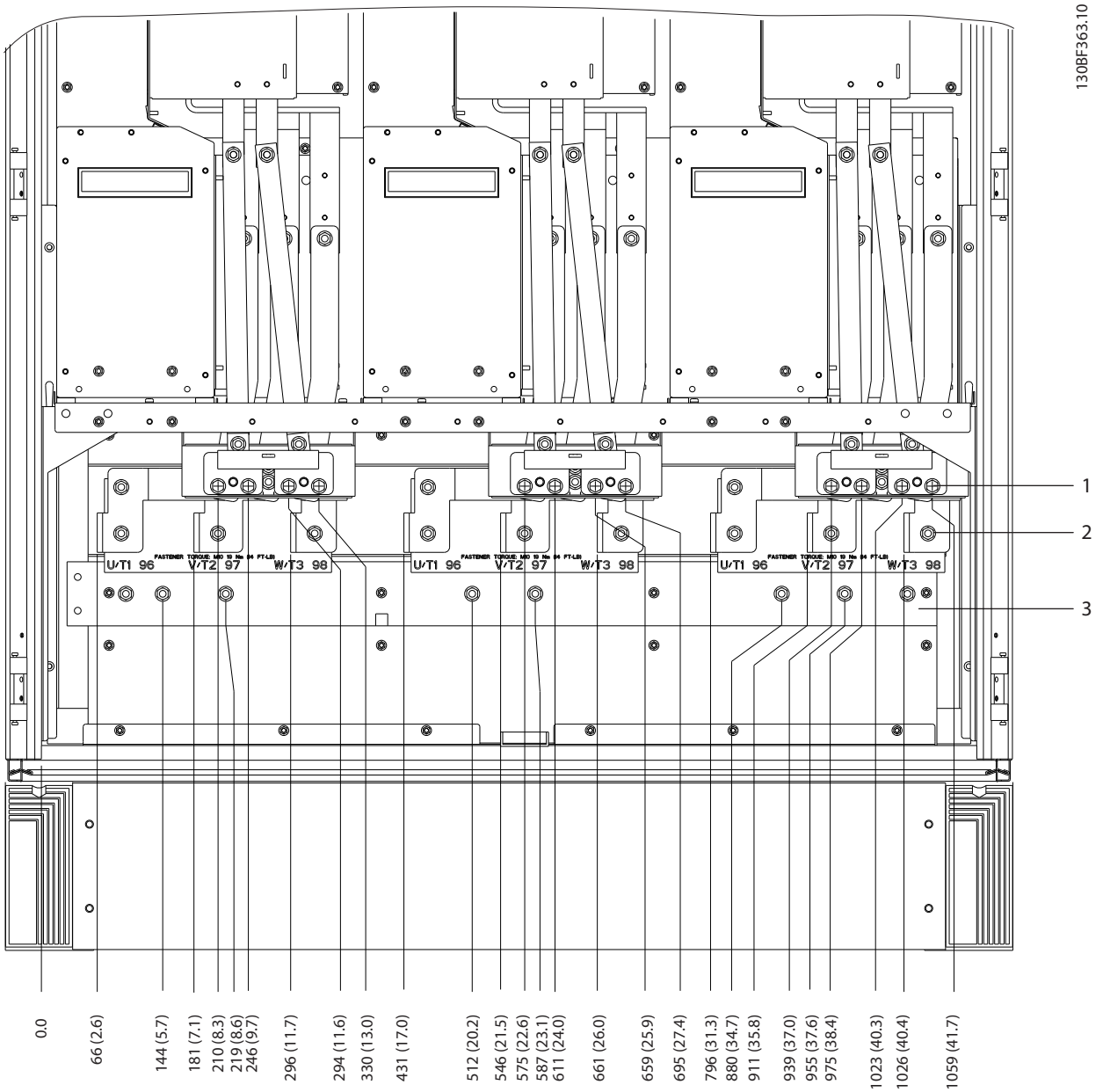

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.82 Dimensions de la borne de l'armoire du redresseur F10-F13, vue de face**



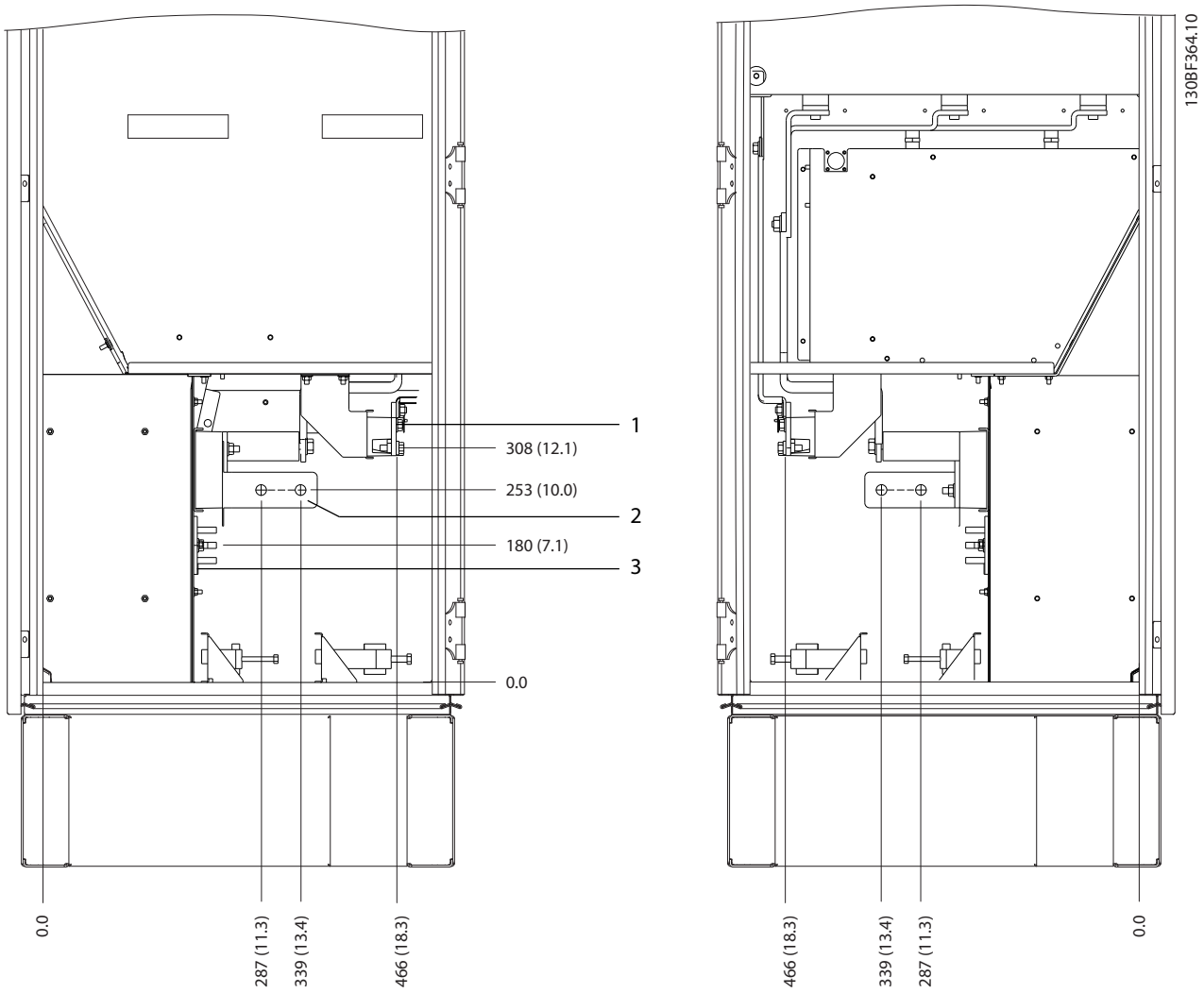

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.83 Dimensions de la borne de l'armoire du redresseur F10-F13, vue latérale**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes de freinage | 3 | Barre de mise à la terre |
| 2 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.84 Dimensions de la borne de l'armoire de l'onduleur F12-F13, vue de face**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes de freinage | 3 | Barre de mise à la terre |
| 2 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.85 Dimensions de la borne de l'armoire de l'onduleur F12-F13, vue latérale**

## 8.12 Dimensions extérieures et des bornes F13

### 8.12.1 Dimensions extérieures F13

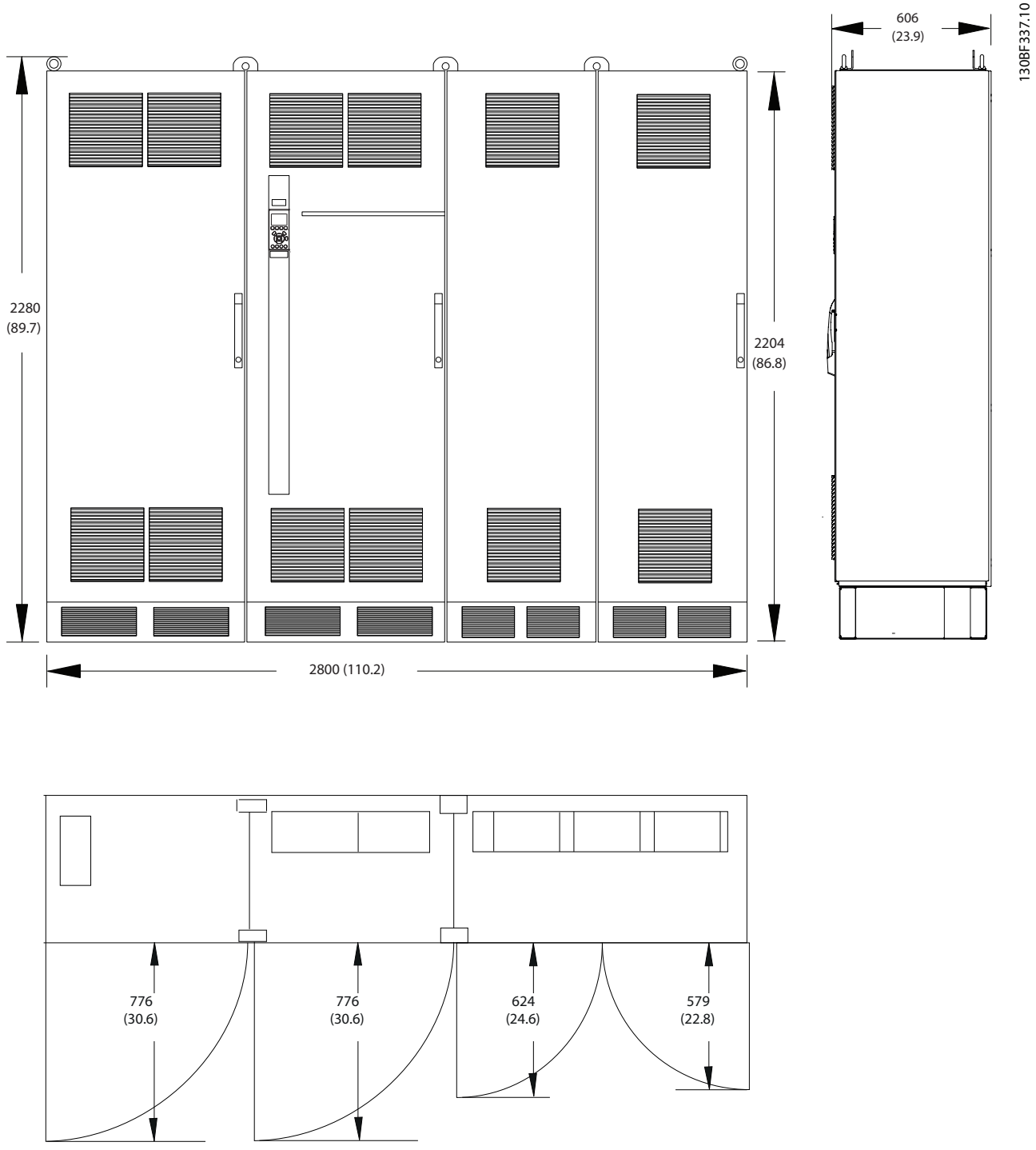
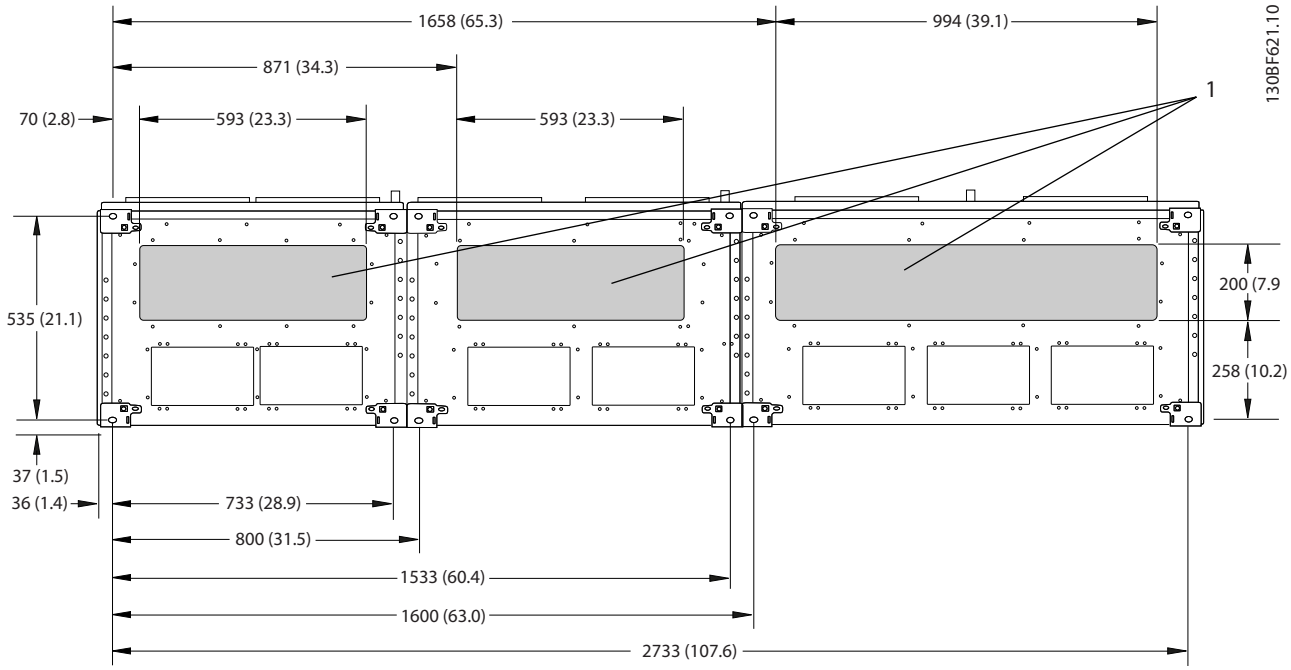



**Illustration 8.86 Dimensions de la face avant, de la face latérale et du dégagement de la porte pour les boîtiers F13**




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.



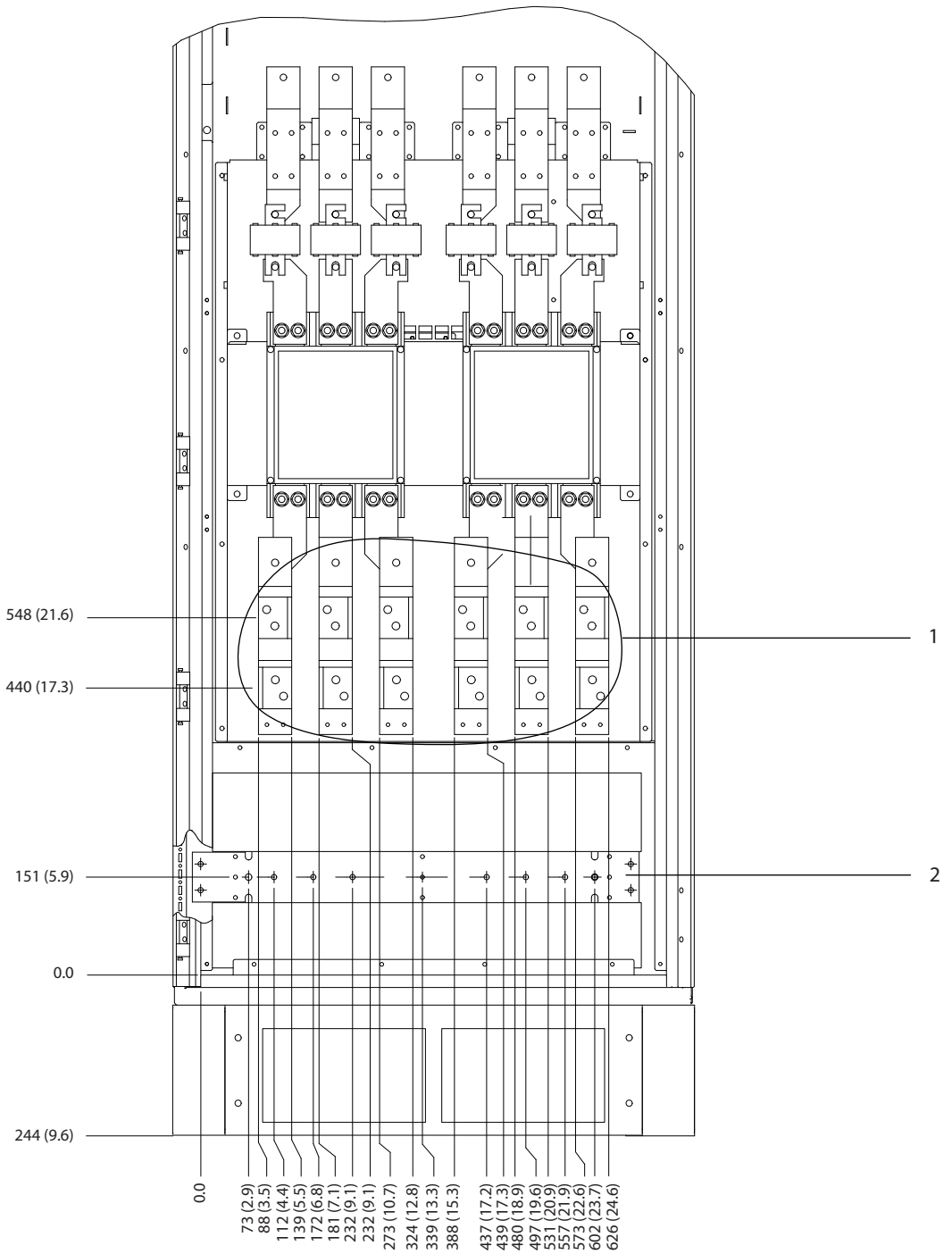

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Côté secteur | 2 | Côté moteur |

**Illustration 8.87 Dimensions de la plaque presse-étoupe pour les boîtiers F13**

8

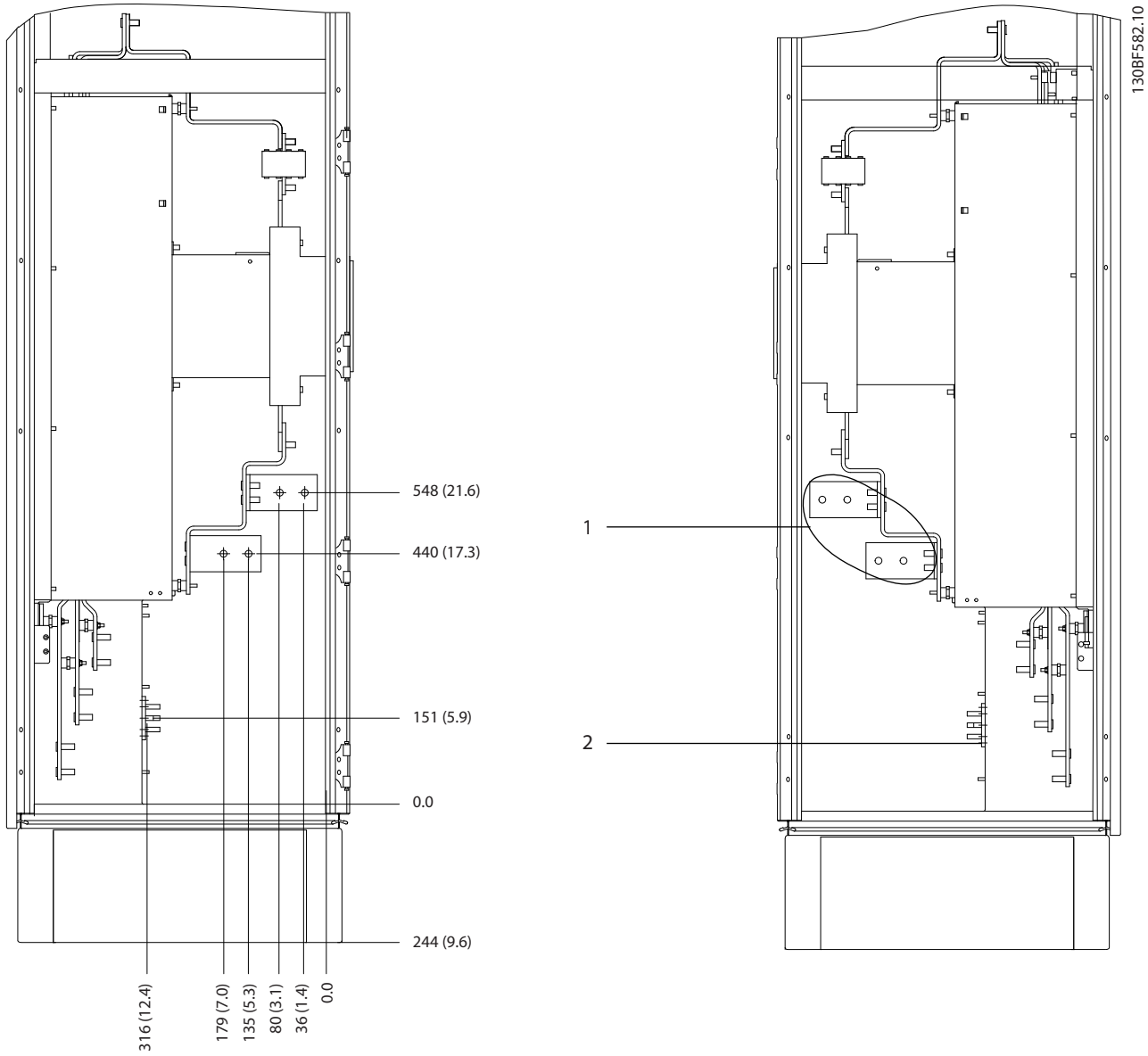
## 8.12.2 Dimensions des bornes F13

Les câbles de puissance sont lourds et difficiles à plier. Pour installer les câbles avec aisance, réfléchir au positionnement optimal du variateur. Chaque borne permet d'utiliser jusqu'à quatre câbles avec des serre-câbles ou une borne tubulaire standard. La terre est connectée à un point de terminaison adapté du variateur.



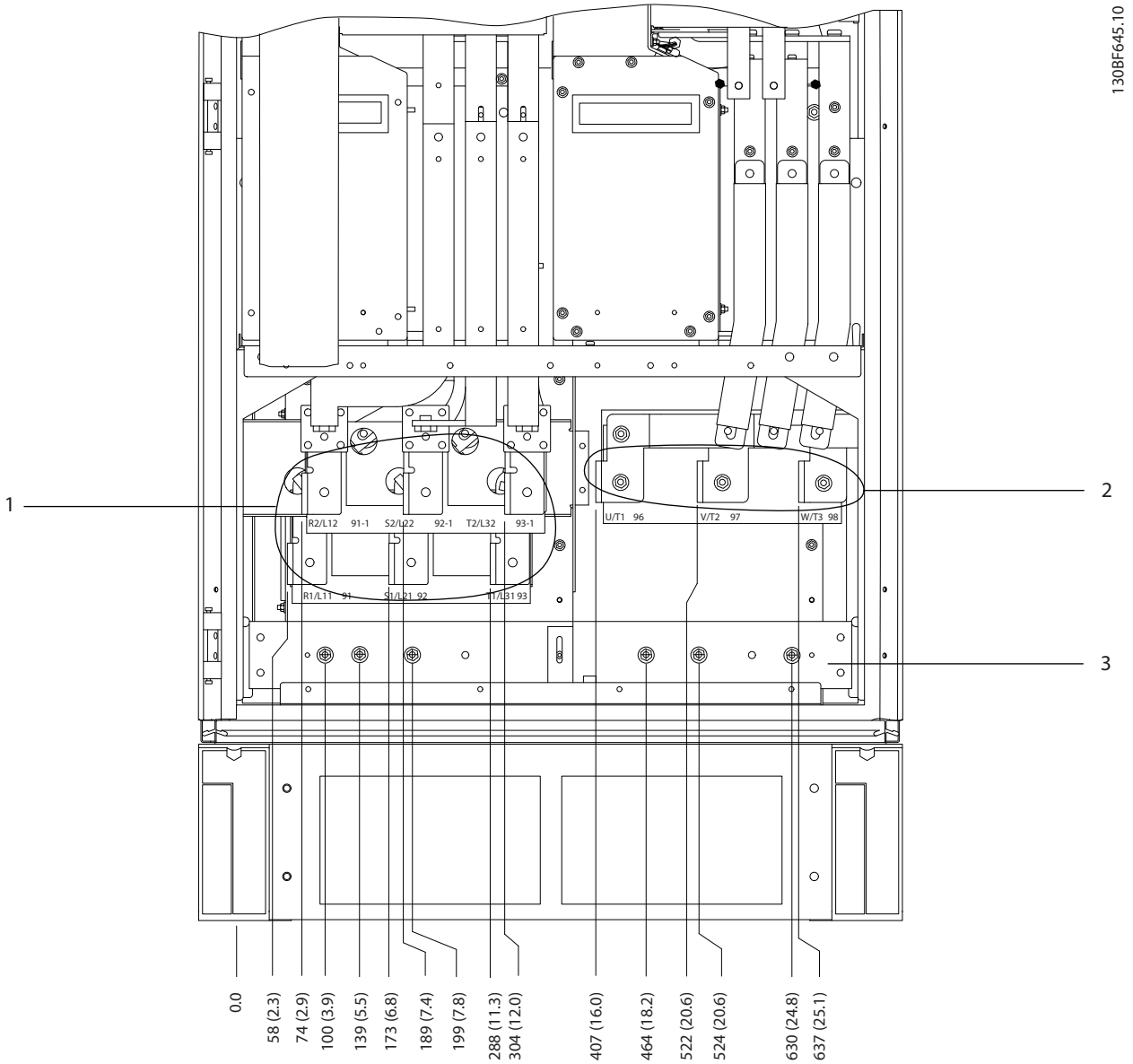

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.88 Dimensions de la borne de l'armoire d'options F11/F13, vue de face**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

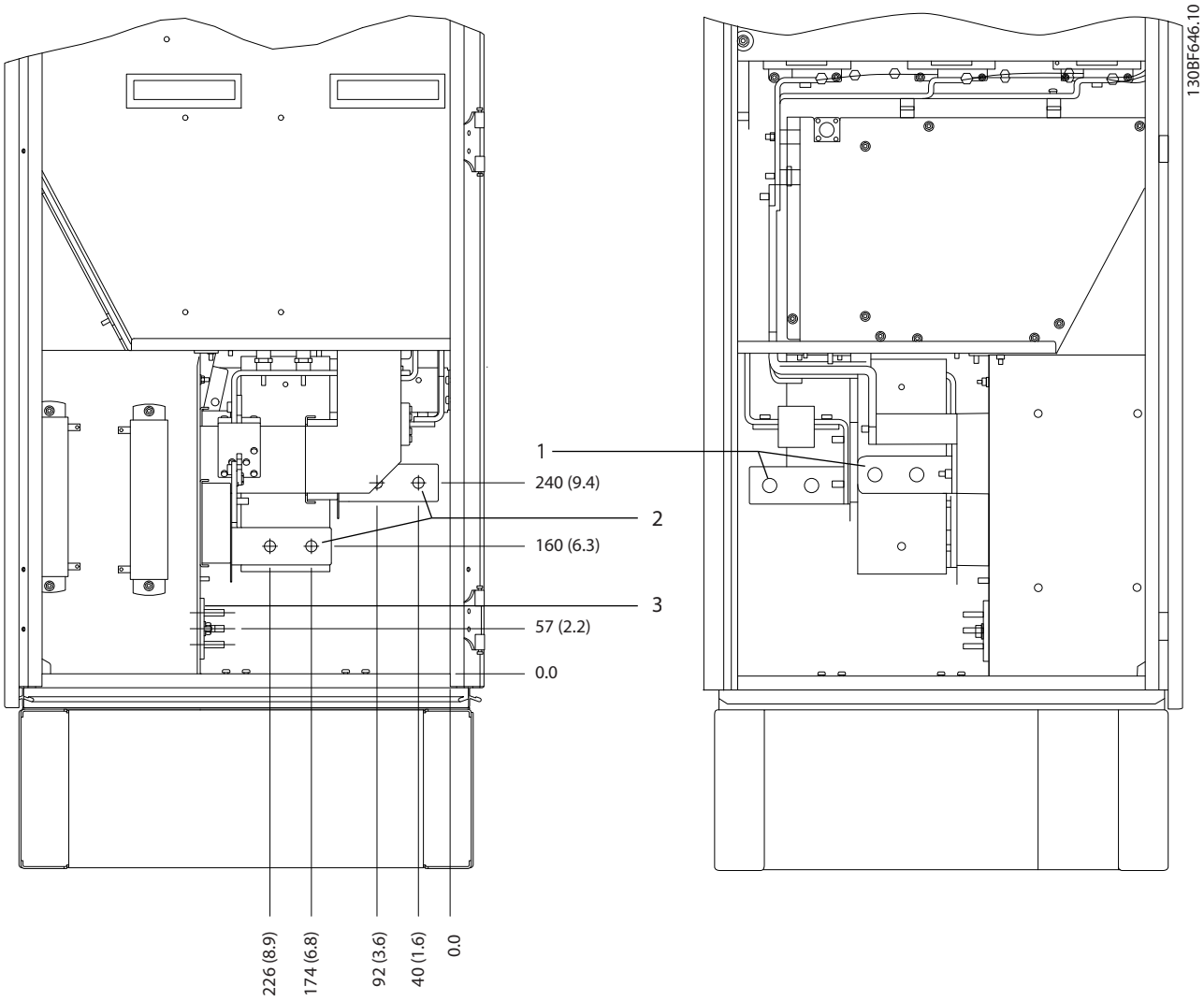
**Illustration 8.89 Dimensions de la borne de l'armoire d'options F11/F13, vue latérale**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

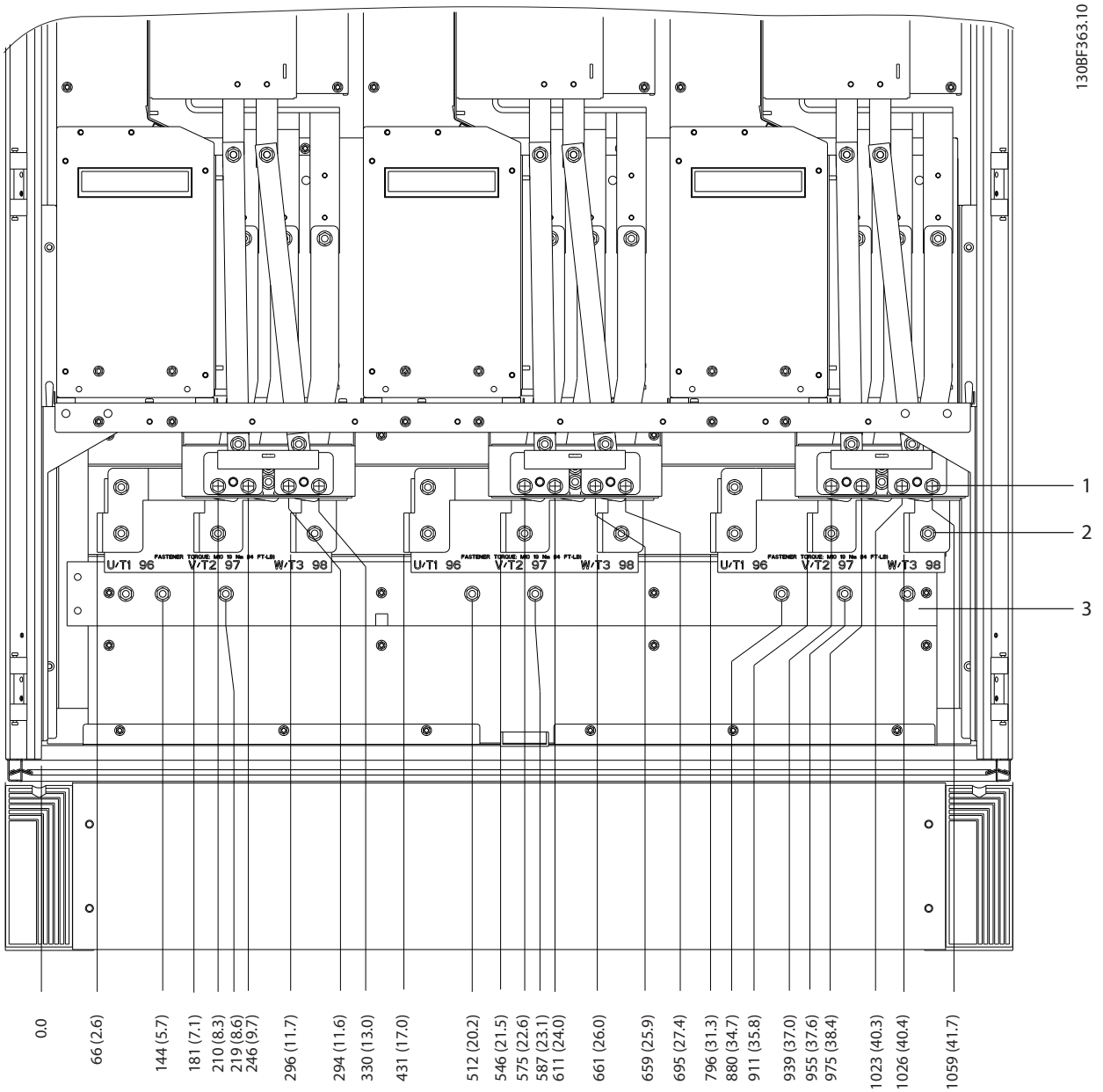
**Illustration 8.90 Dimensions de la borne de l'armoire du redresseur F10-F13, vue de face**

8



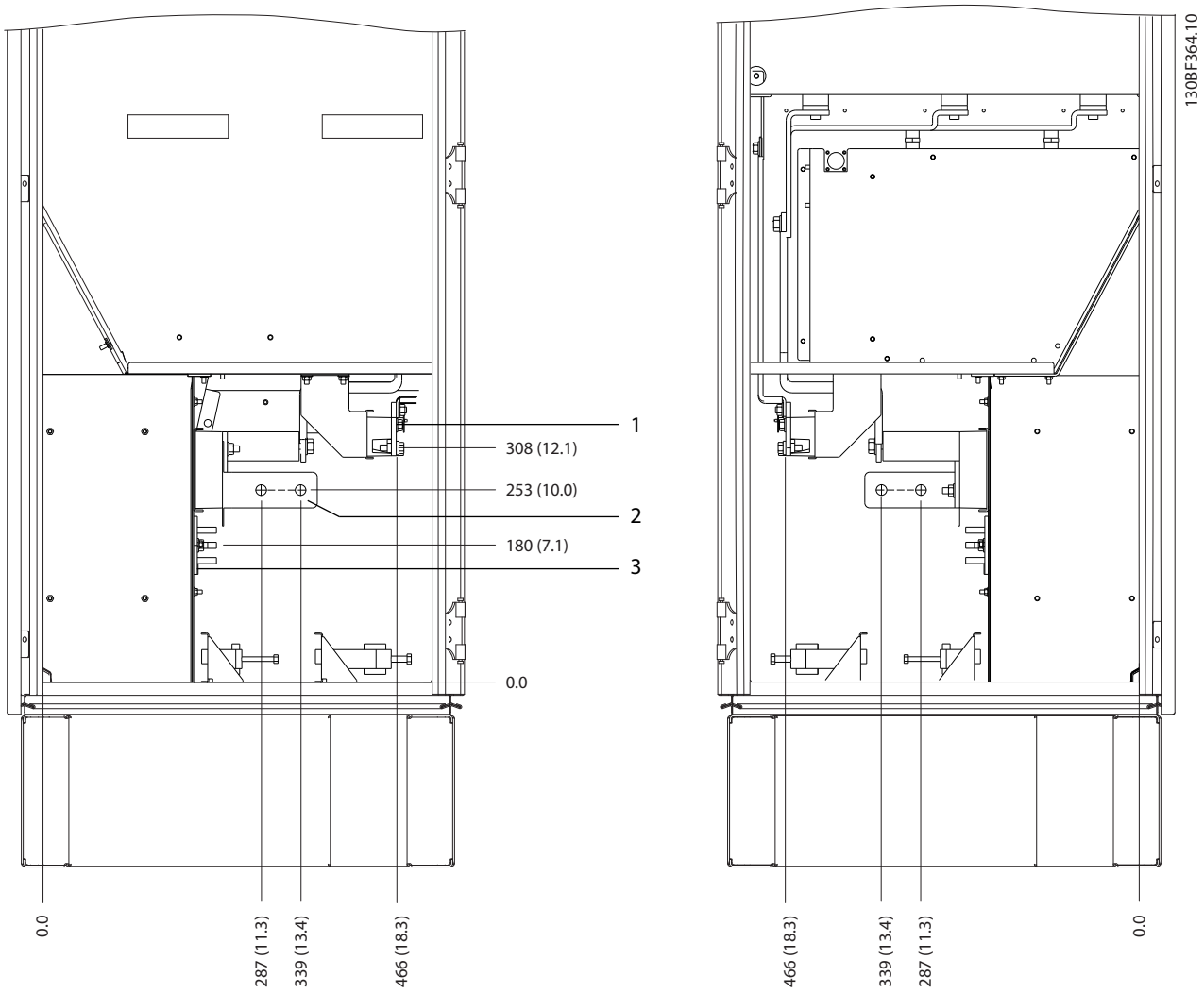

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes d'alimentation | 2 | Barre de mise à la terre |

**Illustration 8.91 Dimensions de la borne de l'armoire du redresseur F10-F13, vue latérale**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes de freinage | 3 | Barre de mise à la terre |
| 2 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.92 Dimensions de la borne de l'armoire de l'onduleur F12-F13, vue de face**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bornes de freinage | 3 | Barre de mise à la terre |
| 2 | Bornes du moteur | – | – |

**Illustration 8.93 Dimensions de la borne de l'armoire de l'onduleur F12-F13, vue latérale**

# 9 Considérations relatives à l'installation mécanique

## 9.1 Stockage

Stocker le variateur dans un endroit sec. Garder l'équipement étanche dans son emballage jusqu'à l'installation. Se reporter au *chapitre 7.5.1 Conditions ambiantes* pour la température ambiante recommandée.

Aucun réveil périodique des condensateurs (charge du condensateur) n'est nécessaire pendant le stockage tant qu'il ne dure pas plus de 12 mois.

## 9.2 Levage de l'unité

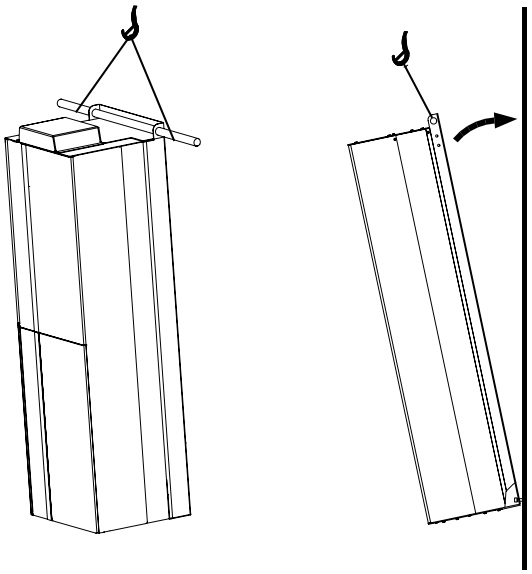
Lever toujours le variateur par les anneaux de levage prévus à cet effet. Utiliser une barre pour éviter une déformation des anneaux de levage.

**⚠AVERTISSEMENT**

**RISQUE DE BLESSURES OU DE DÉCÈS**

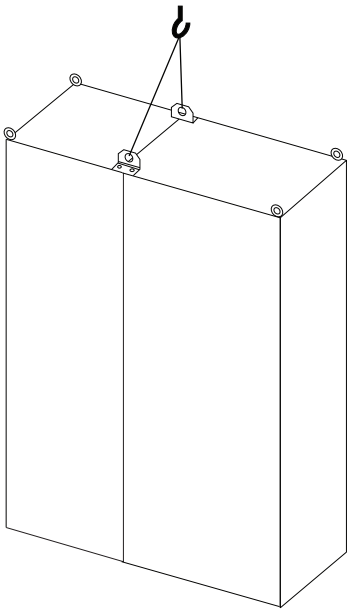
**Respecter les réglementations de sécurité locales pour le levage de poids lourds. Le non-respect des recommandations et des réglementations de sécurité locales est susceptible d'entraîner la mort ou des blessures graves.**

- **S'assurer que l'équipement de levage est en état de fonctionner.**
- **Voir le *chapitre 4 Vue d'ensemble des produits* pour connaître le poids des différentes tailles.**
- **Diamètre maximum de la barre : 20 mm (0,8 po).**
- **Angle de la partie supérieure du variateur au câble de levage : 60° ou plus.**



130BF990.10

**Illustration 9.1 Méthode de levage recommandée pour les boîtiers E1-E2**



130BF991.10

**Illustration 9.2 Méthode de levage recommandée pour les boîtiers F1/F2/F9/F10**

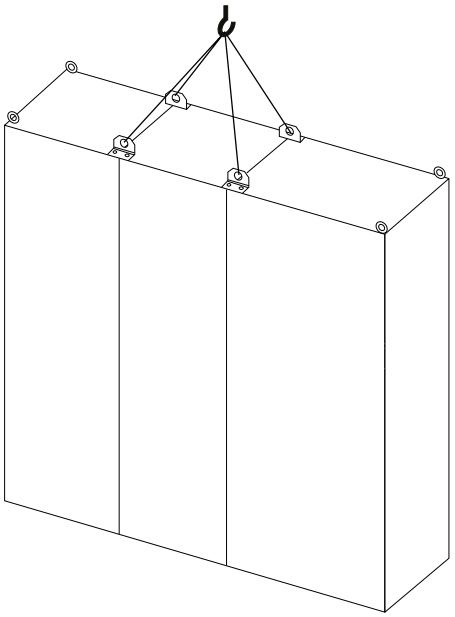



**Illustration 9.3 Méthode de levage recommandée pour les boîtiers F3/F4/F11/F12/F13**

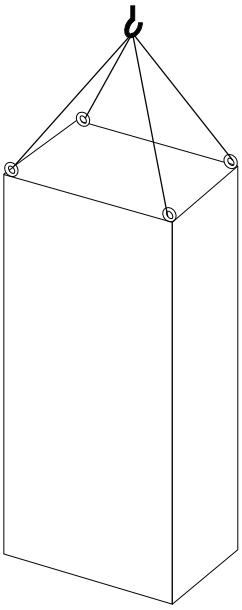



**Illustration 9.4 Méthode de levage recommandée pour les boîtiers F8**

## 9.3 Environnement de fonctionnement

Dans des environnements exposés à des liquides, à des particules ou à des gaz corrosifs en suspension dans l'air, s'assurer que le type de protection/IP de l'équipement correspond à l'environnement d'installation. Pour connaître les conditions ambiantes spécifiées, se reporter au *chapitre 7.5 Conditions ambiantes*.

