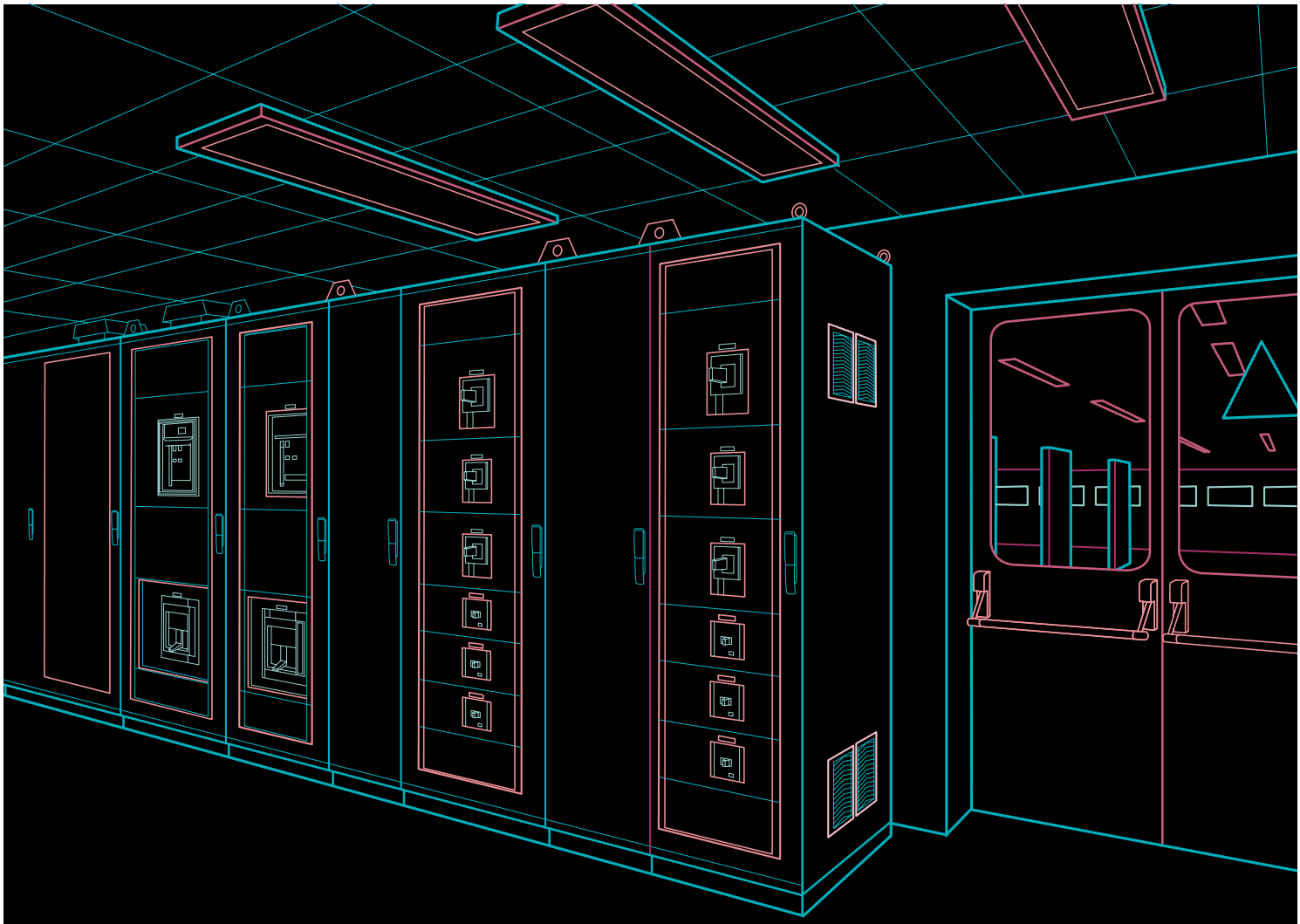


Guide technique N°11
Instructions relatives à la construction d'un ensemble basse tension conforme aux normes IEC 61439 parties 1 et 2

Instructions relatives à la construction d'un ensemble basse tension conforme aux normes IEC 61439 parties 1 et 2

Index

Introduction 3

1 Normes relatives aux ensembles à basse tension et applicabilité

1.1 La norme IEC 61439-1 4

2 Caractéristiques électriques assignées d'un ensemble 8

3 Classification des ensembles électriques

3.1 Ensembles ouverts et fermés 10

3.2 Présentation extérieure 10

3.3 Conditions d'installation 10

3.4 Classification fonctionnelle 11

4 Degré de protection IP d'un ensemble 12

4.1 Degré de protection IP des ensembles ABB 13

4.2 Degré de protection IP et environnement d'installation 14

4.3 Degré de protection IP et échauffement 15

4.4 Degré de protection IP des parties débrochables 15

5 Degré de protection IK des enveloppes

5.1 Degré de protection IK des ensembles ABB 16

6 Formes de séparation interne 17

7 Vérification des limites d'échauffement à l'intérieur des ensembles

7.1 Introduction 18

7.2 Vérification thermique de l'ensemble 20

7.3 Calcul d'échauffement conformément à la norme IEC TR 60890 24

8 Vérification des performances dans des conditions de court-circuit

8.1 Vérification de la tenue aux courts-circuits 29

8.2 Courant de court-circuit et adaptabilité de l'ensemble à l'installation 30

8.3 Choix du système de distribution en relation avec la tenue aux courts-circuits 32

8.4 Vérification de la tenue aux courts-circuits avec vérification de conception 36

9 Vérification des propriétés diélectriques de l'ensemble

9.1 Essai de tension de tenue à fréquence industrielle 37

9.2 Essai de tension de tenue aux chocs 40

Suite

Instructions relatives à la construction d'un ensemble basse tension conforme aux normes IEC 61439 parties 1 et 2

Index

10 Protection contre les chocs électriques

10.1 Protection contre les contacts directs 42

10.2 Protection contre les contacts indirects 42

10.3 Gestion sans danger de l'ensemble 43

11 Indications pratiques relatives à la construction d'ensembles

11.1 Construction d'un ensemble électrique 44

11.2 Positionnement des disjoncteurs 44

11.3 Ancrage des conducteurs à proximité des disjoncteurs 46

11.4 Indications relatives au raccordement des disjoncteurs sur le jeu de barres 51

11.5 Indications relatives aux distances d'installation des disjoncteurs 55

11.6 Autres indications logistiques et pratiques 58

11.7 Manutention, transport et installation finale 59

11.8 Opérations sur les ensembles d'appareillages en service 62

12 Guide relatif à l'homologation des ensembles

12.1 Conformité des ensembles par rapport aux normes 63

12.2 Principales vérifications à effectuer par le constructeur d'origine 63

12.3 Vérifications périodiques (essais) à effectuer par le constructeur d'ensembles ... 65

12.4 Vérifications périodiques en conformité avec la norme IEC 61439-2 66

12.5 Autres contrôles pendant les essais 67

12.6 Détails complémentaires relatifs aux vérifications périodiques des propriétés diélectriques 68

12.7 Documentation finale et fin des vérifications 69

13 Exemple de construction d'un tableau de distribution System pro E power 72

Annexe A
Formulaires de déclaration de conformité et certificat d'essai 77

Introduction

Un ensemble électrique est une combinaison de dispositifs de protection et de commutation supplémentaires, regroupés dans un ou plusieurs boîtiers adjacents (colonnes).
Dans un ensemble, on distingue les pièces suivantes : un boîtier, appelé enveloppe dans les normes (dont la fonction est d'assurer le logement et la protection mécanique des composants à l'intérieur), et les équipements électriques, formés par les connexions internes et par les bornes d'entrée et de sortie des connexions vers l'installation.
Comme tous les composants d'un système électrique, les ensembles doivent également être conformes à la norme de produit correspondante.

À cet égard, il y a une évolution qui a entraîné le remplacement de la norme précédente IEC 60439 par la norme actuelle IEC 61439. Au niveau international, en particulier, les normes IEC 61439-1 Édition 2.0 2011-08 et IEC 61439-2 Édition 2.0 2011-08 s'appliquent. Ces normes s'appliquent à tous les appareillages à basse tension pour lesquels la tension assignée ne dépasse pas 1000 V AC ou 1500 V DC.

La présente documentation technique a pour but de :
1) décrire les principales innovations et modifications introduites dans la nouvelle norme en termes de structure, définitions et contenu (ex. : méthodes de vérification des ensembles et conditions d'applicabilité appropriées), en prêtant une attention particulière aux vérifications de performances relatives aux limites d'échauffement, de tenue aux courts-circuits et de propriétés diélectriques ;
2) fournir un document qui comporte des informations utiles pour la réalisation et l'homologation d'ensembles BT conformément aux normes IEC 61439.

Ce document est divisé en sept parties principales :
- introduction et description de la nouvelle norme IEC 61439 ;
- définition des caractéristiques électriques assignées, des degrés IP et IK et des formes de séparation interne pour un ensemble ;
- prescriptions de la norme en termes d'échauffement, de tenue aux courts-circuits et de propriétés diélectriques (distances d'isolement et lignes de fuite) ;
- prescriptions relatives à la protection contre tout contact direct et indirect ;
- instructions relatives à la construction, à la manutention, au transport et à l'installation finale des ensembles ;
- propriétés et performances (vérifications de conception) des ensembles et guide relatif à l'exécution des contrôles périodiques (homologation de l'ensemble) ;
- exemple de choix de produits (disjoncteurs, conducteurs, système de distribution, jeux de barres et structure) pour la construction d'un ensemble System pro *E* power.

1 Normes relatives aux ensembles basse tension et applicabilité

La publication récente de la nouvelle norme IEC 61439 a imposé une évolution et une amélioration du concept d'ensemble d'appareillages, qui était resté inchangé depuis 1990 lorsque le concept « Tableaux assemblés en usine » a été remplacé par ES (ensembles de série) et EDS (ensembles dérivés de série).
La nouvelle norme considère encore un ensemble comme un composant standard de l'installation, ex. : disjoncteur ou prise complète mâle et femelle, bien qu'il soit constitué par l'assemblage d'appareils supplémentaires, regroupés dans une ou plusieurs unités adjacentes (colonnes).
Dans un ensemble, on distingue les pièces suivantes : le boîtier, appelé enveloppe dans les normes (dont la fonction est d'assurer le logement et la protection mécanique des composants à l'intérieur), et les équipements électriques, formés par les connexions internes et par les bornes d'entrée et de sortie des connexions vers l'installation.
Un tel système doit être assemblé pour répondre aux exigences de sécurité et satisfaire au plus grand nombre possible de fonctions pour lesquelles il a été conçu.

Ces normes s'appliquent aux ensembles basse tension pour lesquels la tension assignée ne dépasse pas 1000 V AC ou 1500 V DC.
La norme IEC 61439-1 est la partie générale pour les différents types d'ensembles BT, tandis que les autres parties (normes de produits spécifiques), qui doivent être publiées étape par étape, font référence aux types spécifiques d'ensembles et doivent être interprétées avec les règles générales.

Les parties étudiées sont les suivantes :

- IEC 61439-2 : Ensembles d'appareillages de puissance » (en vigueur ; en remplacement la norme précédente IEC 60439-1 comme norme de produit spécifique pour ensembles de puissance) ;
- IEC 61439-3 : Tableaux de répartition destinés à être utilisés par des personnes ordinaires (DBO) (en vigueur ; en remplacement de la norme précédente IEC 60439-3 concernant les ASD) ;
- IEC 61439-4 : Ensembles de chantier (en vigueur ; en remplacement de la norme IEC 60439-4 sur les ASC) ;
- IEC 61439-5 : Ensembles d'appareillages pour réseaux de distribution (en vigueur ; en remplacement de la norme IEC 60439-5) ;
- IEC 61439-6 : Systèmes de canalisation préfabriquée (en vigueur ; en remplacement de la norme IEC 60439-2) ;
- IEC TS 61439-7 : 2014 Ensembles d'appareillages à basse tension - Partie 7 : Ensembles pour des applications spécifiques comme les ports de plaisance, emplacements de camping, places de marché, stations de charge pour véhicules électriques.

Les autres documents publiés par l'IEC sur les ensembles d'appareillage sont encore disponibles :

- l'IEC 60890, qui représente une méthode pour déterminer l'échauffement par vérification (en particulier par calcul). Pour plus de détails, voir le Chapitre 7 de la présente documentation technique.
- L'IEC/TR 61117, qui représente une méthode pour déterminer la tenue aux courts-circuits d'une structure de jeux de barres par comparaison avec un modèle de référence testé et par calcul. Le contenu de ce guide a été intégré dans la nouvelle Annexe P de l'IEC 61439-1 Édition 2.0 2011-08 « Vérification de la tenue aux courts-circuits des structures de jeux de barres par comparaison avec un modèle de référence testé par calcul ». Pour une analyse plus approfondie, voir le Chapitre 8.4 de la présente documentation technique.
- L'IEC TR 61439-0, qui représente une référence pour la spécification des ensembles d'appareillages conformément aux exigences d'installation, d'environnement et de performance, ainsi qu'une grande aide dans l'utilisation de la norme IEC 61439.

1.1 La norme IEC 61439-1

Comme déjà indiqué, le nouvel ensemble de normes, identifié par l'IEC avec le numéro de code 61439, comprend la norme de base 61439-1 et les normes spécifiques (normes de produits) relatives à la typologie particulière de l'ensemble. La première norme (Partie 1) porte sur les règles, définitions, instructions de fabrication et de vérification, caractéristiques techniques et performances qui sont communes aux différents types d'ensembles BT, pris en considération dans les normes de produits applicables.