***AVIS!***

**CONDENSATION**

**L'humidité peut se condenser sur les composants électroniques et provoquer des courts-circuits. Éviter toute installation dans des endroits exposés au gel. Installer un élément de chauffage optionnel lorsque le variateur est plus froid que l'air ambiant. Le fonctionnement en mode veille réduit le risque de condensation tant que la dissipation de puissance maintient le circuit au sec.**

***AVIS!***

**CONDITIONS AMBIANTES EXTRÊMES**

**Des températures hautes ou basses compromettent la performance et la longévité de l'unité.**

- **Ne pas utiliser dans des environnements où la température ambiante dépasse 55 °C (131 °F).**
- **Le variateur peut fonctionner à des températures allant jusqu'à -10 °C (14 °F). Cependant, le fonctionnement correct à charge nominale est garanti à 0 °C (32 °F) ou plus uniquement.**
- **Si la température dépasse les limites de température ambiante, une climatisation supplémentaire de l'armoire ou du site d'installation est nécessaire.**

### 9.3.1 Gaz

Les gaz agressifs, tels que le sulfure d'hydrogène, le chlore ou l'ammoniac, peuvent endommager les composants électriques et mécaniques. L'unité utilise des cartes de circuit tropicalisées pour réduire les effets des gaz agressifs. Pour connaître les classes et les spécifications des classes de tropicalisation conformes, se reporter au *chapitre 7.5 Conditions ambiantes*.

### 9.3.2 Poussière

Lors de l'installation du variateur dans des environnements poussiéreux, prêter attention aux points suivants :

**Maintenance périodique**
Lorsque la poussière s'accumule sur les composants électroniques, elle crée une couche d'isolation. Cette couche réduit la capacité de refroidissement des composants, ils deviennent ainsi plus chauds. L'environnement plus chaud diminue la durée de vie des composants électroniques.

Veiller à ce qu'il n'y ait pas d'accumulation de poussière sur le radiateur et les ventilateurs. Pour plus d'informations sur le service et la maintenance, se reporter au *manuel d'utilisation*.

**Ventilateurs de refroidissement**
Les ventilateurs font circuler l'air pour refroidir le variateur. Lorsque les ventilateurs sont exposés à des environnements poussiéreux, la poussière peut endommager les paliers et causer une panne prématurée des ventilateurs. La poussière peut également s'accumuler sur les pales du ventilateur et causer un déséquilibre qui empêchera les ventilateurs de refroidir l'unité correctement.

### 9.3.3 Atmosphères potentiellement explosives

**⚠AVERTISSEMENT**

**ATMOSPHÈRE EXPLOSIVE**

**Ne jamais installer de variateur dans une atmosphère potentiellement explosive. Installer l'unité dans une armoire située à l'extérieur de cette zone. Le non-respect de cette consigne augmente le risque de décès ou des blessures graves.**

Les systèmes utilisés dans des atmosphères potentiellement explosives doivent répondre à des conditions particulières. La directive européenne 94/9/CE (ATEX 95) classe le fonctionnement des dispositifs électroniques dans des atmosphères potentiellement explosives.

- La classe d spécifie qu'en cas d'étincelles, elle sera confinée dans un espace protégé.
- La classe e interdit toute étincelle.

**Moteurs avec protection de classe d**
Ne nécessitent pas d'approbation. Des câblages et un confinement spéciaux sont nécessaires.

**Moteurs avec protection de classe e**
Associée au dispositif de surveillance PTC agréé ATEX tel que la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112, l'installation n'a pas besoin d'homologation individuelle par un organisme agréé.

**Moteurs avec protection de classe d/e**
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 d. Pour atténuer le pic de tension élevé, utiliser un filtre sinus à la sortie du variateur.

**En cas d'utilisation de variateur dans une atmosphère potentiellement explosive, utiliser les éléments suivants :**

- Moteurs avec protection contre l'inflammation de classe d ou e
- Capteur de température PTC pour surveiller la température du moteur
- Câbles de moteur courts
- Filtres Sinus de sortie si des câbles de moteur blindés ne sont pas utilisés

***AVIS!***

**SURVEILLANCE PAR CAPTEUR DE LA THERMISTANCE DU MOTEUR**

**Les variateurs équipés d'une option VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 sont certifiés PTB pour les atmosphères potentiellement explosives.**

## 9.4 Considérations relatives au montage

Le *Tableau 9.1* indique les configurations de montage disponibles pour chaque boîtier. Pour des instructions spécifiques de montage mural, sur panneau ou sur socle, voir le *manuel d'utilisation*. Voir aussi le *chapitre 8 Dimensions extérieures et des bornes*.

***AVIS!***

**Toute mauvaise installation peut entraîner une surchauffe et une réduction de la performance.**

| Boîtier | Montage mural ou sur panneau | Montage sur socle (autonome) |
|---|---|---|
| E1 | – | X |
| E2 | X | – |
| F1 | – | X |
| F2 | – | X |
| F3 | – | X |
| F4 | – | X |
| F8 | – | X |
| F9 | – | X |
| F10 | – | X |
| F11 | – | X |
| F12 | – | X |
| F13 | – | X |

**Tableau 9.1 Considérations relatives au montage**

**Considérations lors du montage[1] :**

- Placer l'unité le plus près possible du moteur. Se reporter au *chapitre 7.6 Spécifications du câble* pour la longueur de câble du moteur maximale.
- Assurer la stabilité de l'unité en la montant sur une surface solide.
- Veiller à ce que l'emplacement d'installation soit suffisamment résistant pour supporter le poids de l'unité.
- S'assurer que l'espace autour de l'unité permet un refroidissement adéquat. Se reporter au *chapitre 9.5 Refroidissement*.
- Garantir que l'accès est suffisant pour ouvrir la porte.
- Garantir l'entrée du câble par le bas.

*1) Pour une installation non classique, contacter l'usine.*

## 9.5 Refroidissement

***AVIS!***

**Toute mauvaise installation peut entraîner une surchauffe et une réduction de la performance. Pour un montage approprié, se reporter au *chapitre 8 Dimensions extérieures et des bornes*.**

- S'assurer qu'un dégagement en haut et en bas est prévu pour le refroidissement. Exigence relative au dégagement : 225 mm (9 po).
- Prévoir un débit d'air suffisant. Voir le *Tableau 9.2*.
- Le déclassement doit être envisagé pour des températures comprises entre 45 °C (113 °F) et 50 °C (122 °F) et une altitude de 1 000 m (3 300 pi) au-dessus du niveau de la mer. Voir le *chapitre 9.6 Déclassement* pour plus d'informations sur le déclassement.

9

Le variateur utilise un concept de refroidissement par canal de ventilation qui élimine l'air de refroidissement du dissipateur de chaleur. Environ 90 % de la chaleur du canal arrière du variateur est évacuée. Rediriger l'air du canal arrière du panneau ou de l'enceinte en utilisant l'un des dispositifs ci-dessous :

- **Refroidissement par gaine**
  Des kits de refroidissement par canal arrière sont disponibles pour évacuer les calories du refroidissement du variateur en dehors de l'armoire lorsque des variateurs à châssis/IP20 sont installés dans un boîtier Rittal. L'utilisation de ces kits réduit la chaleur dans l'armoire et des ventilateurs de porte plus petits peuvent être spécifiés.
- **Refroidissement par l'arrière**
  L'installation de couvercles supérieur et inférieur sur l'unité permet à l'air de refroidissement du canal arrière d'être évacué hors de l'enceinte.

***AVIS!***

**Un ventilateur de porte est nécessaire sur la protection pour éliminer les déperditions de chaleur non prises en charge par le canal de ventilation situé à l'arrière du variateur et pour les déperditions venant des composants qui ont été installés dans la protection. Le débit d'air total nécessaire doit être calculé afin que le ventilateur approprié soit sélectionné. Certains fabricants de protection proposent des logiciels pour effectuer les calculs liés au débit d'air.**

Assurer la circulation d'air nécessaire au-dessus du dissipateur de chaleur.

| Boîtier | Modèles | | Ventilateur de porte/ventilateur supérieur [$m^3$/h (cfm)] | Ventilateur de radiateur [$m^3$/h (cfm)] |
|---|---|---|---|---|
| | 380-480 V | 525-690 V | | |
| E1 | – | P450-P500 | 340 (200) | 1105 (650) |
| E2 | | | 255 (150) | 1105 (650) |
| E1 | P355-P450 | P560-P630 | 340 (200) | 1445 (850) |
| E2 | | | 255 (150) | 1445 (850) |

**Tableau 9.2 Débit d'air nominal E1-E2**

| Boîtier | Type de protection | Ventilateur de porte/ventilateur supérieur [m³/h (cfm)] | Ventilateur de radiateur [m³/h (cfm)] |
|---|---|---|---|
| F1-F4 | IP21/Type 1 | 700 (412) | 985 (580) |
| | IP54/Type 12 | 525 (309) | 985 (580) |
| F8-F13 | IP21/Type 1 | 700 (412) | 985 (580) |
| | IP54/Type 12 | 525 (309) | 985 (580) |

**Tableau 9.3 Débits d'air nominaux F1-F4 et F8-F13**

### 9.5.1 Gaines extérieures et déclassement

Si une gaine supplémentaire est ajoutée à l'extérieur de l'armoire Rittal, la chute de pression dans la gaine doit être calculée à l'aide des illustrations suivantes : *Illustration 9.5 – Illustration 9.7*.

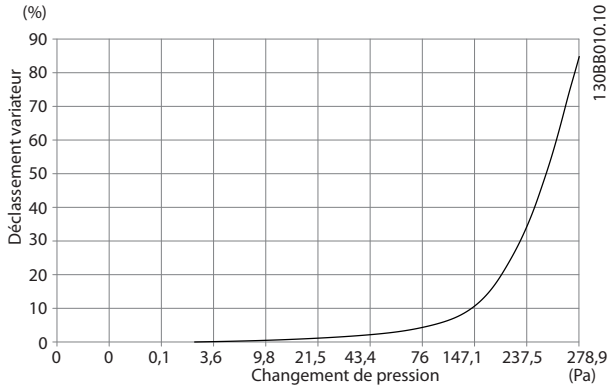



**Illustration 9.5 Déclassement en fonction du changement de pression pour les boîtiers E1-E2, 380-480 V, modèles : P315 ; et 525-690 V, modèles : P450-P500. Circulation d'air : 1 105 m³/h (650 cfm)**

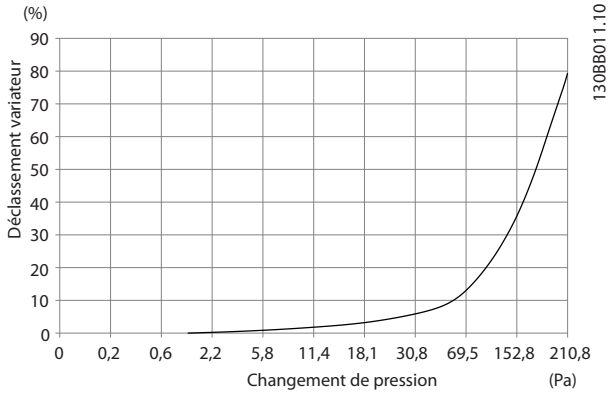



**Illustration 9.6 Déclassement en fonction du changement de pression pour les boîtiers E1-E2, 380-480 V, modèles : P355-P450 ; et 525-690 V, modèles : P560-P630. Circulation d'air : 1 445 m³/h (850 cfm)**

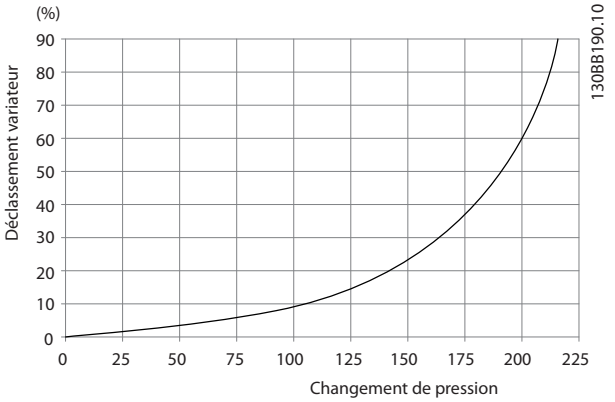



**Illustration 9.7 Déclassement en fonction du changement de pression pour les boîtiers F1-F4. Circulation d'air : 985 m³/h (580 cfm)**

## 9.6 Déclassement

Le déclassement est une méthode utilisée pour réduire le courant de sortie et éviter l'arrêt du variateur lorsque l'intérieur du boîtier atteint des températures élevées. Si certaines conditions extrêmes de fonctionnement sont attendues, un variateur plus puissant peut être utilisé en vue d'éviter ce déclassement. C'est ce qu'on appelle le « déclassement manuel ». Autrement, le variateur déclasse automatiquement le courant de sortie pour éliminer la chaleur excessive générée par ces conditions extrêmes.

**Déclassement manuel**

Lorsque les conditions suivantes sont réunies, Danfoss recommande de choisir un variateur d'une puissance plus élevée (un P710 au lieu d'un P630, par exemple) :

- vitesse réduite : lors d'une exploitation continue à bas régime dans des applications à couple constant
- pression atmosphérique basse : fonctionnement à des altitudes supérieures à 1 000 m (3 281 pi)
- température ambiante élevée : fonctionnement à une température ambiante de 10 °C (50 °F)
- fréquence de commutation élevée
- câbles de moteur longs
- câbles présentant une section large.

**Déclassement automatique**

Si les conditions de fonctionnement suivantes sont réunies, le variateur modifie automatiquement sa fréquence de commutation ou son type de modulation (de PWM à SFAVM) afin de réduire la chaleur excessive à l'intérieur du boîtier :

- température trop élevée sur la carte de commande ou le dissipateur de chaleur
- charge moteur élevée ou vitesse du moteur réduite
- haute tension du circuit intermédiaire.

***AVIS!***

**Le déclassement automatique est différent lorsque le *paramétre 14-55 Output Filter* est réglé sur *[2] Filtre sinus fixe*.**

## 9.6.1 Déclassement en cas de fonctionnement à basse vitesse

Lorsqu'un moteur est raccordé à un variateur, il est nécessaire de vérifier que son refroidissement est adapté. Le niveau de refroidissement requis dépend des éléments suivants :

- charge sur le moteur
- vitesse de fonctionnement
- durée de fonctionnement.

**Applications de couple constant**

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 fourni par le ventilateur intégré au moteur.

Si le moteur fonctionne en continu à une vitesse de rotation inférieure à la moitié de la vitesse nominale, il convient de lui apporter un supplément d'air de refroidissement. Si ce n'est pas possible, il est possible d'utiliser un moteur conçu pour des applications de couple constant/à faible vitesse de rotation.

**Applications de couple variable (quadratique)**

Un refroidissement supplémentaire ou déclassement du moteur n'est pas nécessaire dans les applications de couple variable, lorsque le couple est proportionnel au carré de la vitesse, et lorsque la puissance est proportionnelle au cube de la vitesse. Les pompes centrifuges et les ventilateurs sont des applications de couple variable courantes.

## 9.6.2 Déclassement à haute altitude

La capacité de refroidissement de l'air est amoindrie en cas de faible pression atmosphérique. Aucun déclassement n'est nécessaire au-dessous d'une altitude de 1 000 m (3 281 pi). Au-dessus de 1 000 m (3 281 pi), déclasser la température ambiante ($T_{AMB}$) ou le courant de sortie maximal ($I_{MAX}$). Se reporter au *Illustration 9.8*.

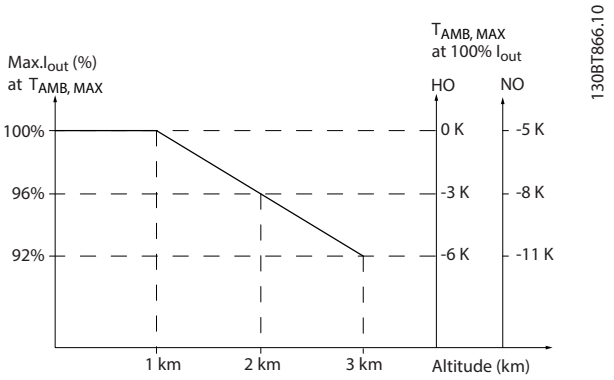



**Illustration 9.8 Déclassement du courant de sortie en fonction de l'altitude à $T_{AMB, MAX}$**

L'*Illustration 9.8* indique qu'à une température de 41,7 °C (107 °F), 100 % du courant nominal de sortie est disponible. À une température de 45 °C (113 °F) ($T_{AMB, MAX}$ – 3 K), 91 % du courant nominal de sortie est disponible.

## 9.6.3 Déclassement pour température ambiante

Les graphiques sont présentés individuellement pour les modes 60° AVM et SFAVM. 60° AVM ne commute que 2/3 du temps, tandis que SFAVM commute pendant toute la période. La fréquence de commutation maximale est 16 kHz pour 60° AVM et 10 kHz pour SFAVM. Les fréquences de commutation discrètes sont indiquées dans le *Tableau 9.4* et le *Tableau 9.5*.

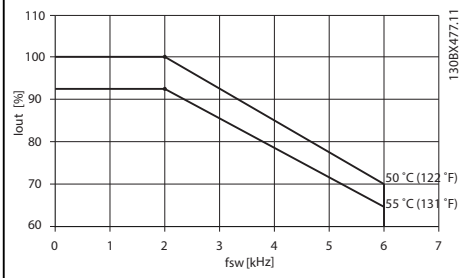
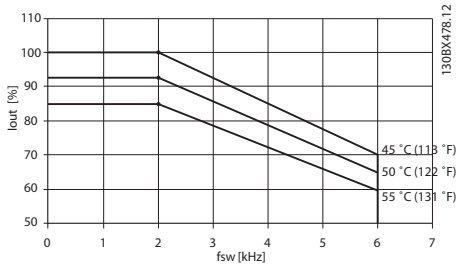
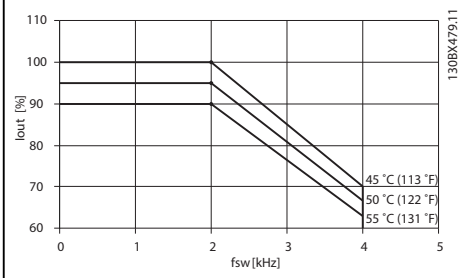
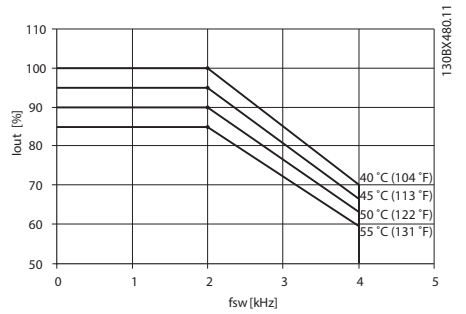
| Modèle | Type de modulation | Surcharge élevée (HO), 150 % | Surcharge normale (NO), 110 % |
|---|---|---|---|
| **P355 à P1M0 380-480 V** | 60 AVM |  |  |
| | SFAVM |  |  |

**Tableau 9.4 Tableaux de déclassement en fonction de la température ambiante pour les boîtiers E1-E2, F1-F4 et F8-F13, 380-480 V**

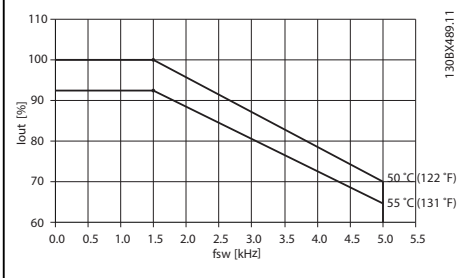
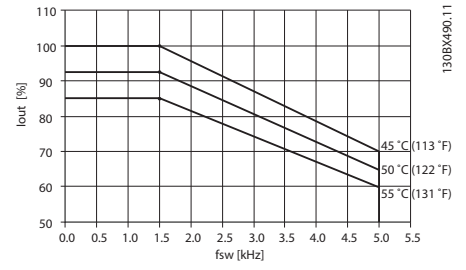
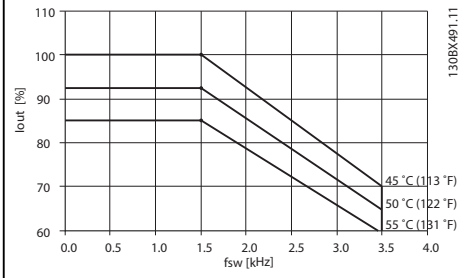
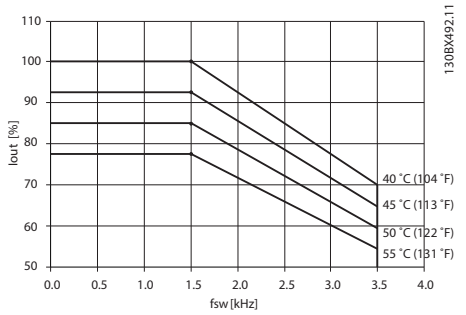
| Modèle | Type de modulation | Surcharge élevée (HO), 150 % | Surcharge normale (NO), 110 % |
|---|---|---|---|
| **P450 à P1M4 525-690 V** | 60 AVM |  |  |
| | SFAVM |  |  |

**Tableau 9.5 Tableaux de déclassement en fonction de la température ambiante pour les boîtiers E1-E2, F1-F4 et F8-F13, 525-690 V**



 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

# 10 Considérations relatives à l'installation électrique

## 10.1 Consignes de sécurité

Voir le chapitre *chapitre 2 Sécurité* pour connaître les consignes de sécurité d'ordre général.

**⚠AVERTISSEMENT**

**TENSION INDUITE**

**La tension induite des câbles de sortie moteur de divers variateurs acheminés ensemble peut charger les condensateurs de l'équipement, même lorsque ce dernier est hors tension et verrouillé. Le fait de ne pas acheminer les câbles du moteur de sortie séparément ou de ne pas utiliser de câbles blindés peut entraîner la mort ou des blessures graves.**

- **Acheminer séparément les câbles du moteur de sortie ou utiliser des câbles blindés.**
- **Verrouiller tous les variateurs en même temps.**

**⚠AVERTISSEMENT**

**CHOC ÉLECTRIQUE**

**Le variateur peut entraîner un courant CC dans le conducteur de terre et, par conséquent, mener à des blessures graves ou la mort.**

- **Lorsqu'un relais de protection différentielle (RCD) est utilisé comme protection contre les chocs électriques, seul un différentiel de type B est autorisé du côté alimentation de ce produit.**

**Le non-respect de la recommandation signifie que le RCD ne peut pas fournir la protection prévue.**

**Protection contre les surcourants**

- Un équipement de protection supplémentaire tel qu'une protection thermique du moteur ou une protection contre les courts-circuits entre le variateur et le moteur est requis pour les applications à moteurs multiples.
- Des fusibles d'entrée sont nécessaires pour assurer une protection contre les courts-circuits et les surcharges. S'ils ne sont pas installés en usine, les fusibles doivent être fournis par l'installateur. Voir les valeurs nominales maximales des fusibles au *chapitre 10.5 Fusibles et disjoncteurs*.

**Caractéristiques et types de câbles**

- L'ensemble du câblage doit être conforme aux réglementations nationales et locales en matière de sections de câble et de température ambiante.
- Recommandations relatives au raccordement du câblage de puissance : fil de cuivre prévu pour 75 °C (167 °F) minimum.

Voir le *chapitre 7.6 Spécifications du câble* pour connaître les tailles et les types de câbles recommandés.

**⚠ATTENTION**

**DÉGÂTS MATÉRIELS**

**Le réglage par défaut ne prévoit pas de protection contre la surcharge du moteur. Pour ajouter cette fonction, régler le *paramétre 1-90 Motor Thermal Protection* sur *[ETR Avertis.]* ou *[ETR Alarme]*. Pour le marché nord-américain, la fonction ETR assure la protection de classe 20 contre la surcharge du moteur, en conformité avec NEC. Si le *paramétre 1-90 Motor Thermal Protection* n'a pas pu être réglé sur *[ETR Alarme]* ou *[ETR Avertis.]*, cela implique que la protection du moteur contre la surcharge n'est pas assurée et que des dommages matériels peuvent survenir en cas de surchauffe du moteur.**




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

## 10.2 Schéma de câblage

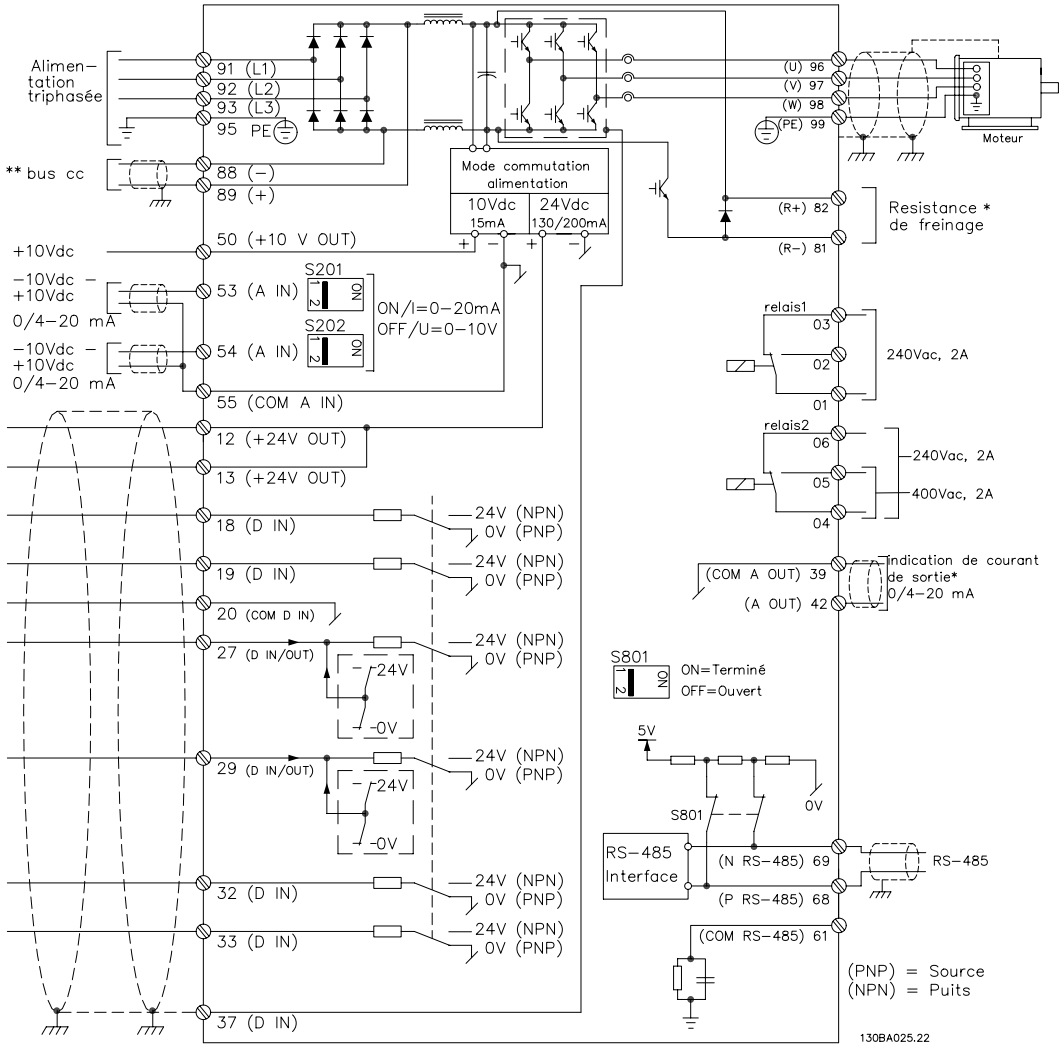



**Illustration 10.1 Schéma de câblage de base**

A = analogique, D = digitale

*1) La borne 37 (en option) est utilisée pour la fonction Safe Torque Off. Pour obtenir les instructions d'installation de la fonction Safe Torque Off, se reporter au manuel d'utilisation de la fonction Safe Torque Off.*




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

## 10.3 Connexions

### 10.3.1 Connexions de l'alimentation

***AVIS!***

**L'ensemble du câblage doit être conforme aux réglementations nationales et locales en matière de sections de câble et de température ambiante. Les applications UL exigent des conducteurs en cuivre 75 °C (167 °F). Les applications non conformes à UL peuvent utiliser des conducteurs en cuivre 75 °C (167 °F) et 90 °C (194 °F).**

Les connexions du câble de puissance sont placées comme sur l'*Illustration 10.2*. Voir *chapitre 7.6 Spécifications du câble* pour le dimensionnement correct des sections et longueurs des câbles du moteur.

À des fins de protection du variateur, utiliser les fusibles recommandés sauf si l'unité contient des fusibles intégrés. Les fusibles recommandés sont répertoriés dans le *chapitre 10.5 Fusibles et disjoncteurs*. S'assurer que les fusibles installés répondent aux réglementations locales.

Les câbles d'alimentation réseau se montent directement sur le sectionneur si celui-ci est inclus.

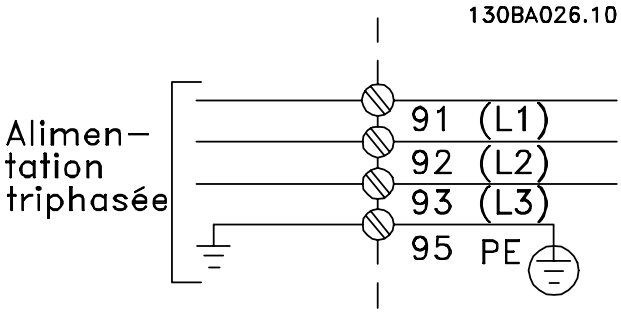



**Illustration 10.2 Raccordement du secteur, boîtiers E1-E2 et F1-F4**

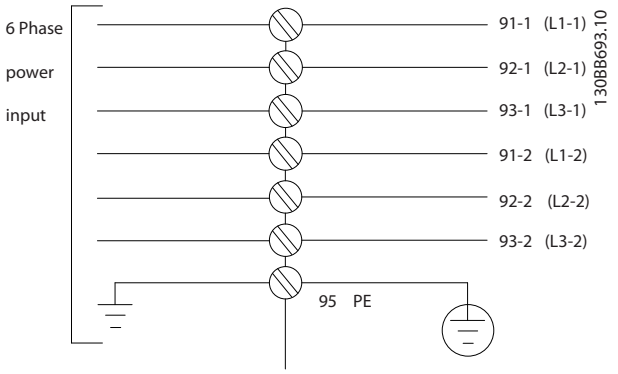
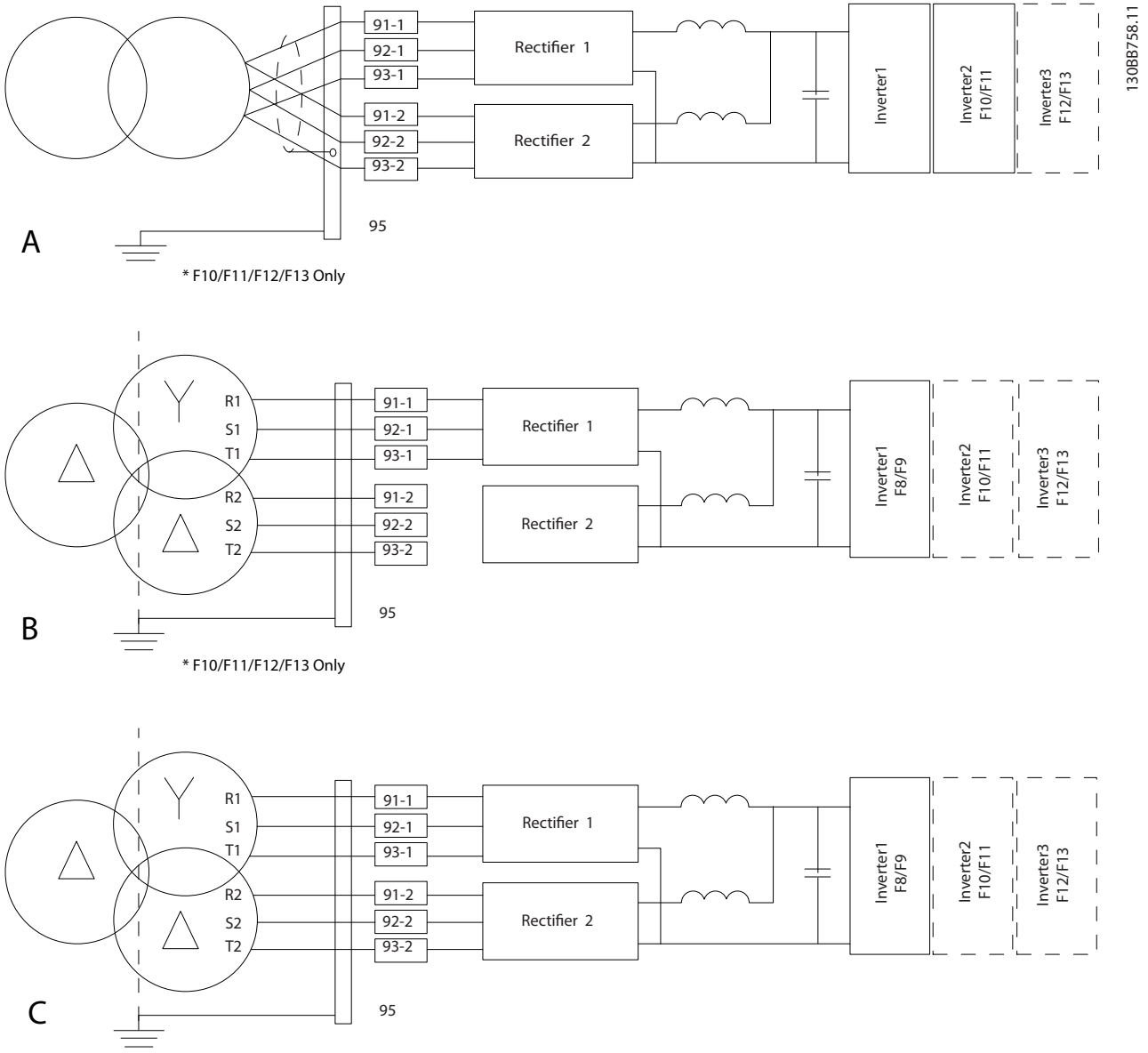



**Illustration 10.3 Raccordement du secteur, boîtiers F8-F13**

10




| | |
|---|---|
| A | Connexion 6 impulsions[1), 2), 3)] |
| B | Connexion modifiée 6 impulsions[2), 3), 4)] |
| C | Connexion 12 impulsions[3), 5)] |

**Illustration 10.4 Options de raccordement du secteur pour les variateurs à 12 impulsions**

*1) Connexion parallèle indiquée. Il est possible d'utiliser un seul câble triphasé ayant une capacité de transport suffisante. Installer des barres omnibus de court-circuit.*
*2) Une connexion à 6 impulsions supprime les avantages de la réduction des harmoniques apportés par le redresseur à 12 impulsions.*
*3) Convient à la connexion des réseaux IT et TN.*
*4) Si l'un des redresseurs modulaires à 6 impulsions devient inexploitable, il est possible de faire fonctionner le variateur à charge réduite avec un seul redresseur à 6 impulsions. Contacter Danfoss pour les détails de reconnexion.*
*5) Aucune mise en parallèle du câblage secteur n'est indiquée ici. Un variateur à 12 impulsions utilisé comme un variateur à 6 impulsions doit avoir le même nombre de câbles secteur et de longueurs identiques.*

**Blindage des câbles**

***AVIS!***

**Le câble du moteur doit être blindé. L'utilisation d'un câble non blindé n'est pas conforme à certaines exigences CEM. Utiliser un câble de moteur blindé pour se conformer aux spécifications d'émissions CEM. Voir le *chapitre 10.16 Installation selon critères CEM* pour plus d'informations.**

Éviter les extrémités blindées torsadées (queues de cochon), car elles détériorent l'effet de blindage à des fréquences élevées. S'il est nécessaire de rompre le blindage, maintenir celui-ci à l'impédance HF la plus basse possible.

Relier le blindage de câble du moteur à la plaque de connexion à la terre du variateur et au boîtier métallique du moteur. Réaliser les connexions du blindage avec la plus grande surface possible (étrier de serrage) en utilisant les dispositifs d'installation fournis dans le variateur.

**Longueur et section des câbles**

La CEM du variateur a été testée avec un câble d'une longueur donnée. Raccourcir au maximum le câble du moteur pour réduire le niveau sonore et les courants de fuite.

10

**Fréquence de commutation**

Lorsque des variateurs sont utilisés avec des filtres sinus pour réduire le bruit acoustique d'un moteur, la fréquence de commutation doit être réglée conformément aux instructions du *paramétre 14-01 Switching Frequency*.

| Bornes | | | | Type de connexion |
|---|---|---|---|---|
| **96** | **97** | **98** | **99** | |
| U | V | W | PE[1)] | Tension du moteur 0 à 100 % de la tension secteur. Trois fils hors du moteur. |
| U1 | V1 | W1 | PE[1)] | Raccordement en triangle. |
| W2 | U2 | V2 | | Six fils hors du moteur. |
| U1 | V1 | W1 | PE[1)] | Raccordement en étoile U2, V2, W2.<br>U2, V2 et W2 à interconnecter séparément. |

**Tableau 10.1 Connexions du câble du moteur, boîtiers E1-E2 et F1-F4**

*1) Mise à la terre protégée*

| Bornes | | | | Type de connexion |
|---|---|---|---|---|
| **96** | **97** | **98** | **99** | |
| U | V | W | PE[1)] | Tension du moteur 0 à 100 % de la tension secteur.<br>Trois fils hors du moteur. |
| U1 | V1 | W1 | PE[1)] | Raccordement en triangle. |
| W2 | U2 | V2 | | Six fils hors du moteur. |
| U1 | V1 | W1 | PE[1)] | Raccordement en étoile U2, V2, W2.<br>U2, V2 et W2 à interconnecter séparément. |

**Tableau 10.2 Connexions du câble du moteur, boîtiers F8-F13**

*1) Protection par mise à la terre*

***AVIS!***

**Sur les moteurs sans isolation de phase, papier ou autre renforcement d'isolation convenant à un fonctionnement avec alimentation de tension, utiliser un filtre sinus à la sortie du variateur.**

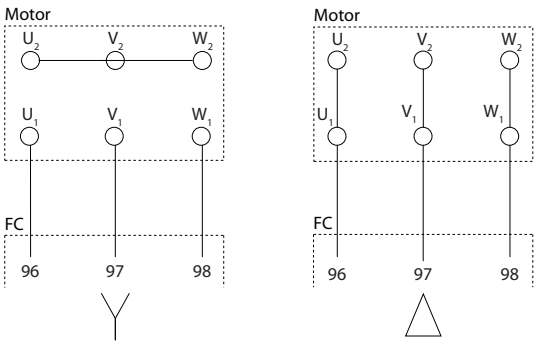



**Illustration 10.5 Raccordement du câble du moteur**

## 10.3.2 Raccordement du bus CC

La connexion du circuit intermédiaire est utilisée pour une alimentation CC de secours, le circuit intermédiaire étant fourni par une source externe.

| Borne | Fonction |
|---|---|
| 88, 89 | Bus CC |

**Tableau 10.3 Bornes du bus CC**


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

### 10.3.3 Connexion de la répartition de la charge

La répartition de la charge relie les circuits intermédiaires CC de plusieurs variateurs. Pour une vue d'ensemble, voir le *chapitre 5.6 Vue d'ensemble de la répartition de la charge*.

La fonction de répartition de la charge nécessite un équipement supplémentaire et implique certaines précautions en matière de sécurité. Consulter Danfoss pour passer une commande et connaître les recommandations en matière d'installation.

| Borne | Fonction |
|---|---|
| 88, 89 | Répartition de la charge |

**Tableau 10.4 Bornes de répartition de la charge**

Le câble de raccordement doit être blindé et la longueur maximale entre le variateur et la barre CC est limitée à 25 m (82 pi).

### 10.3.4 Raccordement du câble de la résistance de freinage

Le câble de raccordement à la résistance de freinage doit être blindé et la longueur maximale entre le variateur et la barre de courant continu est limitée à 25 m (82 pi).

- Utiliser des étriers de serrage pour relier le blindage à la plaque arrière conductrice du variateur et à l'armoire métallique de la résistance de freinage.
- Dimensionner la section du câble de la résistance de freinage en fonction du couple de freinage.

| Borne | Fonction |
|---|---|
| 81, 82 | Bornes de résistance de freinage |

**Tableau 10.5 Bornes de résistance de freinage**

Pour plus d'informations, consulter le *manuel de configuration du VLT® Brake Resistor MCE 101*.

***AVIS!***

**En cas de court-circuit dans le module de freinage, empêcher la dissipation excessive de puissance dans la résistance de freinage en utilisant un interrupteur de secteur ou un contacteur afin de déconnecter le variateur du secteur.**

10

### 10.3.5 Connexion du transformateur

Les transformateurs utilisés avec des variateurs à 12 impulsions (F8-F13) doivent être conformes aux spécifications suivantes :
Le chargement est calculé pour un transformateur K-4 à 12 impulsions avec un déséquilibre de tension et d'impédance de 0,5 % entre les enroulements secondaires. Les fils allant du transformateur aux bornes d'entrée sur le variateur doivent être d'égale longueur au sein d'une plage de 10 %.

| | |
|---|---|
| Connexion | Dy11 d0 ou Dyn 11d0 |
| Déphasage entre secondaires | 30° |
| Différence de tension entre secondaires | < 0,5 % |
| Impédance de court-circuit des secondaires | >5% |
| Différence d'impédance de court-circuit entre secondaires | < 5 % de l'impédance de court-circuit |
| Autres | Aucune mise à la terre des secondaires autorisée. Blindage statique recommandé |

### 10.3.6 Raccordement de l'alimentation externe du ventilateur

Dans les cas où le variateur est alimenté par un courant continu ou si le ventilateur doit fonctionner indépendamment de l'alimentation secteur, une alimentation externe peut être connectée via la carte de puissance.
Le connecteur, situé sur la carte de puissance, permet la connexion de la tension secteur des ventilateurs de refroidissement. Les ventilateurs sont configurés à l'usine pour être reliés à une alimentation CA commune. Utiliser des cavaliers entre les bornes 100-102 et 101-103. Si une alimentation externe est nécessaire, les cavaliers sont enlevés et l'alimentation est raccordée aux bornes 100 et 101. Utiliser un fusible de 5 A pour la protection. Dans les applications UL, utiliser un fusible KLK-5 de LittelFuse ou équivalent.

| Borne | Fonction |
|---|---|
| 100, 101 | Alimentation auxiliaire S, T |
| 102, 103 | Alimentation interne S, T |

**Tableau 10.6 Alimentation externe**

### 10.3.7 Connexion à un ordinateur personnel

Pour contrôler le variateur à partir d'un PC, installer le logiciel de programmation MCT 10. Le PC est connecté via un câble USB standard (hôte/dispositif) ou via l'interface RS485, comme illustré à la section *Raccordement du bus* du *guide de programmation*.

L'USB est un bus série universel utilisant quatre fils blindés dont la broche 4 (terre) est reliée au blindage du port USB du PC. Tous les PC standard sont fabriqués sans isolation galvanique au niveau du port USB.
Pour éviter d'endommager le contrôleur hôte USB à travers le blindage du câble USB, suivre les recommandations relatives à la mise à la terre formulées dans le *manuel d'utilisation*.
Lors de la connexion du PC au variateur par un câble USB, Danfoss recommande d'utiliser un isolateur USB avec isolation galvanique pour protéger le contrôleur hôte USB du PC contre les différences de potentiel à la terre. Il est également déconseillé d'utiliser un câble de puissance PC avec une fiche de terre lorsque le PC est connecté au variateur via un câble USB. Ces recommandations permettent de réduire la différence de potentiel à la terre, mais pas de supprimer toutes les différences liées à la connexion de la terre et du blindage au port USB du PC.

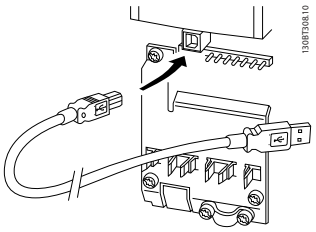
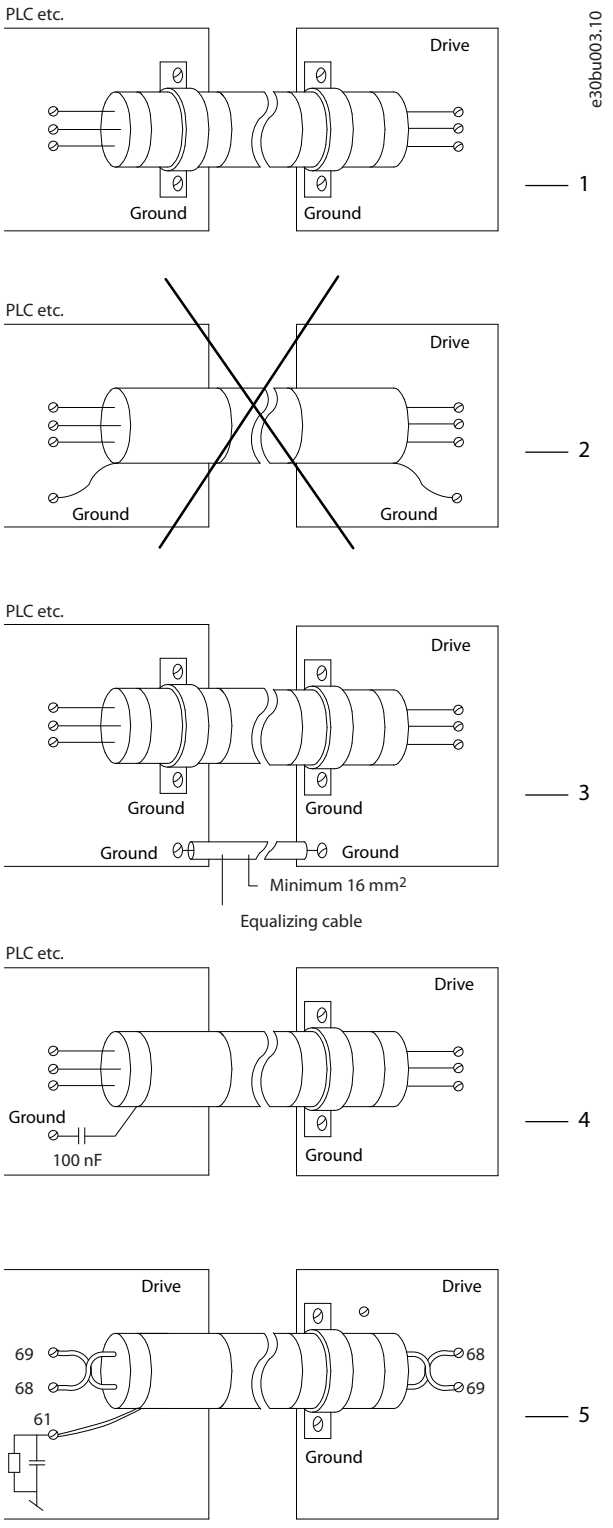



**Illustration 10.6 Connexion USB**

## 10.4 Câblage et bornes de commande

Les câbles de commande doivent être blindés et le blindage doit être relié aux deux extrémités de l'armoire métallique de l'unité à l'aide d'un étrier de serrage.

Pour une mise à la terre correcte des câbles de commande, voir *Illustration 10.7*.




| | |
|---|---|
| 1 | Les câbles de commande et de communication série doivent être installés à l'aide d'étriers de serrage aux deux extrémités afin d'assurer le meilleur contact électrique possible. |
| 2 | Ne pas utiliser des extrémités de câble torsadées (queues de cochon), car elles augmentent l'impédance du blindage aux fréquences élevées. |

| | |
|---|---|
| 3 | Si le potentiel de la terre entre le variateur et le PLC est différent, du bruit électrique peut se produire et nuire à l'ensemble du système. Installer un câble d'égalisation à côté du câble de commande. Section min. du câble : 16 mm² (6 AWG). |
| 4 | En présence de câbles de commande longs, des boucles de mise à la terre de 50/60 Hz sont possibles. Relier l'une des extrémités du blindage à la terre via un condensateur 100 nF (fils courts). |
| 5 | Lorsque des câbles de communication série sont utilisés, éliminer les courants de bruit à basse fréquence entre les deux variateurs en connectant une extrémité du blindage à la borne 61. Cette borne est reliée à la terre via une liaison RC interne. Utiliser une paire torsadée afin de réduire l'interférence mode différentiel entre les conducteurs. |

**Illustration 10.7 Exemples de mise à la terre**

## 10.4.1 Passage des câbles de commande

Fixer et acheminer tous les fils de commande comme indiqué sur l'*Illustration 10.8* et l'*Illustration 10.9*. Ne pas oublier de raccorder correctement les blindages pour assurer une immunité électrique optimale.

- Isoler le câblage de commande des câbles haute puissance.
- Si le variateur est raccordé à une thermistance, s'assurer que le câblage de commande de la thermistance est blindé et renforcé/doublement isolé. Une tension d'alimentation de 24 V CC est recommandée.

**Connexion du bus de terrain**

Les connexions sont faites aux options concernées de la carte de commande. Voir les instructions pertinentes concernant le bus de terrain. Le câble doit être fixé et acheminé avec les autres fils de commande dans l'unité. Voir l'*Illustration 10.8* et le *Illustration 10.9*.

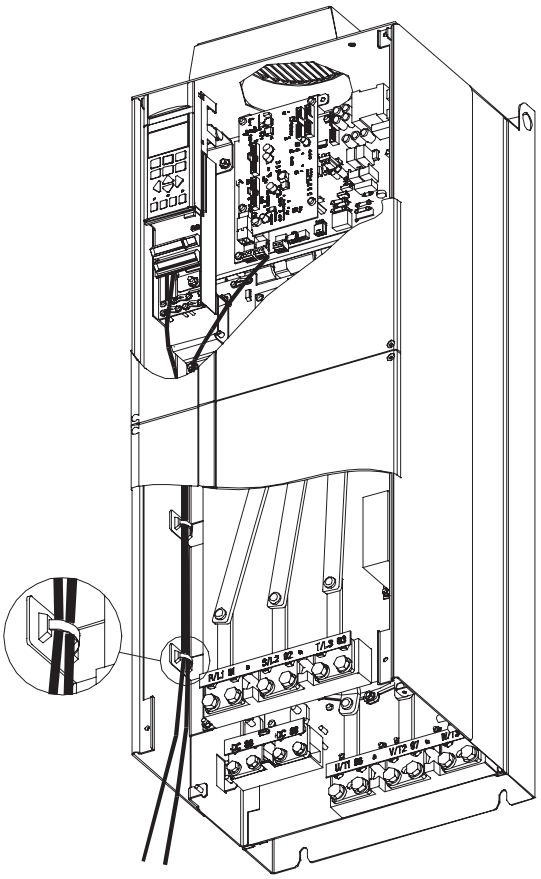
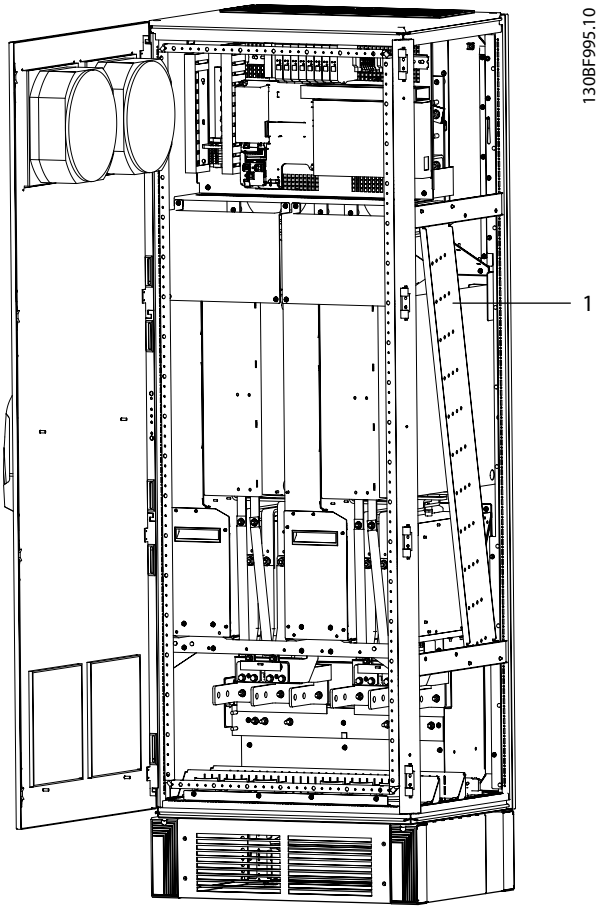



**Illustration 10.8 Passage des câbles de la carte de commande pour les boîtiers E1 et E2**

10




| | |
|---|---|
| 1 | Support de câbles pour l'acheminement des câbles de commande dans les boîtiers F1-F13 |

**Illustration 10.9 Passage des câbles de la carte de commande pour F1/F3. Câblage de la carte de commande pour F2/F4 et F8-F13, utiliser le même passage.**

Dans les variateurs du boîtier E, il est possible de connecter le bus de terrain depuis le haut de l'unité comme indiqué sur les illustrations suivantes. Sur l'unité IP21/54 (NEMA 1/NEMA 12), une plaque de finition doit être enlevée.
Le numéro du kit pour la connexion du bus de terrain par le haut est 176F1742.

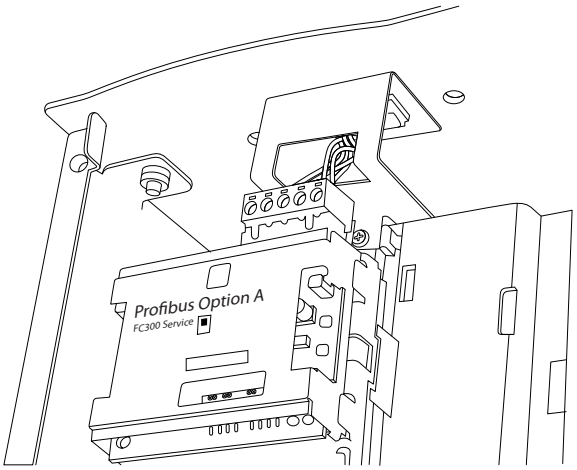



**Illustration 10.10 Connexion par le haut du réseau de terrain**

## 10.4.2 Bornes de commande

L'*Illustration 10.11* présente les connecteurs de variateur amovibles. Les fonctions des bornes et leurs réglages par défaut sont résumés du *Tableau 10.7* au *Tableau 10.9*.

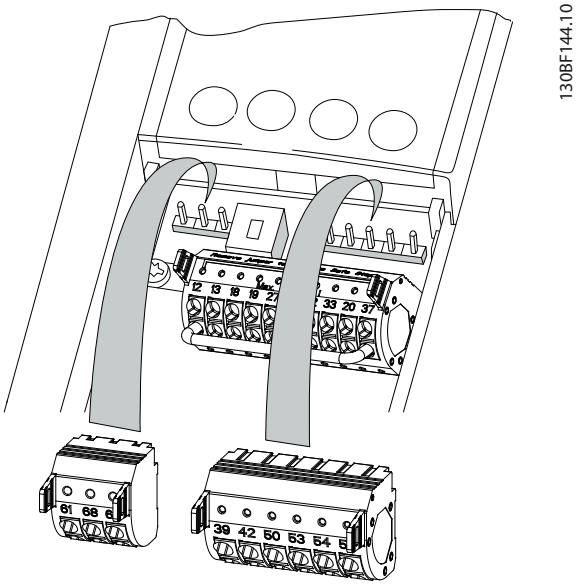
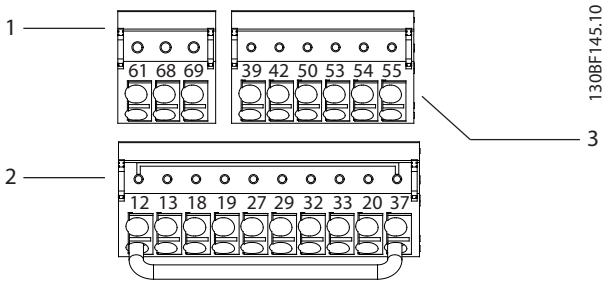



**Illustration 10.11 Emplacement des bornes de commande**




| | |
|---|---|
| 1 | Bornes de communication série |
| 2 | Bornes d'entrée/sortie digitale |
| 3 | Bornes d'entrée/sortie analogique |

**Illustration 10.12 Numéros des bornes situés sur les connecteurs**

| Borne | Paramètre | Réglage par défaut | Description |
|---|---|---|---|
| 61 | – | – | Filtre RC intégré pour la connexion du blindage de câble en cas de problèmes de CEM. |
| 68 (+) | *Groupe de paramètres 8-3* Réglage Port FC* | – | Interface RS485. Un commutateur (BUS TER.) est prévu sur la carte de commande pour la résistance de terminaison du bus. |
| 69 (-) | *Groupe de paramètres 8-3* Réglage Port FC* | – | |

**Tableau 10.7 Descriptions des bornes de communication série**

| Borne | Paramètre | Réglage par défaut | Description |
|---|---|---|---|
| 12, 13 | – | +24 V CC | Tension d'alimentation 24 V CC des entrées digitales et des transformateurs externes. Le courant de sortie maximal est de 200 mA pour toutes les charges de 24 V. |

| Borne | Paramètre | Réglage par défaut | Description |
|---|---|---|---|
| 18 | *Paramétre 5-10 Terminal 18 Digital Input* | *[8] Démarrage* | Entrées digitales. |
| 19 | *Paramétre 5-11 Terminal 19 Digital Input* | *[10] Inversion* | |
| 32 | *Paramétre 5-14 Terminal 32 Digital Input* | *[0] Inactif* | |
| 33 | *Paramétre 5-15 Terminal 33 Digital Input* | *[0] Inactif* | |
| 27 | *Paramétre 5-12 Terminal 27 Digital Input* | *[2] Lâchage* | Pour entrée ou sortie digitale. Le réglage par défaut est Entrée. |
| 29 | *Paramétre 5-13 Terminal 29 Digital Input* | *[14] Jogging* | |
| 20 | – | – | Borne commune pour les entrées digitales et potentiel de 0 V pour l'alimentation 24 V. |
| 37 | – | STO | Lorsque la fonctionnalité STO en option n'est pas utilisée, un cavalier est nécessaire entre la borne 12 (ou 13) et la borne 37. Cela permet au variateur de fonctionner avec les valeurs de programmation par défaut. |

**Tableau 10.8 Descriptions des bornes d'entrée/sortie digitale**

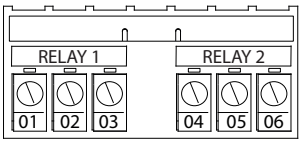
| Borne | Paramètre | Réglage par défaut | Description |
|---|---|---|---|
| 39 | – | – | Commune à la sortie analogique. |
| 42 | *Paramétre 6-50 Terminal 42 Output* | *[0] Inactif* | Sortie analogique programmable. 0-20 mA ou 4-20 mA à un maximum de 500 Ω. |
| 50 | – | +10 V CC | Tension d'alimentation analogique de 10 V CC pour un potentiomètre ou une thermistance. 15 mA maximum. |

10

| Borne | Paramètre | Réglage par défaut | Description |
|---|---|---|---|
| 53 | *Groupe de paramètres 6-1* Entrée ANA 1* | Référence | Entrée analogique. Pour tension ou courant. Sélectionner mA ou V par les commutateurs A53 et A54. |
| 54 | *Groupe de paramètres 6-2* Entrée ANA 2* | Retour | |
| 55 | – | – | Commun des entrées analogiques |

**Tableau 10.9 Descriptions des bornes d'entrée/sortie analogique**

**Bornes des relais**




130BF156.10

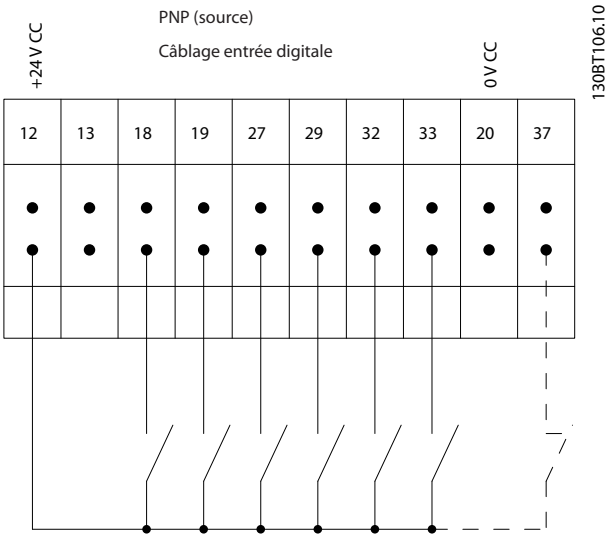
**Illustration 10.13 Bornes des relais 1 et 2**

- Relais 1 et 2. L'emplacement dépend de la configuration du variateur. Se reporter au *manuel d'utilisation*.
- Bornes sur un équipement intégré en option. Voir les instructions fournies avec l'équipement optionnel.

| Borne | Paramètre | Réglage par défaut | Description |
|---|---|---|---|
| 01, 02, 03 | *Paramétre 5-40 Function Relay* [0] | *[0] Inactif* | Sortie relais RT. Pour tension CA ou CC et des charges résistives ou inductives. |
| 04, 05, 06 | *Paramétre 5-40 Function Relay* [1] | *[0] Inactif* | |

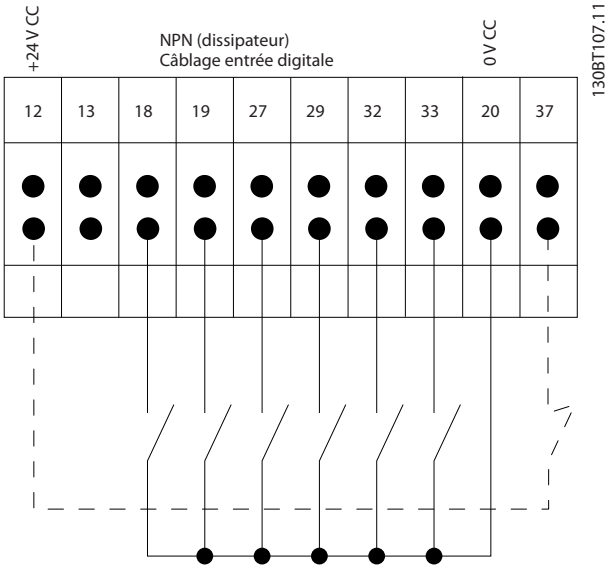
**Tableau 10.10 Descriptions des bornes de relais**

## 10.4.3 Polarité d'entrée des câbles de commande




130BT106.10

**Illustration 10.14 Polarité d'entrée des bornes de commande (source PNP)**




130BT107.11

**Illustration 10.15 Polarité d'entrée des bornes de commande (radiateur NPN)**

***AVIS!***

**Utiliser des câbles blindés pour se conformer aux spécifications d'émissions CEM. Pour plus d'informations, voir *chapitre 10.16 Installation selon critères CEM*.**

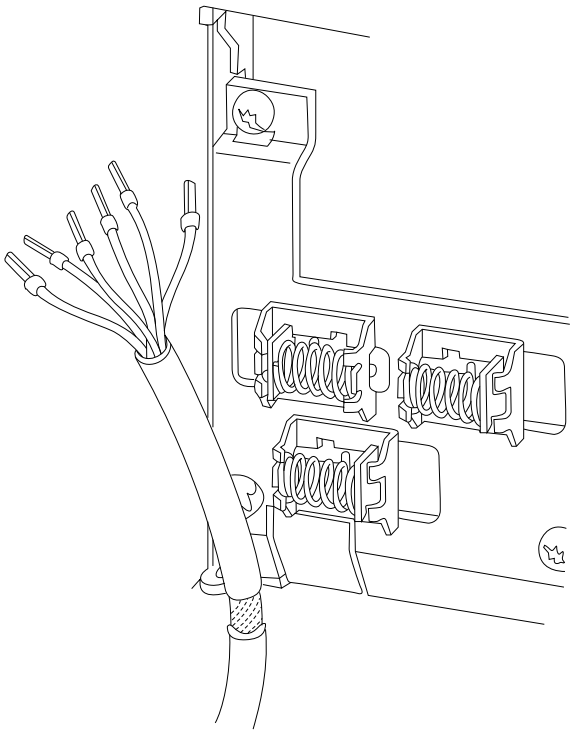



**Illustration 10.16 Terminaison du blindage et serre-câble pour câble de commande**




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

## 10.4.4 Bornes de commande à 12 impulsions

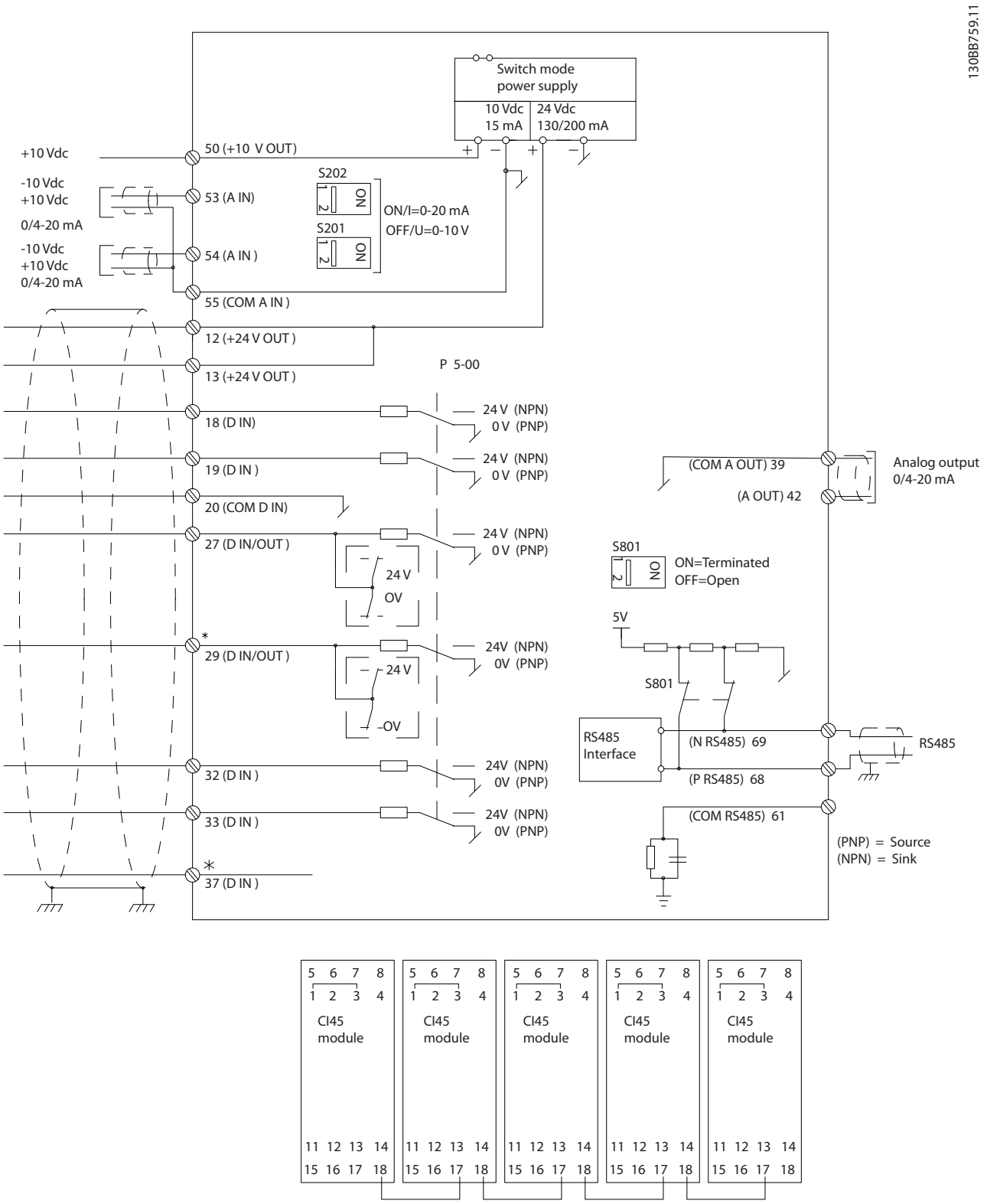



**Illustration 10.17 Bornes de commande à 12 impulsions**

## 10.5 Fusibles et disjoncteurs

L'utilisation de fusibles garantit que les dommages éventuels au variateur se limitent à des dommages internes au variateur. Utiliser les fusibles de rechange recommandés afin de garantir la conformité à la norme EN 50178. L'utilisation de fusibles du côté alimentation est obligatoire pour les installations conformes aux normes CEI 60364 (CE) et NEC 2009 (UL).

**Protection du circuit de dérivation**
Afin de protéger l'installation contre les risques électriques et d'incendie, tous les circuits de dérivation d'une installation, tels que ceux trouvés dans un appareillage de connexion et dans des machines, doivent être protégés contre les courts-circuits et les surcourants, conformément aux règlements nationaux et internationaux.

Les fusibles et les disjoncteurs doivent obligatoirement être conformes à la norme CEI 60364.

| Boîtier | Modèle | Taille de fusible recommandée | Fusible max. recommandé |
|---|---|---|---|
| E | P315 | aR-900 | aR-900 |
| | P355 | aR-900 | aR-900 |
| | P400 | aR-900 | aR-900 |
| | P450 | aR-900 | aR-900 |
| F | P500 | aR-1600 | aR-1600 |
| | P500 | aR-2000 | aR-2000 |
| | P560 | aR-2500 | aR-2500 |
| | P630 | aR-2500 | aR-2500 |
| | P710 | aR-2500 | aR-2500 |
| | P1000 | aR-2500 | aR-2500 |

**Tableau 10.11 Fusibles recommandés pour conformité CE, 380-480 V**

| Boîtier | Modèle | Taille de fusible recommandée | Fusible max. recommandé |
|---|---|---|---|
| E | P450 | aR-700 | aR-700 |
| | P500 | aR-900 | aR-900 |
| | P560 | | |
| | P630 | | |
| F | P710 | aR-1600 | aR-1600 |
| | P800 | aR-2000 | aR-2000 |
| | P900 | aR-2500 | aR-2500 |
| | P1M0 | | |
| | P1M2 | | |
| | P1M4 | | |

**Tableau 10.12 Fusibles recommandés pour conformité CE, 525-690 V**



### 10.5.1 Options de fusible semi-conducteur/de ligne

| Modèle | Fusible externe recommandé pour le variateur Bussmann PN | Calibre | Option variateur interne Bussmann PN | Autre fusible externe Siba PN | Autre fusible externe Ferraz Shawmut PN |
|---|---|---|---|---|---|
| P315 | 170M6013 | 900 A, 700 V | 170M6013 | 22 610 32.900 | 6.9URD33D08A0900 |
| P355 | 170M6013 | 900 A, 700 V | 170M6013 | 22 610 32.900 | 6.9URD33D08A0900 |
| P400 | 170M6013 | 900 A, 700 V | 170M6013 | 22 610 32.900 | 6.9URD33D08A0900 |

**Tableau 10.13 380-480 V, boîtier E, options de fusible secteur pour conformité UL**

| Modèle | Fusible externe variateur recommandé Bussmann PN | Calibre | Option interne pour le variateur Bussmann PN | Autre fusible Siba PN |
|---|---|---|---|---|
| P450 | 170M7081 | 1 600 A, 700 V | 170M7082 | 20 695 32.1600 |
| P500 | 170M7081 | 1 600 A, 700 V | 170M7082 | 20 695 32.1600 |
| P560 | 170M7082 | 2 000 A, 700 V | 170M7082 | 20 695 32.2000 |
| P630 | 170M7082 | 2 000 A, 700 V | 170M7082 | 20 695 32.2000 |
| P710 | 170M7083 | 2 500 A, 700 V | 170M7083 | 20 695 32.2500 |
| P800 | 170M7083 | 2 500 A, 700 V | 170M7083 | 20 695 32.2500 |

**Tableau 10.14 380-480 V, boîtier F, options de fusible secteur pour conformité UL**

| Modèle | Option interne pour le variateur Bussmann PN | Calibre | Autre fusible Siba PN |
|---|---|---|---|
| P450 | 170M8611 | 1 100 A, 1 000 V | 20 781 32.1000 |
| P500 | 170M8611 | 1 100 A, 1 000 V | 20 781 32.1000 |
| P560 | 170M6467 | 1 400 A, 700 V | 20 681 32.1400 |
| P630 | 170M6467 | 1 400 A, 700 V | 20 681 32.1400 |
| P710 | 170M8611 | 1 100 A, 1 000 V | 20 781 32.1000 |
| P800 | 170M6467 | 1 400 A, 700 V | 20 681 32.1400 |

**Tableau 10.15 380-480 V, boîtier F, fusibles du circuit intermédiaire du module d'onduleur**

***AVIS!***

**Pour assurer la conformité UL, il faut utiliser les fusibles de la série Bussmann 170M pour les unités fournies sans option contacteur seul. Pour les unités fournies sans option contacteur seul, voir le *Tableau 10.32* pour connaître les courants nominaux de court-circuit et les critères des fusibles UL.**

10

| Modèle | Fusible externe recommandé pour le variateur Bussmann PN | Calibre | Option variateur interne Bussmann PN | Autre fusible externe Siba PN | Autre fusible externe Ferraz Shawmut PN |
|---|---|---|---|---|---|
| P355 | 170M4017 | 700 A, 700 V | 170M4017 | 20 610 32.700 | 6.9URD31D08A0700 |
| P400 | 170M4017 | 700 A, 700 V | 170M4017 | 20 610 32.700 | 6.9URD31D08A0700 |
| P500 | 170M6013 | 900 A, 700 V | 170M6013 | 22 610 32.900 | 6.9URD33D08A0900 |
| P560 | 170M6013 | 900 A, 700 V | 170M6013 | 22 610 32.900 | 6.9URD33D08A0900 |

**Tableau 10.16 525-690 V, boîtier E, options de fusible secteur pour conformité UL**

| Modèle | Fusible externe variateur recommandé Bussmann PN | Calibre | Option interne pour le variateur Bussmann PN | Autre fusible Siba PN |
|---|---|---|---|---|
| P630 | 170M7081 | 1 600 A, 700 V | 170M7082 | 20 695 32.1600 |
| P710 | 170M7081 | 1 600 A, 700 V | 170M7082 | 20 695 32.1600 |
| P800 | 170M7081 | 1 600 A, 700 V | 170M7082 | 20 695 32.1600 |
| P900 | 170M7081 | 1 600 A, 700 V | 170M7082 | 20 695 32.1600 |
| P1000 | 170M7082 | 2 000 A, 700 V | 170M7082 | 20 695 32.2000 |
| P1200 | 170M7083 | 2 500 A, 700 V | 170M7083 | 20 695 32.2500 |

**Tableau 10.17 525-690 V, boîtier F, options de fusible secteur pour conformité UL**


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

| Modèle | Option interne pour le variateur Bussmann PN | Calibre | Autre fusible Siba PN |
|---|---|---|---|
| P630 | 170M8611 | 1 100 A, 1 000 V | 20 781 32.1000 |
| P710 | 170M8611 | 1 100 A, 1 000 V | 20 781 32.1000 |
| P800 | 170M8611 | 1 100 A, 1 000 V | 20 781 32.1000 |
| P900 | 170M8611 | 1 100 A, 1 000 V | 20 781 32.1000 |
| P1000 | 170M8611 | 1 100 A, 1 000 V | 20 781 32.1000 |
| P1200 | 170M8611 | 1 100 A, 1 000 V | 20 781 32.1000 |

**Tableau 10.18 525-690 V, boîtier F, fusibles du circuit intermédiaire du module d'onduleur**

Les fusibles 170M de Bussmann présentés utilisent l'indicateur visuel -/80. Les fusibles avec indicateur -TN/80 Type T, -/110 ou TN/110 Type T de même taille et même intensité peuvent être remplacés pour un usage externe. Afin de respecter les exigences UL, utiliser tout fusible répertorié d'au moins 500 V UL avec courant nominal associé.

## 10.5.2 Fusibles supplémentaires

| Boîtier | Bussmann PN | Calibre |
|---|---|---|
| E et F | KTK-4 | 4 A, 600 V |

**Tableau 10.19 Fusible SMPS**

| Taille/type | Bussmann PN | LittelFuse | Calibre |
|---|---|---|---|
| P355-P400, 525-690 V | KTK-4 | – | 4 A, 600 V |
| P315-P800, 380-480 V | – | KLK-15 | 15 A, 600 V |
| P500-P1M2, 525-690 V | – | KLK-15 | 15 A, 600 V |

**Tableau 10.20 Fusibles de ventilateur**



| Fusible | Taille/type | Bussmann PN | Calibre | Fusibles de remplacement |
|---|---|---|---|---|
| 2,5-4,0 A | P450-P800, 380-480 V | LPJ-6 SP ou SPI | 6 A, 600 V | Tout élément double classe J répertorié, retard, 6 A |
| | P630-P1M2, 525-690 V | LPJ-10 SP ou SPI | 10 A, 600 V | Tout élément double classe J répertorié, retard, 10 A |
| 4,0-6,3 A | P450-P800, 380-480 V | LPJ-10 SP ou SPI | 10 A, 600 V | Tout élément double classe J répertorié, retard, 10 A |
| | P630-P1M2, 525-690 V | LPJ-15 SP ou SPI | 15 A, 600 V | Tout élément double classe J répertorié, retard, 15 A |
| 6,3-10 A | P450-P800, 380-480 V | LPJ-15 SP ou SPI | 15 A, 600 V | Tout élément double classe J répertorié, retard, 15 A |
| | P630-P1M2, 525-690 V | LPJ-20 SP ou SPI | 20 A, 600 V | Tout élément double classe J répertorié, retard, 20 A |
| 10-16 A | P450-P800, 380-480 V | LPJ-25 SP ou SPI | 25 A, 600 V | Tout élément double classe J répertorié, retard, 25 A |
| | P630-P1M2, 525-690 V | LPJ-20 SP ou SPI | 20 A, 600 V | Tout élément double classe J répertorié, retard, 20 A |

**Tableau 10.21 Fusibles de contrôleurs de moteur manuels**

| Boîtier | Bussmann PN | Calibre | Fusibles de remplacement |
|---|---|---|---|
| F | LPJ-30 SP ou SPI | 30 A, 600 V | Tout élément double classe J répertorié, retard, 30 A |

**Tableau 10.22 Borne de fusible protégée 30 A**

| Boîtier | Bussmann PN | Calibre | Fusibles de remplacement |
|---|---|---|---|
| F | LPJ-6 SP ou SPI | 6 A, 600 V | Tout élément double classe J répertorié, retard, 6 A |

**Tableau 10.23 Fusible du transformateur de contrôle**

| Boîtier | Bussmann PN | Calibre | Fusibles de remplacement |
|---|---|---|---|
| F | LP-CC-6 | 6 A, 600 V | Tout élément répertorié classe CC, 6 A |

**Tableau 10.24 Fusible de bobine de relais de sécurité avec relais Pilz**

## 10.5.3 Fusibles secteur, F8-F13

L'utilisation des fusibles suivants convient sur un circuit capable de délivrer 100 000 $A_{rms}$ (symétriques), 240 V, 480 V ou 600 V en fonction de la tension nominale du variateur. Avec des fusibles adaptés, le courant nominal de court-circuit du variateur (SCCR) s'élève à 100 000 $A_{rms}$.

| Modèle | Taille de boîtier | Calibre | | Bussmann P/N | Spare Bussmann P/N | Perte de puissance estimée du fusible [W] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | [V] (UL) | [A] | | | 400 V | 460 V |
| P250 | F8-F9 | 700 | 700 | 170M4017 | 176F8591 | 25 | 19 |
| P315 | F8-F9 | 700 | 700 | 170M4017 | 176F8591 | 30 | 22 |
| P355 | F8-F9 | 700 | 700 | 170M4017 | 176F8591 | 38 | 29 |
| P400 | F8-F9 | 700 | 700 | 170M4017 | 176F8591 | 3500 | 2800 |
| P450 | F10-F11 | 700 | 900 | 170M6013 | 176F8592 | 3940 | 4925 |
| P500 | F10-F11 | 700 | 900 | 170M6013 | 176F8592 | 2625 | 2100 |
| P560 | F10-F11 | 700 | 900 | 170M6013 | 176F8592 | 3940 | 4925 |
| P630 | F10-F11 | 700 | 1500 | 170M6018 | 176F8592 | 45 | 34 |
| P710 | F12-F13 | 700 | 1500 | 170M6018 | 176F9181 | 60 | 45 |
| P800 | F12-F13 | 700 | 1500 | 170M6018 | 176F9181 | 83 | 63 |

**Tableau 10.25 Fusibles secteur, 380-480 V**

10

| Modèle | Taille de boîtier | Calibre | | Bussmann P/N | Spare Bussmann P/N | Perte de puissance estimée du fusible [W] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | [V] (UL) | [A] | | | 600 V | 690 V |
| P355 | F8-F9 | 700 | 630 | 170M4016 | 176F8335 | 13 | 10 |
| P400 | F8-F9 | 700 | 630 | 170M4016 | 176F8335 | 17 | 13 |
| P500 | F8-F9 | 700 | 630 | 170M4016 | 176F8335 | 22 | 16 |
| P560 | F8-F9 | 700 | 630 | 170M4016 | 176F8335 | 24 | 18 |
| P630 | F10-F11 | 700 | 900 | 170M6013 | 176F8592 | 26 | 20 |
| P710 | F10-F11 | 700 | 900 | 170M6013 | 176F8592 | 35 | 27 |
| P800 | F10-F11 | 700 | 900 | 170M6013 | 176F8592 | 44 | 33 |
| P900 | F12-F13 | 700 | 1500 | 170M6018 | 176F9181 | 26 | 20 |
| P1M0 | F12-F13 | 700 | 1500 | 170M6018 | 176F9181 | 37 | 28 |
| P1M2 | F12-F13 | 700 | 1500 | 170M6018 | 176F9181 | 47 | 36 |

**Tableau 10.26 Fusibles secteur, 525-690 V**

| Modèle | Bussmann PN | Calibre | Siba |
|---|---|---|---|
| P450 | 170M8611 | 1 100 A, 1 000 V | 20 781 32.1000 |
| P500 | 170M8611 | 1 100 A, 1 000 V | 20 781 32.1000 |
| P560 | 170M6467 | 1 400 A, 700 V | 20 681 32.1400 |
| P630 | 170M6467 | 1 400 A, 700 V | 20 681 32.1400 |
| P710 | 170M8611 | 1 100 A, 1 000 V | 20 781 32.1000 |
| P800 | 170M6467 | 1 400 A, 700 V | 20 681 32.1400 |

**Tableau 10.27 Fusibles du circuit intermédiaire du module d'onduleur, 380-480 V**

| Modèle | Bussmann PN | Calibre | Siba |
|---|---|---|---|
| P630 | 170M8611 | 1 100 A, 1 000 V | 20 781 32.1000 |
| P710 | 170M8611 | 1 100 A, 1 000 V | 20 781 32.1000 |
| P800 | 170M8611 | 1 100 A, 1 000 V | 20 781 32.1000 |
| P900 | 170M8611 | 1 100 A, 1 000 V | 20 781 32.1000 |
| P1M0 | 170M8611 | 1 100 A, 1 000 V | 20 781 32.1000 |
| P1M2 | 170M8611 | 1 100 A, 1 000 V | 20 781 32.1000 |

**Tableau 10.28 Fusibles du circuit intermédiaire du module d'onduleur, 525-690 V**

Les fusibles 170M de Bussmann présentés utilisent l'indicateur visuel -/80. Les fusibles avec indicateur -TN/80 Type T, -/110 ou TN/110 Type T de même taille et même intensité peuvent être remplacés pour un usage externe. Afin de respecter les exigences UL, utiliser tout fusible répertorié d'au moins 480 V UL avec courant nominal associé.

| Boîtier | Modèles | Type | Réglages de disjoncteur par défaut | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Niveau de déclenchement [A] | Temps [s] |
| F3 | 380-480 V, modèle : P450<br>525-690 V, modèle : P630-P710 | Merlin Gerin<br>NPJF36120U31AABSCYP | 1200 | 0,5 |
| F3 | 380-480 V, modèle : P500-P630<br>525-690 V, modèle : P800 | Merlin Gerin<br>NRJF36200U31AABSCYP | 2000 | 0,5 |
| F4 | 380-480 V, modèle : P710<br>525-690 V, modèle : P900-P1M2 | Merlin Gerin<br>NRJF36200U31AABSCYP | 2000 | 0,5 |
| F4 | 380-480 V, modèle : P800 | Merlin Gerin<br>NRJF36250U31AABSCYP | 2500 | 0,5 |

**Tableau 10.29 Disjoncteurs, F3-F4**

10

## 10.6 Sectionneurs et contacteurs

### 10.6.1 Sectionneurs secteur, E1-E2 et F3-F4

| Taille de boîtier | Modèle | Type |
|---|---|---|
| **380-480 V** | | |
| E1-E2 | P315-P400 | ABB OETL-NF800A |
| F3 | P450 | Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP |
| F3 | P500-P630 | Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP |
| F4 | P710-P800 | Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP |
| **525-690 V** | | |
| E1-E2 | P355-P560 | ABB OETL-NF600A |
| F3 | P630-P710 | Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP |
| F3 | P800 | Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP |
| F4 | P900-P1M2 | Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP |

**Tableau 10.30 Sectionneurs secteur, boîtiers E1-E2 et F3-F4**


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

### 10.6.2 Sectionneurs secteur, F9/F11/F13

| Taille de boîtier | Modèle | Type |
|---|---|---|
| **380-480 V** | | |
| F9 | P250 | ABB OETL-NF600A |
| F9 | P315 | ABB OETL-NF600A |
| F9 | P355 | ABB OETL-NF600A |
| F9 | P400 | ABB OETL-NF600A |
| F11 | P450 | ABB OETL-NF800A |
| F11 | P500 | ABB OETL-NF800A |
| F11 | P560 | ABB OETL-NF800A |
| F11 | P630 | ABB OT800U21 |
| F13 | P710 | Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP |
| F13 | P800 | Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP |
| **525-690 V** | | |
| F9 | P355 | ABB OT400U12-121 |
| F9 | P400 | ABB OT400U12-121 |
| F9 | P500 | ABB OT400U12-121 |
| F9 | P560 | ABB OT400U12-121 |
| F11 | P630 | ABB OETL-NF600A |
| F11 | P710 | ABB OETL-NF600A |
| F11 | P800 | ABB OT800U21 |
| F13 | P900 | ABB OT800U21 |
| F13 | P1M0 | Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP |
| F13 | P1M2 | Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP |

**Tableau 10.31 Sectionneurs secteur, boîtiers F9/F11/F13**

10

### 10.6.3 Contacteurs secteur, F3-F4

| Taille de boîtier | Modèle et tension | Contacteur |
|---|---|---|
| F3 | P450-P500, 380-480 V<br>P630-P800, 525-690 V | Eaton XTCE650N22A |
| F3 | P560, 380-480 V | Eaton XTCE820N22A |
| F3 | P630, 380-480 V | Eaton XTCEC14P22B |
| F4 | P900, 525-690 V | Eaton XTCE820N22A |
| F4 | P710-P800, 380-480 V<br>P1M2, 525-690 V | Eaton XTCEC14P22B |

**Tableau 10.32 Contacteurs secteur, boîtiers F3-F4**

***AVIS!***

**Alimentation 230 V fournie par le client requise pour les contacteurs secteur.**

## 10.7 Moteur

Tout moteur asynchrone triphasé standard peut être utilisé avec un variateur.

| Borne | Fonction |
|---|---|
| 96 | U/T1 |
| 97 | V/T2 |
| 98 | W/T3 |
| 99 | Terre |

**Tableau 10.33 Bornes du câble du moteur permettant une rotation dans le sens horaire (réglages par défaut)**

Le sens de rotation peut être modifié en inversant deux phases côté moteur ou en changeant le réglage du *paramétre 4-10 Motor Speed Direction*.
Le contrôle de la rotation du moteur peut être effectué à l'aide du *paramétre 1-28 Motor Rotation Check* et en suivant les étapes indiquées dans l'*Illustration 10.18*.