La nouvelle série IEC 61439 est actuellement structurée comme suit :

1) IEC 61439-1 : Ensembles d'appareillages basse tension - Partie 1 : règles générales (en vigueur) ;
2) IEC 61439-2 : Ensembles d'appareillages de puissance (en vigueur) ;
3) IEC 61439-3 : Tableaux de répartition destinés à être utilisés par des personnes ordinaires (DBO) (en vigueur) ;
4) IEC 61439-4 : Ensembles de chantier (en vigueur) ;
5) IEC 61439-5 : Ensembles d'appareillages pour réseaux de distribution (en vigueur) ;
6) IEC 61439-6 : Systèmes de canalisation préfabriquée (en vigueur) ;
7) IEC 61439-7 : Ensembles pour des applications spécifiques comme les ports de plaisance, emplacements de camping, places de marché, stations de charge pour véhicules électriques.

La norme IEC 61439-1 ne peut pas être utilisée seule pour définir un ensemble ou pour déterminer sa conformité avec la norme.
Concernant la déclaration de conformité, chaque type d'ensemble spécifique doit être déclaré conforme à la norme de produit correspondante (ainsi, les ensembles d'appareillages de puissance doivent être déclarés conformes à la norme IEC 61439-2 ; les tableaux de répartition à la norme IEC 61439-3).

L'« ancienne » norme IEC 60439-1 a été remplacée par la nouvelle norme IEC 61439 Parties 1 et 2 pour les ensembles PSC (acronyme anglais pour « Power Switchgear Controlgear ») et également en tant que référence normative des « règles générales » pour la partie encore à compléter.
Les nouveaux ensembles PSC doivent être déclarés conformes à la nouvelle norme IEC 61439-2 uniquement.
La norme de base définit les exigences relatives à la construction, sécurité et maintenance des ensembles en identifiant les caractéristiques assignées, les conditions d'utilisation, les exigences mécaniques et électriques et les prescriptions relatives aux performances.
L'ancienne norme datée de 1990 divisait les ensembles en deux types, ES (ensembles de série) et EDS (ensembles dérivés de série), en fonction de leur conformité totale ou partielle aux essais types en laboratoire. La nouvelle norme élimine complètement ce dualisme en le remplaçant par le concept d'ensemble « conforme », à savoir un ensemble conforme aux vérifications de conception[1] prescrites par la norme elle-même.

À cet effet, la norme accepte trois méthodes différentes mais équivalentes pour vérifier la conformité d'un ensemble :
1) vérification par essais de laboratoire (anciennement appelés essais de type et maintenant vérification par essais) ;
2) vérification par comparaison avec un modèle de référence testé (comparaison structurée avec un modèle proposé pour un ensemble ou des pièces d'un ensemble, avec le modèle de référence vérifié par essais) ;
3) évaluation de vérification (vérification du modèle via des règles définies, y compris l'utilisation de marges de sécurité appropriées ou de calculs appliqués à un échantillon d'un ensemble ou de pièces d'ensembles pour montrer que le modèle est conforme aux exigences de la norme d'ensemble correspondante).

Les différentes caractéristiques (limites d'échauffement, tenue aux courts-circuits, propriétés des matériaux isolants, résistance à la corrosion, etc.) peuvent être vérifiées selon l'une des trois méthodes suivantes ; le choix de la méthode n'a pas d'importance pour garantir la conformité des ensembles.
Comme il n'est pas toujours possible de choisir une de ces trois méthodes, le Tableau D.1 « Liste des vérifications de conception à effectuer » en Annexe D de la norme (voir Tableau 1.1) montre chaque caractéristique à vérifier selon l'option de vérification utilisée.

[1] La vérification de la conception est une vérification effectuée sur un échantillon d'un ensemble ou sur des pièces d'ensembles visant à démontrer que la conception est conforme aux exigences de la norme d'ensemble correspondante.

Tableau 1.1

N°	Caractéristique à vérifier	Articles ou paragraphes	Options de vérification disponibles		
			Essais	Comparaison avec un modèle de référence	Évaluation
1	Résistance des matériaux et pièces :	10.2			
	Résistance à la corrosion	10.2.2	OUI	NON	NON
	Propriétés des matériaux isolants :	10.2.3			
	Stabilité thermique	10.2.3.1	OUI	NON	NON
	Résistance à des conditions anormales de chaleur et d'incendie, dues à des effets électriques internes	10.2.3.2	OUI	NON	OUI
	Résistance aux rayonnements ultra-violets	10.2.4	OUI	NON	OUI
	Levage	10.2.5	OUI	NON	NON
	Choc mécanique	10.2.6	OUI	NON	NON
	Marquage	10.2.7	OUI	NON	NON
2	Degré de protection des enveloppes	10.3	OUI	NON	OUI
3	Distances d'isolement	10.4	OUI	NON	NON
4	Lignes de fuite	10.4	OUI	NON	NON
5	Protection contre les chocs électriques et intégrité des circuits de protection :	10.5			
	Continuité efficace entre les pièces conductrices exposées de l'ensemble et le circuit de protection	10.5.2	OUI	NON	NON
	Tenue aux courts-circuits du circuit de protection	10.5.3	OUI	OUI	NON
6	Intégration de composants et de dispositifs de commutation	10.6	NON	NON	OUI
7	Circuits et connexions électriques internes	10.7	NON	NON	OUI
8	Bornes pour conducteurs externes	10.8	NON	NON	OUI
9	Propriétés diélectriques :	10.9			
	Tension de tenue à fréquence industrielle	10.9.2	OUI	NON	NON
	Tension de tenue aux chocs	10.9.3	OUI	NON	OUI
10	Limites d'échauffement	10.10	OUI	OUI	OUI
11	Tenue aux courts-circuits	10.11	OUI	OUI	NON
12	Compatibilité électromagnétique (CEM)	10.12	OUI	NON	OUI
13	Commande mécanique	10.13	OUI	NON	NON

Comme on a pu l'observer, pour certaines caractéristiques comme la résistance à la corrosion ou aux impacts mécaniques, seuls les essais de laboratoire sont autorisés ; pour d'autres caractéristiques comme par exemple la tenue aux courts-circuits, les essais et la comparaison avec un modèle de référence testé sont autorisés. En effet, pour les autres caractéristiques comme l'échauffement, les trois options de vérification sont acceptées indifféremment : essais, comparaison avec un modèle de référence ou évaluation.
Une meilleure définition du constructeur est une autre modification importante dans la nouvelle norme. Ces rôles sont en particulier définis pour le constructeur : le constructeur « d'origine » et le constructeur « d'ensembles ».

Le premier est l'organisation qui a effectué la conception originale, fabriqué et vérifié (au moyen de vérifications de la conception) le prototype de l'ensemble (l'ensemble ou la série d'ensembles) conformément à la norme de produit applicable (ex. : IEC 61439-2 pour « appareillages de puissance »).
Le constructeur d'origine est essentiellement l'organisation qui produit l'ensemble[2].
Il est évident que plus les agencements que le constructeur d'origine est capable de « normaliser » et de proposer sont performants, plus il a de chances de voir ses ensembles construits et par conséquent de gagner de l'argent.

Le deuxième rôle est l'organisation qui est responsable de l'ensemble complété et place son nom sur la plaque signalétique de l'ensemble. Le constructeur d'ensembles qui fabrique réellement l'ensemble, à savoir celui qui reçoit les différents éléments, composants et ensembles, et suivant les instructions du constructeur d'origine, effectuant ainsi l'ensemble complété,monté et câblé, exploitant l'une des opportunités de conception déjà mentionnées, prêtes à l'emploi, offertes par le constructeur d'origine.

La norme accepte encore que certaines phases du montage des ensembles soient également effectuées à l'extérieur du laboratoire ou de l'atelier du constructeur (sur le terrain ou sur le tableau de la machine), à condition que les instructions du constructeur d'origine soient observées.

D'un point de vue opérationnel, les installateurs et constructeurs de tableaux, à savoir les constructeurs finaux, peuvent utiliser comme d'habitude les produits vendus en kits et inclus dans les catalogues des constructeurs d'origine, pour les assembler conformément à l'agencement dont ils ont besoin.
En résumé, le constructeur d'origine doit :
- concevoir l'ensemble ou la série d'ensembles ;
- effectuer des essais sur des prototypes ;
- réussir les essais pour montrer la conformité de l'ensemble à la norme (norme de produit) ;
- dériver des essais d'autres configurations en effectuant une évaluation de vérification ou une vérification par comparaison avec un modèle de référence (testé) ;
- ajouter d'autres configurations obtenues sans essais mais à l'aide d'autres méthodes de vérification ;
- fournir la documentation technique (ex. : catalogues ou instructions d'assemblage) avec les instructions relatives au choix des composants et ensembles.

La liste des vérifications de conception prescrites par la norme et à effectuer par le constructeur d'origine (qui, conformément au Tableau 1.1, doit décider comment les appliquer), inclut ce qui suit :
Vérification des caractéristiques relatives à la construction :
- Résistance des matériaux et pièces de l'ensemble ;
- Degré de protection des enveloppes ;
- Distances d'isolement et lignes de fuite ;
- Protection contre les chocs électriques et intégrité des circuits de protection ;
- Intégration des composants et des dispositifs de commutation ;
- Raccordements et circuits électriques internes ;
- Bornes pour conducteurs externes.

Vérification des caractéristiques relatives à la performance :
- Propriétés diélectriques ;
- Échauffement ;
- Tenue aux courts-circuits ;
- Compatibilité électromagnétique (CEM) ;
- Commande mécanique.

[2] *Système d'ensemble : gamme complète de composants mécaniques et électriques (enveloppes, jeux de barres, unités fonctionnelles, etc.), telle que définie par le constructeur d'origine, qui peut être assemblée conformément aux instructions du constructeur d'origine afin de construire divers ensembles*

Le constructeur d'ensembles est chargé de ce qui suit :
- construire l'ensemble selon les instructions du constructeur d'origine ;
- effectuer les vérifications périodiques sur chaque ensemble complété ;
- établir la déclaration de conformité CE de l'ensemble (à joindre et à archiver avec la documentation technique).

La liste des vérifications périodiques (essais finaux) prescrites par la norme et à effectuer par le constructeur d'ensembles comprend :

Caractéristiques relatives à la construction :
- Degré de protection des enveloppes ;
- Distances d'isolement et lignes de fuite ;
- Protection contre les chocs électriques et intégrité des circuits de protection ;
- Installation des composants ;
- Raccordements et circuits électriques internes ;
- Bornes pour conducteurs externes ;
- Commande mécanique.

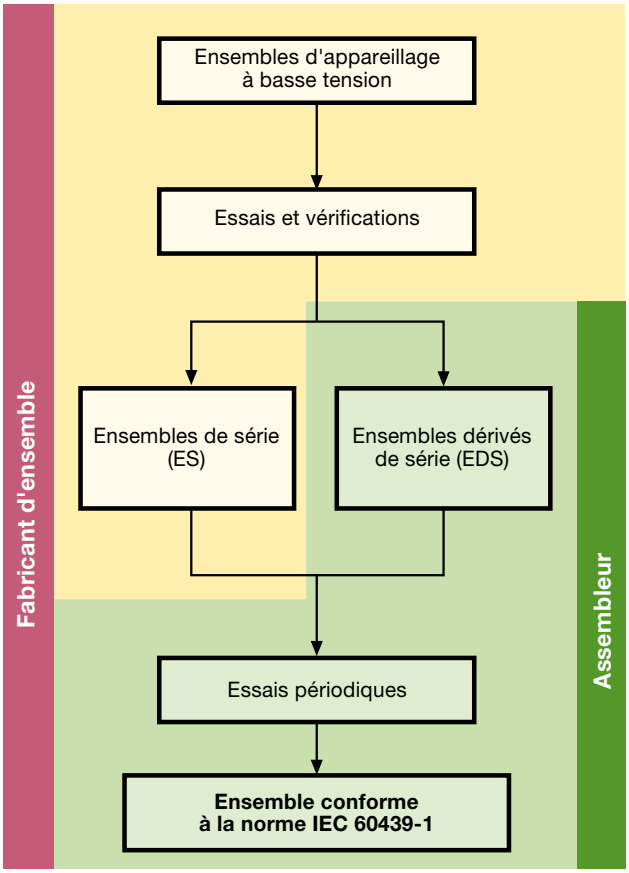
Caractéristiques relatives à la performance :
- Propriétés diélectriques ;
- Câblage, performances opérationnelles et fonctionnement.

Ces vérifications peuvent être effectuées dans n'importe quel ordre.
Le fait que les vérifications périodiques soient effectuées par le constructeur d'ensembles n'exonère pas le constructeur de tableaux de les vérifier après le transport et le montage de l'ensemble.