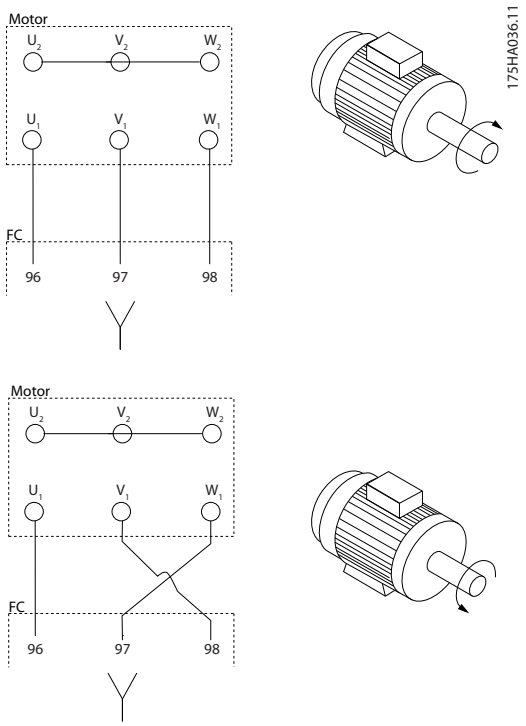



**Illustration 10.18 Changement de la rotation du moteur**

**Exigences pour les boîtiers F1/F3**
Chaque module d'onduleur doit présenter le même nombre de câbles de phase moteur et ils doivent être en nombre pair (par exemple, 2, 4, 6 ou 8). Un seul câble n'est pas autorisé. Les câbles doivent être d'égale longueur ou au sein d'une plage de 10 % entre les bornes du module d'onduleur et le premier point commun d'une phase. Le point commun recommandé correspond aux bornes du moteur. Par exemple, si le module d'onduleur A utilise un câble de 100 m (328 pi), les modules d'onduleur suivants peuvent utiliser un câble de longueur comprise entre 90 et 110 m (entre 295 et 360 pi).

**Exigences pour les boîtiers F2/F4**
Chaque module d'onduleur doit présenter le même nombre de câbles de phase moteur et ils doivent être en nombre multiple de 3 (par exemple, 3, 6, 9 ou 12). Il n'est pas autorisé d'avoir un ou deux câbles. Les câbles doivent être d'égale longueur ou au sein d'une plage de 10 % entre les bornes du module d'onduleur et le premier point commun d'une phase. Le point commun recommandé correspond aux bornes du moteur. Par exemple, si le module d'onduleur A utilise un câble de 100 m (328 pi), les modules d'onduleur suivants peuvent utiliser un câble de longueur comprise entre 90 et 110 m (entre 295 et 360 pi).

## 10.7.1 Protection thermique du moteur

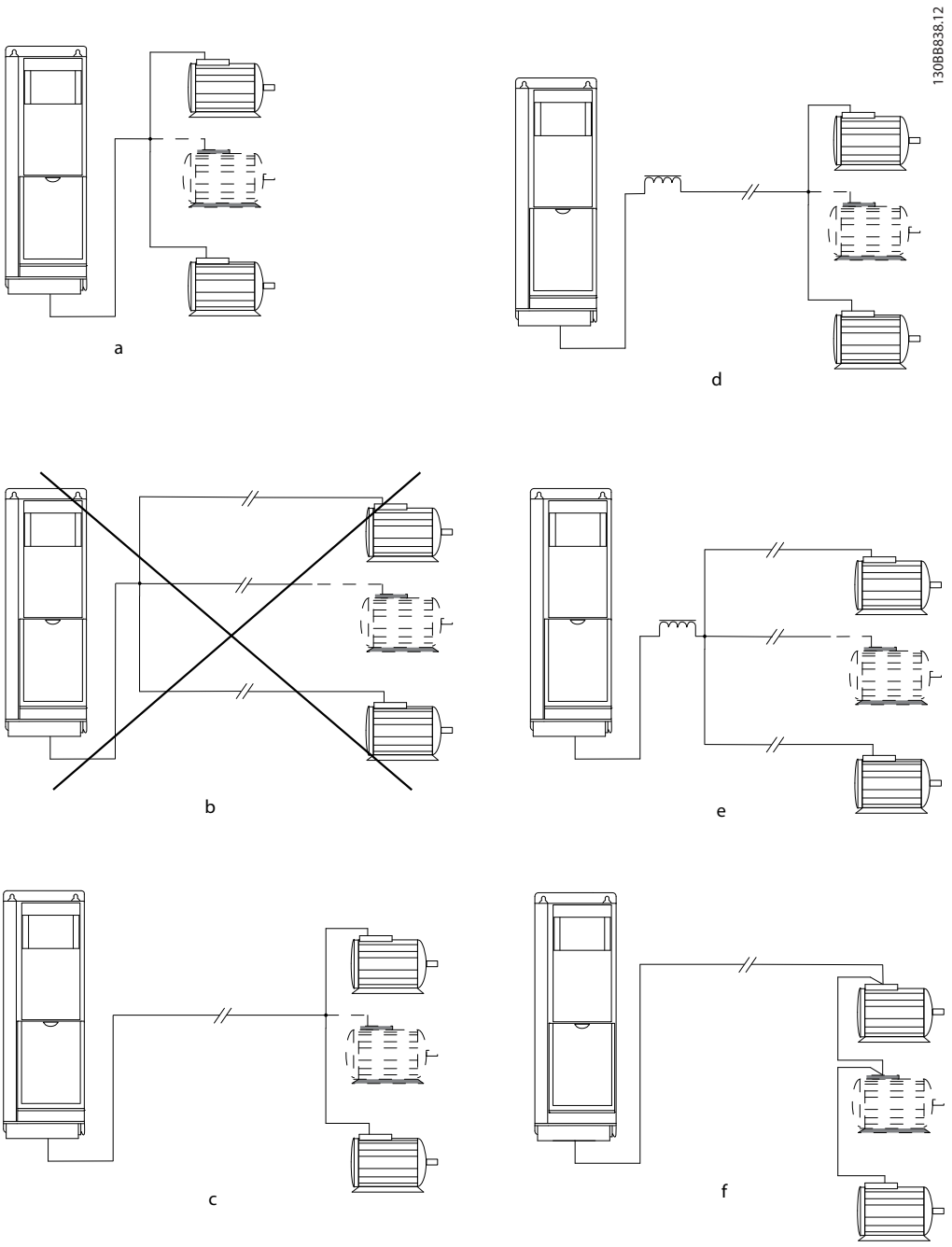
Le relais thermique électronique du variateur a reçu une certification UL pour la protection unique du moteur contre la surcharge, lorsque le *paramétre 1-90 Motor Thermal Protection* est réglé sur *ETR Alarme* et le *paramétre 1-24 Motor Current* est réglé sur le courant nominal du moteur (voir la plaque signalétique du moteur).
Pour la protection thermique du moteur, il est également possible d'utiliser l'option VLT® PTC Thermistor Card MCB 112. Cette carte offre une garantie ATEX pour protéger les moteurs dans les zones potentiellement explosives Zone 1/21 et Zone 2/22. Lorsque le *paramétre 1-90 Motor Thermal Protection* réglé sur *[20] ATEX ETR* est combiné avec l'option MCB 112, il est alors possible de contrôler un moteur Ex-e dans des zones potentiellement explosives. Consulter le *guide de programmation* pour obtenir un complément d'informations sur la configuration du variateur pour un fonctionnement en toute sécurité des moteurs Ex-e.

## 10.7.2 Montage des moteurs en parallèle

Le variateur est capable de contrôler plusieurs moteurs connectés en parallèle. Pour connaître les différentes configurations de moteurs connectés en parallèle, voir l'*Illustration 10.19*.

Il convient de noter les points suivants en cas d'utilisation d'un raccordement en parallèle des moteurs :

- Faire fonctionner des applications avec moteurs parallèles en mode U/F (Volt par Hertz).
- Le mode VVC+ peut être utilisé dans certaines applications.
- La consommation totale de courant des moteurs ne peut pas excéder le courant nominal de sortie $I_{INV}$ pour le variateur.
- 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 relais thermique électronique (ETR) du variateur ne peut pas être utilisé comme protection du moteur contre la surcharge. Une protection additionnelle du moteur contre la surcharge doit être prévue en intégrant des thermistances dans chaque moteur ou dans les relais thermiques individuels.
- Quand les moteurs sont connectés en parallèle, le *paramétre 1-02 Flux Motor Feedback Source* ne peut pas être utilisé et le *paramétre 1-01 Motor Control Principle* doit être réglé sur *[0] U/f*.




| | |
|---|---|
| A | Les installations avec câbles connectés en un point commun comme indiqué en A et B sont uniquement recommandées pour des longueurs de câble courtes. |
| B | Tenir compte de la longueur de câble du moteur maximale indiquée au *chapitre 7.6 Spécifications du câble*. |
| C | La longueur totale de câble du moteur spécifiée dans le *chapitre 7.6 Spécifications du câble* est valable tant que les câbles parallèles restent inférieurs à 10 m (32 pi) chacun. |
| D | Tenir compte de la chute de tension dans les câbles du moteur. |
| E | Tenir compte de la chute de tension dans les câbles du moteur. |
| F | La longueur totale de câble du moteur spécifiée dans le *chapitre 7.6 Spécifications du câble* est valable tant que les câbles parallèles restent inférieurs à 10 m (32 pi) chacun. |

**Illustration 10.19 Divers raccordements en parallèle des moteurs**

### 10.7.3 Isolation du moteur

Pour des longueurs de câble du moteur inférieures ou égales à la longueur de câble maximale répertoriée dans le *chapitre 7.6 Spécifications du câble*, utiliser l'isolation de moteur nominale indiquée dans le *Tableau 10.34*. Si un moteur présente une valeur d'isolation nominale inférieure, Danfoss recommande d'utiliser un filtre dU/dt ou sinus.

| Tension secteur nominale | Isolation du moteur |
|---|---|
| $U_N$≤420 V | $U_{LL}$ standard = 1 300 V |
| 420 V < $U_N$ ≤ 500 V | $U_{LL}$ renforcée = 1 600 V |
| 500 V < $U_N$ ≤ 600 V | $U_{LL}$ renforcée = 1 800 V |
| 600 V < $U_N$ ≤ 690 V | $U_{LL}$ renforcée = 2 000 V |

**Tableau 10.34 Caractéristiques de l'isolation du moteur**

### 10.7.4 Courants des paliers de moteur

Pour éliminer les courants de palier circulant dans tous les moteurs installés avec le variateur, installer des paliers isolés côté opposé à l'accouplement. Pour minimiser les courants de paliers et d'arbre, veiller à une mise à la terre correcte du variateur, du moteur, de la machine entraînée et du moteur à la machine entraînée.

Stratégies d'atténuation standard :

- Utiliser un palier isolé.
- Suivre les procédures d'installation adéquates.
  - Veiller à ce que le moteur et la charge moteur soient alignés.
  - Respecter la réglementation CEM.
  - Renforcer le PE de façon à ce que l'impédance haute fréquence soit inférieure dans le PE aux fils d'alimentation d'entrée.
  - Veiller à la bonne connexion haute fréquence entre le moteur et le variateur. Utiliser un câble blindé muni d'un raccord à 360° dans le moteur et le variateur.
  - Veiller à ce que l'impédance entre le variateur 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.
  - Procéder à une mise à la terre directe entre le moteur et la charge moteur.
- Abaisser la fréquence de commutation du hacheur de freinage (IGBT).
- Modifier la forme de l'onde de l'onduleur, 60° AVM au lieu de SFAVM.
- Installer un système de mise à la terre de l'arbre ou utiliser un accouplement isolant.
- Appliquer un lubrifiant conducteur.
- Utiliser si possible des réglages minimum de la vitesse.
- Veiller à ce que la tension secteur soit équilibrée par rapport à la terre. Cela peut s'avérer difficile pour les réseaux IT, TT, TN-CS ou les systèmes de colonne mis à la terre.
- Utiliser un filtre dU/dt ou sinus.

## 10.8 Freinage

### 10.8.1 Sélection des résistances de freinage

Pour gérer les exigences plus élevées de freinage par résistance, une résistance de freinage est nécessaire. La résistance de freinage absorbe l'énergie à la place du variateur. Pour plus d'informations, consulter le *manuel de configuration du VLT® Brake Resistor MCE 101*.

Si la quantité d'énergie cinétique transférée à la résistance à chaque période de freinage est inconnue, la puissance moyenne peut être calculée 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. L'*Illustration 10.20* représente un cycle de freinage typique.

Les fournisseurs de moteurs utilisent souvent S5 pour indiquer la charge autorisée qui correspond au cycle d'utilisation intermittent. Le cycle d'utilisation intermittent de la résistance est calculé comme suit :

*Cycle d'utilisation* = $t_b/T$

T = temps de cycle en secondes
$t_b$ est le temps de freinage en secondes (du temps de cycle)

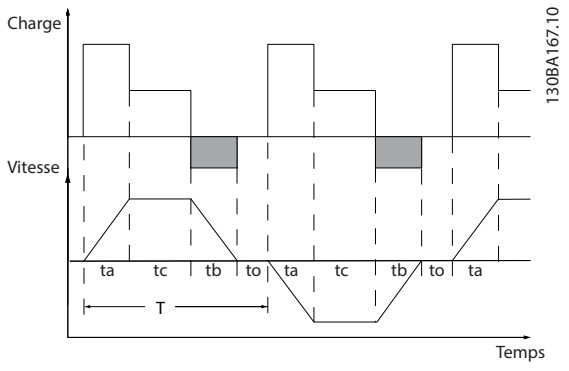



**Illustration 10.20 Cycle de freinage type**

| 380-480 V Modèle | Temps de cycle (s) | Cycle d'utilisation du freinage au couple de 100 % | Cycle d'utilisation du freinage en surcouple (150/160 %) |
|---|---|---|---|
| P355-P1000 | 600 | 40% | 10% |
| **525-690 Modèle** | **Temps de cycle (s)** | **Cycle d'utilisation du freinage au couple de 100 %** | **Cycle d'utilisation du freinage en surcouple (150/160 %)** |
| P560-P630 | 600 | 40% | 10% |
| P710-P1M4 | 600 | 40% | 10% |

**Tableau 10.35 Freinage en surcouple Niveau de couple**

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

***AVIS!***

**Vérifier que la résistance est conçue pour gérer le temps de freinage requis.**

10

La charge maximale autorisée pour la résistance de freinage est indiquée comme une puissance de pointe à un cycle d'utilisation intermittent donné. La valeur de la résistance de freinage est calculée comme suit :

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

où

$P_{pointe} = P_{moteur} \times M_{fr}\,[\%] \times \eta_{moteur} \times \eta_{VLT}[W]$

Comme indiqué, la résistance de freinage dépend de la tension du circuit intermédiaire ($U_{cc}$).

| Taille | Frein actif | Avertissement avant coupure | Coupure (arrêt) |
|---|---|---|---|
| 380-480 V[1)] | 810 V | 828 V | 855 V |
| 525-690 V | 1 084 V | 1 109 V | 1 130 V |

**Tableau 10.36 FC 102/FC 202 Limites de freinage**

*1) Selon la puissance*

***AVIS!***

**Vérifier que la résistance peut supporter une tension de 410 V, 820 V, 850 V, 975 V ou 1 130 V. Les résistances de freinage Danfoss sont adaptées à une utilisation sur tous les variateurs Danfoss.**

Danfoss recommande la résistance de freinage $R_{rec}$. Ce calcul garantit que le variateur peut freiner à la puissance de freinage la plus élevée ($M_{fr(\%)}$) de 150 %. La formule peut s'écrire :

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

La valeur typique de $\eta_{moteur}$ est de 0,90.
La valeur typique de $\eta_{VLT}$ est de 0,98.

Pour les variateurs 200 V, 480 V, 500 V et 600 V, $R_{rec}$ à une puissance de freinage de 160 % s'écrit comme suit :

$$200V : R_{rec} = \frac{107780}{P_{moteur}}\,[\Omega]$$

$$500V : R_{rec} = \frac{464923}{P_{moteur}}\,[\Omega]$$

$$600V : R_{rec} = \frac{630137}{P_{moteur}}\,[\Omega]$$

$$690V : R_{rec} = \frac{832664}{P_{moteur}}\,[\Omega]$$

***AVIS!***

**La résistance du circuit de freinage sélectionnée ne doit pas être supérieure à celle recommandée par Danfoss.**

***AVIS!***

**En cas d'apparition d'un court-circuit dans le transistor de freinage, on n'empêche la dissipation de puissance dans la résistance de freinage qu'en utilisant un interrupteur de secteur ou un contacteur afin de déconnecter le variateur du secteur, ou un contact dans le circuit de freinage. Une dissipation de puissance ininterrompue dans la résistance de freinage peut causer une surchauffe, des dommages ou un incendie.**

## ⚠AVERTISSEMENT

**RISQUE D'INCENDIE**

**Les résistances de freinage chauffent pendant et après le freinage. Elles doivent donc être placées dans un environnement sûr pour éviter tout risque de dommage matériel et/ou de blessure grave.**

- **S'assurer que la résistance de freinage est placée dans un environnement sûr pour éviter tout risque d'incendie.**
- **Ne pas toucher la résistance de freinage pendant ou après le freinage afin d'éviter de graves brûlures.**

### 10.8.2 Contrôle avec la fonction de freinage

On peut utiliser un relais/une sortie digitale pour protéger la résistance de freinage contre la surcharge ou la surchauffe en générant une panne du variateur. Si le hacheur de freinage (IGBT) est en surcharge ou en surchauffe, le signal de relais/digital allant du frein au variateur arrête le hacheur de freinage. Ce signal de relais/digital ne protège pas contre un court-circuit du hacheur de freinage (IGBT) ou d'un défaut de mise à la terre dans le câblage ou le module de frein. Si un court-circuit se produit dans le hacheur de freinage (IGBT), Danfoss recommande un moyen de déconnecter le frein.

Le frein permet également d'afficher la puissance instantanée et la puissance moyenne des 120 dernières secondes et de surveiller que la puissance dégagée ne dépasse pas la limite définie au *paramétre 2-12 Brake Power Limit (kW)*. Le *Paramétre 2-13 Brake Power Monitoring* sélectionne la fonction à exécuter lorsque la puissance transmise à la résistance de freinage dépasse la limite définie au *paramétre 2-12 Brake Power Limit (kW)*.

***AVIS!***

**La surveillance de la puissance de freinage n'est pas une fonction de sécurité, cette dernière nécessitant un thermocontact relié à un contacteur externe. Le circuit de la résistance de freinage n'est pas protégé contre les fuites à la terre.**

Le *contrôle de surtension (OVC)* peut être sélectionné comme fonction de freinage de remplacement au *paramétre 2-17 Over-voltage Control*. Cette fonction est active pour toutes les unités et assure qu'en cas d'augmentation de la tension du circuit intermédiaire, la fréquence de sortie augmente également afin de limiter la tension du circuit intermédiaire, évitant ainsi un arrêt.

***AVIS!***

**OVC ne peut pas être activé lors du fonctionnement d'un moteur PM, si le *paramétre 1-10 Motor Construction* est réglé sur *[1]PM, SPM non saillant*.**

## 10.9 Relais de protection différentielle (RCD) et dispositif de surveillance de la résistance d'isolation (IRM)

Utiliser des relais de protection différentielle (RCD), une mise à la terre multiple ou une mise à la terre en tant que protection supplémentaire, à condition de respecter les réglementations de sécurité locales.
Un défaut de mise à la terre peut introduire un courant CC dans le courant de fuite. Si des relais RCD sont utilisés, les réglementations locales doivent être respectées. Les relais doivent convenir à la protection d'équipements triphasés avec pont redresseur et décharge courte lors de la mise sous tension. Voir le *chapitre 10.10 Courant de fuite* pour plus de détails.

## 10.10 Courant de fuite

Respecter les réglementations locales et nationales concernant la protection par mise à la terre de l'équipement en cas de courant de fuite supérieur à 3,5 mA.
La technologie du variateur implique une commutation haute fréquence à haute puissance. Cette commutation haute fréquence 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
- blindage du câble moteur
- alimentation du variateur.

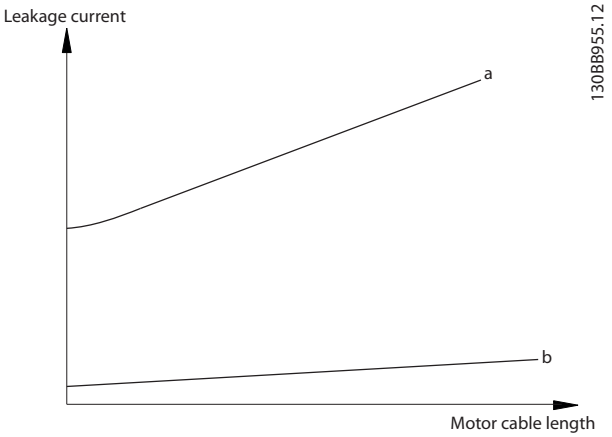



**Illustration 10.21 Influence de la longueur de câble du moteur et du dimensionnement puissance sur le courant de fuite. Puissance a > puissance b.**

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

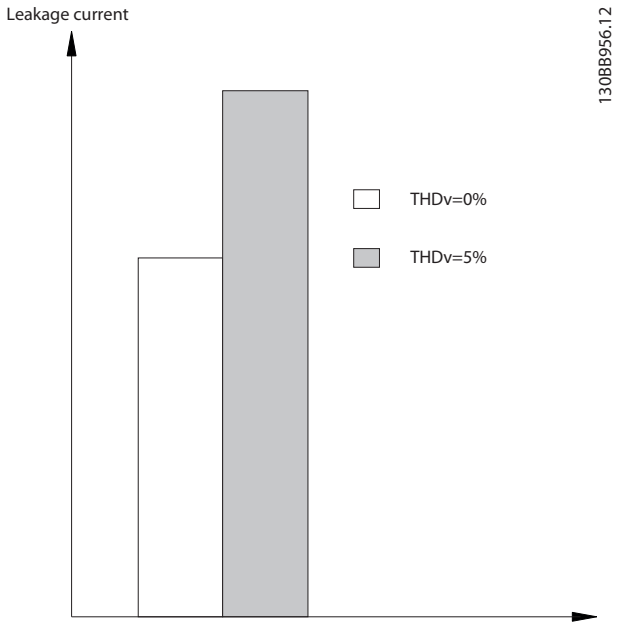



**Illustration 10.22 Influence de la distorsion de la ligne sur le courant de fuite**

Si le courant de fuite dépasse 3,5 mA, le respect de la norme EN/CEI 61800-5-1 (norme produit concernant les entraînements électriques de puissance) exige une attention particulière.

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 mm² (8 AWG) 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 fuite à la terre (ELCB), sont utilisés, respecter les éléments suivants :

- Utiliser les RCD de type B 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.

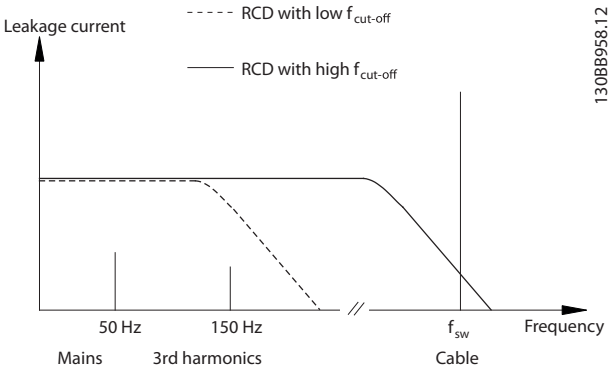



**Illustration 10.23 Sources principales du courant de fuite**

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

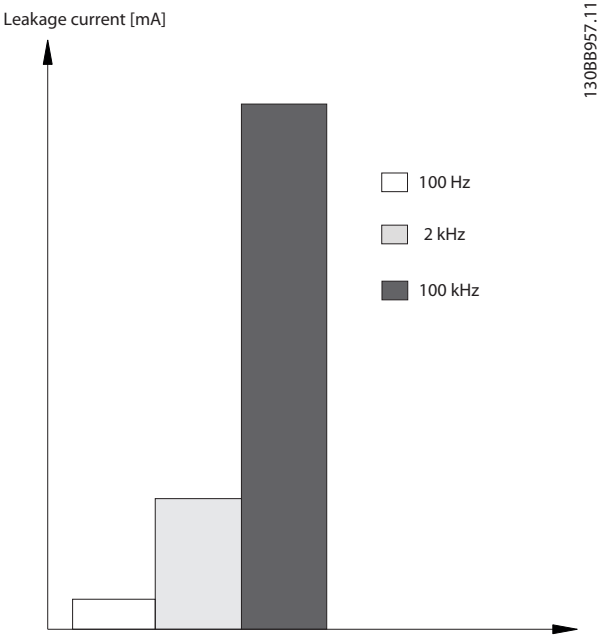



**Illustration 10.24 Influence de la fréquence de coupure des RCD sur le courant de fuite**

## 10.11 Réseau IT

**Alimentation secteur isolée de la terre**

Si le variateur est alimenté par une source électrique isolée (réseau IT, triangle isolé de la terre ou triangle mis à la terre) ou un réseau TT/TN-S avec triangle mis à la terre, il est recommandé de désactiver le commutateur RFI via le *paramétre 14-50 RFI Filter* sur le variateur et le *paramétre 14-50 RFI Filter* sur le filtre. Pour plus de détails, voir la norme CEI 364-3. En position OFF, les condensateurs de filtrage entre le châssis et le circuit intermédiaire sont coupés pour éviter d'endommager le circuit intermédiaire et pour réduire les courants à effet de masse, selon la norme CEI 61800-3.

Si une performance CEM optimale est exigée, si des moteurs parallèles sont connectés ou si la longueur des câbles du moteur est supérieure à 25 m (82 pi), Danfoss recommande de régler le *paramétre 14-50 RFI Filter* sur [Actif]. Voir aussi la *Note applicative, VLT sur réseau IT*. Il est important d'utiliser des moniteurs d'isolement compatibles avec l'électronique de puissance (CEI 61557-8).

Danfoss ne recommande pas d'utiliser un contacteur de sortie pour les variateurs 525-690 V reliés à un réseau IT.

## 10.12 Rendement

**Rendement du variateur ($\eta_{VLT}$)**
La charge du variateur a peu d'influence sur son rendement. En général, le rendement résultant de la fréquence nominale du moteur $f_{M,N}$ est identique, que le moteur développe un couple nominal sur l'arbre de 100 % ou de 75 %, avec une charge partielle.

Le rendement du variateur n'est pas modifié même si d'autres caractéristiques U/f sont sélectionnées. Ces dernières affectent cependant le rendement du moteur.

Le rendement baisse légèrement lorsque la fréquence de commutation est réglée sur une valeur supérieure à 5 kHz. Le rendement baisse également un peu en présence d'une tension secteur de 480 V ou d'un câble du moteur dont la longueur dépasse 30 m (98 pi).

**Calcul du rendement du variateur**
Calculer le rendement du variateur à différentes vitesses et charges selon l'*Illustration 10.25*. Le facteur de ce graphique doit être multiplié par le facteur de rendement spécifique répertorié dans les tableaux de spécifications au *chapitre 7.1 Données électriques, 380-480 V* et au *chapitre 7.2 Données électriques, 525-690 V*.

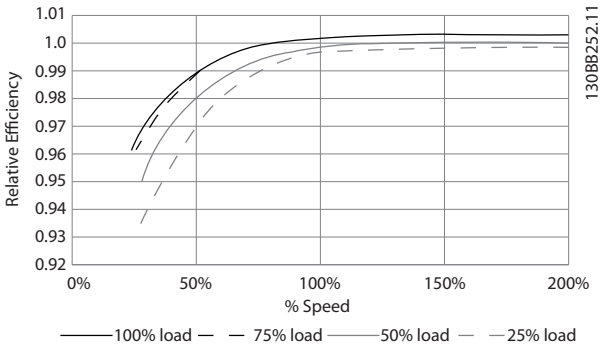



**Illustration 10.25 Courbes de rendement typique**

Exemple : prenons comme hypothèse un variateur de fréquence 160 kW, 380-480/500 V CA avec une charge de 25 % à 50 % de la vitesse. L'*Illustration 10.25* indique 0,97 ; le rendement nominal d'un variateur 160 kW est de 0,98. Le rendement réel est donc : 0,97 x 0,98 = 0,95.

**Rendement du moteur ($\eta_{MOTEUR}$)**
Le rendement d'un moteur raccordé à un variateur est lié au niveau de magnétisation. D'une manière générale, on peut dire que ce rendement est comparable à celui qui résulte d'une exploitation alimentée par le secteur. Le rendement du moteur dépend de son type.

Dans la plage de 75 à 100 % du couple nominal, le rendement du moteur est pratiquement constant dans le cas d'une exploitation avec le variateur et avec l'alimentation directe sur secteur.

Lorsque l'on utilise des petits moteurs, l'influence de la caractéristique U/f sur le rendement est marginale, mais avec des moteurs de 11 kW (15 HP) et plus, les avantages sont significatifs.

La fréquence de commutation n'affecte généralement pas le rendement des petits moteurs. Le rendement des moteurs à partir de 11 kW (15 HP) est amélioré (1-2 %), puisque la sinusoïde du courant du moteur est presque parfaite à fréquence de commutation élevée.

**Rendement du système ($\eta_{SYSTÈME}$)**
Pour calculer le rendement du système, multiplier le rendement du variateur ($\eta_{VLT}$) par le rendement du moteur ($\eta_{MOTEUR}$) :

$\eta_{SYSTÈME} = \eta_{VLT} \times \eta_{MOTEUR}$

## 10.13 Bruit acoustique

Le bruit acoustique du variateur a trois sources :

- Bobines du circuit intermédiaire
- Ventilateurs internes.
- Inductance du filtre RFI.

Le *Tableau 10.37* répertorie les valeurs de bruit acoustique typiques mesurées à une distance d'1 m (9 pi) de l'unité.

| Taille de boîtier | dBA à vitesse maximale du ventilateur |
|---|---|
| E1-E2[1)] | 74 |
| E1-E2[2)] | 83 |
| F1-F4 et F8-F13 | 80 |

**Tableau 10.37 Bruit acoustique**

*1) P450-P500, 525-690 V uniquement.*

*2) Tous les autres modèles de boîtier E.*

Résultats des essais effectués conformément à ISO 3744 pour déterminer l'intensité des niveaux de bruit dans un environnement contrôlé. La tonalité du bruit a été quantifiée à des fins d'enregistrement de données techniques et de performances du matériel, conformément à ISO 1996-2 Annexe D.

10

## 10.14 Conditions dU/dt

***AVIS!***

**Pour éviter le vieillissement prématuré des moteurs non prévus pour l'exploitation d'un variateur, par exemple les moteurs sans papier d'isolation de phase ou autre renforcement d'isolation, Danfoss recommande vivement de placer un filtre dU/dt ou un filtre sinus à la sortie du variateur. Pour plus d'informations sur les filtres dU/dt et sinus, se reporter au *manuel de configuration des filtres de sortie*.**

Quand un transistor est activé dans le pont de l'onduleur, la tension appliquée au moteur augmente selon un rapport dU/dt dépendant :

- du câble du moteur (type, section, longueur, blindage ou non)
- de l'inductance.

L'auto-induction provoque un pic de tension moteur $U_{PIC}$ avant de se stabiliser à un niveau déterminé par la tension présente dans le circuit intermédiaire. Le temps de montée et le pic de tension $U_{PIC}$ influencent tous deux la durée de vie du moteur. Un pic de tension trop élevé affecte particulièrement les moteurs dépourvus d'isolation de bobines entre phases. La longueur des câbles de moteur affecte le temps de montée et le pic de tension. Par exemple, sur les câbles de moteur de faible longueur (quelques mètres), le temps de montée et le pic de tension sont plus faibles. Sur les câbles de moteur de grande longueur (100 m (328 pi)), le temps de montée et le pic de tension sont plus élevés.

L'activation des hacheurs de freinage (IGBT) cause un pic de tension sur les bornes du moteur. Le variateur est conforme aux exigences de la norme CEI 60034-25 concernant les moteurs conçus pour être contrôlés par des variateurs. Le variateur est également conforme à la norme CEI 60034-17 concernant les moteurs standard contrôlés par des variateurs.

**Gamme de forte puissance**

Les puissances indiquées au *Tableau 10.38* et au *Tableau 10.39* aux tensions secteur appropriées sont conformes aux exigences de la norme CEI 60034-17 en matière de moteurs standard contrôlés par des variateurs, de la norme CEI 60034-25 en matière de moteurs conçus pour être contrôlés par des variateurs et de NEMA MG 1-1998 Partie 31.4.4.2 pour les moteurs alimentés par onduleur. Les puissances indiquées dans le *Tableau 10.38* et dans le *Tableau 10.39* ne satisfont pas aux exigences NEMA MG 1-1998 Partie 30.2.2.8 pour les moteurs à usage général.

10

**380-480 V**

| Modèle | Longueur de câble [m (pi)] | Tension secteur [V] | Temps de montée [µs] | Pic de tension [V] | dU/dt [V/µs] |
|---|---|---|---|---|---|
| P315-P1M0 (380-480 V) | 30 (98,5) | 500 | 0,71 | 1165 | 1389 |
| | 30 (98,5) | 500[1)] | 0,80 | 906 | 904 |
| | 30 (98,5) | 400 | 0,61 | 942 | 1233 |
| | 30 (98,5) | 400[1)] | 0,82 | 760 | 743 |

**Tableau 10.38 dU/dt Boîtiers E1-E2 et F1-F13, 380-480 V**

*[1)] Avec filtre dU/dt Danfoss*

**525-690 V**

| Modèle | Longueur de câble [m (pi)] | Tension secteur [V] | Temps de montée [µs] | Pic de tension [V] | dU/dt [V/µs] |
|---|---|---|---|---|---|
| P450-P1M4 (525-690 V) | 30 (98,5) | 690 | 0,57 | 1611 | 2261 |
| | 30 (98,5) | 575 | 0,25 | – | 2510 |
| | 30 (98,5) | 690[1)] | 1,13 | 1629 | 1150 |

**Tableau 10.39 dU/dt Boîtiers E1-E2 et F1-F13, 525-690 V**

*[1)] Avec filtre dU/dt Danfoss.*


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

## 10.15 Vue d'ensemble de la compatibilité électromagnétique (CEM)

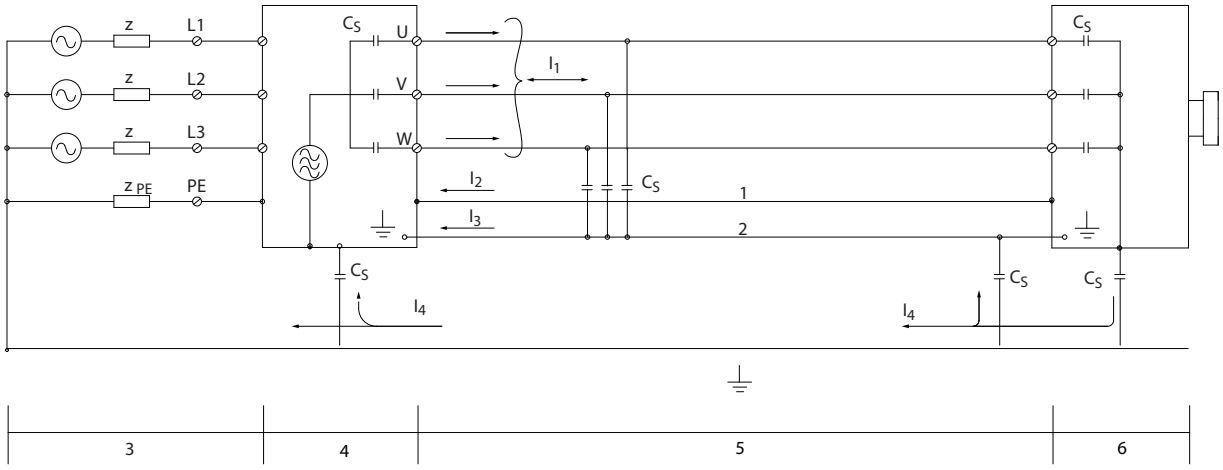
Les dispositifs électriques génèrent des interférences et sont affectés par les interférences d'autres sources générées. La compatibilité électromagnétique (CEM) de ces effets dépend de la puissance et des caractéristiques des harmoniques des dispositifs.

L'interaction incontrôlée entre les dispositifs électriques d'un système peut dégrader la compatibilité et altérer le fonctionnement fiable. Les interférences prennent la forme des éléments suivants :

- décharges électrostatiques
- fluctuations de tension rapides
- interférences haute fréquence.

Les rafales sont généralement produites à des fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz. Les interférences en suspension dans l'air émanant du système d'entraînement (30 MHz-1 GHz) sont notamment générées par l'onduleur, le câble du moteur et le moteur.

Les courants de fuite sont imputables aux courants capacitifs affectant le câble du moteur et au rapport dU/dt élevé de la tension du moteur. Voir l'*Illustration 10.26*. Les câbles de moteur blindés ont une capacitance plus élevée entre les fils de phase et le blindage, et entre le blindage et la terre. Cette capacitance accrue des câbles, associée à une autre capacitance parasite et à l'inductance du moteur, change la signature d'émission électromagnétique produite par l'unité. Ce changement de signature d'émission électromagnétique se produit principalement dans les émissions inférieures à 5 MHz. La majeure partie du courant de fuite (I1) est renvoyée vers l'unité par le PE (I3), ce qui ne laisse qu'un faible champ électromagnétique (I4) émis par le câble blindé du moteur. Le blindage réduit l'interférence rayonnée mais augmente les interférences basse fréquence sur le secteur.




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Fil de terre | Cs | Chemins de dérivation de capacitance parasite possibles (varient selon les installations) |
| 2 | Blindage | $I_1$ | Courant de fuite de mode commun |
| 3 | Alimentation secteur CA | $I_2$ | Câble de moteur blindé |
| 4 | Variateur | $I_3$ | Terre de sécurité (quatrième conducteur dans les câbles de moteur) |
| 5 | Câble de moteur blindé | $I_4$ | Courant de mode commun imprévu |
| 6 | Moteur | – | – |

**Illustration 10.26 Modèle électrique montrant les courants de fuite possibles**

## 10.15.1 Résultats des essais CEM

Les résultats des essais suivants ont été obtenus avec un variateur (avec des options, le cas échéant), un câble de commande blindé, un boîtier de commande doté d'un potentiomètre, un moteur et un câble de moteur blindé.

| Filtre de type RFI | | Émission transmise | | | Émission par rayonnement | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Normes et exigences** | **EN 55011** | **Classe B** Habitat, commerce et industrie légère | **Classe A groupe 1** Environnement industriel | **Classe A groupe 2** Environnement industriel | **Classe B** Habitat, commerce et industrie légère | **Classe A groupe 1** Environnement industriel | **Classe A groupe 2** Environnement industriel |
| | **EN/CEI 61800-3** | **Catégorie C1** Environnement premier, habitat et commerce | **Catégorie C2** Environnement premier, habitat et commerce | **Catégorie C3** Environnement second, industriel | **Catégorie C1** Environnement premier, habitat et commerce | **Catégorie C2** Environnement premier, habitat et commerce | **Catégorie C3** Environnement premier, habitat et commerce |
| **H2** | | | | | | | |
| FC 102 | 355-1 000 kW, 380-480 V | Non | Non | 150 m (492 pi) | Non | Non | Oui |
| | 450-1 400 kW, 525-690 V | Non | Non | 150 m (492 pi) | Non | Non | Oui |
| **H4** | | | | | | | |
| FC 102 | 355-1 000 kW, 380-480 V | Non | 150 m (492 pi) | 150 m (492 pi) | Non | Oui | Oui |
| | 450-1 400 kW, 525-690 V | – | – | – | – | – | – |

**Tableau 10.40 Résultats des essais CEM (émission, immunité)**

10

## 10.15.2 Conditions d'émission

Conformément à la norme produit CEM EN/CEI 61800-3:2004 pour les variateurs à vitesse variable, les conditions CEM dépendent de l'environnement d'installation du variateur. Ces environnements ainsi que les conditions d'alimentation de tension secteur sont définis dans le *Tableau 10.41*.

Le variateur satisfait aux exigences CEM décrites dans la norme CEI/EN 61800-3 (2004)+AM1 (2011), catégorie C3, pour les équipements ayant un appel de courant supérieur à 100 A par phase, installé dans l'environnement second. Les essais de conformité sont réalisés avec un câble de moteur blindé de 150 m (492 pi).

| Catégorie (EN 61800-3) | Définition | Émission transmise (EN 55011) |
|---|---|---|
| C1 | Environnement premier (habitat et commerce) avec une tension d'alimentation inférieure à 1 000 V. | Classe B |
| C2 | Environnement premier (habitat et commerce) avec une tension d'alimentation inférieure à 1 000 V, qui n'est ni enfichable ni amovible, et dans lequel il est prévu que le système soit installé ou mis en service par un professionnel. | Classe A groupe 1 |
| C3 | Environnement second (industriel) avec une tension d'alimentation inférieure à 1 000 V. | Classe A groupe 2 |
| C4 | Environnement second avec les éléments suivants :<br>• tension d'alimentation supérieure ou égale à 1 000 V<br>• courant nominal supérieur ou égal à 400 A<br>• à utiliser dans des systèmes complexes. | Aucune limite.<br>Un plan CEM doit être effectué. |

**Tableau 10.41 Conditions d'émission**

Lorsque les normes d'émissions génériques sont utilisées, les variateurs doivent être conformes aux limites indiquées dans le *Tableau 10.42*.

| Environnement | Norme générique | Condition d'émission par conduction selon les limites indiquées 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 second (environnement industriel) | Norme EN/CEI 61000-6-4 concernant les émissions dans les environnements industriels. | Classe A groupe 1 |

**Tableau 10.42 Limites de la norme générique d'émission**




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

## 10.15.3 Conditions d'immunité

Les conditions d'immunité des variateurs dépendent de l'environnement d'installation. Les exigences sont plus strictes pour l'environnement industriel que pour les environnements résidentiels et commerciaux. Tous les variateurs Danfoss sont conformes aux exigences des environnements industriels et résidentiels/commerciaux.