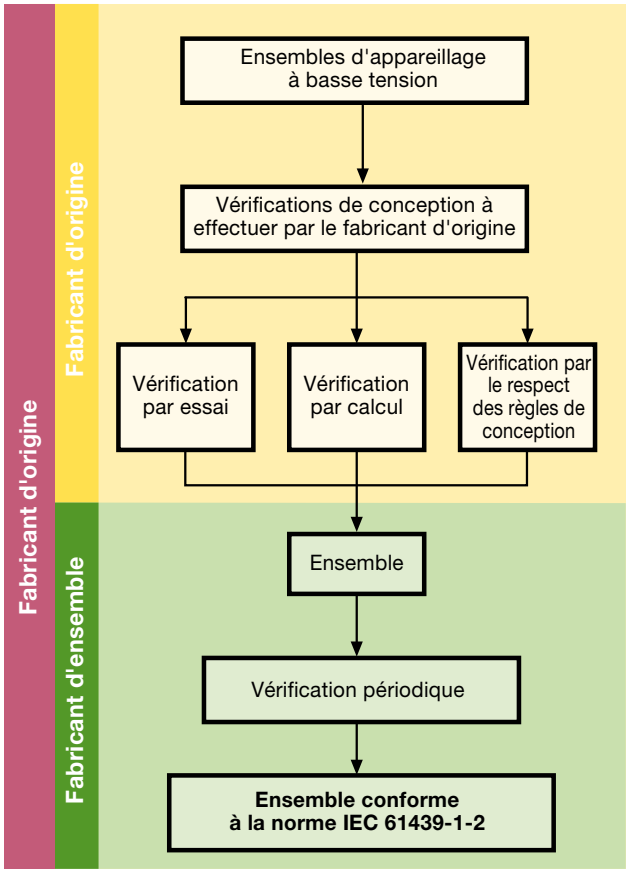
Les principaux amendements et modifications introduits par la norme IEC 61439 par rapport à l'ancienne norme IEC 60439, peuvent être résumés avec les diagrammes illustrés dans la Figure 1.1.

Figure 1.1

Norme IEC 60439-1



Norme IEC 61439-1-2



2 Caractéristiques électriques assignées d'un ensemble

Tension assignée (U_n)
Valeur nominale maximale de la tension AC (valeur efficace) ou DC, déclarée par le constructeur d'ensembles, à laquelle le ou les principaux circuits de l'ensemble sont conçus pour être connectés. Dans les circuits triphasés, il s'agit de la tension entre les phases.

Tension assignée d'emploi (U_e)
Il s'agit de la tension assignée d'un circuit d'un ensemble qui, combinée avec le courant assigné de ce circuit, détermine son application. Pour les circuits triphasés, une telle tension correspond à la tension entre les phases. Dans un ensemble, il y a généralement un circuit principal avec sa propre tension assignée et un ou plusieurs circuits auxiliaires avec leurs propres tensions assignées. Le constructeur d'ensemble doit définir les limites de tension nécessaires au bon fonctionnement des circuits à l'intérieur de l'ensemble.

Tension assignée d'isolement (U_i)
Il s'agit de la valeur de tension d'un circuit d'un ensemble à laquelle les tensions d'essai (tension de tenue à fréquence industrielle) et les lignes de fuite font référence. La tension assignée de chaque circuit ne doit pas dépasser sa tension assignée d'isolement.

Tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp})
Il s'agit de la valeur de crête du choc de forme et polarité prescrites, à laquelle le circuit principal de l'ensemble est capable de résister dans les conditions d'essais spécifiées ; les distances d'isolement font référence à Uimp. Cette valeur doit être égale ou supérieure aux valeurs des surtensions transitoires se produisant dans le système dans lequel l'équipement est installé.

À cet effet, la norme IEC 61439-1 présente deux tableaux :

- Le Tableau G.1 (voir Tableau 2.1) indique les valeurs préférentielles de la tension assignée de tenue aux chocs aux différents points de l'installation en fonction de la tension nominale du système d'alimentation et de la valeur maximale de la tension assignée d'emploi à la terre ;
- Le Tableau 10 (voir Tableau 2.2) indique les valeurs de la tension d'essai correspondant à la tension de tenue aux chocs en fonction des altitudes d'essai.

Tableau 2.1
Correspondance entre la tension assignée du système d'alimentation et la tension assignée de tenue, en cas de protection contre les surtensions avec dispositifs de protection contre les surtensions conformes à la norme IEC 60099-1

Valeur maximale de la tension assignée d'emploi à la terre AC (valeur efficace) ou DC V	Tension nominale du système d'alimentation (≤ tension assignée d'isolement de l'équipement) V				Valeurs préférentielles de tension assignée de tenue (1.2/50 µs) à 2000 m kV			
					Catégorie de surtension			
					IV	III	II	I
	valeur efficace AC	valeur efficace AC	valeur efficace AC ou DC	valeur efficace AC ou DC	Origine du niveau d'installation (entrée de service)	Niveau du circuit de distribution	Niveau de charge (équipements d'appareillage)	Niveau de protection spéciale
50	-	-	12.5, 24, 25, 30, 42, 48	-	1.5	0.8	0.5	0.33
100	66/115	66	60	-	2.5	1.5	0.8	0.5
150	120/208 127/220	115, 120 127	110, 120	220-110, 240-120	4	2.5	1.5	0.8
300	220/380 230/400 240/415 260/440 277/480	220, 230 240, 260 277	220	440-220	6	4	2.5	1.5
600	347/600 380/660 400/690 415/720 480/830	347, 380, 400 415, 440, 480 500. 577, 600	480	960-480	8	6	4	2.5
1000	-	660 690, 720 830, 1000	1000	-	12	8	6	4

Tableau 2.2

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} kV	Tensions de tenue aux chocs									
	U1,2/50, AC en crête et DC kV					Valeur efficace AC kV				
	Niveau de la mer	200 m	500 m	1000 m	2000 m	Niveau de la mer	200 m	500 m	1000 m	2000 m
2.5	2.95	2.8	2.8	2.7	2.5	2.1	2	2	1.9	1.8
4	4.8	4.8	4.7	4.4	4	3.4	3.4	3.3	3.1	2.8
6	7.3	7.2	7	6.7	6	5.1	5.1	5	4.7	4.2
8	9.8	9.6	9.3	9	8	6.9	6.8	6.6	6.4	5.7
12	14.8	14.5	14	13.3	12	10.5	10.3	9.9	9.4	8.5

Courant assigné de l'ensemble (I_{nA})
Il s'agit d'une nouvelle caractéristique introduite par la norme IEC 61439 qui indique normalement le courant de charge permanent entrant maximal et admissible ou le courant maximal auquel un ensemble est capable de résister. La tenue au courant assigné doit être garantie dans tous les cas, à condition que les limites d'échauffement définies par la norme soient observées.

Courant assigné d'un circuit (I_{nC})
Il s'agit de la valeur de courant à réaliser par un circuit sans que l'échauffement des diverses parties de l'ensemble ne dépasse les limites définies conformément aux conditions d'essai de l'Article 7.

Courant assigné de courte durée admissible (I_{cw})
Il s'agit de la valeur efficace de courant de court-circuit, déclarée par le constructeur d'ensembles, à laquelle l'ensemble est capable de résister sans dommages dans les conditions spécifiées, définies en termes de courant et de temps. Différentes valeurs I_{cw} peuvent être assignées à un ensemble pour différentes durées (ex. : 0,2 s ; 1 s ; 3 s).

Courant assigné de crête admissible (I_{pk})
Il s'agit de la valeur de crête du courant de court-circuit, déclarée par le constructeur d'ensembles, à laquelle l'ensemble est capable de résister dans les conditions spécifiées.

Courant assigné de court-circuit conditionnel (I_{cc})
Il s'agit de la valeur efficace du courant de court-circuit présumé, définie par le constructeur, à laquelle ce circuit, protégé par un dispositif de protection contre les courts-circuits spécifié par le constructeur, peut résister de manière satisfaisante pendant la durée d'emploi du dispositif dans les conditions d'essai spécifiées.

Facteur de diversité assigné (RDF)
Il s'agit de la valeur par unité du courant assigné, assignée par le constructeur d'ensembles, à laquelle les circuits sortants d'un ensemble peuvent être chargés continuellement et simultanément en tenant compte des influences thermiques mutuelles.
Le facteur de diversité assigné peut être défini :
- pour les groupes de circuits ;
- pour tout l'ensemble

Le facteur de diversité assigné est le suivant : $\frac{\sum Ib}{\sum In}$

Le facteur de diversité assigné multiplié par le courant nominal des circuits (Inc) doit être égal ou supérieur à la charge présumée des circuits sortants (Ib).
Le facteur de diversité s'applique aux circuits sortants avec l'ensemble fonctionnant au courant assigné InA.
Lorsqu'un facteur de diversité assigné est affecté à l'ensemble, cette valeur doit être utilisée pour l'essai d'échauffement.
En l'absence d'accord entre le constructeur d'ensembles et l'utilisateur concernant les courants de charge actuels, la charge supposée des circuits sortants ou du groupe de circuits sortants peut être basée sur les valeurs du facteur de diversité assigné indiqué dans le Tableau 101 de l'IEC 61439-2 (voir ci-après) :

Type de charge	Facteur de charge supposé
Distribution - 2 et 3 circuits	0.9
Distribution - 4 et 5 circuits	0.8
Distribution - 6 à 9 circuits	0.7
Distribution - 10 circuits ou plus	0.6
Actionneur électrique	0.2
Moteurs ≤ 100 kW	0.8
Moteurs > 100 kW	1.0

Fréquence assignée
Il s'agit de la valeur de fréquence à laquelle les conditions d'utilisation s'appliquent ; des écarts de ± 2 % sont acceptés.
Si les circuits d'un ensemble sont conçus pour différentes valeurs de fréquence, la fréquence assignée de chaque circuit doit être indiquée.

3 Classification des ensembles

Les ensembles peuvent être classés selon différents facteurs : selon la typologie de construction, selon la présentation extérieure, selon les conditions d'installation, selon la fonction réalisée.

3.1 Ensembles ouverts et fermés

Conformément à la typologie de construction, la norme IEC 61439-1 distingue les ensembles ouverts et fermés.

- **Ensemble fermé**
  Un ensemble est fermé lorsque des panneaux de protection sont situés sur tous les côtés pour fournir un degré de protection contre tout contact direct supérieur à IPXXB (voir Chapitre 4). Les ensembles destinés à être installés dans des environnements communs doivent être fermés.

- **Ensemble ouvert**
  Un ensemble, avec ou sans protection avant, dans lequel les parties sous tension des équipements électriques sont accessibles. Ces ensembles ne peuvent être utilisés que dans des endroits où seules les personnes qualifiées ont accès.

3.2 Présentation extérieure

Du point de vue de la présentation extérieure, les ensembles sont classés comme suit :

- **Armoire (colonne)**
  Pour les équipements de distribution et de commande de grande taille ; les ensembles multi-armoire assemblés mécaniquement sont obtenus en combinant côte à côte des ensembles de type armoire supplémentaires.

- **Bureau**
  Pour commander des machines ou installations complexes dans les industries mécaniques, métallurgiques et chimiques.

- **Boîtier**
  Pour un montage sur un plan vertical, en saillie ou intégré ; ces ensembles sont principalement utilisés pour la distribution au sein d'un département ou d'une zone dans les environnements du secteur de l'industrie ou du service.

- **Multi-boîtier**
  Combinaison de boîtiers, généralement avec protection et brides de fixation, chacun abritant une unité fonctionnelle qui peut être un disjoncteur automatique, un démarreur, une prise équipée d'un disjoncteur de blocage ou protection. Une combinaison de compartiments de boîtiers est ainsi obtenue ; ils sont assemblés mécaniquement avec ou sans bâti d'appui commun ; les connexions électriques entre deux boîtiers adjacents passent par les ouvertures dans les faces attenantes.

3.3 Conditions d'installation

Selon les conditions d'installation, les ensembles peuvent être divisés comme suit :

- **Ensemble pour une installation intérieure**
  Ensemble conçu pour être utilisé dans des lieux où les conditions normales de service pour un usage intérieur comme spécifiées dans la norme IEC 61439-1 sont observées, à savoir :

Conditions environnementales pour une installation intérieure

Tableau 3.1

Humidité relative	Température ambiante admissible	Altitude
50 % (à une température maximale de 40 °C) 90 % (à une température maximale de 20 °C)	Température maximale ≤40 °C Moyenne de température maximale sur une période de 24 h ≤35 °C Température minimale ≥-5 °C	Inférieure à 2000 m

- **Ensemble pour une installation intérieure**
  Ensemble qui est conçu pour être utilisé dans des lieux où les conditions normales de service pour un usage extérieur comme spécifiées dans la norme IEC 61439-1 sont observées, à savoir :

Conditions environnementales pour une installation extérieure

Tableau 3.2

Humidité relative	Température ambiante admissible	Altitude
100 % temporairement (à la température maximale de 25 °C)	Température maximale ≤40 °C	Inférieure à 2000 m
	Moyenne de température maximale sur une période de 24 h ≤35 °C	
	Température minimale ≥-25 °C	

- **Ensemble fixe**
  Ensemble conçu pour être fixé sur son lieu d'installation, exemple : sol ou mur, et être utilisé à cet endroit.

- **Ensemble mobile**
  Ensemble conçu de manière de manière à pouvoir être facilement déplacé d'un lieu d'utilisation à l'autre.

3.4 Classification fonctionnelle

Selon les fonctions auxquelles les ensembles sont destinés, ils peuvent être classifiés dans les typologies suivantes :

- **Ensembles d'appareillages de distribution de l'énergie primaire**
  Les ensembles d'appareillages de distribution de l'énergie primaire, également appelés Power Centers (PC), sont généralement situés immédiatement du côté charge des transformateurs ou générateurs MT/BT. Ces ensembles incluent une ou plusieurs unités entrantes, couplages bus et un nombre relativement réduit d'unités sortantes.