Pour documenter l'immunité contre les rafales transitoires, les essais suivants d'immunité ont été réalisés sur un variateur (avec options, le cas échéant), un câble de commande blindé et un boîtier de commande avec potentiomètre, un câble de moteur et un moteur. Les essais ont été effectués selon les normes de base suivantes. Pour plus de détails, voir le *Tableau 10.43*.

- **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 la commutation d'un contacteur, d'un relais ou de dispositifs analogues.
- **EN 61000-4-5 (CEI 61000-4-5) :** transitoires. Simulation de transitoires provoquées par la foudre dans des installations à proximité.
- **EN 61000-4-6 (CEI 61000-4-6) :** mode commun RF. simulation de l'influence d'équipement de transmission connecté par des câbles de raccordement.

| Norme de base | Salves CEI 61000-4-4 | Surtension CEI 61000-4-5 | Décharge électrostatique CEI 61000-4-2 | Champ électromagnétique par rayonnement CEI 61000-4-3 | Tension mode commun RF CEI 61000-4-6 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Critère d'acceptation** | **B** | **B** | **B** | **A** | **A** |
| Bus | 4 kV CM | 2 kV/2 Ω DM<br>4 kV/12 Ω CM | – | – | 10 $V_{RMS}$ |
| Moteur | 4 kV CM | 4 kV/2 Ω[1)] | – | – | 10 $V_{RMS}$ |
| Frein | 4 kV CM | 4 kV/2 Ω[1)] | – | – | 10 $V_{RMS}$ |
| Répartition de la charge | 4 kV CM | 4 kV/2 Ω[1)] | – | – | 10 $V_{RMS}$ |
| Fils de commande | 2 kV CM | 2 kV/2 Ω[1)] | – | – | 10 $V_{RMS}$ |
| Bus standard | 2 kV CM | 2 kV/2 Ω[1)] | – | – | 10 $V_{RMS}$ |
| Fils du relais | 2 kV CM | 2 kV/2 Ω[1)] | – | – | 10 $V_{RMS}$ |
| Options d'application/bus | 2 kV CM | 2 kV/2 Ω[1)] | – | – | 10 $V_{RMS}$ |
| Câble LCP | 2 kV CM | 2 kV/2 Ω[1)] | – | – | 10 $V_{RMS}$ |
| Alimentation externe 24 V CC | 2 V CM | 0,5 kV/2 Ω DM<br>1 kV/12 Ω CM | – | – | 10 $V_{RMS}$ |
| Boîtier | – | – | 8 kV AD<br>6 kV CD | 10 V/m | – |

**Tableau 10.43 Schéma d'immunité CEM, plage de tension : 380-480/500 V, 525-600 V, 525-690 V**

*1) Injection sur le blindage de câble.*

*AD : rejet d'air ; CD : décharge de contact ; CM : mode commun ; DM : mode différentiel.*

### 10.15.4 Compatibilité CEM

***AVIS!***

**RESPONSABILITÉ DE L'OPÉRATEUR**

**Conformément à la norme EN 61800-3 relative aux systèmes de variateur à vitesse variable, l'opérateur a pour responsabilité de veiller à la conformité CEM. Les fabricants peuvent offrir des solutions d'exploitation conformes à la norme. Les opérateurs sont chargés d'appliquer ces solutions et de payer les coûts associés.**

Il existe deux options pour assurer la compatibilité électromagnétique.

- Éliminer ou réduire au minimum les interférences émises à la source.
- Améliorer l'immunité aux interférences des dispositifs affectés par cette réception.

**Filtres RFI**

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

***AVIS!***

**INTERFÉRENCES RADIOÉLECTRIQUES**

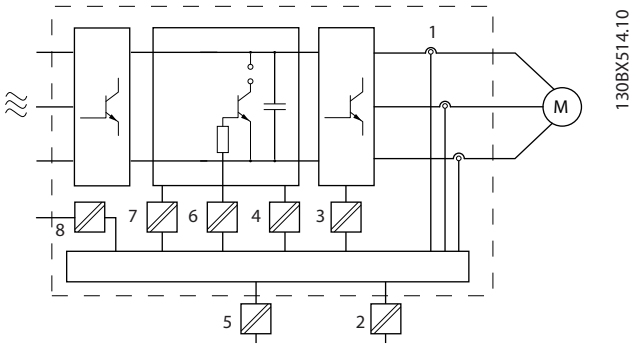
**Dans un environnement résidentiel, ce produit peut provoquer des interférences radioélectriques, auquel cas des mesures d'atténuation supplémentaires peuvent être requises.**

**Conformité en matière d'isolation galvanique et de PELV**

Toutes les bornes de relais et de commande des variateurs E1h-E4h 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 (voir l'*Illustration 10.27*). Les composants décrits sont conformes aux exigences en matière d'isolation galvanique et PELV.




| | |
|---|---|
| 1 | Transformateurs de courant |
| 2 | Isolation galvanique de l'interface de bus standard RS485 |
| 3 | Commande de gâchette des hacheurs de freinage (IGBT) |
| 4 | Alimentation (SMPS), isolation du signal de V CC incluse, indiquant la tension du circuit intermédiaire |
| 5 | Isolation galvanique de l'option de secours de 24 V |
| 6 | Coupleur optoélectronique, module de freinage (en option) |
| 7 | Courant d'appel interne, RFI et circuits de mesure de la température. |
| 8 | Relais clients |

**Illustration 10.27 Isolation galvanique**

### 10.16 Installation selon critères CEM

Pour exécuter une installation conforme aux critères de CEM, se reporter aux instructions fournies dans le *manuel d'utilisation*. Pour voir un exemple d'une installation conforme CEM, voir l'*Illustration 10.28*.

***AVIS!***

**EXTRÉMITÉS BLINDÉES TORSADÉES (QUEUES DE COCHON)**

**Les extrémités blindées torsadées augmentent l'impédance du blindage à des fréquences élevées, ce qui réduit l'effet du blindage et accroît le courant de fuite. Utiliser des brides pour blindage intégrées afin d'éviter des extrémités blindées torsadées.**

- En cas d'utilisation avec des relais, des câbles de commande, une interface signal, un bus de terrain ou un frein, raccorder le blindage au boîtier aux deux extrémités. Si le chemin de mise à la terre présente une impédance élevée, est bruité ou est porteur de courant, rompre le raccordement du blindage à 1 extrémité pour éviter des boucles de courant à la terre.
- Réacheminer les courants vers l'unité à l'aide d'une plaque de montage métallique. Assurer un bon contact électrique à partir de la plaque de montage à travers les vis de montage et jusqu'au châssis du variateur.

10

- Utiliser des câbles blindés pour les câbles de puissance du moteur. Il est aussi possible d'utiliser des câbles de moteur non blindés au sein d'un conduit métallique.

***AVIS!***

**CÂBLES BLINDÉS**

**Si ni câbles blindés ni conduits métalliques ne sont utilisés, l'unité et l'installation ne satisfont pas aux limites réglementaires relatives aux niveaux d'émission de radiofréquence (RF).**

- Veiller à utiliser des câbles de moteur et de résistance de freinage aussi courts que possible pour réduire le niveau d'interférences émises par le système dans son ensemble.
- Éviter de placer les câbles de moteur et de résistance de freinage à côté de câbles sensibles aux perturbations.
- Pour les lignes de communication et de commande, suivre les normes du protocole de communication spécifique. Par exemple, pour la connexion USB, il convient d'utiliser des câbles blindés, mais pour la connexion RS485/Ethernet, des câbles UTP blindés ou non blindés peuvent être utilisés.
- S'assurer que toutes les connexions de borne de commande sont PELV.

10

***AVIS!***

**INTERFÉRENCES CEM**

**Utiliser des câbles blindés pour le câblage du moteur et le câblage de commande. S'assurer de séparer les câbles d'alimentation, du moteur et de commande les uns des autres. Toute mauvaise isolation de ces câbles risque de provoquer une baisse de la performance ou un comportement inattendu. Il faut au moins 200 mm (7,9 po) d'espace entre les câbles d'entrée, de moteur et de commande.**

***AVIS!***

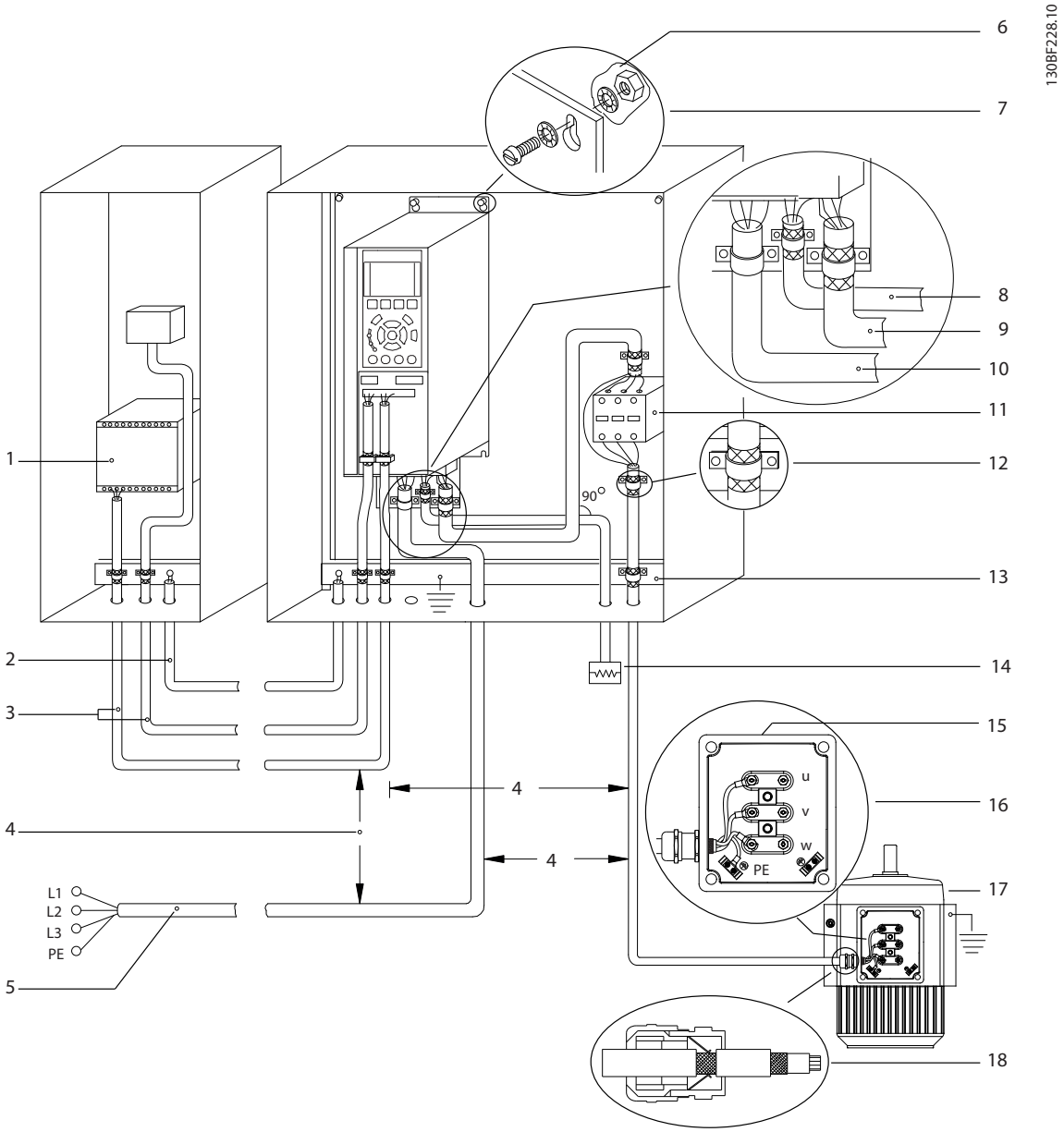
**INSTALLATION À HAUTE ALTITUDE**

**Il existe un risque de surtension. L'isolation entre les composants et les pièces critiques peut s'avérer insuffisante et ne pas satisfaire aux exigences PELV. Réduire le risque de surtension en utilisant des dispositifs de protection externes ou une isolation galvanique.**
**Pour les installations au-dessus de 2 000 m (6 500 pi) d'altitude, contacter Danfoss concernant la norme PELV.**

***AVIS!***

**CONFORMITÉ PELV**

**Éviter les électrocutions en utilisant une alimentation électrique de type PELV (tension extrêmement basse) et en respectant les réglementations PELV locales et nationales.**




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | PLC | 10 | Câble secteur (non blindé) |
| 2 | Câble d'égalisation de 16 mm² (6 AWG) minimum | 11 | Contacteur de sortie |
| 3 | Câbles de commande | 12 | Isolation de câble dénudée |
| 4 | Au moins 200 mm (7,9 po) entre les câbles de commande, de moteur et secteur. | 13 | Barre omnibus de mise à la terre commune. Respecter les réglementations nationales et locales relatives à la mise à la terre d'armoire. |
| 5 | Alimentation secteur | 14 | Résistance de freinage |
| 6 | Surface nue (non peinte) | 15 | Boîtier métallique |
| 7 | Rondelles éventail | 16 | Raccordement au moteur |
| 8 | Câble de la résistance de freinage (blindé) | 17 | Moteur |
| 9 | Câble du moteur (blindé) | 18 | Presse-étoupe CEM |

**Illustration 10.28 Exemple d'une installation conforme CEM**

## 10.17 Présentation des harmoniques

Les charges non linéaires comme celles présentes avec les variateurs ne peuvent pas absorber le courant uniformément à partir de la ligne électrique. Ce courant non sinusoïdal présente 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 de courant n'affectent pas directement la consommation d'énergie électrique, elles génèrent de la chaleur dans les câbles et les transformateurs, qui peut affecter d'autres dispositifs sur la même ligne électrique.

### 10.17.1 Analyse des harmoniques

Étant donné que les harmoniques accroissent les déperditions de chaleur, il est important de penser aux harmoniques lors de la conception des systèmes afin d'éviter toute surcharge du transformateur, des bobines d'induction et du câblage. Si nécessaire, analyser les harmoniques du système afin de déterminer les effets de l'équipement.

Un courant non sinusoïdal peut être transformé par la méthode de Fourier en courants sinusoïdaux de fréquences différentes, c'est-à-dire en harmoniques de courant $I_N$ différentes dont la fréquence fondamentale est égale à 50 ou 60 Hz.

| Abréviation | Description |
|---|---|
| $f_1$ | Fréquence fondamentale (50 ou 60 Hz) |
| $I_1$ | Courant à la fréquence fondamentale |
| $U_1$ | Tension à la fréquence fondamentale |
| $I_n$ | Courant à la n$^e$ fréquence harmonique |
| $U_n$ | Tension à la n$^e$ fréquence harmonique |
| n | Ordre des harmoniques |

**Tableau 10.44 Abréviations associées aux harmoniques**

| | Courant fondamental ($I_1$) | Harmoniques de courant ($I_n$) | | |
|---|---|---|---|---|
| Courant | $I_1$ | $I_5$ | $I_7$ | $I_{11}$ |
| Fréquence moteur | 50 Hz | 250 Hz | 350 Hz | 550 Hz |

**Tableau 10.45 Courants fondamentaux et harmoniques de courant**

| Courant | Harmoniques de courant | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | $I_{RMS}$ | $I_1$ | $I_5$ | $I_7$ | $I_{11-49}$ |
| Courant d'entrée | 1,0 | 0,9 | 0,5 | 0,2 | < 0,1 |

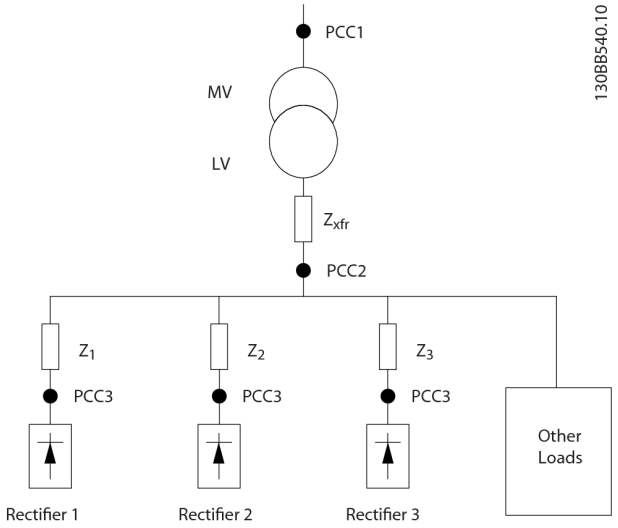
**Tableau 10.46 Harmoniques de courant <> Courant d'entrée RMS**

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 (THDi) est calculée à partir de chacun des harmoniques de courant selon la formule :

$$THDi = \frac{\sqrt{U25 + U27 + \ldots + U2n}}{U}$$

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

Sur l'*Illustration 10.29*, un transformateur est connecté côté primaire à un point de couplage commun PCC1, sur l'alimentation en moyenne tension. Le transformateur présente une impédance $Z_{xfr}$ et alimente plusieurs charges. Le point de couplage commun où toutes les charges sont connectées est PCC2. Chaque charge se connecte via des câbles présentant une impédance $Z_1$, $Z_2$, $Z_3$.




| | |
|---|---|
| PCC | Point de couplage commun |
| MT | Moyenne tension |
| BT | Basse tension |
| $Z_{xfr}$ | Impédance du transformateur |
| $Z_{\#}$ | Résistance et inductance de modélisation dans le câblage |

**Illustration 10.29 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 $R_{sce}$, défini comme le rapport entre la puissance apparente de court-circuit de l'alimentation au point PCC ($S_{sc}$) et la puissance apparente nominale de la charge ($S_{équ}$). $R_{sce} = \frac{S_{sc}}{S_{équ}}$

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

**Effets négatifs des harmoniques**

- 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 augmente leurs pertes.

## 10.17.3 Normes CEI sur les harmoniques

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 ces réglementations garantit que tous les dispositifs et réseaux connectés aux systèmes de distribution électrique répondent à l'usage prévu sans générer de problèmes.

10

| Standard | Définition |
|---|---|
| EN 61000-2-2, EN 61000-2-4, EN 50160 | Définissent les limites de tension secteur requises par les réseaux d'alimentation industriels et publics. |
| EN 61000-3-2, 61000-3-12 | Régulent la perturbation secteur générée par les dispositifs connectés dans des produits à courant plus faible. |
| EN 50178 | Surveille les équipements électroniques utilisés sur les installations électriques. |

**Tableau 10.47 Normes de conception EN pour la qualité de la puissance du secteur**

Deux normes européennes traitent des harmoniques sur la plage de fréquences 0-9 kHz :

**EN 61000-2-2 (Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites à basse fréquence et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation à basse tension)**
La norme EN 61000-2-2 définit les exigences des niveaux de compatibilité du point de couplage commun (PCC) des systèmes CA basse tension sur un réseau d'alimentation public. Les limites sont spécifiées uniquement pour la tension des harmoniques et la distorsion harmonique totale de la tension. La norme EN 61000-2-2 ne définit pas les limites pour les harmoniques de courant. Dans les cas où la distorsion harmonique totale THD(V) = 8 %, les limites du PCC sont identiques à celles spécifiées dans la norme EN 61000-2-4 pour la classe 2.

**EN 61000-2-4 (Niveaux de compatibilité dans les installations industrielles pour les perturbations conduites à basse fréquence)**
La norme EN 61000-2-4 définit les exigences des niveaux de compatibilité sur les réseaux industriels et privés. Cette norme définit également les trois classes suivantes d'environnements électromagnétiques :

- La classe 1 concerne les niveaux de compatibilité inférieurs au réseau d'alimentation public qui affectent les équipements sensibles aux interférences (équipement de laboratoire, quelques appareils d'automatisation et certains dispositifs de protection).
- La classe 2 concerne les niveaux de compatibilité égaux au réseau d'alimentation public. Elle s'applique aux PCC sur le réseau d'alimentation public et aux points de couplage internes (IPC) sur les réseaux d'alimentation industriels ou privés. Tout équipement conçu pour fonctionner sur un réseau d'alimentation public est autorisé dans cette classe.
- La classe 3 concerne les niveaux de compatibilité supérieurs au réseau d'alimentation public. Cette classe s'applique uniquement aux IPC dans les environnements industriels. Utiliser cette classe quand les équipements suivants sont présents :
  - grands variateurs
  - machines à souder
  - grands moteurs démarrant fréquemment
  - charges variant rapidement.

Généralement, une classe ne peut pas être définie au préalable sans tenir compte de l'équipement prévu et des procédés destinés à être utilisés dans l'environnement. Les variateurs VLT® High-Power Drives respectent les limites de la classe 3 dans des conditions de système d'alimentation typique ($R_{SC}$ > 10 ou $_{Vk\ Line}$ < 10 %).

10

| Ordre des harmoniques (h) | Classe 1 ($V_h$%) | Classe 2 ($V_h$%) | Classe 3 ($V_h$%) |
|---|---|---|---|
| 5 | 3 | 6 | 8 |
| 7 | 3 | 5 | 7 |
| 11 | 3 | 3,5 | 5 |
| 13 | 3 | 3 | 4,5 |
| 17 | 2 | 2 | 4 |
| 17<h ≤ 49 | 2,27 x (17/h) - 0,27 | 2,27 x (17/h) - 0,27 | 4,5 x (17/h) - 0,5 |

**Tableau 10.48 Niveaux de compatibilité des harmoniques**

| | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 |
|---|---|---|---|
| THDv | 5% | 8% | 10% |

**Tableau 10.49 Niveaux de compatibilité pour la distorsion harmonique totale THDv**

## 10.17.4 Compatibilité harmonique

Les variateurs Danfoss sont conformes aux normes suivantes :

- IEC61000-2-4
- IEC61000-3-4
- G5/4

### 10.17.5 Atténuation des harmoniques

Dans les situations où une suppression supplémentaire des harmoniques est nécessaire, Danfoss propose le matériel d'atténuation suivant :

- VLT® 12-pulse Drives
- VLT® Low Harmonic Drives
- VLT® Advanced Harmonic Filters
- VLT® Advanced Active Filters

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 (comme IEEE 519, CEI et G5/4)
- coût total de propriété (coûts initiaux, rendement et maintenance).

### 10.17.6 Calcul d'harmoniques

Utiliser le logiciel gratuit Danfoss MCT 31 afin de déterminer le degré de pollution en termes de tension sur le réseau, ainsi que les mesures à prendre. Le *VLT® Harmonic Calculation* MCT 31 est disponible sur *www.danfoss.com*.



 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

# 11 Principes de fonctionnement de base d'un variateur

Ce chapitre propose une vue d'ensemble des principaux assemblages et circuits d'un variateur Danfoss. Il vise à décrire les fonctions électriques internes et de traitement des signaux. Une description de la structure interne de contrôle est également incluse.

## 11.1 Description du fonctionnement

Un variateur est un contrôleur électronique qui fournit une quantité régulée d'alimentation CA à un moteur à induction triphasé. En fournissant tension et fréquence variables au moteur, le variateur fait varier la vitesse du moteur ou maintient une vitesse constante lorsque la charge sur le moteur varie. Le variateur peut aussi arrêter et démarrer un moteur sans contrainte mécanique associée à un démarrage sur le secteur.

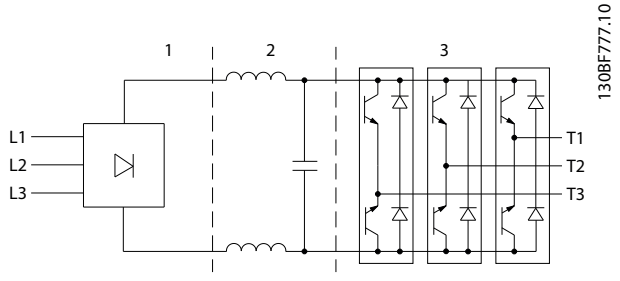
Dans sa forme basique, le variateur est composé de quatre sections principales :

**Redresseur**
Le redresseur se compose de SCR ou diodes qui convertissent une tension CA triphasée en tension CC pulsée.

**Circuit intermédiaire (bus CC)**
Le circuit intermédiaire se compose d'inducteurs et de batteries de condensateur qui stabilisent la tension CC pulsée.

**Onduleur**
L'onduleur utilise des hacheurs de freinage (IGBT) pour convertir la tension CC en CA de tension variable et de fréquence variable.

**Contrôle**
La partie commande se compose d'un logiciel amenant le matériel à produire la tension variable qui commande et régule le moteur CA.




| | |
|---|---|
| 1 | Redresseur (SCR/diodes) |
| 2 | Circuit intermédiaire (bus CC) |
| 3 | Onduleur (hacheurs de freinage (IGBT)) |

**Illustration 11.1 Traitement interne**

## 11.2 Contrôles d'entraînement

Les process suivants servent à contrôler et réguler le moteur :

- référence/entrée utilisateur
- traitement du retour
- structure de contrôle définie par l'utilisateur :
  - mode boucle ouverte/boucle fermée
  - commande de moteur (vitesse, couple ou process)
- algorithmes de contrôle (VVC+, flux sans capteur, flux avec signal de retour du moteur et contrôle de courant interne VVC+).

### 11.2.1 Références/entrées utilisateur

Le variateur utilise une source d'entrée (appelée aussi référence) pour contrôler et réguler le moteur. Le variateur reçoit cette entrée :

- manuellement via le LCP. Cette méthode est définie comme locale (Hand On)
- à distance via des entrées analogiques/digitales et diverses interfaces série (RS485, USB ou un bus de terrain en option). Cette méthode est définie comme distante (Auto On) et est le réglage d'entrée par défaut.

**Référence active**
Le terme « référence active » fait référence à la source d'entrée active. La référence active est configurée au *paramétre 3-13 Reference Site*. Voir l'*Illustration 11.2* et le *Tableau 11.1*.

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

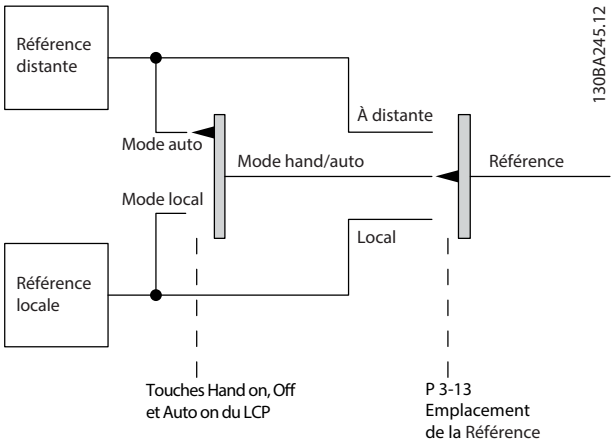



**Illustration 11.2 Sélectionner la référence active**

| Touches du LCP | *Paramétre 3-13 Reference Site* | Actif Référence |
|---|---|---|
| [Hand On] | Mode hand/auto | Local |
| [Hand On]⇒(Off) | Mode hand/auto | Local |
| [Auto On] | Mode hand/auto | À distance |
| [Auto On]⇒(Off) | Mode hand/auto | À distance |
| Toutes les touches | Local | Local |
| Toutes les touches | À distance | À distance |

**Tableau 11.1 Configurations des références locale et distante**

## 11.2.2 Utilisation à distance des références

L'utilisation à distance des références s'applique au fonctionnement en boucle ouverte et en boucle fermée. Voir l'*Illustration 11.3*.

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

Des consignes 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 consigne externe totale.

La référence active peut être sélectionnée parmi les éléments suivants :

- Consigne externe
- Référence prédéfinie
- Consigne
- Somme de la consigne externe, de la référence prédéfinie et de la consigne

La référence active peut être mise à l'échelle. La référence externe est calculée comme suit :

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

où X est la consigne externe, la référence prédéfinie ou la somme de ces références et Y est le *paramétre 3-14 Preset Relative Reference* en [%].

Lorsque Y, soit le *paramétre 3-14 Preset Relative Reference*, est réglé sur 0 %, la mise à l'échelle n'affecte pas la référence.

11


Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

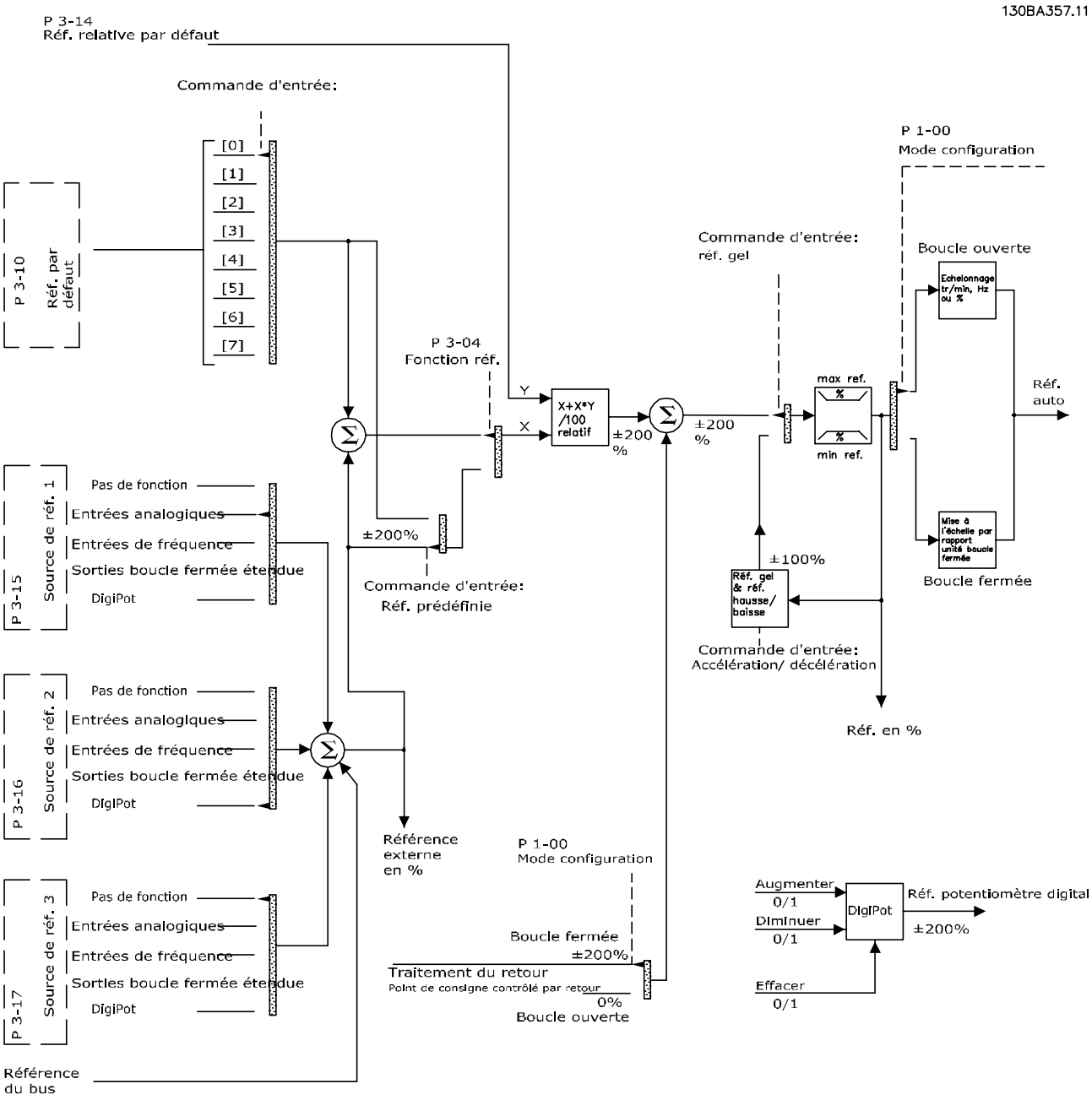



**Illustration 11.3 Gestion des références à distance**

11

 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

## 11.2.3 Traitement du retour

Le traitement du signal de retour peut être configuré pour fonctionner avec des applications nécessitant un contrôle avancé, comme des consignes et des types de signaux de retour multiples. Voir l'*Illustration 11.4*. Trois types de contrôle sont fréquents :

**Zone unique (un seul point de 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.

**Multizone (un seul point de 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 (point de consigne/retour)**
La paire point de consigne/retour avec la plus grande différence contrôle la vitesse du variateur. La valeur maximum tente de maintenir toutes les zones à leur point de consigne respectif ou en dessous, tandis que la valeur minimum tente de maintenir toutes les zones à leur point de consigne ou au-dessus.

**Exemple**
Une application à deux zones et deux points de consigne. Le point de consigne de la zone 1 est 15 bars et le retour est 5,5 bars. Le point de consigne de la zone 2 est 4,4 bars et le retour est 4,6 bars. Si maximum est sélectionné, la consigne et le signal de retour de la zone 2 sont envoyés au contrôleur du 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 1 sont envoyés au contrôleur du PID, puisque la différence est plus importante (le signal de retour est inférieur à la consigne, ce qui donne une différence positive).

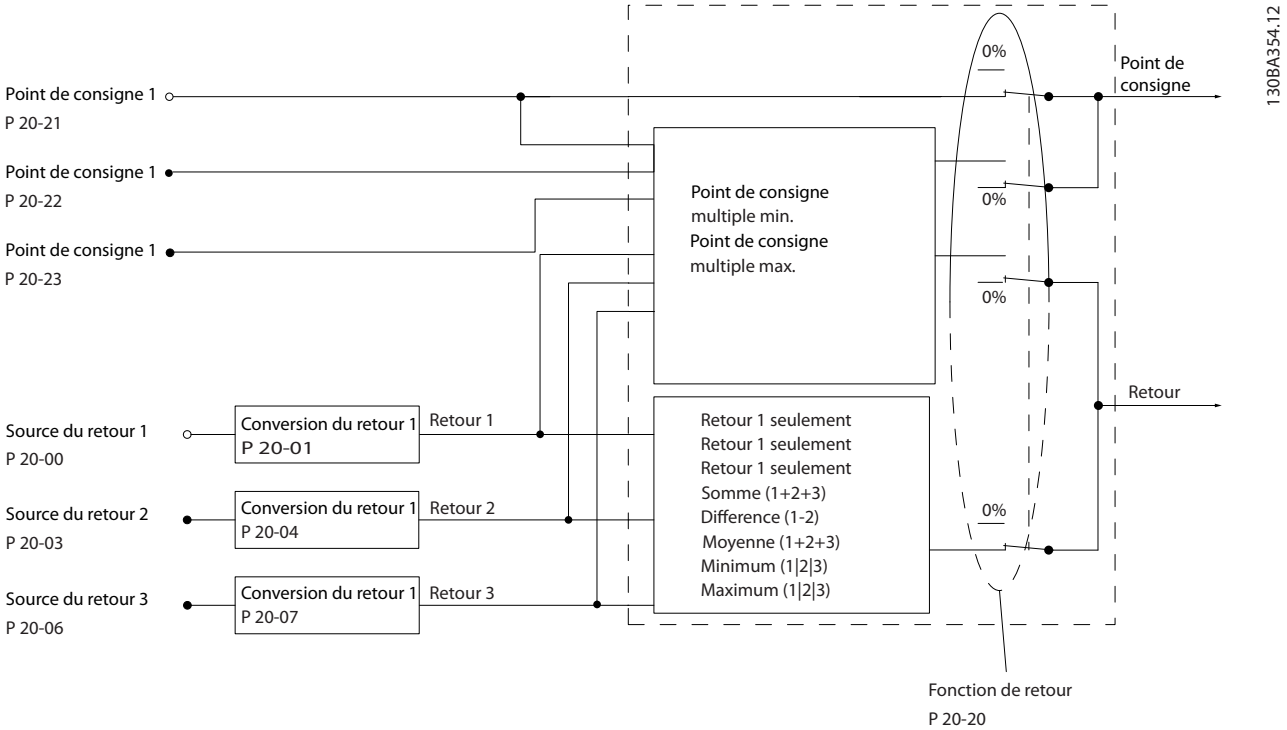



**Illustration 11.4 Schéma fonctionnel du traitement du signal de retour**

**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 11.5*).

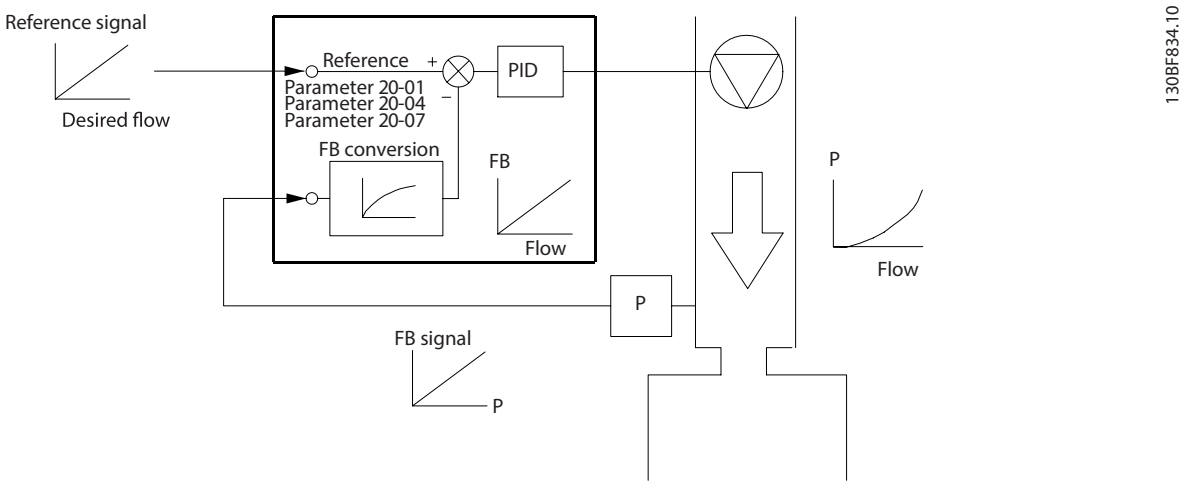



**Illustration 11.5 Conversion du signal de retour**

## 11.2.4 Vue d'ensemble de la structure de contrôle

La structure de contrôle est un process logiciel contrôlant le moteur en fonction de références définies par l'utilisateur (p. ex. tr/min) et de l'utilisation ou non d'un signal de retour (boucle fermée/boucle ouverte). L'opérateur définit le contrôle dans le *paramétre 1-00 Configuration Mode*.

11

Les structures de contrôle sont comme suit :

**Structure de contrôle en boucle ouverte**

- Vitesse moteur (tr/min)
- Couple (Nm)

**Structure de contrôle en boucle fermée**

- Vitesse moteur (tr/min)
- Couple (Nm)
- Process (unités définies par l'utilisateur, p. ex. pied, l/min, psi, %, bar)

 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

## 11.2.5 Structure de contrôle en boucle ouverte

En mode boucle ouverte, le variateur utilise 1 ou plusieurs références (locales ou distantes) pour contrôler la vitesse ou le couple du moteur. Il existe deux types de contrôle en boucle ouverte :

- Commande de vitesse. Aucun signal de retour du moteur.
- Commande de couple. Utilisée en mode VVC+. Cette fonction est utilisée dans des applications mécaniques robustes mais la précision est limitée. La fonction de couple en boucle ouverte fonctionne uniquement dans un sens de vitesse. Le couple est calculé en fonction de la mesure de courant du variateur. Voir le *chapitre 12 Exemples d'applications*.

Dans la configuration présentée sur l'*Illustration 11.6*, le variateur fonctionne en mode boucle ouverte. Il reçoit une entrée du LCP (mode Hand-On) ou via un signal distant (mode Auto-On).

Le signal (référence de vitesse) est reçu et conditionné par :
- les limites de vitesse minimum et maximum programmées du moteur (en tr/min et Hz)
- les temps d'accélération et de décélération
- le sens de rotation du moteur.

La référence est ensuite transmise pour contrôler le moteur.

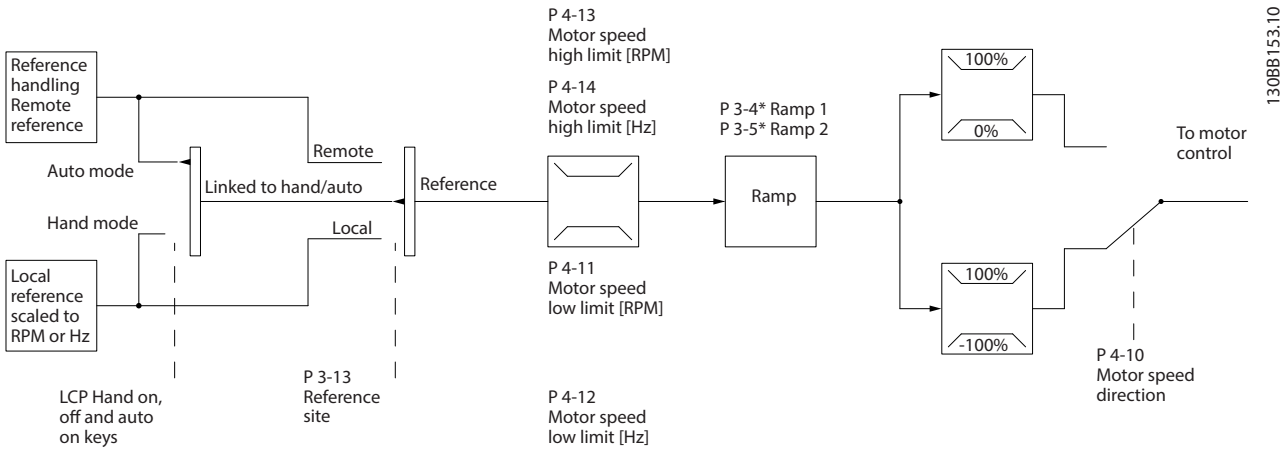



**Illustration 11.6 Schéma fonctionnel d'une structure de contrôle en boucle ouverte**

## 11.2.6 Structure de contrôle en boucle fermée

En mode boucle fermée, le variateur utilise 1 ou plusieurs références (locales ou distantes) et des capteurs de signal de retour pour contrôler le moteur. Le variateur reçoit un signal de retour d'un capteur du système. Il compare ensuite ce signal de retour à une valeur de référence du point de consigne et détermine l'écart éventuel entre ces deux signaux. Le variateur ajuste alors la vitesse du moteur pour corriger cet écart.
Prenons par exemple une application de pompe 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 11.7*). Le variateur reçoit un signal de retour d'un capteur du système. Il compare ce signal de retour à une valeur de référence du point de consigne et détermine l'écart éventuel entre ces deux signaux. Il ajuste alors la vitesse du moteur pour compenser cet écart.
La consigne de la pression statique souhaitée est fournie au variateur comme signal de référence. Un capteur mesure la pression statique réelle dans la conduite et la communique au variateur par un signal de retour. Si le signal de retour est supérieur à la référence du point de consigne, le variateur 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 accélère pour augmenter la pression de la pompe.

Il existe trois types de contrôle en boucle fermée :

- Commande de vitesse. Ce type de contrôle nécessite un signal de retour PID de vitesse pour une entrée. Une commande de la vitesse en boucle fermée correctement optimisée est plus précise qu'une commande en boucle ouverte. La commande de vitesse n'est utilisée qu'avec le VLT® AutomationDrive FC 302.
- Commande de couple. Utilisée en mode flux avec retour codeur, ce contrôle offre de meilleures performances dans les quatre quadrants et à toutes les vitesses du moteur. La commande de couple n'est utilisée qu'avec le VLT® AutomationDrive FC 302.
  La fonction de commande de couple est utilisée dans les applications où le couple sur l'arbre de sortie du moteur contrôle l'application, telle que contrôle de la tension. Le réglage du couple s'effectue en définissant une référence analogique, digitale ou contrôlée par bus. En cas d'utilisation de la commande de couple, il est recommandé de réaliser une procédure d'AMA complète car les données correctes du moteur sont cruciales pour une performance optimale.
- Contrôle de process. Utilisé pour contrôler les paramètres de l'application qui sont mesurés par divers capteurs (pression, température et débit) et affectés par le moteur raccordé par l'intermédiaire d'une pompe ou d'un ventilateur.

11

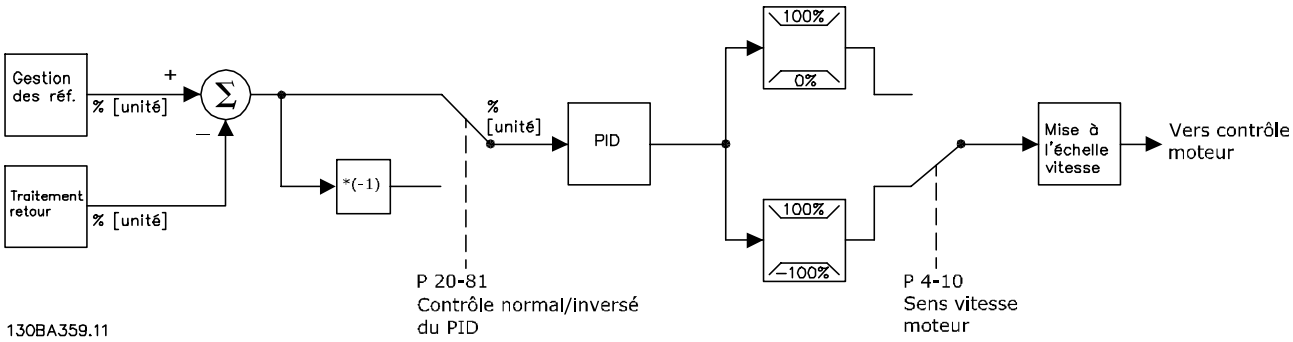



**Illustration 11.7 Schéma fonctionnel du contrôleur en boucle fermée**

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

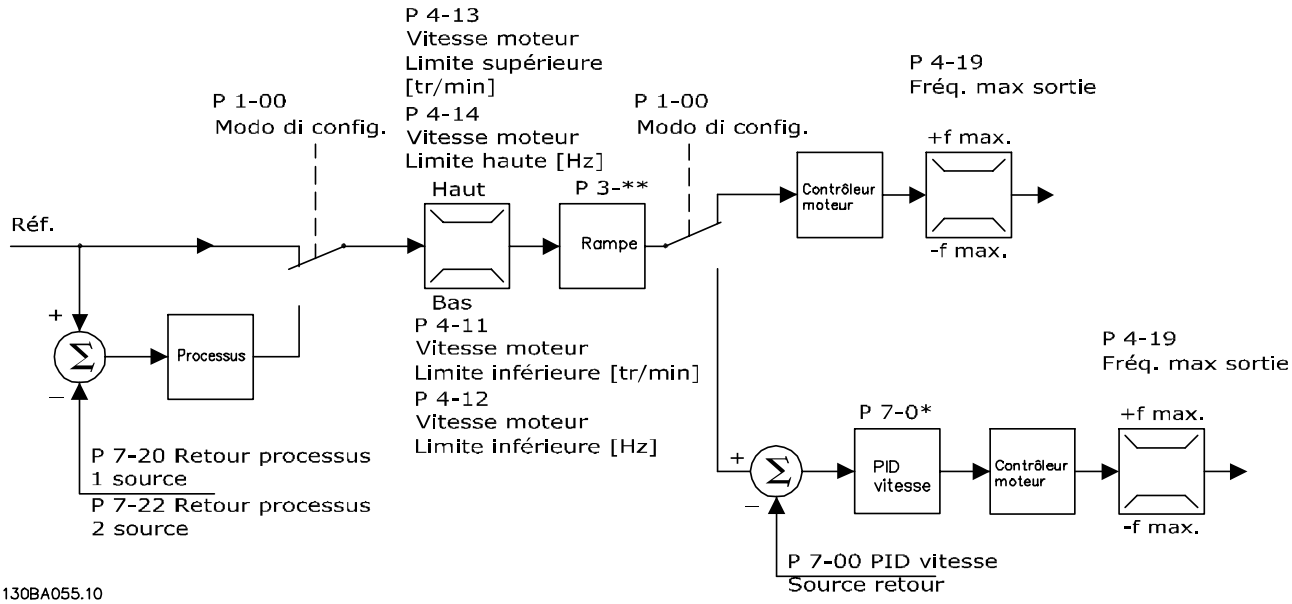
- Régulation inverse – La vitesse du moteur augmente lorsqu'un signal de retour est élevé.
- Fréquence de démarrage – Permet au système d'atteindre rapidement un état d'exploitation avant que le contrôleur du PID reprenne.
- Filtre passe-bas intégré – Réduit le bruit du signal de retour.

 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

## 11.2.7 Traitement de contrôle

Consulter les *Paramètres actifs/inactifs dans différents modes de contrôle d'entraînement* du *guide de programmation* pour obtenir un aperçu de la configuration de contrôle disponible pour votre application, selon le choix d'un moteur CA ou d'un moteur PM non saillant.

### 11.2.7.1 Structure de contrôle en mode VVC+




130BA055.10

**Illustration 11.8 Structure de contrôle en configurations boucles ouverte et fermée VVC+**

Dans l'*Illustration 11.8*, la référence résultant du système de gestion des références est reçue et soumise à la limite de rampe et de vitesse avant d'être transmise au contrôle du moteur. La sortie du contrôle est alors limitée par la limite de fréquence maximale.

Le *Paramétre 1-01 Motor Control Principle* est réglé sur *[1] VVC+* et le *paramétre 1-00 Configuration Mode* sur *[0] Speed open loop (Boucle ouverte vit.*) Si le *paramétre 1-00 Configuration Mode* est réglé sur *[1] Speed closed loop (Boucle fermée vit.)*, la référence résultante passe de la limite de rampe et de vitesse à un régulateur PID de vitesse. Les paramètres du régulateur PID de vitesse se trouvent dans le *groupe de paramètres 7-0* Speed PID Ctrl (régul. PID de vit.)* La référence résultant du régulateur PID de vitesse est transmise au contrôle du moteur soumis à la limite de fréquence.

Sélectionner *[3] Process* au *paramétre 1-00 Configuration Mode* afin d'utiliser le régulateur PID de process pour le contrôle en boucle fermée, de la vitesse ou de la pression par exemple, dans l'application contrôlée. Les paramètres du process PID se trouvent dans les *groupes de paramètres 7-2* PIDproc/ ctrl retour* et *7-3* PID proc./Régul.*

### 11.2.7.2 Contrôle de courant interne en mode VVC+

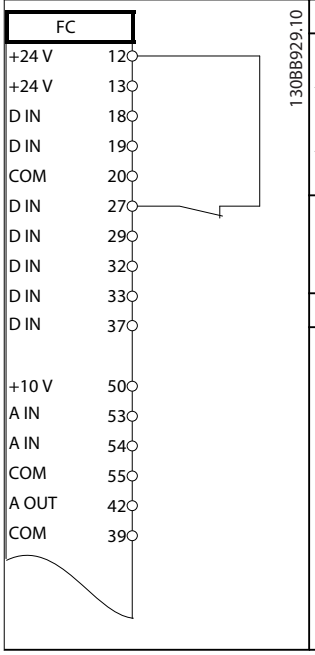
Lorsque le couple du moteur dépasse les limites de couple définies au *paramétre 4-16 Torque Limit Motor Mode*, au *paramétre 4-17 Torque Limit Generator Mode* et au *paramétre 4-18 Current Limit*, le contrôleur de limite de courant intégral est activé.
Si le variateur est en limite de courant en mode moteur ou en mode régénérateur, il tente de descendre le plus rapidement possible en dessous des limites de couple prédéfinies sans perdre le contrôle du moteur.

# 12 Exemples d'applications

Les exemples de cette partie servent de référence rapide pour les applications courantes.

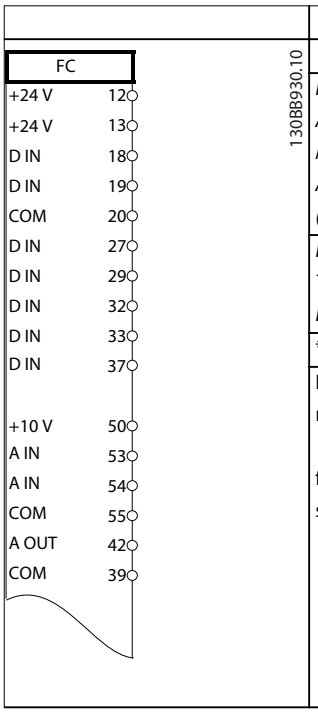
- Les réglages des paramètres correspondent aux valeurs régionales par défaut sauf indication contraire (sélection au *paramétre 0-03 Regional Settings*).
- Les paramètres associés aux bornes et leurs réglages sont indiqués à côté des dessins.
- Le réglage des commutateurs des bornes analogiques A53 ou A54 est indiqué lorsque c'est nécessaire.
- Pour STO, un cavalier peut être nécessaire entre la borne 12 et la borne 37 lorsque les valeurs de programmation d'usine par défaut sont utilisées.

## 12.1 Configurations de câblage pour l'adaptation automatique au moteur (AMA)




| | Paramètres | |
|---|---|---|
| | **Fonction** | **Réglage** |
| | *Paramétre 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA)* | *[1] AMA activée compl.* |
| | *Paramétre 5-12 Terminal 27 Digital Input* | *[2]* Lâchage* |
| | * = valeur par défaut | |
| | **Remarques/commentaires :** régler le groupe de paramètres *1-2* Données moteur* en fonction de la plaque signalétique du moteur. | |

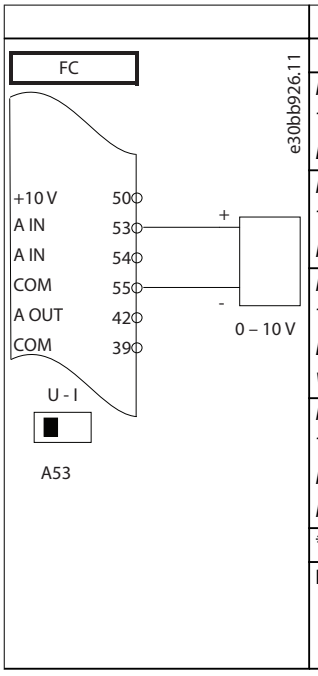
**Tableau 12.1 Configuration de câblage pour l'AMA avec borne 27 connectée**




| | Paramètres | |
|---|---|---|
| | **Fonction** | **Réglage** |
| | *Paramétre 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA)* | *[1] AMA activée compl.* |
| | *Paramétre 5-12 Terminal 27 Digital Input* | *[0] Inactif* |
| | * = valeur par défaut | |
| | **Remarques/commentaires :** régler le groupe de paramètres *1-2* Données moteur* en fonction de la plaque signalétique du moteur. | |

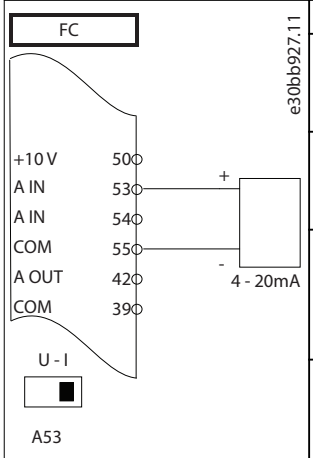
**Tableau 12.2 Configuration de câblage pour l'AMA sans borne 27 connectée**

## 12.2 Configurations de câblage pour la référence de vitesse analogique




| | Paramètres | |
|---|---|---|
| | **Fonction** | **Réglage** |
| | *Paramétre 6-10 Terminal 53 Low Voltage* | 0,07 V* |
| | *Paramétre 6-11 Terminal 53 High Voltage* | 10 V* |
| | *Paramétre 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value* | 0 tr/min |
| | *Paramétre 6-15 Terminal 53 High Ref./ Feedb. Value* | 1 500 tr/min |
| | * = valeur par défaut | |
| | **Remarques/commentaires :** | |

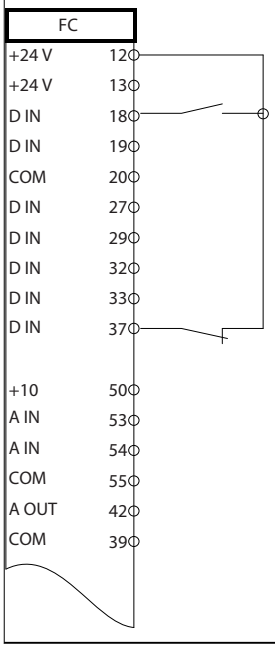
**Tableau 12.3 Configuration de câblage pour la référence de vitesse analogique (Tension)**




| | Paramètres | |
|---|---|---|
| | **Fonction** | **Réglage** |
| | *Paramétre 6-12 Terminal 53 Low Current* | 4 mA* |
| | *Paramétre 6-13 Terminal 53 High Current* | 20 mA* |
| | *Paramétre 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value* | 0 tr/min |
| | *Paramétre 6-15 Terminal 53 High Ref./ Feedb. Value* | 1 500 tr/min |
| * = valeur par défaut | | |
| **Remarques/commentaires :** | | |

**Tableau 12.4 Configuration de câblage pour la référence de vitesse analogique (Courant)**

## 12.3 Configurations de câblage pour marche/arrêt




| | Paramètres | |
|---|---|---|
| | **Fonction** | **Réglage** |
| | *Paramétre 5-10 Terminal 18 Digital Input* | *[8] Démarrage** |
| | *Paramétre 5-12 Terminal 27 Digital Input* | *[0] Inactif* |
| | *Paramétre 5-19 Terminal 37 Safe Stop* | *[1] Alarme arrêt sécur.* |
| * = valeur par défaut | | |
| **Remarques/commentaires :** Si le *paramétre 5-12 Terminal 27 Digital Input* est réglé sur *[0] Inactif*, aucun cavalier n'est requis sur la borne 27. | | |

**Tableau 12.5 Configurations de câblage pour ordre de marche/arrêt avec Safe Torque Off**

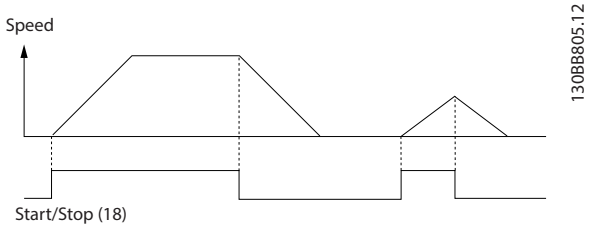
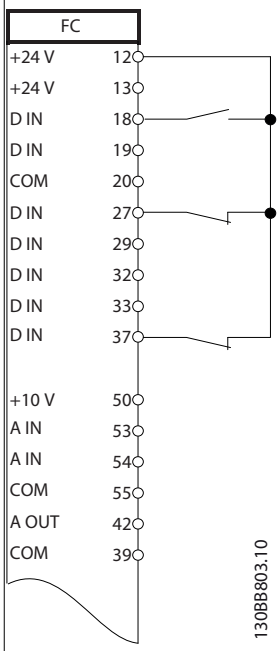



**Illustration 12.1 Démarrage/Arrêt avec Safe Torque Off**




| | Paramètres | |
|---|---|---|
| | **Fonction** | **Réglage** |
| | *Paramétre 5-10 Terminal 18 Digital Input* | *[9] Impulsion démarrage* |
| | *Paramétre 5-12 Terminal 27 Digital Input* | *[6] Arrêt NF* |
| * = valeur par défaut | | |
| **Remarques/commentaires :** Si le *paramétre 5-12 Terminal 27 Digital Input* est réglé sur *[0] Inactif*, aucun cavalier n'est requis sur la borne 27. | | |

**Tableau 12.6 Configurations de câblage pour impulsion de démarrage/arrêt**

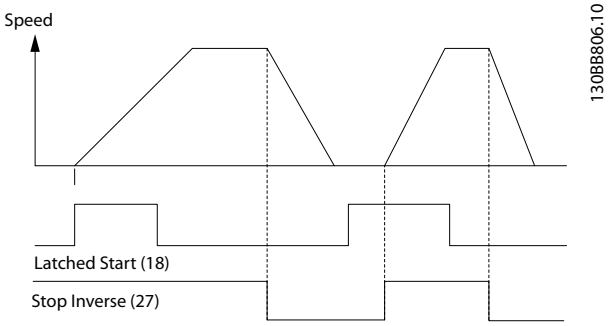
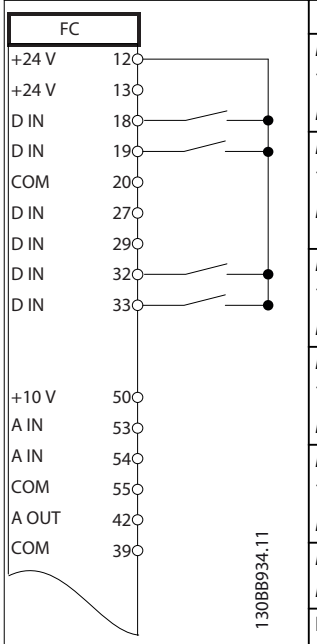



**Illustration 12.2 Démarrage par impulsion/arrêt**

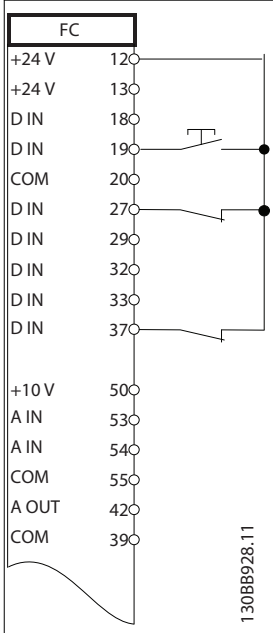
12




| | Paramètres | |
|---|---|---|
| | **Fonction** | **Réglage** |
| | *Paramétre 5-10 Terminal 18 Digital Input* | *[8] Démarrage* |
| | *Paramétre 5-11 Terminal 19 Digital Input* | *[10] Inversion** |
| | *Paramétre 5-12 Terminal 27 Digital Input* | *[0] Inactif* |
| | *Paramétre 5-14 Terminal 32 Digital Input* | *[16] Réf prédéfinie bit 0* |
| | *Paramétre 5-15 Terminal 33 Digital Input* | *[17] Réf prédéfinie bit 1* |
| | *Paramétre 3-10 Preset Reference* | |
| | Réf.prédéfinie 0 | 25% |
| | Réf.prédéfinie 1 | 50% |
| | Réf.prédéfinie 2 | 75% |
| | Réf.prédéfinie 3 | 100% |
| | * = valeur par défaut | |
| | **Remarques/commentaires :** | |

**Tableau 12.7 Configurations de câblage pour marche/arrêt avec inversion et 4 vitesses prédéfinies**

## 12.4 Configurations de câblage pour une réinitialisation d'alarme externe

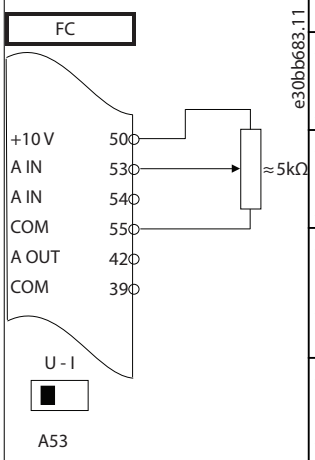



| | Paramètres | |
|---|---|---|
| | **Fonction** | **Réglage** |
| | *Paramétre 5-11 Terminal 19 Digital Input* | *[1] Réinitialisation alarme* |
| | * = valeur par défaut | |
| | **Remarques/commentaires :** | |

**Tableau 12.8 Configurations de câblage pour une réinitialisation d'alarme externe**

12

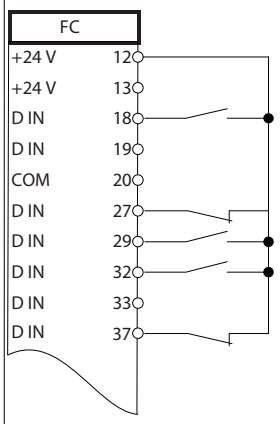
## 12.5 Configuration de câblage pour la référence de vitesse à l'aide d'un potentiomètre manuel




| | Paramètres | |
|---|---|---|
| | **Fonction** | **Réglage** |
| | *Paramétre 6-10 Terminal 53 Low Voltage* | 0,07 V* |
| | *Paramétre 6-11 Terminal 53 High Voltage* | 10 V* |
| | *Paramétre 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value* | 0 tr/min |
| | *Paramétre 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value* | 1 500 tr/min |
| | * = valeur par défaut | |
| | **Remarques/commentaires :** | |

**Tableau 12.9 Configuration de câblage pour la référence de vitesse (à l'aide d'un potentiomètre manuel)**

## 12.6 Configuration de câblage pour l'accélération/décélération




| | Paramètres | |
|---|---|---|
| | **Fonction** | **Réglage** |
| | *Paramétre 5-10 Terminal 18 Digital Input* | *[8] Démarrage** |
| | *Paramétre 5-12 Terminal 27 Digital Input* | *[19] Gel référence* |
| | *Paramétre 5-13 Terminal 29 Digital Input* | *[21] Plus Vite* |
| | *Paramétre 5-14 Terminal 32 Digital Input* | *[22] Moins Vite* |
| | * = valeur par défaut | |
| | **Remarques/commentaires :** | |

**Tableau 12.10 Configuration de câblage pour l'accélération/la décélération**

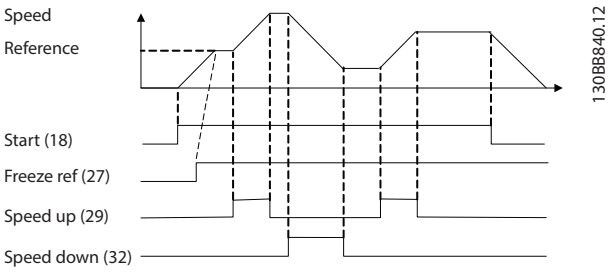
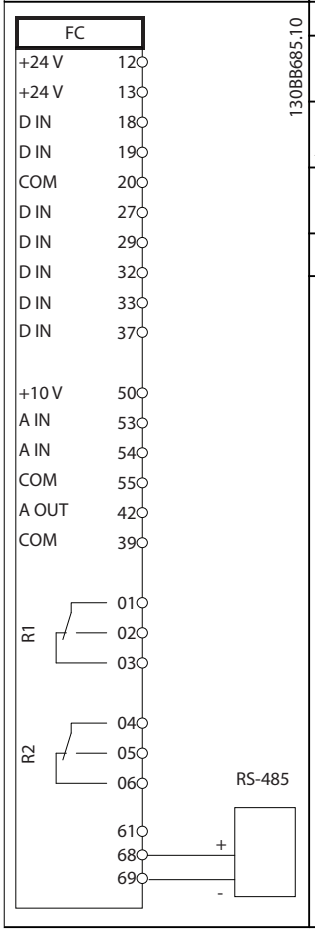



**Illustration 12.3 Plus Vite/Moins Vite**

12

## 12.7 Configuration de câblage pour le raccordement du réseau RS485



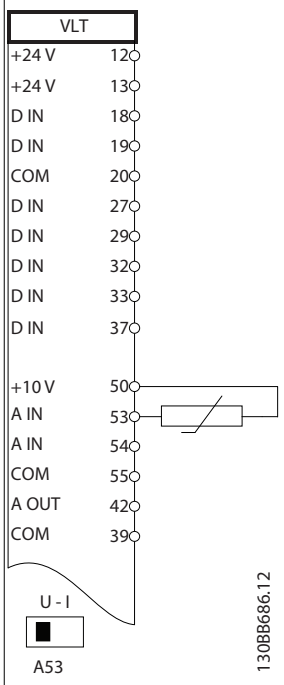

| | Paramètres | |
|---|---|---|
| | **Fonction** | **Réglage** |
| | *Paramétre 8-30 Protocol* | FC* |
| | *Paramétre 8-31 Address* | 1* |
| | *Paramétre 8-32 Baud Rate* | 9600* |
| | * = valeur par défaut | |
| | **Remarques/commentaires :** Sélectionner le protocole, l'adresse et la vitesse de transmission dans les paramètres. | |

**Tableau 12.11 Configuration de câblage pour le raccordement du réseau RS485**

## 12.8 Configuration de câblage pour une thermistance moteur

***AVIS!***

**Les thermistances doivent présenter une isolation renforcée ou double pour satisfaire aux exigences d'isolation PELV.**




| | Paramètres | |
|---|---|---|
| | **Fonction** | **Réglage** |
| | *Paramétre 1-90 Motor Thermal Protection* | *[2] Arrêt thermistance* |
| | *Paramétre 1-93 Thermistor Source* | *[1] Entrée ANA 53* |
| | * = valeur par défaut | |
| | **Remarques/commentaires :** Si seul un avertissement est souhaité, régler le *paramétre 1-90 Motor Thermal Protection* sur *[1] Avertis. Thermist.* | |

**Tableau 12.12 Configuration de câblage pour une thermistance moteur**

12

## 12.9 Configuration de câblage pour un contrôleur de cascade

L'*Illustration 12.4* montre un exemple avec le contrôleur de cascade de base intégré, une pompe à vitesse variable (principale) et deux pompes à vitesse fixe, un transmetteur 4-20 mA et un verrouillage de sécurité du système.

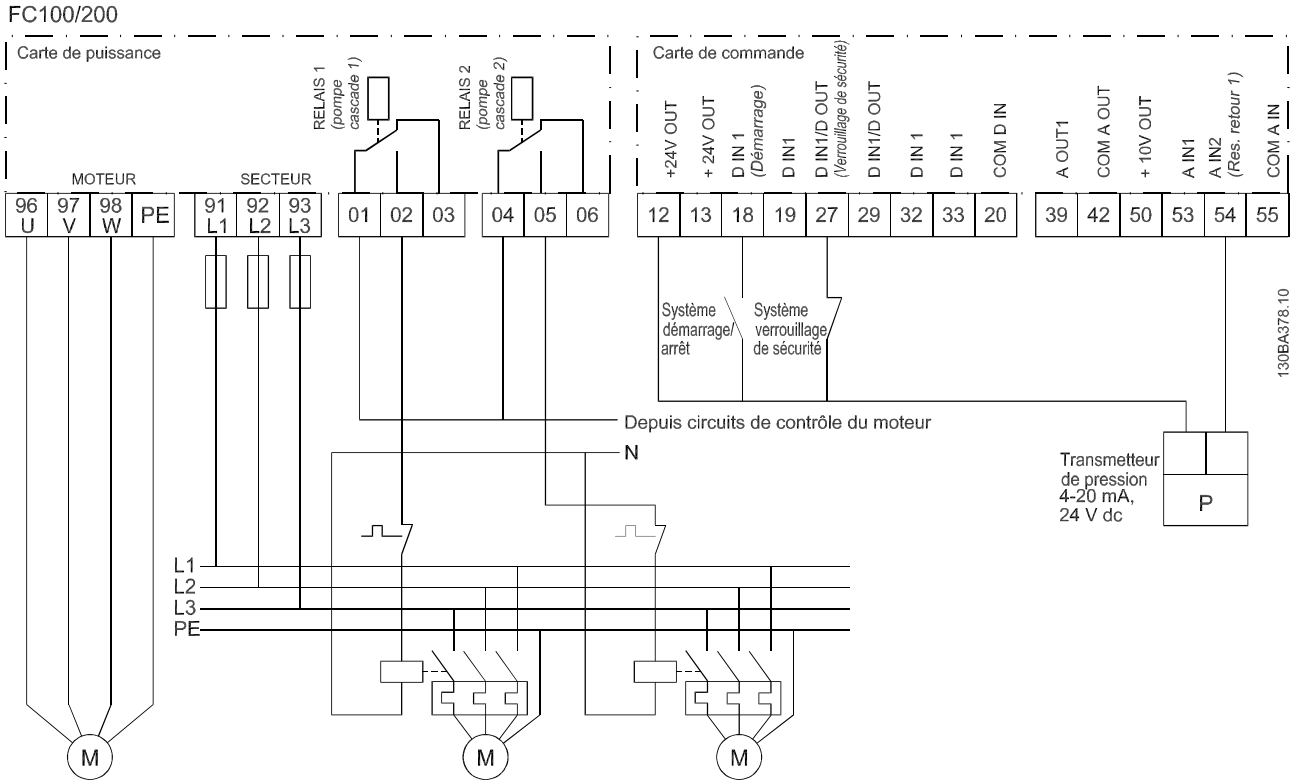
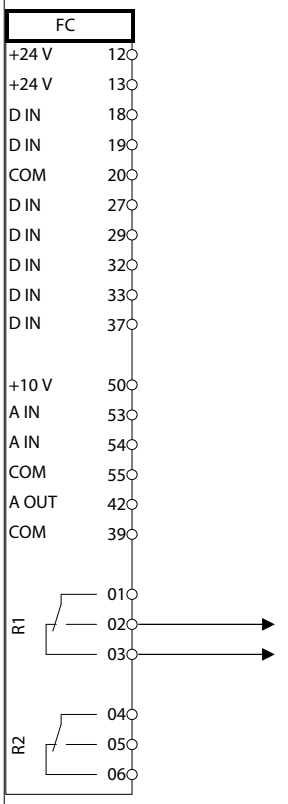



**Illustration 12.4 Schéma de câblage du contrôleur de cascade**

12

## 12.10 Configuration de câblage pour une configuration de relais avec contrôleur logique avancé




| | Paramètres | |
|---|---|---|
| | **Fonction** | **Réglage** |
| | *Paramétre 4-30 Motor Feedback Loss Function* | *[1] Warning (Avertissement)* |
| | *Paramétre 4-31 Motor Feedback Speed Error* | 100 RPM (100 tr/min) |
| | *Paramétre 4-32 Motor Feedback Loss Timeout* | 5 s |
| | *Paramétre 7-00 Speed PID Feedback Source* | *[2] MCB 102* |
| | *Paramétre 17-11 Resolution (PPR)* | 1024* |
| | *Paramétre 13-00 SL Controller Mode* | *[1] On (Actif)* |
| | *Paramétre 13-01 Start Event* | *[19] Avertis-sement* |
| | *Paramétre 13-02 Stop Event* | *[44] Touche Reset* |
| | *Paramétre 13-10 Comparator Operand* | *[21] N° avertiss.* |
| | *Paramétre 13-11 Comparator Operator* | *[1] ≈ (égal)** |
| | *Paramétre 13-12 Comparator Value* | 90 |
| | *Paramétre 13-51 SL Controller Event* | *[22] Comparateur 0* |
| | *Paramétre 13-52 SL Controller Action* | *[32] Déf. sort. dig. A bas* |
| | *Paramétre 5-40 Function Relay* | *[80] Sortie digitale A* |
| | * = valeur par défaut | |

| | Paramètres |
|---|---|
| **Remarques/commentaires :** Si la limite dans la surveillance du signal de retour est dépassée, l'*avertissement 90, Surv. codeur* apparaît. Le SLC surveille l'*avertissement 90, Surv. codeur* et s'il devient VRAI, le relais 1 est déclenché. L'équipement externe peut nécessiter un entretien. Si l'erreur de signal de retour redescend sous la limite en moins de 5 s, le variateur continue à fonctionner et l'avertissement disparaît. Réinitialiser le relais 1 en appuyant sur [Reset] sur le LCP. | |

**Tableau 12.13 Configuration de câblage pour une configuration de relais avec contrôleur logique avancé**

## 12.11 Configuration de câblage pour une pompe à vitesse fixe/variable

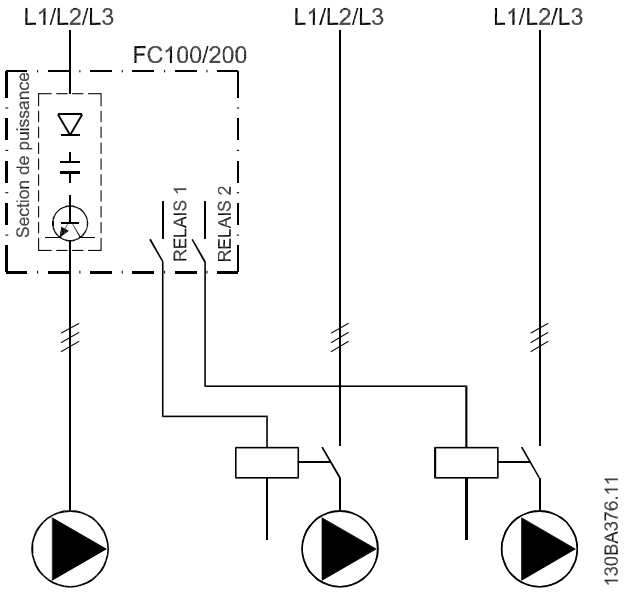



**Illustration 12.5 Schéma de câblage de la pompe à vitesse variable/fixe**

12

## 12.12 Configuration de câblage pour une alternance de pompe principale

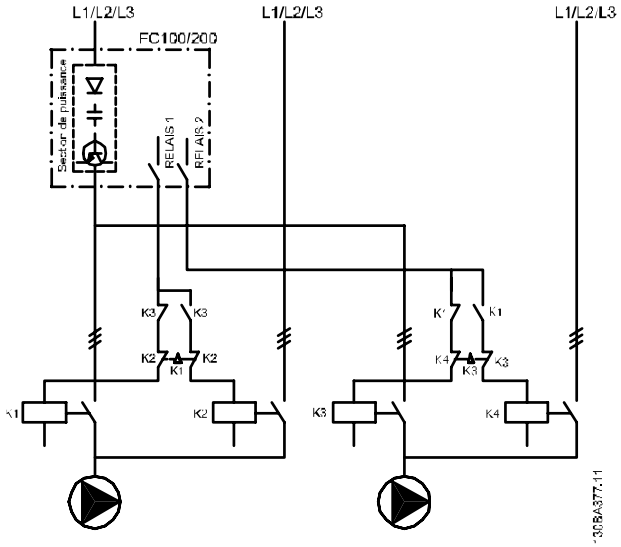



**Illustration 12.6 Schéma de câblage d'alternance de la pompe principale**

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 contre la surcharge doivent être appliqués conformément à la réglementation locale et/ou aux exigences particulières.

- Les relais 1 (R1) et 2 (R2) sont les relais intégrés au variateur.
- Quand tous les relais sont hors tension, le 1er relais intégré actif 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.
- K1 bloque K2 via le verrouillage mécanique, évitant que le secteur ne soit connecté à la sortie du variateur (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 c'est désormais le relais 2 qui est mis sous tension en tant que 1er relais.

# 13 Comment commander un variateur

## 13.1 Système de configuration du variateur

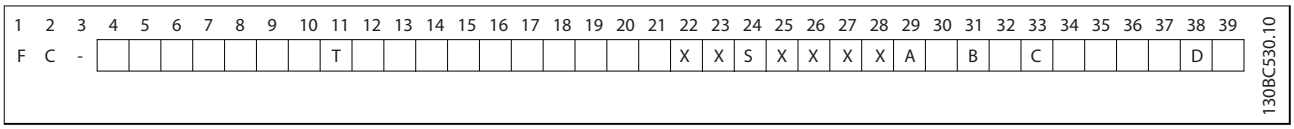



**Tableau 13.1 Code de type string**

| | | |
|---|---|---|
| Groupe de produits | 1–6 | |
| Modèle | 7–10 | |
| Tension secteur | 11–12 | |
| Boîtier | 13–15 | |
| Configuration du matériel | 16–23 | |
| Filtre RFI/Variateur à charge harmonique faible/ 12 impulsions | 16–17 | |
| Frein | 18 | |
| Affichage (LCP) | 19 | |
| Tropicalisation PCB | 20 | |
| Option secteur | 21 | |
| Adaptation A | 22 | |
| Adaptation B | 23 | |
| Version du logiciel | 24–27 | |
| Langue du logiciel | 28 | |
| Options A | 29–30 | |
| Options B | 31–32 | |
| Options C0, MCO | 33–34 | |
| Options C1 | 35 | |
| Logiciel option C | 36–37 | |
| Options D | 38–39 | |

**Tableau 13.2 Exemple de code de type de commande d'un variateur**

Configurer le variateur adapté à l'application en utilisant le système de configuration du variateur sur Internet. Le système de configuration du variateur se trouve sur le site Internet : *www.danfoss.com/drives*. Le système de configuration crée un code de type string et une référence de vente à 8 chiffres à envoyer au service commercial local. On peut aussi établir une liste de projet comportant plusieurs produits et l'envoyer à un représentant Danfoss.

Voici un exemple de code de type string :

FC-102P450T5E54H4CGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

La signification des caractères de la chaîne est définie dans ce chapitre. Dans l'exemple ci-dessus, un variateur F3 est configuré avec les options suivantes :

- Filtre RFI
- Safe Torque Off avec relais Pilz
- PCB tropicalisé
- PROFIBUS DP V1

Les variateurs sont livrés automatiquement avec un ensemble de langues adapté à la région d'où provient la commande. Quatre ensembles régionaux de langues comprennent les langues suivantes :

**Ensemble de langues 1**
anglais, allemand, français, danois, néerlandais, espagnol, suédois, italien et finnois.

**Ensemble de langues 2**
anglais, allemand, chinois, coréen, japonais, thaïlandais, chinois traditionnel et indonésien bahasa.

**Ensemble de langues 3**
anglais, allemand, slovène, bulgare, serbe, roumain, hongrois, tchèque et russe.

**Ensemble de langues 4**
anglais, allemand, espagnol, anglais américain, grec, portugais brésilien, turc et polonais.

Pour commander des variateurs avec un autre ensemble de langues, contacter le bureau commercial local Danfoss.