- **Ensembles d'appareillages de distribution de l'énergie secondaire**
  Les ensembles de distribution de l'énergie secondaire incluent une grande catégorie d'ensembles destinés à la distribution de l'énergie électrique et sont généralement équipés d'une unité entrante et de nombreuses unités sortantes.

- **Ensembles d'appareillages de commande des moteurs**
  Les ensembles d'appareillages de commande des moteurs assurent la commande et la protection centralisée des moteurs ; par conséquent, ils incluent les équipements de commutation et de protection correspondants et les équipements de commande et de signalisation auxiliaires. On les appelle également centre de commande des moteurs (CCM).

- **Ensembles de commande, mesure et protection**
  Les ensembles de commande, mesure et protection sont généralement constitués de bancs contenant principalement les équipements destinés à la commande, commutation et mesures des installations et processus industriels.

- **Ensembles d'appareillages montés sur machine**
  Les ensembles d'appareillages montés sur machine sont, d'un point de vue opérationnel, similaires à ceux mentionnés ci-dessus ; ils ont pour but d'assurer l'interface machine avec la source d'alimentation électrique et l'opérateur. D'autres exigences pour les ensembles faisant partie intégrale de la machine sont définies par la série IEC 60204.

- **Ensembles de chantier**
  Les ensembles de chantier ont différentes dimensions, allant des simples prises de courant aux tableaux de répartition dans une enveloppe métallique ou un matériau isolant.
  Ces ensembles sont généralement mobiles, voire transportables.

4 Degré de protection IP d'un ensemble

Le code IP indique le degré de protection fourni par une enveloppe contre tout accès aux parties dangereuses, toute infiltration d'objets étrangers solides et toute infiltration d'eau.
Le code IP représente le système d'identification des indices de protection en conformité avec les prescriptions de la norme IEC 60529.
Le tableau ci-après indique, en détail, la signification des différents chiffres et lettres

Figure 4.1

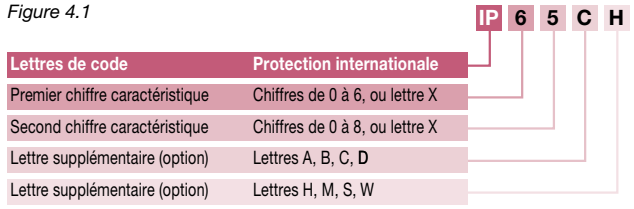


Tableau 4.1

	Protection des équipements	Contre tout accès à une partie dangereuse avec
Premier chiffre caractéristique (infiltration d'objets étrangers solides)	**0**	absence de protection
	1 ≥ 50 mm de diamètre	dos de la main
	2 ≥ 12,5 mm de diamètre	doigt
	3 ≥ 2,5 mm de diamètre	outil
	4 ≥ 1 mm de diamètre	fil
	5 protection contre les poussières	fil
	6 étanchéité aux poussières	fil
Deuxième chiffre caractéristique (infiltration d'eau)	**0** absence de protection	
	1 gouttes d'eau verticales	
	2 gouttes d'eau (inclinées à 15°)	
	3 pluie	
	4 projection	
	5 jet à la lance	
	6 jet puissant à la lance	
	7 immersion temporaire	
	8 immersion continue	
Lettre additionnelle (en option)	**A**	dos de la main
	B	doigt
	C	outil
	D	fil
Lettre supplémentaire (en option)	**H** Appareil haute tension	
	M En mouvement pendant l'essai hydraulique	
	S Stationnaire pendant l'essai hydraulique	
	W Intempéries	

La lettre supplémentaire indique le degré de protection des personnes contre tout accès aux parties dangereuses.
Les lettres supplémentaires sont utilisées uniquement :
- si la protection actuelle contre tout accès aux parties dangereuses est supérieure à celle indiquée par le premier chiffre caractéristique ;
- ou, si seulement la protection contre tout accès aux parties dangereuses est indiquée, le premier chiffre caractéristique doit être remplacé par la lettre X.

Par exemple, cette protection supérieure peut être fournie au moyen de barrières, ouvertures de forme adaptée ou distances à l'intérieur de l'enveloppe.
Le degré de protection doit être vérifié en conformité avec l'IEC 60529. L'essai peut être effectué sur un ensemble représentatif équipé dans les conditions indiquées par le constructeur d'origine.
Les essais sur le degré de protection IP doivent être effectués :
- avec tous les couvercles, capots et portes correctement positionnés et fermés comme à l'usage ordinaire ;
- sans parties actives (pas de tension), sauf spécification contraire par le constructeur d'origine.

Lorsqu'une enveloppe vide est utilisée en conformité avec la norme IEC 62208, une vérification par évaluation doit être effectuée pour garantir qu'aucune modification externe n'a pu entraîner une baisse du degré de protection. Dans ce cas, aucun essai supplémentaire n'est requis. En général, si l'enveloppe est déjà conforme à l'IEC 62208, il n'est pas nécessaire d'effectuer d'autres vérifications de construction si aucune modification majeure n'a été effectuée sur l'enveloppe.

4.1 Degré de protection IP des ensembles ABB

Concernant les ensembles, sauf spécification contraire par le constructeur, le degré de protection est valide pour tout l'ensemble, monté et installé comme à l'usage ordinaire (avec porte fermée).
Le constructeur peut également indiquer les degrés de protection relatifs aux configurations spéciales qui peuvent être présentes en service, comme le degré de protection avec portes ouvertes et celui avec appareil retiré ou déposé.

Pour les ensembles destinés à une installation intérieure, dans les environnements où il n'existe pas de risque d'infiltration d'eau, la norme nécessite au moins les degrés de protection suivants : IP00, IP2X, IP3X, IP4X, IP5X, IP6X.

Pour les ensembles fermés, le degré de protection IP doit être ≥ 2X après l'installation, en conformité avec les instructions fournies par le constructeur d'ensembles. Le degré IP de la partie avant et de la partie arrière doit être au moins égal à IPXXB.
Concernant les ensembles destinés à une installation extérieure et sans protection supplémentaire (par exemple un abri), le second chiffre caractéristique du code IP doit être au moins égal à 3.

Voici les degrés de protection qui peuvent être obtenus avec les ensembles ArTu et System pro *E* power d'ABB.

Figure 4.2

ArTu L

IP31
Sans porte

IP43
Avec porte

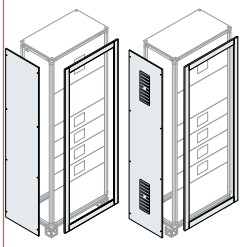
ArTu M

IP31
sans porte

IP65
Avec porte

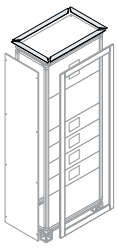
System pro *E* power

IP30
Sans porte, panneaux pleins/ventilés, en haut et en bas sans joint

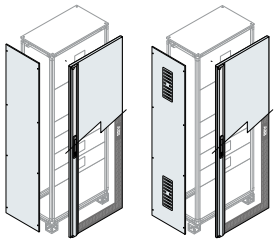


\+

IP31
Kit d'étanchéité supérieur IPx1

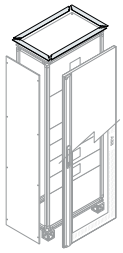


IP40
Avec porte, panneaux pleins/ventilés, en haut et en bas sans joint

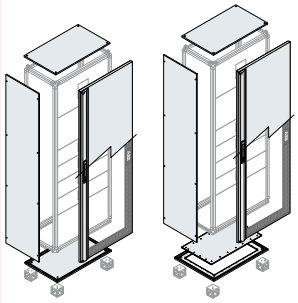


\+

IP41
Kit d'étanchéité supérieur IPx1



IP65
Avec porte, panneaux pleins, en haut et en bas avec joint et bouchons



4.2 Degré de protection IP et environnement d'installation

Actuellement, il n'existe pas de normes qui corrèlent le degré de protection IP avec l'environnement d'installation des ensembles, sauf les environnements spéciaux avec risque d'explosion (IEC 64-2).

A titre d'indication, le tableau suivant dérivé du guide UTE C 15-103 indique la relation entre les environnements et les degrés de protection des ensembles ArTu et System pro *E* power d'ABB.

Il faut garder à l'esprit que les ensembles ArTu et System pro *E* power fabriqués par ABB sont conçus pour une installation intérieure.

Tableau 4.2

Usines industrielles	IP30	IP31	IP40	IP65
accumulateurs (fabrication)			•	
acides (fabrication et stockage)			•	
liquides alcoolisés (stockage)	•			
alcool (fabrication et stockage)			•	
aluminium (fabrication et stockage)				•
animaux (reproduction)				•
bitume asphaltique (stockage)				•
brasseries	•			
chaux (fours)				•
charbon (entrepôts)				•
combustibles (fabrication et stockage)				•
papier (stockage)		•		
papier (fabrication)			•	
papier (préparation de la pâte)			•	
carton (fabrication)			•	
chaînes d'embouteillage			•	
goudron (traitement)			•	
carrières				•
cellulose (fabrication d'objets)	•			
cellulose (fabrication)			•	
cimenteries				•
chlore (fabrication et stockage)			•	
cokeries				•
colles (fabrication)			•	
liquides combustibles (entrepôts)		•		
tanneries			•	
engrais (fabrication et stockage)				•
chromage (usines de)			•	
décapage				•
détergents (fabrication)				•
distilleries			•	
électrolyse	•			
explosifs (fabrication et stockage)				•
menuiserie				•
quincaillerie (fabrication)	•			
fer (fabrication et traitement)				•
filatures				•
fromageries	•			
gaz (usines et stockage)		•		
gypse (fabrication et stockage)				•
caoutchouc mousse (fabrication, transformation)	•			
céréales (usines et stockage)				•
graisses (traitement des corps gras)				•
hydrocarbures (extraction)			•	
encres (fabrication)	•			

Usines industrielles	IP30	IP31	IP40	IP65
gravure sur métal			•	
laine (cardage)				•
produits laitiers	•			
blanchisseries	•			
laveries publiques	•			
bois (usinage du)				•
liquides halogènes (utilisation)	•			
liquides inflammables (stockage et utilisation)	•			
spiritueux (fabrication)	•			
machines (salles des machines)		•		
bouchers	•			
magnésium (fabrication, usinage et stockage)		•		
matériaux plastiques (fabrication)				•
abattoirs				•
briques (usine à)				•
métaux (traitement des métaux)		•		
moteurs thermiques (essais)	•			
munitions (dépôts)			•	
nickel (traitement des minéraux)			•	
pétrole (extraction)		•		
cuir (fabrication et stockage)		•		
fourrure (teillage)				•
peinture (fabrication et stockage)			•	
usine de poudre				•
produits chimiques (fabrication)	•			
parfums (fabrication et stockage)		•		
raffineries			•	
cuivre (traitement des minéraux)		•		
déchets (traitement)				•
soudures				•
usines de viande séchée	•			
savons (fabrication)		•		
scieries				•
soie et cheveu (préparation)				•
silos à grain ou sucre				•
soude (fabrication et stockage)			•	
tissus (fabrication)				•
usines de teinture	•			
imprimeries	•			
peintures (fabrication et utilisation)			•	
vêtements (dépôts)	•			
verreries			•	
zinc (usinage du zinc)		•		
soufre (traitement)				•
sucreries				•

4.3 Degré de protection IP et échauffement

Le degré de protection IP d'un ensemble affecte la capacité de dissipation de la chaleur : plus le degré de protection est élevé, moins l'ensemble arrive à dissiper la chaleur. C'est pourquoi il est recommandé d'utiliser un degré de protection adapté à l'environnement d'installation.
Par exemple, à l'aide d'une série d'ensembles de type System pro *E* power avec porte et panneau arrière sans joints et panneaux latéraux ventilés, un degré de protection égal à IP40 est garanti, tandis que lorsqu'une fausse porte, des panneaux de fermeture latéraux et arrière sont utilisés, le degré est IP65.

Les deux ensembles garantissent l'inaccessibilité des disjoncteurs par la porte avant ; toutefois, l'ensemble avec panneaux latéraux ventilés garantit une meilleure ventilation que l'ensemble avec panneaux de fermeture latéraux. Par conséquent, il est préférable d'utiliser le premier si l'environnement d'installation le permet.

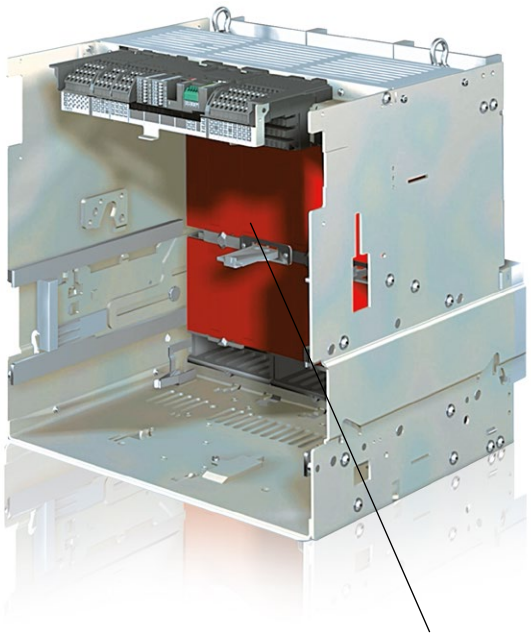
4.4 Degré de protection IP des parties débrochables

Le retrait des pièces débrochables dans un ensemble installé peut être effectué dans deux situations différentes :
1) le retrait de la partie débrochable d'un composant (ex. : disjoncteur débrochable, disjoncteur-sectionneur débrochable, porte-fusibles) pour le dépannage, le contrôle ou la maintenance ;
2) le retrait d'une partie fixe, ex. : brides, panneaux, capots ou sangles, pour effectuer les travaux électriques, ex. : réalisation de nouvelles lignes entrantes ou sortantes ou remplacement de câbles existants.