 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

## 13.1.1 Code de type de commande pour les boîtiers E1-E2

| Description | Pos. | Option possible |
|---|---|---|
| Groupe de produits | 1–6 | FC-102 |
| Modèle | 8–10 | P355-P630 |
| Tension secteur | 11–12 | T4 : 380-480 V CA<br>T7 : 525-690 V CA |
| Boîtier | 13–15 | E00 : IP20 (châssis – pour une installation dans une protection extérieure)<br>C00 : IP00/Châssis avec canal de ventilation arrière en acier inoxydable<br>E21 : IP21 (NEMA 1)<br>E54 : IP54 (NEMA 12)<br>E2M : IP21 (NEMA 1) avec blindage secteur<br>E5M : IP54 (NEMA 12) avec blindage secteur |
| Filtre RFI | 16–17 | H2 : filtre RFI classe A2 (standard)<br>H4 : filtre RFI classe A1[1)]<br>B2 : variateur à 12 impulsions avec filtre RFI, classe A2<br>B4 : variateur à 12 impulsions avec filtre RFI, classe A1<br>N2 : LHD avec filtre RFI, classe A2<br>N4 : LHD avec filtre RFI, classe A1 |
| Frein | 18 | B : hacheur de freinage (IGBT) monté<br>X : pas de hacheur de freinage (IGBT)<br>R : bornes régénératrices<br>S : frein + régén. |
| Affichage | 19 | G : panneau de commande local graphique LCP<br>N : panneau de commande local numérique (LCP)<br>X : aucun panneau de commande local |
| Tropicalisation PCB | 20 | C : PCB tropicalisé |
| Option secteur | 21 | X : pas d'option secteur<br>3 : sectionneur secteur et fusible<br>5 : sectionneur secteur, fusible et répartition de la charge<br>7 : fusible<br>A : fusible et répartition de la charge<br>D : répartition de la charge |
| Adaptation | 22 | X : entrées de câble standard |
| Adaptation | 23 | X : pas d'adaptation |
| Version du logiciel | 24–27 | Logiciel réel |
| Langue du logiciel | 28 | X : ensemble de langues standard |

**Tableau 13.3 Code de type de commande pour les boîtiers E1-E2[2)]**

*1) Disponible pour 380-480 V uniquement.*

*2) Consulter l'usine pour les applications nécessitant une certification maritime.*

13

## 13.1.2 Code de type de commande pour les boîtiers F1-F4 et F8-F13

| Description | Pos. | Option possible |
|---|---|---|
| Groupe de produits | 1–6 | FC-102 |
| Modèle | 8–10 | P315-P1400 kW |
| Tension secteur | 11–12 | T4 : 380-480 V CA<br>T7 : 525-690 V CA |
| Boîtier | 13–15 | C21 : IP21/NEMA type 1 avec canal de ventilation arrière en acier inoxydable<br>C54 : IP54/Type 12 canal de ventilation arrière en acier inoxydable<br>E21 : IP21/NEMA Type 1<br>E54 : IP54/NEMA Type 12<br>L2X : IP21/NEMA 1 avec éclairage d'armoire et prise CEI 230 V<br>L5X : IP54/NEMA 12 avec éclairage d'armoire et prise CEI 230 V<br>L2A : IP21/NEMA 1 avec éclairage d'armoire et prise NAM 115 V<br>L5A : IP54/NEMA 12 avec éclairage d'armoire et prise NAM 115 V<br>H21 : IP21 avec appareil de chauffage et thermostat<br>H54 : IP54 avec appareil de chauffage et thermostat<br>R2X : IP21/NEMA 1 avec appareil de chauffage, thermostat, éclairage et prise 230 V CEI<br>R5X : IP54/NEMA 12 avec appareil de chauffage, thermostat, éclairage et prise 230 V CEI<br>R2A : IP21/NEMA 1 avec appareil de chauffage, thermostat, éclairage et prise 115 V NAM<br>R5A : IP54/NEMA 12 avec appareil de chauffage, thermostat, éclairage et prise 115 V NAM |
| Filtre RFI | 16–17 | H2 : filtre RFI classe A2 (standard)<br>H4 : filtre RFI, classe A1<br>HE : RCD avec filtre RFI classe A2<br>HF : RCD avec filtre RFI classe A1<br>HG : IRM avec filtre RFI classe A2<br>HH : IRM avec filtre RFI classe A1<br>HJ : bornes NAMUR et filtre RFI classe A2<br>HK : bornes NAMUR avec filtre RFI classe A1<br>HL : RCD avec bornes NAMUR et filtre RFI classe A2<br>HM : RCD avec bornes NAMUR et filtre RFI classe A1<br>HN : IRM avec bornes NAMUR et filtre RFI classe A2<br>HP : IRM avec bornes NAMUR et filtre RFI classe A1<br>N2 : variateur à charge harmonique faible avec filtre RFI classe A2<br>N4 : variateur à charge harmonique faible avec filtre RFI classe A1<br>B2 : variateur à 12 impulsions avec filtre RFI, classe A2<br>B4 : variateur à 12 impulsions avec filtre RFI, classe A1<br>BE : 12 impulsions + RCD pour secteur TN/TT + RFI classe A2<br>BF : 12 impulsions + RCD pour secteur TN/TT + RFI classe A1<br>BG : 12 impulsions + IRM pour secteur IT + RFI classe A2<br>BH : 12 impulsions-+ IRM pour secteur IT + RFI classe A1<br>BM : 12 impulsions + RCD pour secteur TN/TT + bornes NAMUR + RFI classe A1[1)] |
| Frein | 18 | B : hacheur de freinage (IGBT) monté<br>X : pas de hacheur de freinage (IGBT)<br>C : Safe Torque Off avec relais de sécurité Pilz<br>D : Safe Torque Off avec relais de sécurité Pilz et hacheur de freinage (IGBT)<br>R : bornes régénératrices<br>M : bouton-poussoir d'arrêt d'urgence CEI (avec relais de sécurité Pilz)[4)]<br>N : bouton-poussoir d'arrêt d'urgence CEI avec hacheur de freinage (IGBT) et bornes de frein<br>P : bouton-poussoir d'arrêt d'urgence CEI avec bornes régénératrices |
| Affichage | 19 | G : panneau de commande local graphique LCP |
| Tropicalisation PCB | 20 | C : PCB tropicalisé |

13

| Description | Pos. | Option possible |
|---|---|---|
| Option secteur | 21 | X : pas d'option secteur<br>3 : sectionneur secteur et fusible<br>5 : sectionneur secteur, fusible et répartition de la charge<br>7 : Fusible<br>A : fusible et répartition de la charge<br>D : Répartition de la charge<br>E : sectionneur secteur, contacteur et fusibles<br>F : disjoncteur secteur, contacteur et fusibles<br>G : sectionneur secteur, contacteur, bornes de répartition de la charge et fusibles<br>H : disjoncteur secteur, contacteur, bornes de répartition de la charge et fusibles<br>J : disjoncteur secteur et fusibles<br>K : disjoncteur secteur, bornes de répartition de la charge et fusibles |
| Bornes de puissance et démarreurs | 22 | X : pas d'option<br>E : bornes de puissance protégées par fusible 30 A<br>F : bornes de puissance protégées par fusible 30 A et démarreur manuel 2,5-4 A<br>G : bornes de puissance protégées par fusible 30 A et démarreur manuel 4-6,3 A<br>H : bornes de puissance protégées par fusible 30 A et démarreur manuel 6,3-10 A<br>J : bornes de puissance protégées par fusible 30 A et démarreur manuel 10-16 A<br>K : deux démarreurs manuels 2,5-4 A<br>L : deux démarreurs manuels 4-6,3 A<br>M : deux démarreurs manuels 6,3-10 A<br>N : deux démarreurs manuels 10-16 A |
| Alimentation auxiliaire 24 V et surveillance de la température extérieure | 23 | X : pas d'option<br>H : alimentation de 24 V, 5 A (utilisation client)<br>J : surveillance de la température extérieure<br>G : alimentation 24 V, 5 A (utilisation client) et surveillance de la température extérieure |
| Version du logiciel | 24–27 | Logiciel réel |
| Langue du logiciel | 28 | X : ensemble de langues standard |

**Tableau 13.4 Code de type de commande pour les boîtiers F1-F4 et F8-F13[2)]**

*1) Requiert une VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 et une VLT® Extended Relay Card MCB 113.*

13

### 13.1.3 Options de commande pour tous les boîtiers VLT® HVAC Drive FC 102

| Description | Pos. | Option possible |
|---|---|---|
| Options A | 29–30 | AX : pas d'option A<br>A0 : VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101<br>A4 : VLT® DeviceNet MCA 104<br>AG : VLT® LonWorks MCA 108<br>AJ : VLT® BACnet MCA 109<br>AK : VLT® BACnet/IP MCA 125<br>AL : VLT® PROFINET MCA 120<br>AN : VLT® EtherNet/IP MCA 121<br>AQ : VLT® POWERLINK MCA 122 |
| Options B | 31–32 | BX : pas d'option<br>B0 : VLT® Analog I/O Option MCB 109<br>B2 : VLT® PTC Thermistor Card MCB 112<br>B4 : VLT® Sensor Input Option MCB 114<br>BK : VLT® General Purpose I/O Module MCB 101<br>BP : VLT® Relay Card MCB 105 |
| Options C0/E0 | 33–34 | CX : pas d'option |
| Options C1/A/B dans l'adaptateur de l'option C | 35 | X : pas d'option<br>R : VLT® Extended Relay Card MCB 113 |
| Logiciel option C/<br>options E1 | 36–37 | XX : contrôleur standard |
| Options D | 38–39 | DX : pas d'option<br>D0 : VLT® 24 V DC Supply MCB 107 |

**Tableau 13.5 Numéro de code de commande pour les options FC 102**

## 13.2 Références des options/kits

### 13.2.1 Numéros de commande des options D : alimentation de secours 24 V

| Description | Référence | |
|---|---|---|
| | Non tropicalisé | Tropicalisé |
| VLT® 24 V DC Supply MCB 107 | 130B1108 | 130B1208 |

**Tableau 13.6 Numéros de commande des options D**

### 13.2.2 Références des options logicielles

| Description | Référence |
|---|---|
| VLT® Logiciel de programmation MCT 10 – 1 utilisateur. | 130B1000 |
| VLT® Logiciel de programmation MCT 10 – 5 utilisateurs. | 130B1001 |
| VLT® Logiciel de programmation MCT 10 – 10 utilisateurs. | 130B1002 |
| VLT® Logiciel de programmation MCT 10 – 25 utilisateurs. | 130B1003 |
| VLT® Logiciel de programmation MCT 10 – 50 utilisateurs. | 130B1004 |
| VLT® Logiciel de programmation MCT 10 – 100 utilisateurs. | 130B1005 |
| VLT® Logiciel de programmation MCT 10 – Nombre illimité d'utilisateurs. | 130B1006 |

**Tableau 13.7 Références des options logicielles**



 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

### 13.2.3 Références des kits

| Type | Description | Référence |
|---|---|---|
| Matériel divers | | |
| USB dans la porte, E1 et F1-F13 | Kit de rallonge USB permettant d'accéder aux contrôles d'entraînement via un ordinateur portable sans ouvrir le variateur. | E1-E2 – 130B1156<br>F1-F13 – 176F1784 |
| Entrée supérieure – Câbles du moteur, F1/F3 | Permet l'installation de câbles moteur par le haut de l'armoire latérale du moteur. Doit être utilisé avec le kit des bornes communes du moteur. Uniquement pour les boîtiers F1/F3. | Armoire 400 mm (15,7 po) – 176F1838<br>Armoire 600 mm (23,6 po) – 176F1839 |
| Entrée supérieure – Câbles du moteur, F2/F4 | Permet l'installation de câbles moteur par le haut de l'armoire latérale du moteur. Doit être utilisé avec le kit des bornes communes du moteur. Uniquement pour les boîtiers F2/F4. | Armoire 400 mm (15,7 po) – 176F1840<br>Armoire 600 mm (23,6 po) – 176F1841 |
| Entrée supérieure – Câbles du moteur,<br>F8-F13 | Permet l'installation de câbles moteur par le haut de l'armoire latérale du moteur. Doit être utilisé avec le kit des bornes communes du moteur. Uniquement pour les boîtiers F8-F13. | Contacter l'usine |
| Entrée supérieure – Câbles secteur, F1-F2 | Permet l'installation de câbles secteur par le haut de l'armoire secteur latérale. Le kit doit être commandé avec le kit des bornes communes du moteur. Uniquement pour les boîtiers F1-F2 | Armoire 400 mm (15,7 po) – 176F1832<br>Armoire 600 mm (23,6 po) – 176F1833 |
| Entrée supérieure – Câbles secteur, F3-F4 avec sectionneur | Permet l'installation de câbles secteur par le haut de l'armoire secteur latérale. Le kit doit être commandé avec le kit des bornes communes du moteur. Uniquement pour les boîtiers F3-F4 avec sectionneur. | Armoire 400 mm (15,7 po) – 176F1834<br>Armoire 600 mm (23,6 po) – 176F1835 |
| Entrée supérieure – Câbles secteur, F3-F4 | Permet l'installation de câbles secteur par le haut de l'armoire secteur latérale. Le kit doit être commandé avec le kit des bornes communes du moteur. Uniquement pour les boîtiers F3-F4. | Armoire 400 mm (15,7 po) – 176F1836<br>Armoire 600 mm (23,6 po) – 176F1837 |
| Entrée supérieure – Câbles secteur,<br>F8-F13 | Permet l'installation de câbles secteur par le haut de l'armoire secteur latérale. Le kit doit être commandé avec le kit des bornes communes du moteur. Uniquement pour les boîtiers F8-F13. | Contacter l'usine |
| Entrée supérieure – Câbles de bus de terrain, E2 | Permet l'installation de câbles de bus de terrain par le haut du variateur. Le kit est IP20/Châssis lorsqu'il est installé, mais un autre presse-étoupe homologue peut être utilisé pour augmenter la protection nominale. Uniquement pour les boîtiers E2. | 176F1742 |
| Bornes communes du moteur, F1-F4 | Fournit les barres omnibus et le matériel nécessaires pour relier les bornes du moteur entre les onduleurs en parallèle et la borne seule (par phase) pour adapter l'installation du kit d'entrée supérieure côté moteur. Ce kit équivaut à l'option de bornes communes du moteur d'un variateur. Ce kit n'est pas nécessaire pour installer le kit d'entrée supérieure côté moteur si l'option de bornes communes du moteur a été spécifiée lors de la commande du variateur.<br>Également recommandé pour relier la sortie d'un variateur à un filtre de sortie ou un contacteur de sortie. Les bornes communes du moteur éliminent le besoin de câbles de longueurs égales entre chaque onduleur et le point commun du filtre de sortie (ou du moteur). | Armoire 400 mm (15,7 po) – 176F1845<br>Armoire 600 mm (23,6 po) – 176F1846 |
| Boîtier NEMA 3R, E2 | Conçu pour être utilisé avec les variateurs IP00/IP20/Châssis afin d'atteindre une protection nominale contre les infiltrations NEMA-3R ou NEMA-4. Ces protections ont été conçues pour un usage extérieur afin d'offrir une protection en cas de mauvais temps. Uniquement pour les boîtiers E2. | Boîtier soudé – 176F0298<br>Boîtier Rittal – 176F1852 |

| Type | Description | Référence |
|---|---|---|
| Socle, E1-E2 | Le kit de socle est un socle haut de 400 mm (15,8 po) qui permet au variateur d'être monté au sol. La façade du socle a des ouvertures pour faciliter l'entrée d'air pour refroidir les composants de puissance. Uniquement pour les boîtiers E1-E2. | 176F6739 |
| Plaque d'options d'entrée, E1-E2 | Permet d'ajouter des fusibles, un sectionneur et des fusibles, un RFI, un RFI et des fusibles, ou encore un RFI, un sectionneur et des fusibles. Uniquement pour les boîtiers E1-E2. | Contacter l'usine |
| Conversion IP20, E2 | Fournit au variateur une protection nominale contre les infiltrations IP20/Châssis protégé. Uniquement pour les boîtiers E2. | 176F1884 |
| **Kits de refroidissement par le canal de ventilation arrière** | | |
| Entrée arrière/sortie arrière, E1 | Permet de faire entrer et sortir l'air de refroidissement depuis l'arrière du variateur. Le kit inclut un couvercle supérieur et un couvercle inférieur pour boîtier E1 avec une protection nominale IP21/54 (Type 1/12). | 176F1946 |
| Entrée arrière/sortie arrière, E2 | Permet de faire entrer et sortir l'air de refroidissement depuis l'arrière du variateur. Le kit inclut un couvercle supérieur et un couvercle inférieur pour boîtier E2 avec une protection nominale IP00 (Châssis). | Boîtier soudé – 176F1861<br>Boîtier Rittal – 176F1783 |
| Entrée arrière/sortie arrière, F1-F13 | Permet de faire entrer et sortir l'air de refroidissement depuis l'arrière du variateur. Les plaques sont déjà incluses sur le variateur. Contacter l'usine pour obtenir des instructions concernant l'installation. | Contacter l'usine |
| Entrée basse/sortie haute, E2 | Permet de faire entrer l'air de refroidissement dans la position basse et de le faire sortir par la position haute du variateur. Ce kit est conçu pour les boîtiers E2 uniquement. | Armoire 2 000 mm (78,7 po) – 176F1850<br>Armoire 2 200 mm (86,6 po) – 176F0299 |
| Sortie haute, E2 | Permet de faire sortir l'air de refroidissement par la position haute du variateur. Ce kit est conçu pour les boîtiers E2 uniquement. | 176F1776 |
| **LCP** | | |
| LCP 101 | Panneau de commande local numérique (NLCP) | 130B1124 |
| LCP 102 | Panneau de commande local graphique (GLCP) | 130B1107 |
| Câble LCP | Câble LCP distinct, 3 m (9 pi). | 175Z0929 |
| Kit LCP, IP21 | Kit de montage sur porte comprenant LCP graphique, fixations, câble de 3 m (9 pi) et joint | 130B1113 |
| Kit LCP, IP21 | Kit de montage sur porte comprenant LCP numérique, fixations et joint | 130B1114 |
| Kit LCP, IP21 | Kit de montage sur porte pour tous les LCP, comprenant fixations, câble de 3 m (9 pi) et joint | 130B1117 |

**Tableau 13.8 Kits disponibles pour les boîtiers E1-E2 et F1-F13**




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

### 13.2.4 Références des options A : bus de terrain

| Description | Référence | |
|---|---|---|
| | Non tropicalisé | Tropicalisé |
| VLT® PROFIBUS DP MCA 101 | 130B1100 | 130B1200 |
| VLT® DeviceNet MCA 104 | 130B1102 | 130B1202 |
| VLT® LonWorks MCA 108 | 130B1106 | 130B1206 |
| VLT® BACnet MCA 109 | 130B1144 | 130B1244 |
| VLT® PROFINET MCA 120 | 130B1135 | 130B1235 |
| VLT® EtherNet/IP MCA 121 | 130B1119 | 130B1219 |
| VLT® Modbus TCP MCA 122 | 130B1196 | 130B1296 |
| VLT® Powerlink MCA 123 | 130B1489 | 130B1490 |
| VLT® VACnet/IP MCA 125 | – | 130B1586 |

**Tableau 13.9 Références des options A**

*Pour des informations concernant la compatibilité des options de bus de terrain et d'application avec des versions logicielles moins récentes, contacter le distributeur Danfoss.*

### 13.2.5 Références des options B : extensions fonctionnelles

| Description | Référence | |
|---|---|---|
| | Non tropicalisé | Tropicalisé |
| VLT® General Purpose I/O MCB 101 | 130B1125 | 130B1212 |
| VLT® Relay Card MCB 105 | 130B1110 | 130B1210 |
| VLT® Analog I/O MCB 109 | 130B1143 | 130B1243 |
| VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 | – | 130B1137 |
| VLT® Sensor Input MCB 114 | 130B1172 | 130B1272 |

**Tableau 13.10 Références des options B**

### 13.2.6 Références des options C : contrôle de mouvement et carte relais

| Description | Référence | |
|---|---|---|
| | Non tropicalisé | Tropicalisé |
| VLT® Extended Relay Card MCB 113 | 130B1164 | 130B1264 |

**Tableau 13.11 Références des options C**

13

## 13.3 Références pour les filtres et résistances de freinage

Consulter les manuels de configuration suivants pour connaître les spécifications de dimensionnement et les références pour les filtres et résistances de freinage :

- *Manuel de configuration du VLT® Brake Resistor MCE 101*.
- *Manuel de configuration des VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010.*
- *Manuel de configuration des filtres de sortie*.

## 13.4 Pièces de rechange

Consulter l'atelier VLT® ou le système de configuration du variateur (*www.danfoss.com/drives*) pour connaître les pièces de rechange disponibles pour votre application.

# 14 Annexe

## 14.1 Abréviations et symboles

| | |
|---|---|
| 60° AVM | Modulation vectorielle asynchrone 60° |
| A | Ampère |
| CA | Courant alternatif |
| AD | Rejet d'air |
| AEO | Optimisation automatique de l'énergie |
| AI | Entrée analogique |
| AIC | Courant d'interruption en ampères |
| AMA | Adaptation automatique au moteur |
| AWG | American Wire Gauge (calibre américain des fils) |
| °C | Degrés Celsius |
| CB | Disjoncteur |
| CD | Décharge constante |
| CDM | Module d'entraînement complet : le variateur, la section d'alimentation et les auxiliaires |
| CE | Conformité européenne (normes de sécurité européennes) |
| CM | Mode commun |
| CT | Couple constant |
| CC | Courant continu |
| DI | Entrée dig. |
| DM | Mode différentiel |
| D-TYPE | Dépend du variateur |
| CEM | Compatibilité électromagnétique |
| FEM | Force électromotrice |
| ETR | Relais thermique électronique |
| °F | Degrés Fahrenheit |
| $f_{JOG}$ | Fréquence du moteur lorsque la fonction jogging est activée |
| $f_M$ | Fréquence du moteur |
| $f_{MAX}$ | Fréquence de sortie maximale que le variateur applique à sa sortie |
| $f_{MIN}$ | Fréquence minimale du moteur du variateur |
| $f_{M,N}$ | Fréquence nominale du moteur |
| FC | Variateur de fréquence |
| FSP | Pompe à vitesse fixe |
| HIPERFACE® | HIPERFACE® est une marque déposée de Stegmann |
| HO | Surcharge élevée |
| HP | Cheval-puissance |
| HTL | Impulsions du codeur HTL (10-30 V) – Haute tension logique de transistor |
| Hz | Hertz |
| $I_{INV}$ | Courant de sortie nominal onduleur |
| $I_{LIM}$ | Limite de courant |
| $I_{M,N}$ | Courant nominal du moteur |
| $I_{VLT,MAX}$ | Courant de sortie maximal |
| $I_{VLT,N}$ | Courant nominal de sortie fourni par le variateur |
| 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 |
| mm | Millimètre |
| ms | Milliseconde |
| Msb | Bit de poids fort |
| $\eta_{VLT}$ | Rendement du variateur défini comme le rapport entre la puissance dégagée et la puissance absorbée |
| nF | Capacitance en nanofarad |
| NLCP | Panneau de commande local numérique |
| Nm | Newton-mètre |
| NO | Surcharge normale |
| $n_s$ | 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 |
| $P_{fr,cont.}$ | Puissance nominale de la résistance de freinage (puissance moyenne pendant le freinage continu) |
| PCB | Carte à circuits imprimés |
| PCD | Données de process |
| PDS | Entraînement électrique de puissance : CDM et un moteur |
| PELV | Protective extra low voltage (très basse tension de protection) |
| $P_m$ | Puissance de sortie nominale du variateur en surcharge élevée |
| $P_{M,N}$ | Puissance nominale du moteur |
| Moteur PM | Moteur à aimant permanent |
| Process PID | Régulateur proportionnel intégral dérivé qui maintient la vitesse, la pression, la température, etc. |
| $R_{fr,nom}$ | 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 régénératrices |
| $R_{min}$ | Valeur de résistance de freinage minimale autorisée par le variateur |
| RMS | Valeur efficace |
| tr/min | Tours par minute |
| $R_{rec}$ | Résistance de freinage recommandée des résistances de freinage Danfoss |
| s | Seconde |
| SCCR | Courant nominal de court-circuit |
| SFAVM | Modulation vectorielle asynchrone à flux statorique orienté |
| STW | Mot d'état |



 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

| | |
|---|---|
| SMPS | Alimentation à découpage |
| THD | Taux d'harmoniques |
| $T_{LIM}$ | Limite de couple |
| TTL | Impulsions du codeur TTL (5 V) – Logique de transistor |
| $U_{M,N}$ | Tension nominale du moteur |
| UL | Underwriters Laboratories (organisation des États-Unis responsable de la certification de sécurité) |
| V | Volts |
| VSP | Pompe à vitesse variable |
| VT | Couple variable |
| VVC+ | Commande vectorielle de tension plus |

**Tableau 14.1 Abréviations et symboles**

## 14.2 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.

**Couple de décrochage**

$$n_s = \frac{2 \times par.\ 1 - 23 \times 60\ s}{par.\ 1 - 39}$$

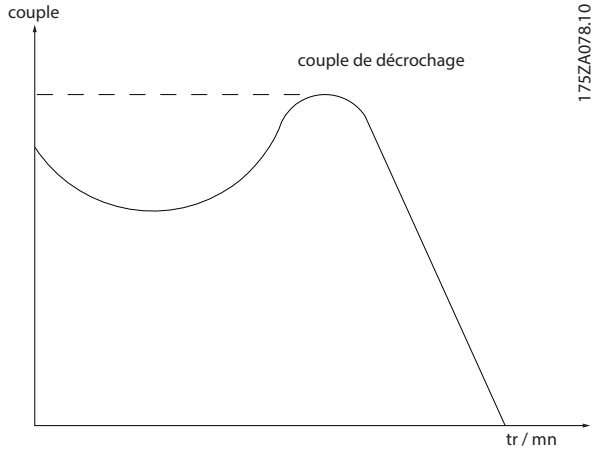



**Illustration 14.1 Tableau de couple de décrochage**

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

**Caractéristiques de couple constant**
Caractéristique 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 (*paramétre 14-22 Operation Mode*), le variateur revient à 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 (cos phi) qui considère uniquement le fondamental de courant et de tension.

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

Le cos phi est également appelé facteur de puissance de déphasage.

Les valeurs lambda et cos phi sont indiquées pour les variateurs Danfoss VLT® dans le *chapitre 7.3 Alimentation secteur*.

Le facteur de puissance indique dans quelle mesure le variateur impose une charge au secteur. Plus le facteur de puissance est bas, plus l'$I_{RMS}$ 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 Danfoss ont des bobines CC intégrées dans le circuit intermédiaire pour avoir un facteur de puissance élevé et pour réduire le THD sur l'alimentation principale.

**Entrée impulsions/codeur incrémental**
Un capteur numérique externe utilisé pour l'information de retour de la vitesse et de la direction du moteur. Les codeurs sont utilisés pour le retour de précision à haute vitesse et les applications ultra-dynamiques.

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

**Compensation du glissement**
Le variateur 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 paramètres 13-** Logique avancée*).

**Bus standard FC**
Inclut le bus RS485 avec le protocole FC ou MC. Voir le *paramétre 8-30 Protocol*.

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



 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

**Alarme**
État résultant de situations de panne, p. ex. en cas de surchauffe du variateur ou lorsque celui-ci protège le moteur, le process ou le mécanisme. Le redémarrage est impossible tant que l'origine de la panne n'a pas été résolue et jusqu'à ce que l'état d'arrêt soit annulé.

**Alarme verr.**
État résultant de situations de panne lorsque le variateur assure sa propre protection et nécessite une intervention physique. Une alarme verrouillée peut être annulée uniquement par coupure du secteur, résolution de l'origine de la panne et reconnexion du variateur. Le redémarrage est impossible tant que l'alarme verrouillée n'a pas été annulée en activant Reset.

**Caractéristique Couple Variable**
Caractéristiques de couple variable pour les pompes et les ventilateurs.

## 14.3 Installation et configuration de l'interface RS485

RS485 est une interface de bus à deux fils compatible avec une topologie de réseau multipoints. Les nœuds peuvent être connectés en tant que 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. Noter que 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 soit du commutateur de terminaison (S801) du variateur, soit d'un réseau de résistances de terminaison polarisé.
Toujours utiliser un câble blindé à paire torsadée (STP) pour le câblage du bus et toujours 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. Si nécessaire, 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, toujours utiliser le même type de câble dans l'ensemble du réseau. Lors du raccordement d'un moteur au variateur, toujours utiliser un câble de moteur blindé.

| | |
|---|---|
| Câble | Paire torsadée blindée (STP) |
| Impédance | 120 Ω |
| Longueur de câble | 1 200 m (3 937 pi) maximum, y compris les câbles de dérivation<br>500 m (1 640,5 pi) maximum de poste à poste |

**Tableau 14.2 Câble moteur**

Un ou plusieurs variateurs 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 illustrations au *chapitre 10.16 Installation selon critères CEM*.

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

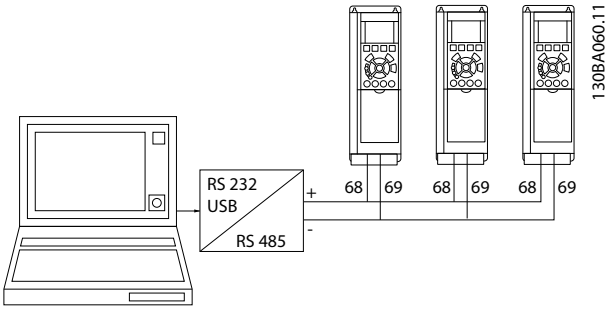



**Illustration 14.2 Connexions parallèles**

Afin d'éviter des courants d'égalisation de potentiel dans le blindage, relier le blindage de câble à la terre via la borne 61 connectée au châssis par une liaison RC.

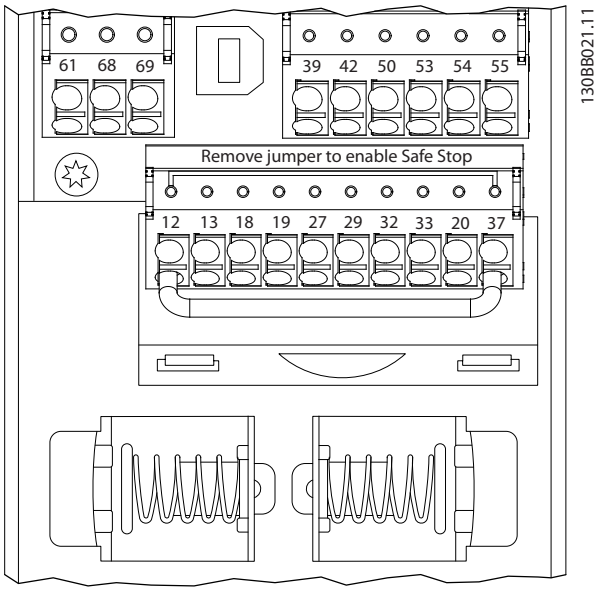



**Illustration 14.3 Bornes de la carte de commande**

Le bus RS485 doit être terminé par un réseau de résistances à chaque extrémité. À cette fin, mettre le commutateur S801 de la carte de commande sur ON. Pour plus d'informations, voir le *chapitre 10.2 Schéma de câblage*.

Le protocole de communication doit être réglé au *paramétre 8-30 Protocol*.

### 14.3.1 Précautions CEM

Pour assurer une exploitation sans interférence du réseau RS485, les précautions CEM suivantes sont recommandées.

Il convient de respecter les réglementations nationales et locales, en ce qui concerne par exemple la protection par mise à la terre. Le câble de communication RS485 doit être maintenu à l'écart des câbles de 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 po) est suffisante. Cependant, en cas d'installation de câbles en parallèle sur de grandes distances, il est recommandé de garder la plus grande distance possible entre les câbles. Si le câble RS485 doit croiser un câble de moteur et de résistance de freinage, il doit le croiser suivant un angle de 90°.

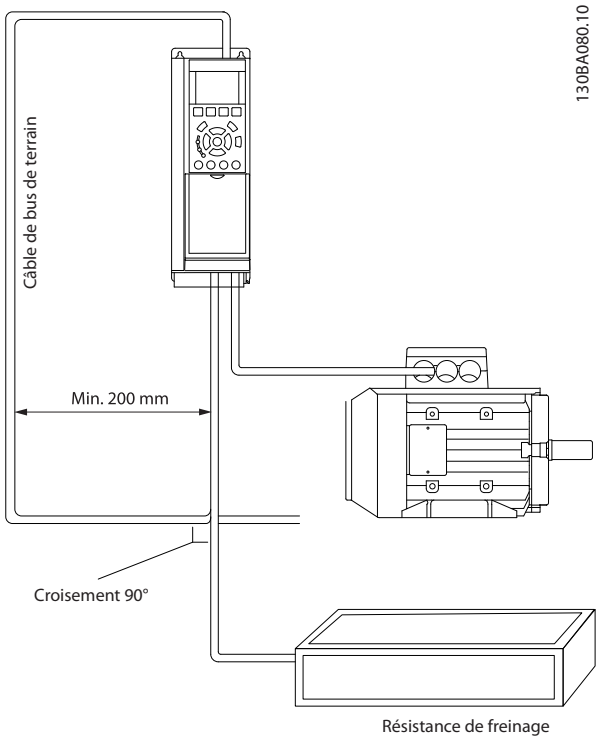



**Illustration 14.4 Précautions CEM**

## 14.4 RS485 : vue d'ensemble du protocole FC

### 14.4.1 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 le RS485, utilisant donc le port RS485 intégré au variateur. 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.

### 14.4.2 Process du variateur

Définir les paramètres suivants pour activer le protocole FC du variateur.

| Numéro de paramètre | Réglage |
|---|---|
| *Paramétre 8-30 Protocol* | FC |
| *Paramétre 8-31 Address* | 1–126 |
| *Paramétre 8-32 Baud Rate* | 2400–115200 |
| *Paramétre 8-33 Parity / Stop Bits* | Parité à nombre pair, 1 bit d'arrêt (défaut) |

**Tableau 14.3 Paramètres du protocole FC**

14

## 14.5 RS485 : structure du télégramme du protocole FC

### 14.5.1 Contenu d'un caractère (octet)

Chaque caractère transmis commence par un bit de départ. Huit bits de données, correspondant à un octet, sont ensuite 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 lorsqu'au total, il y a un nombre égal de caractères 1 dans les 8 bits de données et le bit de parité. Le caractère se termine par un bit d'arrêt et se compose donc au total de 11 bits.

**Illustration 14.5 Caractère (octet)**

### 14.5.2 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 du variateur (ADR)

Ensuite arrive un certain nombre d'octets de données (variable, dépend du type de télégramme).

Un octet de contrôle des données (BCC) termine le télégramme.

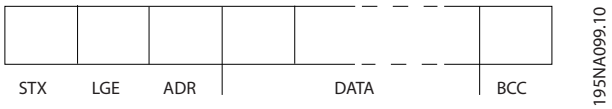



**Illustration 14.6 Structure du télégramme**

### 14.5.3 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.

- La longueur des télégrammes à 4 octets de données correspond à
  LGE = 4 + 1 + 1 = 6 octets.
- La longueur des télégrammes à 12 octets de données correspond à
  LGE = 12 + 1 + 1 = 14 octets.
- La longueur des télégrammes contenant des textes est égale à $10^{1)}$ + n octets.

*1) 10 correspond aux caractères fixes tandis que n est variable (dépend de la longueur du texte).*

### 14.5.4 Adresse du variateur (ADR)

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 d'adresse 1-31 actif).
  - Bit 6 non utilisé.
  - 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 1-31.
- Format d'adresse 1-126
  - Bit 7 = 1 (format d'adresse 1-126 actif).
  - Bit 0-6 = adresse du variateur 1-126.
  - Bit 0-6 = 0 diffusion.

L'esclave renvoie l'octet d'adresse sans modification dans le télégramme de réponse au maître.

### 14.5.5 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.




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

## 14.5.6 Champ de données

La construction de blocs de données dépend du type de télégramme. Il existe trois types et le type est valable aussi bien pour les télégrammes de contrôle (maître ⇒ esclave) que les télégrammes de réponse (esclave ⇒ maître).

Voici les trois 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)

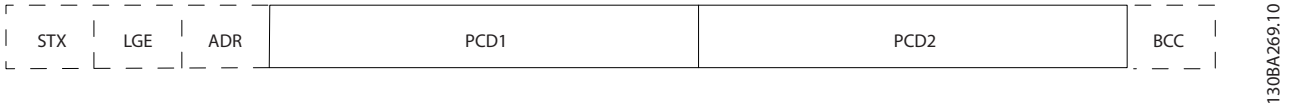



**Illustration 14.7 PCD**

**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.

**Illustration 14.8 Bloc de paramètres**

**Bloc de texte**
Un bloc de texte est utilisé pour lire ou écrire des textes via le bloc de données.

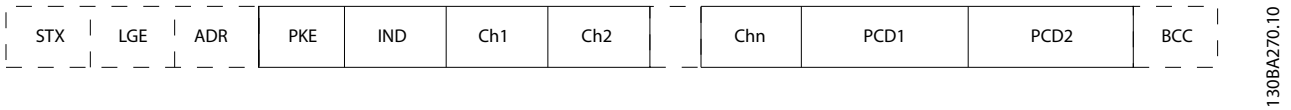



**Illustration 14.9 Bloc de texte**

14

### 14.5.7 Champ PKE

Le champ PKE contient deux sous-champs :

- Ordre et réponse de paramètres AK.
- Numéro de paramètre PNU.

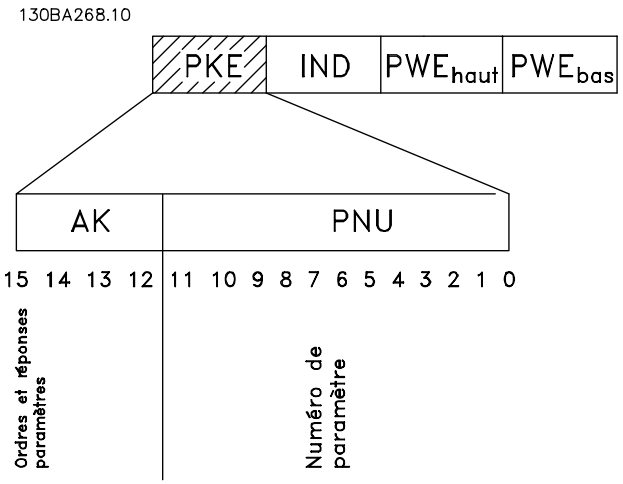



**Illustration 14.10 Champ PKE**

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 la valeur du paramètre. |
| 0 | 0 | 1 | 0 | Écrire la valeur du paramètre en RAM (mot). |
| 0 | 0 | 1 | 1 | Écrire la valeur du paramètre en RAM (mot double). |
| 1 | 1 | 0 | 1 | Écrire la valeur du paramètre en RAM et EEPROM (mot double). |
| 1 | 1 | 1 | 0 | Écrire la valeur du paramètre en RAM et EEPROM (mot). |
| 1 | 1 | 1 | 1 | Lire/écrire du texte. |

**Tableau 14.4 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 14.5 Réponse esclave ⇒ maître**

S'il est impossible d'exécuter l'ordre, l'esclave envoie la réponse «
*0111 Ordre impossible à exécuter*
» et publie le message d'erreur suivant 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. 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 14.6 Message d'erreur**

### 14.5.8 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.*

### 14.5.9 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 *paramétre 15-30 Alarm Log: Error Code*. L'indice est composé d'un octet de poids faible et d'un octet de poids fort.

Seul l'octet de poids faible est utilisé comme un indice.



 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

## 14.5.10 Valeur du paramètre (PWE)

Le bloc valeur du paramètre se compose de deux 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, p. ex. *paramétre 0-01 Language [0] Anglais* et *[4] Danois*, 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 *Paramétre 15-40 FC Type* à *paramétre 15-53 Power Card Serial Number* contiennent le type de données 9.
À titre d'exemple, le *paramétre 15-40 FC Type* 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$^{e}$ 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 de terrain. 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.

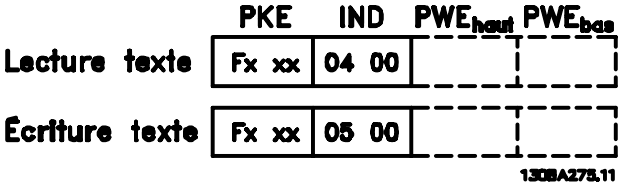



**Illustration 14.11 PWE**

## 14.5.11 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 14.7 Types de données pris en charge**

## 14.5.12 Conversion

Le chapitre Réglages d'usine présente les différents attributs 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 *Paramétre 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]* a un facteur de conversion de 0,1.
Pour prérégler 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 interprétée comme 10,0.

Exemples :
0 s ⇒ indice de conversion 0
0,00 s⇒indice de conversion -2
0 M/S ⇒ indice de conversion -3
0,00 M/S ⇒ indice de conversion -5

14

| Indice de conversion | Facteur de conversion |
|---|---|
| 100 | |
| 75 | |
| 74 | |
| 67 | |
| 6 | 1000000 |
| 5 | 100000 |
| 4 | 10000 |
| 3 | 1000 |
| 2 | 100 |
| 1 | 10 |
| 0 | 1 |
| -1 | 0,1 |
| -2 | 0,01 |
| -3 | 0,001 |
| -4 | 0,0001 |
| -5 | 0,00001 |
| -6 | 0,000001 |
| -7 | 0,0000001 |

**Tableau 14.8 Tableau de conversion**

### 14.5.13 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 14.9 Séquence PCD**

## 14.6 RS485 : exemples de paramètres de protocole FC

### 14.6.1 Écriture d'une valeur de paramètre

Changer le *paramétre 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]* sur 100 Hz.
Écrire les données en EEPROM.

PKE = E19E Hex – Écriture d'un mot unique au *paramétre 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]*.
IND = 0000 Hex
$PWE_{haut}$ = 0000 Hex
$PWE_{bas}$ = 03E8 Hex – Valeur de données 1 000 correspondant à 100 Hz, voir le *chapitre 14.5.12 Conversion*.

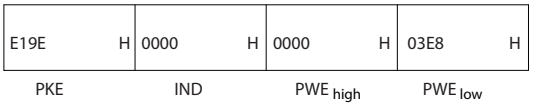



**Illustration 14.12 Télégramme**

***AVIS!***

**Le *Paramétre 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]* est un mot unique, et l'ordre de paramètre pour l'écriture dans l'EEPROM est E. Le numéro de paramètre du *paramétre 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]* est 19E au format hexadécimal.**

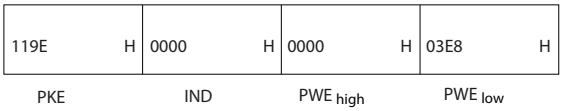



**Illustration 14.13 Réponse du maître à l'esclave**

### 14.6.2 Lecture d'une valeur de paramètre

Lire la valeur au *paramétre 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time*.

PKE = 1155 Hex – Lire la valeur au *paramétre 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time*
IND = 0000 Hex
$PWE_{haut}$ = 0000 Hex
$PWE_{bas}$ = 0000 Hex

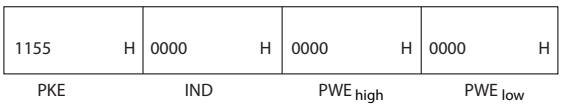



**Illustration 14.14 Valeur de paramètre**

Si la valeur au *paramétre 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* est égale à 10 s, la réponse de l'esclave au maître est :

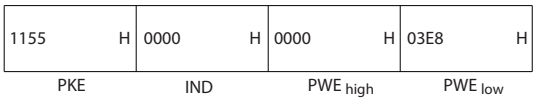



**Illustration 14.15 Réponse de l'esclave au maître**

3E8 Hex correspond à 1 000 au format décimal. L'indice de conversion du *paramétre 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* est -2. Le *Paramétre 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* est de type *Non signé 32 bits*.

## 14.7 RS485 : vue d'ensemble du Modbus RTU

### 14.7.1 Hypothèses de départ

Danfoss part du principe que le contrôleur installé prend en charge les interfaces mentionnées dans ce manuel et que toutes les exigences et restrictions concernant le contrôleur et le variateur sont strictement respectées.

### 14.7.2 Connaissances préalables

Le Modbus RTU (terminal distant ) est conçu pour communiquer avec n'importe quel contrôleur prenant en charge les interfaces définies dans ce document. Il est entendu que le lecteur connaît parfaitement les capacités et les limites du contrôleur.

### 14.7.3 Vue d'ensemble du Modbus RTU

L'aperçu sur le 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
- 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 laquelle un seul dispositif (le maître) peut initier des transactions (appelées requêtes). Les autres dispositifs (esclaves) répondent en fournissant au maître les données demandées ou en répondant à 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 un message, appelé 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 y indiquant l'adresse du dispositif (ou de diffusion générale), un code de fonction définissant l'action demandée, toute donnée à envoyer et 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.

### 14.7.4 FC avec Modbus RTU

Le variateur 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.

Le mot de contrôle permet au maître Modbus de contrôler plusieurs fonctions importantes du variateur :

- Démarrage
- Arrêt du variateur de plusieurs façons :
  Arrêt en roue libre
  Arrêt rapide
  Arrêt avec freinage par injection de courant continu
  Arrêt normal (rampe)
- Reset après un arrêt causé par une panne
- Fonctionnement à plusieurs vitesses prédéfinies
- Fonctionnement en sens inverse
- Changement du process actif
- Contrôle du relais intégré du variateur

La référence du bus est généralement utilisée pour commander la vitesse. Il est également possible d'accéder aux paramètres, de lire leurs valeurs, et dans certains cas, de les modifier, ce qui permet de disposer d'une gamme d'options de contrôle, comprenant le contrôle de la consigne du variateur lorsque son régulateur PI interne est utilisé.

### 14.7.5 FC avec Modbus RTU

Pour activer le Modbus RTU sur le variateur, régler les paramètres suivants :

| Paramètre | Réglage |
|---|---|
| *Paramétre 8-30 Protocol* | Modbus RTU |
| *Paramétre 8-31 Address* | 1–247 |
| *Paramétre 8-32 Baud Rate* | 2400–115200 |
| *Paramétre 8-33 Parity / Stop Bits* | Parité à nombre pair, 1 bit d'arrêt (défaut) |




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

### 14.7.6 FC 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 14.10*.

| Bit de démarrage | Octet de données | | | | | | | | Arrêt/ parité | Arrêt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |

**Tableau 14.10 Exemple de format**

| | |
|---|---|
| Système de codage | Binaire 8 bits, hexadécimal 0-9, A-F.<br>2 caractères hexadécimaux contenus dans chaque champ à 8 bits du message. |
| Bits par octet | 1 bit de démarrage.<br>8 bits de données, bit de plus faible poids envoyé en premier.<br>1 bit pour parité paire/impaire ; pas de bit en l'absence de parité.<br>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) |

**Tableau 14.11 Détail de bit**

## 14.8 RS485 : structure du télégramme Modbus RTU

### 14.8.1 Structure du télégramme Modbus RTU

Le dispositif de transmission place un message Modbus RTU dans un cadre avec un point de départ et un point final connus. Les dispositifs de réception peuvent commencer au début du message, lire la portion d'adresse, déterminer à quel dispositif il s'adresse (ou tous les dispositifs si le message est à diffusion générale) et reconnaître la fin du message. Les messages partiaux sont détectés et des erreurs apparaissent. Les caractères pour la transmission doivent être au format hexadécimal 00 à FF dans chaque champ. Le variateur surveille en permanence le bus du réseau, même pendant les intervalles silencieux. Lorsqu'un variateur 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 0 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 14.12*.

| Démarr–age | Adresse | Fonction | Données | Contrôle CRC | Fin |
|---|---|---|---|---|---|
| T1-T2-T3-T4 | 8 bits | 8 bits | N x 8 bits | 16 bits | T1-T2-T3-T4 |

**Tableau 14.12 Structure des télégrammes Modbus RTU**

### 14.8.2 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. Une fois le dernier caractère transmis, 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 d'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 la même manière, si un nouveau message commence avant les 3,5 intervalles de caractère marquant la fin du message précédent, le dispositif de réception considère qu'il s'agit de la suite du message précédent. Cela entraîne une temporisation (pas de réponse de la part de l'esclave), la valeur du champ CRC (contrôle de redondance cyclique) final n'étant pas valide pour les messages combinés.

### 14.8.3 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 au 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.



 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

### 14.8.4 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 l'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 une erreur (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. Ce code indique au maître l'erreur survenue ou la raison de l'exception. Voir le *chapitre 14.9.1 Codes de fonction pris en charge par le Modbus RTU*.