Dans le premier cas, le même degré IP qu'avant le retrait doit être maintenu, il s'agit généralement d'IP2X ; les volets d'obturation, positionnés sur la partie fixe des disjoncteurs à conception ouverte débrochables, permettent de répondre à cette spécification (voir Figure 4.3). Si le degré IP avait été supérieur (ex. : IP44, IP55 ou autre), la partie débrochable aurait été à l'intérieur de l'enveloppe qui, une fois refermée, doit restaurer cette condition.

Dans le cas de travaux électriques, si après le retrait d'une partie fixe avec un outil, le degré de protection d'origine n'a pas été maintenu, des mesures appropriées - comme prescrites par l'EN 50110-1 et les normes nationales correspondantes - doivent être prises pour garantir un niveau de sécurité adéquat pour les opérateurs.

Figure 4.3



Volets d'obturation (IP20)

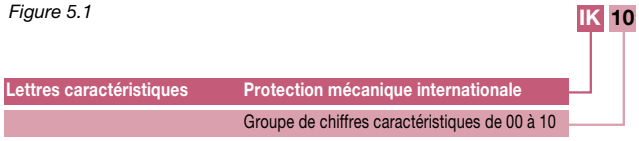
5 Degré de protection IK des enveloppes

Le degré de protection IK indique le niveau de protection fourni par l'enveloppe de l'ensemble contre les impacts mécaniques nocifs et il est vérifié lorsque cela est requis par la norme correspondante des ensembles au moyen d'essais à effectuer conformément à l'IEC 62262.

Le code IK est le système de codification indiquant le degré de protection contre les impacts mécaniques nocifs fourni par une enveloppe conformément aux prescriptions de la norme IEC 62262 en date du 2008.

Le degré de protection contre les chocs de l'enveloppe est indiqué par le code IK comme suit :

Figure 5.1



Chaque groupe de chiffres caractéristiques représente une valeur d'énergie du choc comme indiqué dans le Tableau 5.1.

Généralement, le degré de protection est appliqué à toute l'enveloppe. Si les parties de l'enveloppe ont différents degrés de protection, ils doivent être indiqués séparément.

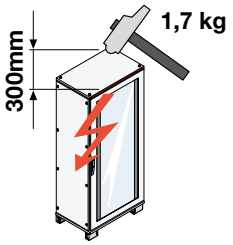
Il n'est pas obligatoire de définir et déclarer le degré de protection IK pour les ensembles de puissance. Lors de l'exécution d'essais avec impacts mécaniques sur les ensembles de puissance, l'Article 9.6 de l'IEC 62208:2002 doit être observé.

5.1 Degré de protection IK des ensembles ArTu et System pro *E* power

Concernant les ensembles ArTu et System pro *E* power, le degré de protection IK est valide pour tout l'ensemble, monté et installé comme à l'usage ordinaire (avec porte fermée).
Les degrés de protection contre les chocs mécaniques externes (code IK) des ensembles ArTu et System pro *E* power sont indiqués ci-après.

Figure 5.2

IK 08

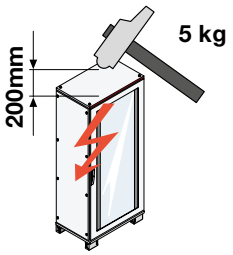


ArTu L

Energie du choc
Joule **5,00**

IK 09

Avec porte vitrée

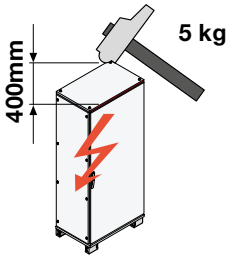


ArTu M - K

Energie du choc
Joule **10,00**

IK 10

Avec porte pleine



ArTu M - K

Energie du choc
Joule **20,00**

Tableau 5.1

Relation entre le degré de protection IK et l'énergie du choc

Code IK	IK00	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
Energie du choc en joules	(*)	0.14	0.2	0.35	0.5	0.7	1	2	5	10	20

(*) Absence de protection conformément à la norme

6 Formes de séparation interne

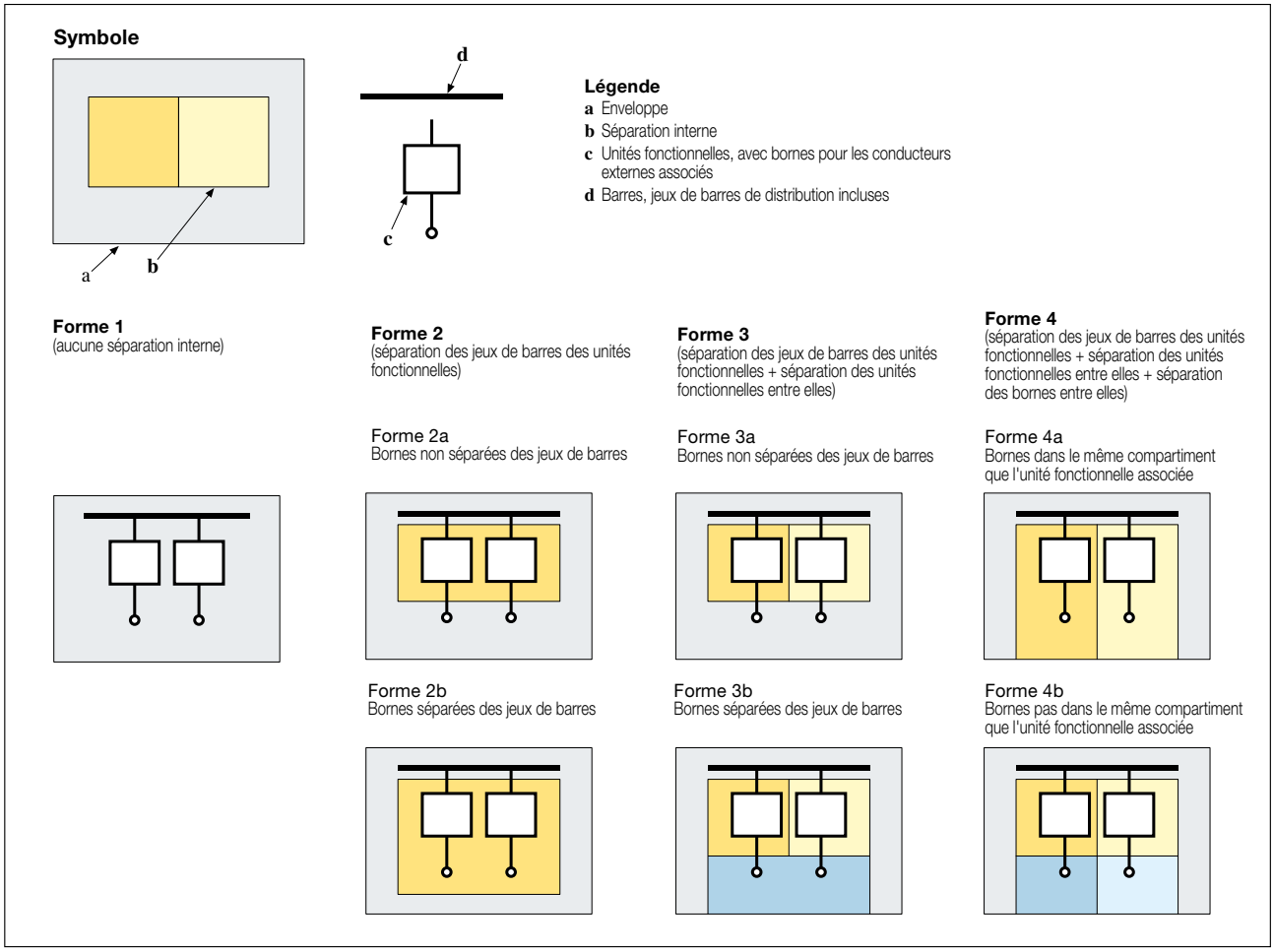
La forme de séparation définit le type de sous-division fourni à l'intérieur de l'ensemble.
La séparation au moyen de barrières ou cloisons (métalliques ou non métalliques) a pour but :

- de garantir la protection contre les contacts directs (au moins IPXXB), en cas d'accès à une partie de l'ensemble mise hors tension, alors que le reste de l'ensemble est encore sous tension ;
- de réduire la probabilité d'amorçage et de propagation d'un arc interne ;
- d'empêcher le passage de corps étrangers solides entre différentes parties de l'ensemble (degré de protection IP2X minimum).

Par cloison, on entend l'élément de séparation entre deux compartiments, tandis que la barrière protège l'opérateur contre les contacts directs et les effets de l'arc des sectionneurs dans la direction normale d'accès.

Le tableau suivant figurant dans la norme IEC 61439-2 souligne les formes de séparation types qui peuvent être obtenues à l'aide de barrières ou cloisons :

Tableau 6.1



Au moyen d'un kit approprié, les ensembles d'appareillages d'ABB peuvent réaliser les formes suivantes de séparation :

Forme 1 : pas de séparation interne avec la série d'ensembles ArTu et System pro *E* power
Forme 2 : couvre la forme 2a, de la norme avec la série d'ensembles ArTu et System pro *E* power et la forme 2b de la norme avec la série System pro *E* power
Forme 3 : couvre les formes 3a et 3b de la norme avec la série d'ensembles ArTu et System pro *E* power
Forme 4 : couvre la forme 4b de la norme avec la série d'ensembles ArTu et System pro *E* power

7 Vérification des limites d'échauffement à l'intérieur des ensembles

7.1 Introduction

La vérification des limites d'échauffement imposées par la norme IEC 61439-1 peut être effectuée
à l'aide d'une ou plusieurs méthodes suivantes :

- essais avec courant (en laboratoire) ;
- dérivation des caractéristiques assignées d'un modèle/ensemble testé pour variantes/ensembles similaires ;
- calcul pour les ensembles à un compartiment avec courant assigné inférieur ou égal à 630 A ou pour les ensembles avec courant assigné maximum de 1600 A.

La norme IEC 61439-1 prescrit la conformité avec les mêmes limites d'échauffement de la version précédente ; ces limites ne doivent pas être dépassées pendant l'essai d'échauffement. Ces limites d'échauffement s'appliquent pour une température ambiante admissible moyenne de max. 35 °C.

L'échauffement d'un élément ou d'une partie est la différence entre la température de cet élément ou partie et la température ambiante admissible moyenne à l'extérieur de l'ensemble. Par exemple, si la température ambiante admissible moyenne est supérieure à 35 °C, les limites d'échauffement doivent alors être adaptées pour cette condition de service spéciale de manière à ce que la somme de la température ambiante et de la limite d'échauffement individuelle (d'un élément ou d'une partie) reste identique[3].
Si la température ambiante admissible moyenne est inférieure à 35 °C, la même adaptation des limites d'échauffement est autorisée selon accord entre l'utilisateur et le constructeur d'ensembles.

Le Tableau 7.1 indique les différentes parties des ensembles et les limites d'échauffement indiquées par la norme.

[3] Si les limites d'échauffement ont été modifiées pour couvrir une température ambiante différente, il peut alors être nécessaire de modifier le courant assigné de tous les jeux de barres, unités fonctionnelles, etc. Le constructeur d'origine doit indiquer les mesures prises, si applicables, pour garantir la conformité avec les limites de température. Pour les températures ambiantes jusqu'à 50 °C, ceci peut être effectué par calcul, en supposant que la sur-température de chaque composant ou dispositif est proportionnelle à la perte de puissance générée dans ce composant. Il s'agit des dispositifs (ex. : disjoncteurs boîtier moulé et à conception ouverte à basse tension) où la perte de puissance est fortement proportionnelle à I^2 et aux autres qui ont des pertes fortement proportionnelles.

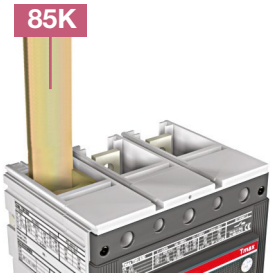
Tableau 7.1

Parties d'ensembles	Échauffement K
Composants intégrés [a]	(*) Conformément aux exigences de la norme de produit correspondante pour les composants individuels ou, conformément aux instructions du constructeur de composants [f], en prenant en considération la température dans l'ENSEMBLE
Bornes pour conducteurs externes isolés	70 [b]
Jeux de barres et conducteurs	Limité par [f] : – la résistance mécanique du matériau conducteur [g] ; – les effets possibles sur les équipements adjacents ; – la limite de température admissible des matériaux isolants en contact avec le conducteur ; – l'effet de la température du conducteur sur l'appareil relié à celui-ci ; – pour les contacts enfichables, la nature et le traitement de surface du matériau de contact.
Moyens de commande manuelle :	
- du métal	15 [c]
- des matériaux isolants	25 [c]
Enveloppes et capots externes accessibles :	
- surfaces métalliques	30 [d]
- surfaces isolantes	40 [d]
Agencements discrets des connecteurs à contacts mâles et femelles	Déterminé par les limites de ces composants des équipements associés dont ils font partie [e]
REMARQUE 1 : 105 K fait référence à la température au-dessus de laquelle un recuit du cuivre risque de se produire. Les autres matériaux peuvent avoir un échauffement différent.	
REMARQUE 2 : les limites d'échauffement indiquées dans ce tableau s'appliquent pour une température ambiante admissible moyenne de max. 35 °C dans des conditions de service (voir 7.1). Pendant la vérification, une température ambiante admissible différente est autorisée (voir 10.10.2.3.4).	
a Le terme « composants intégrés » désigne : – les appareillages traditionnels ; – les sous-ensembles électroniques (ex. : pont redresseur, circuit imprimé) ; – les pièces des équipements (ex. : régulateur, unité d'alimentation électrique stabilisée, amplificateur opérationnel).	
b La limite d'échauffement de 70 K est une valeur basée sur l'essai traditionnel de 10.10. Un ENSEMBLE utilisé ou soumis à essai dans des conditions d'installation peut avoir des connexions dont le type, la nature et la disposition ne seront pas les mêmes que celles adoptées pour l'essai et un échauffement différent des bornes peut en résulter et peut être requis ou accepté. Lorsque les bornes du composant intégré sont également les bornes des conducteurs externes isolés, la limite d'échauffement inférieure doit être appliquée. La limite d'échauffement est la valeur inférieure de l'échauffement maximum spécifié par le constructeur de composants et 70 K. En l'absence d'instructions du constructeur, il s'agit de la limite spécifiée par la norme de produit du composant intégré mais ne dépassant pas 70 K.	
c Les moyens de commande manuelle dans les ENSEMBLES qui sont uniquement accessibles après avoir ouvert l'ENSEMBLE, ex. : poignées utilisées fréquemment, peuvent supposer une augmentation de 25 K par rapport à ces limites d'échauffement.	
d Sauf spécification contraire dans le cas de capots et enveloppes qui sont accessibles mais n'ont pas besoin d'être touchés pendant le fonctionnement normal, une augmentation des limites d'échauffement de 10 K est admissible. Les surfaces externes et parties de plus de 2 m de la base de l'ENSEMBLE sont considérées comme inaccessibles.	
e Ceci offre un certain degré de flexibilité concernant les équipements (ex. : appareils électroniques) qui sont soumis à des limites d'échauffement différentes de celles normalement associées aux appareillages.	
f Pour les essais d'échauffement conformément à 10.10, les limites d'échauffement doivent être spécifiées par le constructeur d'origine en tenant compte des points de mesure et limites supplémentaires imposés par le constructeur de composants.	
g Si l'on suppose que tous les autres critères répertoriés sont remplis, un échauffement maximal de 105 K pour les jeux de barres et conducteurs en cuivre nus ne doit pas être dépassé.	

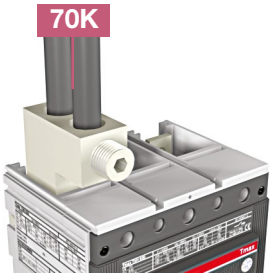
(*) Concernant les disjoncteurs à l'intérieur des ensembles, les limites d'échauffement sont les suivantes :
- 70 K si un conducteur isolé est relié à la borne ;
- 85 K pour les bornes des disjoncteurs ABB, s'ils ne sont pas directement reliés aux conducteurs isolés (l'échauffement 85 K fait toujours référence à la température ambiante à l'extérieur de l'ensemble de 35 °C).

Figure 7.1

Connexion avec barre



Connexion avec câble isolé au PVC



7.2 Vérification thermique de l'ensemble

Le présent document a pour but de fournir une aide pour permettre la vérification de l'échauffement à l'intérieur des ensembles conformément aux critères en conformité avec l'IEC 61439-1/2.
La vérification doit être effectuée à l'aide d'une ou plusieurs méthodes suivantes[4] :

1) Essais de vérification[5] (auparavant appelés essais de type) dans lesquels les deux situations suivantes sont vérifiées :
- chaque type de circuit, chargé seul, est capable de transporter son courant assigné (lorsqu'il est intégré dans l'ensemble) ;
- lorsqu'ils sont soumis au courant maximum (courant assigné) du circuit entrant, les circuits sortants (n'importe quelle combinaison possible) peuvent être chargés simultanément et en continu à leur courant assigné multiplié par le facteur de diversité assigné pour l'ensemble.

Par exemple, prenons la vérification de l'ensemble complété (conformément à l'Article 10.10.2.3.5 de l'IEC 61439-1) prescrivant de charger les circuits entrants et sortants de l'ensemble à leur courant assigné et de considérer un facteur de diversité assigné égal à 1. Cette méthode est une approche rapide et prudente pour vérifier les configurations particulières de l'ensemble.

Par exemple, prenons en considération un ensemble avec un courant assigné du circuit entrant (InA) insuffisant pour alimenter simultanément tous les circuits sortants (composés de différentes unités fonctionnelles) chargés à leur courant assigné ; dans ce cas, deux essais ou plus sont nécessaires pour vérifier à leur courant assigné tous les circuits sortants, qui sont divisés en deux groupes ou plus.
Dans chaque essai, le circuit entrant et les jeux de barres sont chargés à leur courant assigné et autant de circuits sortants dans un groupe que nécessaire sont chargés à leur courant assigné pour distribuer le courant entrant.
Dans chaque essai, pour chaque groupe, la combinaison la plus extrême de courants, qui entraîne l'échauffement maximal possible à l'intérieur de l'ensemble, doit être vérifiée dans les circuits sortants.
L'ensemble (prototype) est soumis à l'essai d'échauffement avec une température ambiante admissible moyenne ≤ 35 °C.
Lorsque la température s'est stabilisée (lorsque la variation de température à tous les points mesurés ne dépasse pas 1K/h), les valeurs d'échauffement constantes sont mesurées aux points définis dans l'ensemble (voir Tableau 7.1) ; ces valeurs sont ensuite comparées avec les valeurs admissibles (indiquées dans le Tableau 7.1).

Lorsque les valeurs mesurées sont inférieures ou égales aux valeurs admissibles, l'essai est considéré comme réussi pour ces courants, ce facteur de diversité assigné et dans ces conditions définies (température ambiante, humidité, etc.) autour de l'ensemble.
Lorsque la vérification de l'échauffement est effectuée au moyen d'essais, le choix des conducteurs utilisés à l'intérieur de l'ensemble et de leur section relève de la responsabilité du constructeur d'origine.
Les essais effectués à 50 Hz, sont également valides à 60 Hz, jusqu'à des courants de 800 A. Lorsque cette valeur est dépassée, les courants doivent être réduits de 5 %. En alternative, aucun facteur de déclassement ne doit être appliqué aux courants pour des conditions de service à 60 Hz, si l'essai à 50 Hz donne des valeurs d'échauffement ne dépassant pas 90 % des valeurs admissibles.

2) Dérivation des caractéristiques assignées d'un modèle/ensemble testé pour variantes/ensembles similaires.
Cette procédure permet d'obtenir un ensemble par dérivation d'ensembles testés similaires à vérifier.
Un ensemble qui est dérivé d'un ensemble similaire déjà testé pour l'échauffement est vérifié sans essais supplémentaires, lorsque les conditions suivantes sont remplies :
- les unités fonctionnelles doivent appartenir au même groupe d'unités fonctionnelles testées (ex. : même fonction et même schéma de câblage de base que le circuit principal ; mêmes valeurs assignées ; dispositifs de même taille ; même agencement physique des dispositifs ; même type de structure de montage ; même type et agencement des conducteurs ; conducteurs de même section que ceux testés) ;
- les deux ensembles doivent avoir le même type de construction (le même constructeur) ;
- les dimensions hors tout de l'ensemble à vérifier doivent être égales ou supérieures à celles utilisées pour l'essai ;
- les conditions de refroidissement de l'ensemble à vérifier doivent être égales ou supérieures à celles de l'ensemble testé (convection forcée ou naturelle, ouvertures de ventilation identiques ou plus grandes) ;
- la séparation interne de l'ensemble à vérifier doit être égale ou inférieure à celle de l'ensemble testé ;
- la dissipation de puissance à l'intérieur de l'ensemble à vérifier est égale ou inférieure à celle de l'ensemble testé.

3) Vérification par évaluation.
La norme IEC 61439-1 fournit deux méthodes de calcul pour déterminer l'échauffement ambiant approximatif à l'intérieur de l'enveloppe en raison de la perte de puissance de tous les circuits et des composants internes et comparer cette température avec les limites relatives au fonctionnement de l'équipement installé.

[4] Pour plus de détails, voir l'Article 10.10 et l'Annexe O de l'IEC 61439-1 : Édition 2.0 2011-08.
[5] Pour plus de détails, voir l'Article 10.10.2 et O.3 (Annexe O) de l'IEC 61439-1 : Édition 2.0 2011-08.

[6] L'ensemble comprend un seul compartiment sans séparations horizontales, la cellule individuelle coïncide ainsi avec le compartiment de l'ensemble.

Ces méthodes sont les suivantes :

a) calcul des pertes de puissance pour les ensembles à un compartiment[6] avec InA ≤ 630 A et f ≤ 60 Hz.
   Cette procédure est utilisée pour vérifier que la perte de puissance à l'intérieur du compartiment, dissipée par les composants intégrés et par les conducteurs, est inférieure à la puissance dissipée par l'enveloppe.
   Cette méthode peut être appliquée si toutes les conditions suivantes sont remplies :
   - les données de perte de puissance pour chaque composant intégré sont mises à disposition par le constructeur de composants ;
   - il y a une distribution à peu près uniforme des pertes de puissance à l'intérieur de l'enveloppe ;
   - le courant assigné des circuits de l'ensemble (Inc) à vérifier ne doit pas dépasser 80 % du courant thermique à l'air libre conventionnel assigné (Ith), si applicable, ou le courant assigné (In) des dispositifs de commutation et composants électriques installés dans le circuit[7] ;
   - les parties mécaniques et les équipements installés sont agencés de sorte que la circulation d'air n'est pas considérablement altérée ;
   - les conducteurs transportant des courants supérieurs à 200 A et les parties structurelles sont agencés de sorte que les pertes de courants de Foucault et d'hystérèse sont négligeables ;
   - tous les conducteurs doivent avoir une section minimum basée sur 125 % du courant assigné autorisé du circuit associé. La sélection des câbles doit avoir lieu selon l'IEC 60364-5-52[8]. La section des barres doit être comme testée ou comme indiquée en Annexe N de l'IEC 61439-1 Édition 2.0 2011-08. Lorsque le constructeur de dispositifs spécifie un conducteur avec une plus grande section, celui-ci doit être utilisé ;
   - l'échauffement en fonction de la perte de puissance dans l'enveloppe pour les différentes méthodes d'installation (ex. : ensemble monté sur un mur ou au sol) est indiqué par le constructeur d'enveloppes ou est déterminé comme suit :
     Le chauffage à l'intérieur de l'ensemble vide est simulé au moyen de résistances de chauffage installées à l'intérieur de l'enveloppe. Lorsqu'une température constante a été atteinte, l'échauffement doit être mesuré dans la partie supérieure de l'enveloppe et après avoir vérifié que l'échauffement des surfaces externes de l'enveloppe ne dépasse pas les valeurs fixées (voir Tableau 7.1), la perte de puissance maximum de l'enveloppe est déterminée.