### 14.8.5 Champ de données

Le champ de données est construit en utilisant des ensembles de deux chiffres hexadécimaux, dans la plage de 00 à FF au format hexadécimal. Ces séquences sont composées d'un caractère RTU. Le champ de données des messages envoyés par un dispositif maître/esclave contient plus d'informations. L'esclave doit utiliser ces dernières pour effectuer l'action définie par le code de fonction. Ces informations peuvent inclure des éléments tels que des adresses de bobines ou de registres, la quantité d'éléments et le compte d'octets de données réels dans le champ.

### 14.8.6 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. Le dispositif de transmission calcule la valeur CRC, puis joint le CRC comme étant le 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. Après le contrôle des erreurs, 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.

### 14.8.7 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 0. 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 comme bobine 0000 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 « registre de maintien ». La référence 4XXXX est donc implicite. Le registre de maintien 40108 est adressé comme registre 006BHEX (107 décimal).




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

| Numéro de bobine | Description | Sens du signal |
|---|---|---|
| 1–16 | Mot de contrôle du variateur (voir *Tableau 14.14*). | Maître vers esclave |
| 17–32 | Plage de référence de vitesse ou de consigne du variateur 0x0-0xFFFF (-200 % ... ~200 %). | Maître vers esclave |
| 33–48 | Mot d'état du variateur (voir *Tableau 14.14*). | Maître vers esclave |
| 49–64 | Mode boucle ouverte : fréquence de sortie du variateur.<br>Mode boucle fermée : signal de retour du variateur. | 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. | |
| | 1 = Les modifications de paramètres sont écrites dans la RAM et l'EEPROM du variateur. | |
| 66–65536 | Réservé. | |

**Tableau 14.13 Bobines et registres de maintien**

| 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 14.14 Mot de contrôle du variateur (profil FC)**

| Bobine | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 33 | Commande non prête | Commande prête |
| 34 | Variateur pas prêt | Variateur prêt |
| 35 | Arrêt en roue libre | Arrêt de sécurité |
| 36 | Pas d'alarme | Alarme |
| 37 | Inutilisé | Inutilisé |
| 38 | Inutilisé | Inutilisé |
| 39 | Inutilisé | Inutilisé |
| 40 | Absence d'avertissement | Avertissement |
| 41 | Pas à référence | À référence |
| 42 | Mode manuel | Mode Auto |
| 43 | Hors plage fréq. | Dans plage de fréq. |
| 44 | Arrêté | MOTEUR TOURNE |
| 45 | Inutilisé | Inutilisé |
| 46 | Pas d'avertissement de tension | Avertissement de tension |
| 47 | Pas dans limite de courant | Limite de courant |
| 48 | Sans avertissement thermique | Avertissement thermique |

**Tableau 14.15 Mot d'état du variateur (profil FC)**

| Numéro de registre | Description |
|---|---|
| 00001–00006 | Réservé. |
| 00007 | Dernier code de défaut depuis une interface d'objet de données FC. |
| 00008 | Réservé. |
| 00009 | Indice de paramètres[1)]. |
| 00010–00990 | Groupe de paramètres 000 (paramètres 001-099). |
| 01000–01990 | Groupe de paramètres 100 (paramètres 100-199). |
| 02000–02990 | Groupe de paramètres 200 (paramètres 200-299). |
| 03000–03990 | Groupe de paramètres 300 (paramètres 300-399). |
| 04000–04990 | Groupe de paramètres 400 (paramètres 400-499). |
| ... | ... |
| 49000–49990 | Groupe de paramètres 4900 (paramètres 4900-4999). |
| 50000 | Données d'entrée : registre du mot de contrôle du variateur (CTW). |
| 50010 | Données d'entrée : registre de référence du bus (REF) |
| ... | ... |
| 50200 | Données de sortie : registre du mot d'état du variateur (STW). |
| 50210 | Données de sortie : registre de la valeur effective principale du variateur (MAV). |

**Tableau 14.16 Registres de stockage**

*1) Sert à spécifier le numéro d'indice utilisé lors de l'accès à un paramètre indexé.*

## 14.9 RS485 : codes de fonction du message du Modbus RTU

### 14.9.1 Codes de fonction pris en charge par le Modbus RTU

Le Modbus RTU prend en charge l'utilisation des codes de fonction du *Tableau 14.17* dans le champ de fonction d'un message.

| Fonction | Code de fonction |
|---|---|
| Lecture bobines | 1 hex |
| Lecture registres de maintien | 3 hex |
| Écriture bobine unique | 5 hex |
| Écriture registre unique | 6 hex |
| Écriture bobines multiples | F hex |
| Écriture registres multiples | 10 hex |
| Obtention compteur événement comm. | B hex |
| Rapport ID esclave | 11 hex |

**Tableau 14.17 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 | Renvoyer comptage erreur exception bus |
| | | 14 | Renvoyer comptage message esclave |

**Tableau 14.18 Codes de fonction**

### 14.9.2 Codes d'exceptions Modbus

Pour plus d'informations sur la structure d'une réponse d'exception, se reporter au *chapitre 14.8 RS485 : structure du télégramme Modbus RTU*.

| 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). Ce code 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). Ce code 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 14.19 Codes d'exceptions Modbus**




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

## 14.10 RS485 : paramètres du Modbus RTU

### 14.10.1 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 au Modbus en tant que DÉCIMAL (10 x numéro de paramètre).

### 14.10.2 Stockage des données

La bobine 65 décimal détermine si les données écrites sur le variateur sont enregistrées sur l'EEPROM et sur la RAM (bobine 65 = 1) ou uniquement sur la RAM (bobine 65 = 0).

### 14.10.3 IND

L'indice de tableau est réglé sur le registre de maintien 9 et utilisé lors de l'accès aux paramètres de tableau.

### 14.10.4 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.

### 14.10.5 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. Voir le *chapitre 14.6 RS485 : exemples de paramètres de protocole FC*.

### 14.10.6 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 03 Hex Lecture registres de maintien. Ils sont écrits à l'aide de la fonction 6 HEX Prédéfinir registre unique pour un registre (16 bits) et de la fonction 10 HEX Prédéfinir registres multiples pour deux registres (32 bits). Les tailles lisibles vont d'un 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 03 HEX Lecture registres de maintien et sont écrits à l'aide de la fonction 10 HEX Prédéfinir registres multiples. Les tailles lisibles vont de 1 registre (2 caractères) à 10 registres (20 caractères).

## 14.11 RS485 : profil de contrôle FC

### 14.11.1 Mot de contrôle selon le profil FC

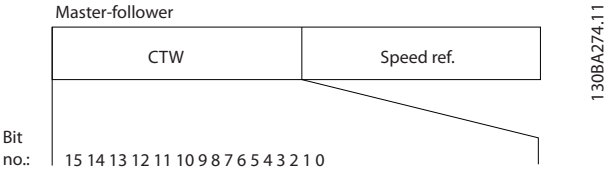



**Illustration 14.16 CW maître vers esclave**

| 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 |

**Signification des bits de contrôle**
**Bits 00/01**
Utiliser les bits 00 et 01 pour choisir entre les quatre valeurs de référence préprogrammées au *paramétre 3-10 Preset Reference* selon le *Tableau 14.20* :



 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

| Valeur de référence programmée | Paramètre | Bit 01 | Bit 00 |
|---|---|---|---|
| 1 | [0] *paramétre 3-10 Preset Reference* | 0 | 0 |
| 2 | [1] *paramétre 3-10 Preset Reference* | 0 | 1 |
| 3 | [2] *paramétre 3-10 Preset Reference* | 1 | 0 |
| 4 | [3] *paramétre 3-10 Preset Reference* | 1 | 1 |

**Tableau 14.20 Bits de contrôle**

***AVIS!***

**Faire une sélection au *paramétre 8-56 Preset Reference Select* 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 au *paramétre 2-01 DC Brake Current* et au *paramétre 2-02 DC Braking Time*.
Bit 02 = 1 mène à la rampe.

**Bit 03, Roue libre**
Bit 03 = 0 : le variateur éteint immédiatement les transistors de sortie et le moteur se met en roue libre jusqu'à l'arrêt.
Bit 03 = 1 : le variateur lance le moteur si les autres conditions de démarrage sont remplies.

Faire une sélection au *paramétre 8-50 Coasting Select* 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 jusqu'à l'arrêt (réglé au *paramétre 3-81 Quick Stop Ramp Time*).

**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 avec les entrées digitales figurant aux *paramétre 5-10 Terminal 18 Digital Input – paramétre 5-15 Terminal 33 Digital Input*.

***AVIS!***

**Si le gel sortie est actif, seules les conditions suivantes permettent d'arrêter le variateur :**

- **Bit 03 roue libre.**
- **Bit 02 freinage CC**
- **Entrée digitale (*paramétre 5-10 Terminal 18 Digital Input – paramétre 5-15 Terminal 33 Digital Input*) programmée sur *Freinage CC*, *Arrêt en roue libre* ou *Reset* et *Arrêt en 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 lancer le moteur si les autres conditions de démarrage sont remplies.

Faire une sélection au *paramétre 8-53 Start Select* 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. La réinitialisation est activée au début du signal, c'est-à-dire au changement de 0 logique en 1 logique.

**Bit 08, Jogging**
Bit 08 = 1 : la fréquence de sortie est déterminée par le *paramétre 3-19 Jog Speed [RPM]*.

**Bit 09, Choix de rampe 1/2**
Bit 09 = 0 : la rampe 1 est active (*paramétre 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time – paramétre 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time*).
Bit 09 = 1 : la rampe 2 (*paramétre 3-51 Ramp 2 Ramp Up Time – paramétre 3-52 Ramp 2 Ramp Down Time*) est active.

**Bit 10, Données non valides/valides**
Indique au variateur 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. 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, Relais 01**
Bit 11 = 0 : le relais n'est pas activé.
Bit 11 = 1 : le relais 01 est activé si *[36] Mot contrôle bit 11* est sélectionné au *paramétre 5-40 Function Relay*.

**Bit 12, Relais 04**
Bit 12 = 0 : le relais 04 n'est pas activé.
Bit 12 = 1 : le relais 04 est activé si *[37] Mot contrôle bit 12* est sélectionné au *paramétre 5-40 Function Relay*.

**Bits 13/14, Sélection de process**
Utiliser les bits 13 et 14 pour choisir entre les quatre process selon le *Tableau 14.21* :




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

| Configuration | Bit 14 | Bit 13 |
|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 1 |
| 3 | 1 | 0 |
| 4 | 1 | 1 |

**Tableau 14.21 Sélection de process**

Cette fonction n'est possible que lorsque *[9] Multi process* est sélectionné au *paramétre 0-10 Active Set-up*.

Faire une sélection au *paramétre 8-55 Set-up Select* 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 *[0] Entrée dig.* au *paramétre 8-54 Reversing Select*. Le bit 15 n'implique une inversion qu'à condition d'avoir sélectionner les conditions suivantes :

- Communication série
- Digital ou série
- Digitale et série

## 14.11.2 Mot d'état conformément au profil FC

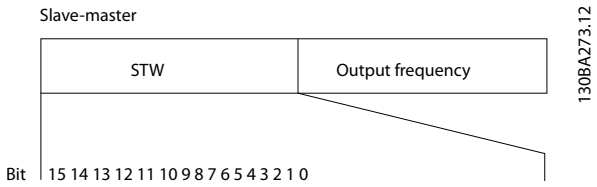



**Illustration 14.17 STW esclave vers maître**

| Bit | Bit = 0 | Bit = 1 |
|---|---|---|
| 00 | Commande non prête | Commande prête |
| 01 | Variateur pas prêt | Variateur prêt |
| 02 | Roue libre | Activer |
| 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 |

**Bit 00, Commande non prête/prête**
Bit 00 = 0 : le variateur disjoncte.
Bit 00 = 1 : le variateur est prêt à fonctionner, mais l'étage de puissance n'est pas forcément alimenté en cas d'alimentation externe 24 V de la commande.

**Bit 01, Variateur prêt**
Bit 01 = 1 : le variateur 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 libère le moteur.
Bit 02 = 1 : le variateur démarre le moteur à l'aide d'un ordre de démarrage.

**Bit 03, Pas d'erreur/alarme**
Bit 03 = 0 : le variateur n'est pas en état de panne.
Bit 03 = 1 : le variateur disjoncte. Pour rétablir le fonctionnement, appuyer sur [Reset].

**Bit 04, Pas d'erreur/erreur (pas de déclenchement)**
Bit 04 = 0 : le variateur n'est pas en état de panne.
Bit 04 = 1 : le variateur 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 n'est pas en état de panne.
Bit 06 = 1 : le variateur a disjoncté et s'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. Par exemple, 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 : [Arrêt/Reset] est activé sur l'unité de commande ou *[2] Local* est sélectionné au *paramétre 3-13 Reference Site*. Le variateur ne peut pas être commandé via la communication série.
Bit 09 = 1 : il est possible de commander le variateur 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 *paramétre 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]* ou *paramétre 4-13 Motor Speed High Limit [RPM]*.
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 a reçu un signal de démarrage ou la fréquence de sortie est supérieure à 0 Hz.

**Bit 12, Variateur OK/arrêté, dém. 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/Tension dépassée**
Bit 13 = 0 : absence d'avertissement de tension.
Bit 13 = 1 : La tension CC dans le circuit intermédiaire est trop basse ou trop élevée.

**Bit 14, Couple OK/Couple dépassé**
Bit 14 = 0 : le courant du moteur est inférieur à la limite de couple sélectionnée au *paramétre 4-18 Current Limit*.
Bit 14 = 1 : la limite de couple du *paramétre 4-18 Current Limit* 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 %.

Si la connexion entre l'option InterBus et le variateur est perdue ou si un problème de communication interne est survenu, tous les bits du STW sont réglés sur 0.

## 14.11.3 Valeur de référence de vitesse du bus

La vitesse de référence est transmise au variateur 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 à 2. La fréquence de sortie réelle (MAV) est mise à l'échelle de la même façon que la référence du bus.

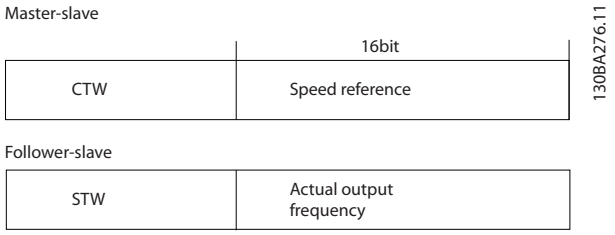



**Illustration 14.18 Valeur de référence de vitesse du bus**

La référence et la MAV sont toujours mises à l'échelle comme indiqué sur l'*Illustration 14.19*.

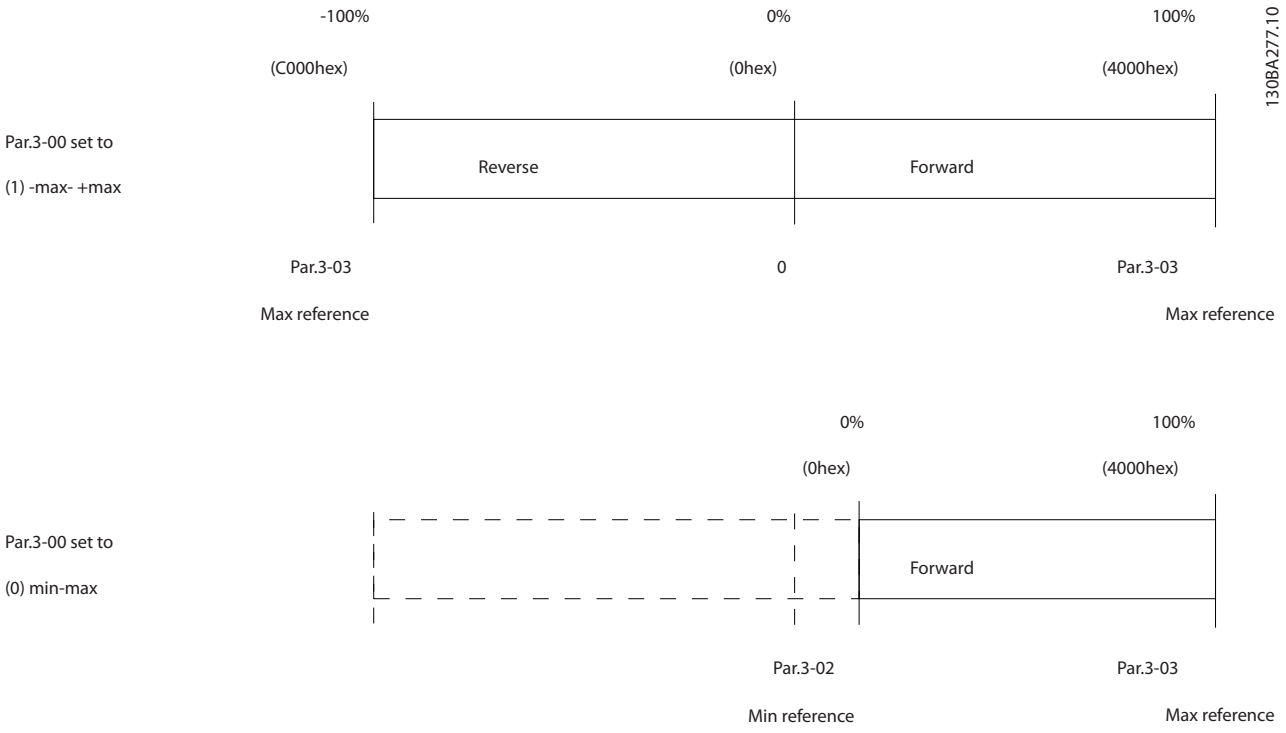



**Illustration 14.19 Référence et MAV**

14

### 14.11.4 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 | Démarrage |
| 07 | Pas de fonction | Reset |
| 08 | Jog 1 OFF | Jog 1 ON |
| 09 | Jog 2 OFF | Jog 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 14.22 Valeurs de bit pour mot de contrôle, profil PROFIdrive**

**Signification des bits de contrôle**

**Bit 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 *[31] Relais 123* est sélectionné au *paramétre 5-40 Function Relay*.
Bit 00 = 1 signifie que le variateur est en État 1 : Commutation 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 *[31] Relais 123* a été sélectionné au *paramétre 5-40 Function Relay*.
Bit 01 = 1 signifie que le variateur est en État 1 : sur inhibée. Se reporter au *Tableau 14.23* à la fin de ce chapitre.

**Bit 02, OFF 3/ON 3**
Arrêt rapide utilisant le temps de rampe du *paramétre 3-81 Quick Stop Ramp Time*
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 *[31] Relais 123* a été sélectionné au *paramétre 5-40 Function Relay*.
Bit 02 = 1 signifie que le variateur est en État 1 : Commutation 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 peut démarrer si les autres conditions de démarrage sont remplies.

***AVIS!***

**La sélection au *paramétre 8-50 Coasting Select* détermine comment le bit 03 est relié à la fonction correspondante des entrées digitales.**

**Bit 04, Arrêt rapide/rampe**
Arrêt rapide utilisant le temps de rampe du *paramétre 3-81 Quick Stop Ramp Time*
Bit 04 = 0 : un arrêt rapide se produit.
Lorsque le bit 04 = 1, le variateur peut démarrer si les autres conditions de démarrage sont remplies.

***AVIS!***

**La sélection au *paramétre 8-51 Quick Stop Select* 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 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 si *[31] Relais 123* est sélectionné au *paramétre 5-40 Function Relay*.
Bit 06 = 0 entraîne un arrêt.
Lorsque le bit 06 = 1, le variateur peut démarrer si les autres conditions de démarrage sont remplies.

***AVIS!***

**La sélection au *paramétre 8-53 Start Select* 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.
Lorsque bit 07 = 0, aucun reset n'a lieu.
En cas de changement de pente du bit 07 à 1, un reset a lieu après la mise hors tension.

**Bit 08, Jog 1 OFF/ON**
Activation de la vitesse préprogrammée dans le *paramétre 8-90 Bus Jog 1 Speed*. JOG 1 n'est possible que si bit 04 = 0 et bits 00-03 = 1.

**Bit 09, Jog 2 OFF/ON**
Activation de la vitesse préprogrammée dans le *paramétre 8-91 Bus Jog 2 Speed*. JOG 2 n'est possible que si bit 04 = 0 et bits 00-03 = 1.

**Bit 10, Données non valides/valides**
Indique au variateur 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 par exemple désactiver le mot de contrôle s'il n'est pas destiné à être utilisé lors de la mise à jour ou de la lecture des paramètres.

**Bit 11, pas de fonction/ralentissement**
Réduit la valeur de référence de la vitesse de la quantité donnée au *paramétre 3-12 Catch up/slow Down Value*.
Lorsque le bit 11 = 0, la référence n'est pas modifiée. Bit 11 = 1 : la référence est diminuée.

**Bit 12, Pas de fonction/rattrapage**
Augmente la valeur de référence de la vitesse de la quantité donnée au *paramétre 3-12 Catch up/slow Down Value*.
Lorsque le bit 12 = 0, la référence n'est pas modifiée.
Bit 12 = 1 : la référence est augmentée.
Si les fonctions de décélération et d'accélération sont toutes les deux activées (bits 11 et 12 = 1), la décélération a la priorité. Par exemple, la valeur de référence de vitesse est diminuée.

**Bits 13/14, Sélection de process**
Choisit entre les quatre configurations de paramètres selon le *Tableau 14.23*.

Cette fonction n'est possible que lorsque *[9] Multi process* est sélectionné au *paramétre 0-10 Active Set-up*. La sélection au *paramétre 8-55 Set-up Select* 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 *paramétre 0-12 This Set-up Linked to*.

| Configuration | Bit 13 | Bit 14 |
|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 1 |
| 4 | 1 | 1 |

**Tableau 14.23 Bits 13/14, Options de process**

**Bit 15, Pas de fonction/inverse**
Bit 15 = 0 implique une absence d'inversion.
Bit 15 = 1 implique une inversion.
Remarque : dans le réglage d'usine, l'inversion est réglée sur *[0] Entrée dig.* dans le *paramétre 8-54 Reversing Select*.

***AVIS!***

**Le bit 15 n'implique une inversion qu'à condition d'avoir sélectionner les conditions suivantes :**

- **Communication série**
- **Digital ou série**
- **Digitale et série**

## 14.11.5 Mot d'état selon le profil PROFIdrive (STW)

Le mot d'état signale à un maître l'état d'un esclave.

| Bit | Bit = 0 | Bit = 1 |
|---|---|---|
| 00 | Commande non prête | Commande prête |
| 01 | Variateur pas prêt | Variateur prêt |
| 02 | Roue libre | Activer |
| 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 14.24 Valeurs de bit pour mot d'état, profil PROFIdrive**

**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 est déconnecté (arrêt).
Lorsque le bit 00 = 1, la commande du variateur est prête, mais on ne dispose pas obligatoirement d'une alimentation vers le bloc présent (dans le cas d'une alimentation externe 24 V du système de contrôle).

**Bit 01, VLT pas prêt / Prêt**
Même signification que le bit 00 ; toutefois, on dispose ici d'une alimentation vers le bloc de puissance. Le variateur est prêt lorsqu'il reçoit les signaux de démarrage requis.

**Bit 02, Roue libre/actif**
Lorsque le bit 02 = 0, le bit 00, 01 ou 02 du mot de contrôle est sur 0 (OFF 1, OFF 2, OFF 3 ou en roue libre), ou le variateur est déconnecté (arrêt).
Lorsque le bit 02 = 1, le bit 00, 01 ou 02 du mot de contrôle est sur 1 ; le variateur ne s'est pas arrêté.

**Bit 03, Pas d'erreur/alarme**
Lorsque le bit 03 = 0, le variateur n'est pas en état d'erreur. Lorsque le bit 03 = 1, le variateur s'est arrêté et requiert un signal de reset 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] profil PROFIdrive* est sélectionné au *paramétre 8-10 Control Profile*, le bit 06 est sur 1 après un acquittement de déconnexion, après l'activation d'OFF2 ou d'OFF3 et après la mise sous tension secteur. Démarrage impossible est réinitialisé avec le bit 00 du mot de contrôle sur 0 et les bits 01, 02 et 10 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. Ce scénario peut se produire, par exemple, 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, Commande locale/contrôle par bus**
Bit 09 = 0 indique que le variateur est arrêté au moyen de la touche [Stop] du LCP ou que l'option *[0] Mode hand/auto* ou *[2] Local* est sélectionnée au *paramétre 3-13 Reference Site*.
Bit 09 = 1 indique que le variateur 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 au *paramétre 4-52 Warning Speed Low* et au *paramétre 4-53 Warning Speed High*.
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 dispose d'un signal de démarrage, ou que la fréquence de sortie est supérieure à 0 Hz.

**Bit 12, Variateur OK/arrêté, démarrage automatique**
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 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 ne sont pas dépassées.
Bit 13 = 1 indique que la tension continue dans le circuit intermédiaire du variateur 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 au *paramétre 4-16 Torque Limit Motor Mode* et au *paramétre 4-17 Torque Limit Generator Mode*.
Bit 14 = 1 : la limite du couple sélectionnée au *paramétre 4-16 Torque Limit Motor Mode* et au *paramétre 4-17 Torque Limit Generator Mode* 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 n'ont pas dépassé 100 %.
Bit 15 = 1 indique que l'une des temporisations a dépassé 100 %.




Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

# Indice

## A

Abréviations ... 231
Adaptation automatique au moteur (AMA)
Configuration de câblage ... 214
Vue d'ensemble ... 23
Alarme
Définition ... 232
Points pour les variateurs 380-480 V ... 51
Points pour les variateurs 525-690 V ... 57
Alimentation 24 V CC ... 177
Altitude ... 166
Analogique
Configuration de câblage pour la référence de vitesse ... 214
Descriptions des entrées/sorties et réglages par défaut ... 178
Spécifications de sortie ... 65
Spécifications d'entrée ... 64
Atmosphère explosive ... 163
Atténuation des résonances ... 23
Auto on ... 206
Avertissement haute tension ... 6
Avertissements ... 6, 168

## B

Basse tension
Directive ... 8
Bipasse de fréquence ... 26
Blindage
Câbles ... 172, 174
Extrémités torsadées ... 199
Secteur ... 7
Blindé ... 178
Boîtier E2
Dimensions des bornes ... 79
Dimensions extérieures ... 78
Plaque presse-étoupe ... 79
Boîtiers E1
Dimensions des bornes ... 72
Dimensions extérieures ... 70
Plaque presse-étoupe ... 71
Boîtiers F1
Dimensions des bornes ... 88
Dimensions extérieures ... 86
Plaque presse-étoupe ... 87
Boîtiers F10
Dimensions des bornes ... 135
Dimensions extérieures ... 133
Plaque presse-étoupe ... 134
Boîtiers F11
Dimensions des bornes ... 141
Dimensions extérieures ... 139
Plaque presse-étoupe ... 140
Boîtiers F12
Dimensions des bornes ... 149
Dimensions extérieures ... 147
Plaque presse-étoupe ... 148
Boîtiers F13
Dimensions des bornes ... 155
Dimensions extérieures ... 153
Plaque presse-étoupe ... 154
Boîtiers F2
Dimensions des bornes ... 95
Dimensions extérieures ... 93
Plaque presse-étoupe ... 94
Boîtiers F3
Dimensions des bornes ... 102
Dimensions extérieures ... 100
Plaque presse-étoupe ... 101
Boîtiers F4
Dimensions des bornes ... 114
Dimensions extérieures ... 112
Plaque presse-étoupe ... 113
Boîtiers F8
Dimensions des bornes ... 125
Dimensions extérieures ... 123
Plaque presse-étoupe ... 124
Boîtiers F9
Dimensions des bornes ... 129
Dimensions extérieures ... 127
Plaque presse-étoupe ... 128
Bornes
Borne 37 ... 177
des relais ... 178
Communication série ... 177
Descriptions des commandes et réglages par défaut ... 176
Dimensions des boîtiers E1 ... 72
Dimensions des boîtiers E2 ... 79
Dimensions des boîtiers F1 ... 88
Dimensions des boîtiers F10 ... 135
Dimensions des boîtiers F11 ... 141
Dimensions des boîtiers F12 ... 149
Dimensions des boîtiers F13 ... 155
Dimensions des boîtiers F2 ... 95
Dimensions des boîtiers F3 ... 102
Dimensions des boîtiers F4 ... 114
Dimensions des boîtiers F8 ... 125
Dimensions des boîtiers F9 ... 129
Entrée/sortie analogique ... 178
Entrée/sortie digitale ... 177
Répartition de la charge ... 173
Résistance de freinage ... 173
RS485 ... 177
Bornes de commande ... 176
Boucle fermée ... 210, 212
Boucle ouverte ... 210, 211
Bruit acoustique ... 193
Bus CC
Bornes ... 172
Description du fonctionnement ... 206
Bus de terrain ... 45, 175

 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

## C


Câbles
- Acheminement ... 175
- Blindage ... 172, 200
- du moteur ... 186
- Caractéristiques et types ... 168
- Connexions de l'alimentation ... 170
- Contrôle ... 174
- Égalisation ... 175
- Frein ... 173
- Nombre et taille maximum par phase ... 51, 57
- Ouverture ... 70
- Spécifications ... 51, 57, 64

Câbles de commande ... 174, 178

Calculs
- Couple de freinage ... 190
- Cycle d'utilisation de la résistance ... 189
- Logiciel des harmoniques ... 205
- Rapport de court-circuit ... 203
- Référence mise à l'échelle ... 207
- Résistance de freinage ... 190
- THDi ... 202

Capteur de CO2 ... 34

Caractéristique IP ... 10

Carte de commande
- Point de déclenchement surtempérature ... 51, 57
- Spécifications ... 66
- Spécifications RS485 ... 65

Carte relais étendue ... 47

Carte thermistance PTC ... 47

CEM
- Compatibilité ... 199
- Directive ... 8
- Généralités ... 195
- Installation ... 201
- Interférences ... 200
- Précautions d'installation RS485 ... 233
- Résultats des essais ... 196

Certificat TÜV ... 9

Certificat UKrSEPRO ... 9

Certification maritime ... 9

Chauffage
- Schéma de câblage ... 169
- Utilisation ... 162

Circulation d'air
- Boîtier ... 68, 69
- Canal de ventilation arrière ... 68, 69
- Débit d'air ... 165
- Gaines extérieures ... 165

Code de type ... 222

Code de type du formulaire de commande ... 222

Codeur
- Définition ... 231

Communication série ... 177

Commutateur
- A53 et A54 ... 64, 178
- Sectionneur ... 49

Compensation cos φ ... 30

Compensation du glissement ... 231

Condensation ... 162

Conditions ambiantes
- Spécifications ... 63
- Vue d'ensemble ... 162

Conditions d'émission ... 197

Conditions d'immunité ... 198

Configuration de câblage de réinitialisation d'alarme externe ... 216

Configurations de câblage pour marche/arrêt ... 215, 216

Configurations de montage ... 164

Conformité
- Avec ADN ... 7
- Directives ... 8

Connexion à un PC ... 174

Contrôle
- Caractéristiques ... 66
- Description du fonctionnement ... 206
- Structures ... 210
- Types de ... 212

Contrôle de process ... 212

Contrôleur de cascade
- Schéma de câblage ... 219

Contrôleur logique avancé
- Configuration de câblage ... 0 , 220
- Vue d'ensemble ... 26

Conventions ... 5

Couple
- Caractéristique ... 63
- Contrôle ... 212

Couple de décrochage ... 231

Courant
- Atténuation du moteur ... 189
- Contrôle de courant interne ... 213
- de fuite ... 191, 192
- fondamental ... 202
- nominal de sortie ... 230
- Distorsion ... 203
- Formule de limite de courant ... 230
- Harmoniques de courant ... 202
- Terre transitoire ... 192

Courant de fuite ... 6

Courant de fuite ; ... 191

Court-circuit
- Calcul du rapport ... 203
- Définition ... 232
- Freinage ... 43, 190
- Protection ... 20, 181
- SCCR nominal ... 182



Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

Cycle d'utilisation
Calcul... 189
Définition... 231

## D

De moteur manuels
Fusibles de contrôleur... 183
Déclassement
Altitude... 166
Fonction automatique... 22
Fonctionnement à basse vitesse... 166
Fréquence de commutation élevée... 22
Gaines extérieures... 165
Spécifications... 64, 164
Tableaux... 167
Vue d'ensemble et causes... 165
Démarrage à la volée... 25
Démarreur progressif... 30
Déséquilibre tension... 21
Détermination de vitesse locale... 38
DeviceNet... 45, 229
Digitale
Descriptions des entrées/sorties et réglages par défaut... 177
Spécifications de sortie... 65
Spécifications d'entrée... 64
Dimensions
Boîtier E2... 78
Boîtiers E1... 70
Boîtiers F1... 86
Boîtiers F10... 133
Boîtiers F11... 139
Boîtiers F12... 147
Boîtiers F13... 153
Boîtiers F2... 93
Boîtiers F3... 100
Boîtiers F4... 112
Boîtiers F8... 123
Boîtiers F9... 127
Tableau... 13, 14
Dimensions extérieures (illustrations)... 70
Directive ErP... 9
Directive Machines... 8
Disjoncteur... 181, 185, 192
Dissipateur de chaleur
Débit d'air requis... 164, 165
Nettoyage... 163
Point de déclenchement surtempérature... 51, 57
DU/dt... 194

## É

Émission par rayonnement... 196
Émission transmise... 196
Énergie
Classe de rendement... 63
Économies... 27, 28, 29

## E

Ensembles de langues... 222
Entrée utilisateur... 206
Environnement... 63, 162
Environnement commercial... 197
Environnement résidentiel... 197
Espace pour la porte... 70
Ethernet/IP... 46

## É

Étrier de serrage... 174

## F

Fils... 168
voir aussi *Câbles*
Filtre de mode commun... 48
Filtre sinus... 48, 172
Filtres
Commande... 229
Filtre de mode commun... 48
Filtre dU/dt... 48
Filtre harmonique... 48
Filtre RFI... 199
Filtre sinus... 48, 172
Fonctionnement à basse vitesse... 166
Formule
Courant de sortie... 230
Limite de courant... 230
Puissance nominale de la résistance de freinage... 230
Rendement du variateur... 230
Freinage
À utiliser comme fonction de freinage alternative... 191
Contrôle avec la fonction de freinage... 191
dynamique... 42
Limites... 190
Freinage CA... 42
Freinage CC... 42, 245
Freinage résistance... 42
Fréquence de commutation
À utiliser avec des RCD... 192
Connexions de l'alimentation... 172
Déclassement... 22
Filtre sinus... 48, 172

 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

Fusibles
À utiliser avec des connexions de l'alimentation..... 170
Avertissement relatif à la protection contre les surcourants ..... 168
Borne protégée 30 A..... 183
Conformité..... 181
Contacteur secteur..... 186
Options..... 181
Relais Pilz..... 184
Secteur..... 184
Sectionneur secteur..... 185
Spécifications pour 380-480 V..... 51
Spécifications pour 525-690 V..... 57
Transformateur de commande..... 183
Ventilateur..... 183

## G

Gaz..... 162
General purpose I/O module..... 46
Gestion de la largeur de bande..... 41
Guide de programmation..... 5

## H

Hand on..... 206
Harmoniques
Atténuation..... 205
Définition du facteur de puissance..... 231
Filtre..... 48
Normes CEI..... 203
Normes EN..... 203
Vue d'ensemble..... 202
Homologation CSA/cUL..... 9
Humidité..... 162

## I

IGV..... 33
Impulsion
Configurations de câblage pour marche/arrêt..... 215
Spécifications d'entrée..... 65
Installation
Électrique..... 168
Exigences..... 164
Personnel qualifié..... 6
Installation à haute altitude..... 200
Installation électrique..... 178
Interférence électromagnétique..... 23
Interférences de radio fréquence..... 23
Isolation..... 189
Isolation galvanique..... 23, 65, 199

## K

Kits
Descriptions..... 228
Disponibilité des boîtiers..... 19
Références..... 228

## L

Levage..... 161
Lois de la proportionnalité..... 28
Longueur du télégramme (LGE)..... 234

## M

Maintenance..... 163
Manuel d'utilisation..... 5
Marquage CE..... 8
Marque EAC..... 9
Marque RCM..... 9
Méthode de Fourier..... 202
Mise à la terre..... 23, 174, 192
Modbus
Codes de fonction du message du RTU..... 243
Option..... 46
Structure du télégramme..... 240
Vue d'ensemble du RTU..... 239
Modulation..... 22, 230
Modulation automatique de la fréquence de commutation ..... 22
Moteur
Atténuation des courants de palier..... 189
Câbles..... 172, 186, 191
Classe de protection..... 163
Configuration de câblage pour une thermistance..... 218
Couple de décrochage..... 231
Couple intégral..... 26
Courant de fuite..... 191
Détection d'absence de phase..... 21
Ex-d..... 47
Ex-e..... 24
Isolation..... 189
Plaque signalétique..... 25
Protection thermique..... 23, 187
Raccordement en parallèle..... 187
Rotation..... 187
Schéma de câblage..... 169
Spécifications de sortie..... 63

## O

Onduleur..... 206
Optimisation automatique de l'énergie (AEO)..... 22
Option entrée capteur..... 47

Options
Bus de terrain... 45
Cartes relais... 47
Commande... 48, 226, 229
Contrôle de mouvement... 47
Disponibilité des boîtiers... 13, 14
Extensions fonctionnelles... 46
Fusibles... 181
Ordinateur personnel... 174

## P

PELV... 23, 65, 199
Personnel qualifié... 6
PID
Contrôle... 30
Contrôleur... 23, 209, 213
Contrôleur du PID à trois points de consigne... 34
Pièces de rechange... 229
Plaque presse-étoupe... 70
PLC... 175
Point de couplage commun... 202
Pompe
Condenseur... 37
Démarrage... 42
Primaire... 38
Rendement... 41
Secondaire... 40
Pompes de condenseur... 37
Pompes primaires... 38
Pompes secondaires... 40
Potentiomètre... 177, 217
Préchauffage... 26
PROFIBUS... 45, 229
Profil FC... 244
PROFINET... 45
Protection
Court-circuit... 20
Déséquilibre de tension d'alimentation... 21
Fonction de freinage... 20
Niveau de protection... 13, 14
Nominale... 10
Surcharge... 21
Surcourant... 168
Surtension... 20
Thermique moteur... 23
Protection contre les surcourants... 168
Protection du boîtier... 10
Protection du circuit de dérivation... 181
Protection nominale NEMA... 10
Puissance
Connexions... 170
Dimensionnement... 12, 51, 57
Facteur... 231
Pertes... 51, 57

## Q

Queues de cochon... 199

## R

Raccordement du réseau... 232
Redémarrage... 26
Redresseur... 206
Référence
Entrée de vitesse... 214, 215
active... 206
distante... 207
Utilisation à distance des... 207
Référence active... 206
Référence distante... 207
Référence mise à l'échelle... 207
Refroidissement
Avertissement poussière... 163
Débit d'air nominal du boîtier... 164, 165
Exigences... 164
Ventilateur de tour... 35
Vue d'ensemble du refroidissement par le canal de ventilation arrière... 164
Refroidissement par gaine... 164
Refroidissement par le canal de ventilation arrière... 164
Régén.
Bornes... 92, 99, 111, 122, 223
Disponibilité... 13, 14
Vue d'ensemble... 44
Registres... 33
Réglementations sur le contrôle d'exportation... 9
Réinitialisation d'alarme... 216
Relais
Bornes... 178
Carte... 47
Installation selon les critères ADN... 7
Option... 47
Option de carte relais étendue... 47
Spécifications... 66
Relais de protection différentielle... 191, 192
Relais thermique électronique (ETR)... 168
Rendement
Calcul... 193
Formule de rendement du variateur... 230
Spécifications... 51, 57
Utilisation de l'AMA... 23
Répartition de la charge
Avertissement... 6
Bornes... 44, 173
Protection contre les courts-circuits... 20
Schéma de câblage... 169
Vue d'ensemble... 43
Requis
Débit d'air... 164

 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

Réseau IT... 192

Résistance de freinage
- Bornes... 173
- Commande... 229
- Définition... 231
- Formule de puissance nominale... 230
- Manuel de configuration... 5
- Schéma de câblage... 169
- Sécurité... 7, 190
- Sélection... 189
- Vue d'ensemble... 47

Retour
- Conversion... 210
- Gestion... 209
- Signal... 212

Réveil périodique... 161

RFI
- Filtre... 199
- Utilisation d'un commutateur avec le réseau IT... 192

Rotor... 21

Roue libre... 245

RS485
- Bornes... 177
- Configuration de câblage... 218
- Installation... 232
- Schéma de câblage... 169
- Valeurs de paramètre... 244
- Vue d'ensemble... 232

## S

Safe Torque Off
- Configuration de câblage... 215
- Conformité à la directive Machines... 8
- Emplacement des bornes... 177
- Manuel d'utilisation... 5
- Schéma de câblage... 169
- Vue d'ensemble... 27

Sauvegarde cinétique... 25

Schéma de câblage
- Alternance de la pompe principale... 221
- Bornes de commande à 12 impulsions... 180
- Connexions de l'alimentation... 170
- Contrôleur de cascade... 219
- Exemples d'applications types... 214
- Pompe à vitesse variable/fixe... 220
- Variateur... 169

Secteur
- Blindage... 7
- Contacteur... 186
- Fluctuations... 22
- Panne... 25
- Sectionneur... 185
- Spécifications... 63

Sécurité
- Instructions... 6, 168

Semi-conducteurs/de ligne
- Fusibles... 181

Sortie
- Commutateur... 21
- Contacteur... 193, 201
- Spécifications... 65

Spécifications d'entrée... 64

Spécifications électriques
- Variateurs à 12 impulsions... 54, 60
- Variateurs à 6 impulsions... 51, 57

Spécifications USB... 67

STO... 5
- voir aussi *Safe Torque Off*

Stockage... 161

Stockage condensateur... 161

Supplémentaires
- Fusibles... 183

Surcharge
- Limites... 21
- Problèmes avec les harmoniques... 202
- thermique électronique... 24

Surcharge thermique électronique... 24

Surtempérature... 232

Surtension
- Fonction de freinage alternative... 191
- Freinage... 47
- Protection... 20

Surveillance ATEX... 24, 163

Système CAV... 34

Système de gestion des bâtiments (BMS)... 29

Systèmes VAV centraux... 33

## T

Température... 162

Temps de décharge... 6

Temps de montée... 194

Thermistance
- Configuration de câblage... 218
- Définition... 231
- Emplacement des bornes... 177
- Passage des câbles... 175

Tr/min... 28

Transformateur
- Connexion... 173
- Effets des harmoniques... 202

Transformateur... 177

Triangle... 30

## U

UL
- Marque d'homologation... 9
- Protection nominale des boîtiers... 10

 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

## V

Variateur
Commande ... 222
Dimensionnements puissance ... 13, 14
Exigences de dégagement ... 164
Système de configuration ... 222
Vue d'ensemble ... 13, 14

VAV ... 33

Ventilateurs
Alimentation externe ... 173
Débit d'air requis ... 164, 165
à température contrôlée ... 23

Versions logicielles ... 229

Vitesse
Configuration de câblage pour l'accélération/la décélération ... 217
Configuration de câblage pour la référence de vitesse ... 217
Contrôle ... 212
Retour PID ... 212

Volume d'air constant ... 34

Volume d'air variable ... 33

Vue d'ensemble du protocole ... 233

VVC+ ... 213

 Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés. 

Danfoss A/S © 11/2017 Tous droits réservés.

**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

130R0278 MG16C304 11/2017