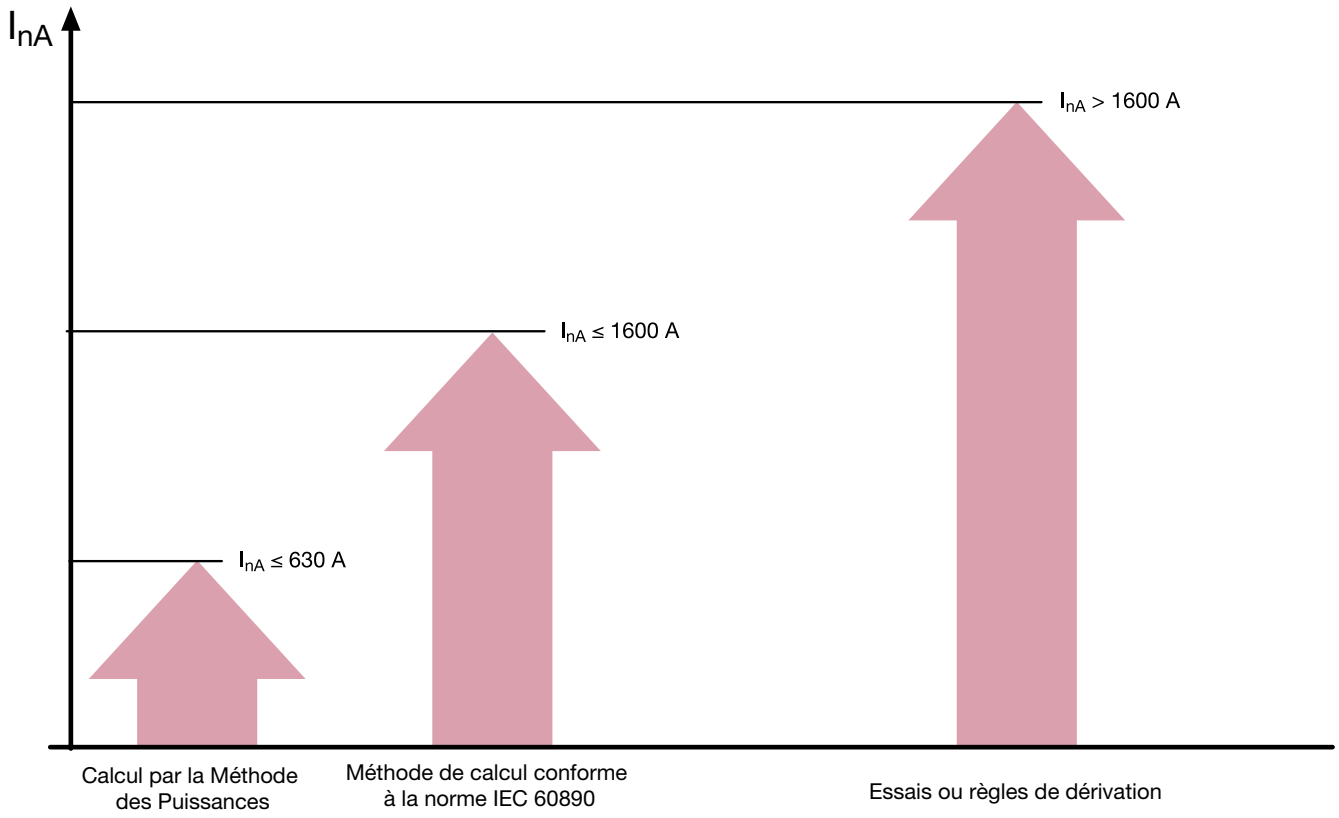
b) algorithme de calcul de l'IEC 60890 pour les ensembles avec InA ≤ 1600 A et f ≤ 60 Hz.
   Dans ce cas, les méthodes de calcul algébriques sont appliquées sans utiliser de données expérimentales.
   Cette méthode est basée sur le calcul de l'échauffement à l'intérieur de l'enveloppe conformément à la procédure prescrite par la norme IEC 60890.
   Il s'agit d'une procédure de calcul qui conduit au traçage, de bas en haut, de la carte thermique de l'ensemble dans des conditions de régime permanent, conformément aux valeurs de température qui évoluent de manière linéaire et atteignent leur valeur maximale en haut de l'enveloppe. Ainsi, via la perte de puissance totale, il est possible d'évaluer l'échauffement à différents niveaux, à l'intérieur de l'ensemble, de bas en haut.
   Selon la norme IEC 61439-1, cette méthode de calcul s'applique uniquement si les conditions suivantes sont satisfaites :

   - la perte de puissance pour tous les composants intégrés est indiquée par le constructeur de composants ;
   - il y a une distribution à peu près uniforme des pertes de puissance à l'intérieur de l'enveloppe ;
   - le courant assigné des circuits de l'ensemble (Inc) à vérifier ne doit pas dépasser 80 % du courant thermique à l'air libre conventionnel assigné (Ith), si applicable, ou le courant assigné (In) des dispositifs de commutation et des composants électriques installés dans le circuit[9] ;
   - les parties mécaniques et les équipements installés sont agencés de sorte que la circulation d'air n'est pas considérablement altérée ;
   - les conducteurs transportant des courants supérieurs à 200 A et les parties structurelles sont agencés de sorte que les pertes de courants de Foucault et d'hystérèse sont négligeables ;
   - tous les conducteurs doivent avoir une section minimum basée sur 125 % du courant assigné autorisé du circuit associé. La sélection des câbles doit avoir lieu selon l'IEC 60364-5-52[10]. La section des barres doit être comme testée ou comme indiquée en Annexe N de l'IEC 61439-1 Édition 2.0 2011-08. Lorsque le constructeur de dispositifs spécifie un conducteur avec une plus grande section, celui-ci doit être utilisé ;
   - pour les enveloppes avec ventilation naturelle, la section des ouvertures de sortie d'air est égale à au moins 1,1 fois la section des ouvertures d'entrée d'air ;
   - il n'y a pas plus de trois séparations horizontales dans l'ensemble ou une section d'un ensemble ;
   - pour les enveloppes avec compartiments et ventilation naturelle, la section des ouvertures de ventilation dans chaque séparation horizontale est égale à au moins 50 % de la section horizontale du compartiment.

[7] Avec les disjoncteurs boîtier moulé Tmax T et Tmax XT et les disjoncteurs à conception ouverte Emax et Emax X1, la valeur doit être la suivante : Inc ≤ 80 %In.
[8] Voir Annexe H de l'IEC 61439-1 (Édition 2.0 2011-08) pour :
- exemples de la manière dont vous pouvez corréler la norme avec les conditions à l'intérieur de l'enveloppe
- la relation entre le courant de service des conducteurs en cuivre et la perte de puissance dans des conditions idéales à l'intérieur de l'enveloppe.

[9] Avec les disjoncteurs boîtier moulé Tmax T et Tmax XT et les disjoncteurs à conception ouverte Emax et Emax X1, la valeur doit être la suivante : Inc ≤ 80 %In.
[10] Voir Annexe H de l'IEC 61439-1 (Édition 2.0 2011-08) pour :
- exemples de la manière dont vous pouvez corréler la norme avec les conditions à l'intérieur de l'enveloppe
- la relation entre le courant de service des conducteurs en cuivre et la perte de puissance dans des conditions idéales à l'intérieur de l'enveloppe.

Figure 7.2

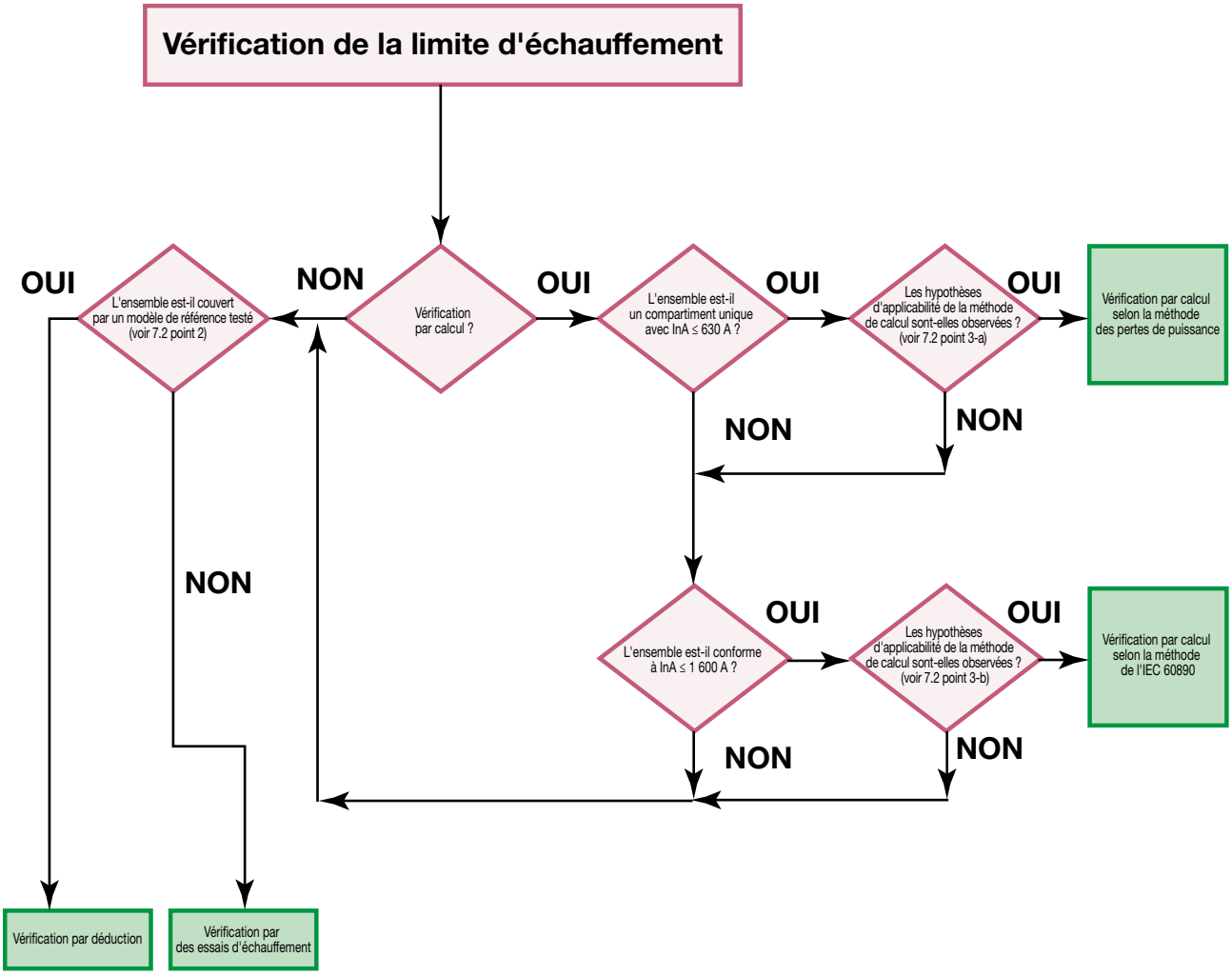


A l'aide des méthodes de calcul, il est possible de vérifier la conformité avec les limites d'échauffement des :
- ensembles à un compartiment avec des courants assignés ne dépassant pas 630 A, par méthode de puissance
- ensembles avec courant assigné ne dépassant pas 1600 A, à l'aide de l'IEC TR 60890.

La vérification de l'échauffement peut être effectuée au moyen d'un essai de type ou par comparaison avec un modèle de référence testé, sans limites concernant le courant assigné de l'ensemble.

Le choix de la méthode de calcul pour la vérification de l'échauffement, comme alternative à l'essai thermique ou à la vérification par dérivation, peut être résumé à l'aide de l'organigramme suivant :

Figure 7.3



7.3 Calcul d'échauffements conformément à la norme IEC TR 60890

La Figure 7.4 illustre les différentes méthodes d'installation prises en considération dans la norme IEC TR 60890.

Calcul des puissances générées par les différents composants et dissipées dans l'ensemble

Le calcul des pertes de puissance signalées dans les configurations illustrées a lieu en tenant compte des puissances efficaces dissipées par les différents composants.

Disjoncteurs

Etant donné les pertes de puissance au courant assigné (In) indiquées dans les tableaux suivants et le courant qui circule réellement dans les disjoncteurs (Ib), il est possible de calculer les pertes de puissance efficaces des équipements :

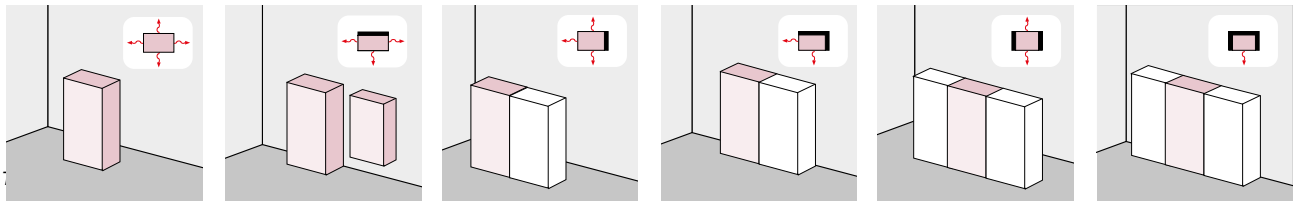
$$P(I_b) = P(I_n)\left(\frac{I_b}{I_n}\right)^2$$

Les valeurs ainsi obtenues doivent être augmentées par un facteur selon le type de disjoncteur.
Ce coefficient est utilisé pour tenir compte des connexions qui transportent du courant jusqu'aux disjoncteurs.

Tableau 7.2

Type de disjoncteur	Disjoncteurs à conception ouverte et boîtier moulé de grande taille (T7)	Disjoncteurs boîtier moulé	Disjoncteurs modulaires
Coefficient d'augmentation (C)	1.3	1.5	2

Figure 7.4



Separate enclosure exposed on all sides | Separate enclosure wall-mounted assembly | First or last enclosure exposed | First or last enclosure wall-mounted assembly | Central enclosure exposed | Central enclosure wall-mounted assembly

Pertes de puissance - Disjoncteurs à conception ouverte

Emax 2 E1.2÷E6.2

Perte de puissance totale (3/4 pôles) [W]

	E1.2B/C/N		E2.2B/N/S/H		E4.2N/N/S/H/V		E6.2H/V/X	
Iu [A]	F	W	F	W	F	W	F	W
630	31	62						
800	50	100	34	72				
1000	78	156	53	113				
1250	122	244	83	176				
1600	201	400	136	288				
2000			212	450				
2500			267	550				
3200					425	743		
4000					465	900	309	544
5000							483	850
6300							767	1550

F : fixe - W : withdrawable (débrochable)

Les pertes de puissance sont mesurées selon la norme de produit IEC 60947. Les valeurs indiquées dans le tableau font référence à la puissance totale pour les disjoncteurs à 3 et 4 pôles avec charge équilibrée et un flux de courant égal à la puissance continue assignée « Iu » à 50/60 Hz.

Tableau 7.5

Pertes de puissance - Disjoncteurs boîtier moulé

Tmax XT

Perte de puissance totale (3/4 pôles) [W]

Unité de déclenchement	In [A]	XT1		XT2		XT3		XT4	
		F	P	F	P/W	F	P	F	P/W
TMD TMA TMG MF MA	1.6			6.00	7.2				
	2			7.2	8.4				
	2.5			7.5	8.4				
	3			8.4	9.6				
	4			7.5	8.4				
	6.3			9.9	11.7				
	8			7.8	9				
	10			8.7	10.2				
	12.5			3	3.6				
	16	4.5	4.8	3.9	4.5				
	20	5.4	6	4.8	5.7				
	25	6	8.4	6	7.5				
	32	6.3	9.6	7.8	9			7.5	7.8
	40	7.8	13.8	11.1	13.2			7.8	8.1
	50	11.1	15	12.3	14.1			8.1	8.4
	63	12.9	18	14.4	17.1	12.9	15.3	15.9	17.1
	80	14.4	21.6	17.4	20.4	14.4	17.4	16.5	18.3
	100	21	30	24.3	28.5	16.8	20.4	18.6	21.6
	125	32.1	44.1	34.2	42	19.8	23.7	22.2	27
	160	45		48.3	57	23.7	28.5	26.7	32.4
	200					39.6	47.4	35.7	44.7
	250					53.4	64.2	49.2	63.3
Ekip LS/I	10			0.3	0.3				
Ekip I	25			2.4	2.7				
Ekip LSI	40							1.8	2.1
Ekip LSIG	63			5.1	6.3			4.2	5.4
Ekip E-LSIG	100			12.6	15.6			10.5	13.5
Ekip M-LRIU	160			32.4	40.2			26.7	34.5
Ekip M-LIU Ekip N-LS/I Ekip G-LS/I	250							49.2	68.1

F : fixe - W : withdrawable (débrochable) - P : plug-in (déconnectable sur socle)

Tableau 7.6

Tmax

Perte de puissance totale (3/4 pôles) [W]

Unité de déclenchement	In [A]	T4		T5		T6		T7 S,H,L		T7 V		T7X
		F	P/W	F	P/W	F	W	F	W	F	W	F
TMF TMD TMA MA MF	1											
	1.6											
	2											
	2.5											
	3.2											
	4											
	5											
	6.3											
	8											
	10											
	12.5											
	16											
	20	10.8	10.8									
	25											
	32	11.1	11.1									
	40											
	50	11.7	12.3									
	63											
	80	13.8	15									
	100	15.6	17.4									
	125	18.6	21.6									
	160	22.2	27									
	200	29.7	37.2									
	250	41.1	52.8									
	320			40.8	62.7							
	400			58.5	93							
	500			86.4	110.1							
	630					92.8	117					
	800					93	118.8					
PR221 PR222 PR223 PR231 PR232 PR331 PR332	10											
	25											
	63											
	100	5.1	6.9									
	160	13.2	18									
	250	32.1	43.8									
	320	52.8	72	31.8	53.7							
	400			49.5	84			15	27	24	36	
	630			123	160.8	90	115.5	36	66	60	90	
	800					96	124.9	57.9	105.9	96	144	105
	1000					150		90	165	150	225	
	1250							141	258	234.9	351.9	
	1600							231	423			

F : fixe - W : withdrawable (débrochable) - P : plug-in (déconnectable sur socle)

Jeux de barres de distribution
Les jeux de barres présents dans la colonne en cours d'examen doivent être considérés lors du calcul de la perte de puissance.
La longueur peut être obtenue de manière approximative en vérifiant l'avant du tableau.

La puissance dissipée par les jeux de barres peut être obtenue avec l'équation suivante :

$$P(I_b) = P(I_n)\left(\frac{I_b}{I_n}\right)^2 \cdot L_{tratto} \cdot 3$$

où :
- P (I_n) est la perte de puissance par unité de longueur au courant assigné et sa valeur peut être obtenue à partir du Tableau B.3 de la norme IEC TR 60890 Édition 2.0 indiquée ci-après ou dans le catalogue du constructeur ;
- ($L_{section}$ 3) est la longueur de la section de barre qui passe par la colonne considérée, multipliée par 3 car le circuit est triphasé.

Tableau B.3 - Courant d'emploi et perte de puissance des barres en cuivre nues avec section rectangulaire, installées horizontalement et agencées avec leur face la plus grande à la verticale (température ambiante à l'intérieur de l'enveloppe : 55 °C, température du conducteur 70 °C)

Tableau 7.7

Hauteur x épaisseur des barres	Section de barre	Une barre par phase			Deux barres par phase (espace = épaisseur des barres)		
		k_3	Courant admissible	Puissance dissipée par conducteur de phase P_v	k_3	Courant admissible	Puissance dissipée par conducteur de phase P_v
mm × mm	mm^2		A	W/m		A	W/m
12 × 2	23,5	1,00	70	4,5	1,01	118	6,4
15 × 2	29,5	1,00	83	5,0	1,01	138	7,0
15 × 3	44,5	1,01	105	5,4	1,02	183	8,3
20 × 2	39,5	1,01	105	6,1	1,01	172	8,1
20 × 3	59,5	1,01	133	6,4	1,02	226	9,4
20 × 5	99,1	1,02	178	7,0	1,04	325	11,9
20 × 10	199	1,03	278	8,5	1,07	536	16,6
25 × 5	124	1,02	213	8,0	1,05	381	13,2
30 × 5	149	1,03	246	9,0	1,06	437	14,5
30 × 10	299	1,05	372	10,4	1,11	689	18,9
40 × 5	199	1,03	313	10,9	1,07	543	17,0
40 × 10	399	1,07	465	12,4	1,15	839	21,7
50 × 5	249	1,04	379	12,9	1,09	646	19,6
50 × 10	499	1,08	554	14,2	1,18	982	24,4
60 × 5	299	1,05	447	15,0	1,10	748	22,0
60 × 10	599	1,10	640	16,1	1,21	1118	27,1
80 × 5	399	1,07	575	19,0	1,13	943	27,0
80 × 10	799	1,13	806	19,7	1,27	1372	32,0
100 × 5	499	1,10	702	23,3	1,17	1125	31,8
100 × 10	999	1,17	969	23,5	1,33	1612	37,1
120 × 10	1200	1,21	1131	27,6	1,41	1859	43,5

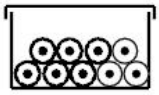
Câbles d'ensemble entrants et sortants
La perte de puissance de la section de câble qui entre dans l'ensemble doit être calculée séparément.
La longueur variable de cette section entraîne une puissance négligeable dans certains cas, ou décisive dans d'autres pour le calcul correct de la perte de puissance à l'intérieur de l'ensemble.
Leur perte de puissance peut être déterminée avec l'équation suivante :

$$P(I_b) = P(I_n)\left(\frac{I_b}{I_n}\right)^2 \cdot L_{tratto} \cdot 3$$

où :
- $P(I_n)$ est la perte de puissance par unité de longueur au courant assigné et sa valeur peut être obtenue à partir du Tableau B.1 de la norme IEC TR 60890 Édition 2.0 (voir Tableau 7.7) ou dans le catalogue du constructeur ;
- ($L_{section}$ 3) est la longueur de la section de câble à l'intérieur de l'ensemble ou à l'intérieur de la colonne étudiée, multipliée par 3 car le circuit est triphasé ; cette longueur peut être déterminée approximativement au moyen de l'inspection de l'avant du tableau.

Le courant d'emploi et la perte de puissance des câbles en cuivre à noyau unique avec une température de conducteur admissible de 70 °C (température ambiante à l'intérieur de l'enveloppe : 55 °C)

Tableau 7.8

Disposition du conducteur		 Câbles mono-conducteurs dans une goulotte de câbles sur un mur, cheminant horizontalement. 6 câbles (2 circuits triphasés) chargés en continu		Câbles mono-conducteurs exposés à l'air libre ou placés sur un chemin de câbles perforé. 6 câbles (2 circuits triphasés) chargés en continu		Espace au moins une fois le diamètre du câble Câbles mono-conducteurs placés horizontalement et séparés à l'air libre	
Section du conducteur	Résistance du conducteur à 20 ° C, R_{20} [a]	Courant admissible maximal I_{max} [b]	Puissance dissipée par conducteur P_v	Courant admissible maximal I_{max} [c]	Puissance dissipée par conducteur P_v	Courant admissible maximal I_{max} [d]	Puissance dissipée par conducteur P_v
mm²	mΩ/m	A	W/m	A	W/m	A	W/m
1,5	12,1	8	0,8	9	1,3	15	3,2
2,5	7,41	10	0,9	13	1,5	21	3,7
4	4,61	14	1,0	18	1,7	28	4,2
6	3,08	18	1,1	23	2,0	36	4,7
10	1,83	24	1,3	32	2,3	50	5,4
16	1,15	33	1,5	44	2,7	67	6,2
25	0,727	43	1,6	59	3,0	89	6,9
35	0,524	54	1,8	74	3,4	110	7,7
50	0,387	65	2,0	90	3,7	134	8,3
70	0,268	83	2,2	116	4,3	171	9,4
95	0,193	101	2,4	142	4,7	208	10,0
120	0,153	117	2,5	165	5,0	242	10,7
150	0,124			191	5,4	278	11,5
185	0,099 1			220	5,7	318	12,0
240	0,075 4			260	6,1	375	12,7

[a] Valeurs de la CEI 60228:2004, Tableau 2 (conducteurs à âmes câblées)

[b] Courant admissible I_{30} pour un circuit triphasé de la CEI 60364-5-52:2009, Tableau B.52.4, col. 4 (Méthode d'installation: point 6 du Tableau B.52.3). k_2=0,8 (point 1 du Tableau B.52.17, deux circuits)

[c] Courant admissible I_{30} pour un circuit triphasé de la CEI 60364-5-52:2009, Tableau B.52.10, col. 5 (Méthode d'installation: Point F dans le Tableau B.52.1). Valeurs pour les sections inférieures à 25 mm² calculées suivant l'Annexe D de la CEI 60364-5-52. k_2 = 0,88 (point 4 du Tableau B.52.17, deux circuits)

[d] Courant admissible I_{30} pour un circuit triphasé de la CEI 60364-5-52:2009, Tableau B.52.10, col. 7 (Méthode d'installation: point G dans le Tableau B.52.1). Valeurs pour les sections inférieures à 25 mm² calculées suivant l'Annexe D de la CEI 60364-5-52. (k_2 = 1)

Pour les pertes de puissance à d'autres températures ambiantes à l'intérieur de l'ENVELOPPE, voir Annexe B et Tableau B.2 de l'IEC TR 60890, Édition 2.0.

Calcul de l'échauffement
La valeur de l'échauffement à l'intérieur de l'ensemble peut être calculée au moyen des outils logiciels ABB, ex. : e-Design.

Les paramètres requis par le logiciel sont les suivants :
- dimensions linéaires de l'ensemble (hauteur, longueur, largeur) ;
- méthodes d'installation (séparé et exposé, séparé avec montage mural, etc.) ;
- surface d'entrée d'air ; (la norme IEC TR 60890 prescrit une sortie d'air avec surface au moins égale à 1,1 fois la zone d'admission, sinon la zone d'admission doit être réduite de 10 % par rapport à actuellement) ;
- température ambiante ;
- nombre de séparations horizontales ;
- perte de puissance totale.

On utilise la même méthode ou le même outil pour calculer la température ambiante à mi-hauteur et en haut de l'ensemble à construire.

À ce stade, lorsque la carte thermique de l'intérieur de l'ensemble de bas en haut a été établie, si la température de chaque dispositif intégré au point fixe reste égale ou inférieure à la température admissible, qui est définie par le constructeur, tout l'ensemble doit être considéré comme vérifié avec succès.
De plus, pour les dispositifs de commutation ou les composants électriques des circuits principaux, et en particulier pour les disjoncteurs boîtier moulé et à conception ouverte BT d'ABB, la condition suivante doit être satisfaite :
$I_{nc} \leq 80\ \%I_n$
où :
I_{nc} : courant assigné du circuit de l'ensemble à vérifier ;
I_n : courant assigné à l'air libre du disjoncteur BT.

Note
A partir de la conformité d'un ensemble à la norme IEC TR 60890, d'autres agencements peuvent être dérivés au moyen d'analyses et de déductions physiques de nature prudente. Ces agencements peuvent être acceptés si :
- ils utilisent une structure avec des dimensions linéaires supérieures ;
- ils sont positionnés dans un environnement à air conditionné avec température ambiante moyenne ≤ 35 °C ;
- ils utilisent une méthode d'installation qui permet une meilleure ventilation de l'ensemble ;
- ils utilisent un dispositif pour la ventilation forcée de l'ensemble.

Si nécessaire, ces paramètres peuvent être insérés dans le calcul d'échauffement de manière à pouvoir établir une carte thermique précise de l'ensemble.

D'autre part, les différents degrés de protection et les différentes formes de séparation ne peuvent pas être pris en compte pour obtenir des valeurs de température inférieures.

8 Vérification des performances dans des conditions de court-circuit

L'ensemble doit être construit de manière à résister aux contraintes thermiques et dynamiques dérivant du courant de court-circuit jusqu'aux valeurs assignées. De plus, l'ensemble peut être protégé contre les courants de court-circuit au moyen de disjoncteurs automatiques ou de fusibles qui peuvent être installés dans l'ensemble ou de son côté alimentation.

Lors de la commande, l'utilisateur doit définir les conditions de court-circuit sur le lieu d'installation.

Ce chapitre prend en considération les aspects suivants :
- si une vérification de la tenue aux courts-circuits est requise ;
- l'adaptabilité d'un ensemble pour une installation sur la base du courant de court-circuit présumé dans l'installation et des caractéristiques de court-circuit de l'ensemble ;
- l'adaptabilité d'un système de jeux de barres sur la base du courant de court-circuit et des dispositifs de protection ;
- vérification de la tenue aux courts-circuits conformément à l'IEC 61439-1.

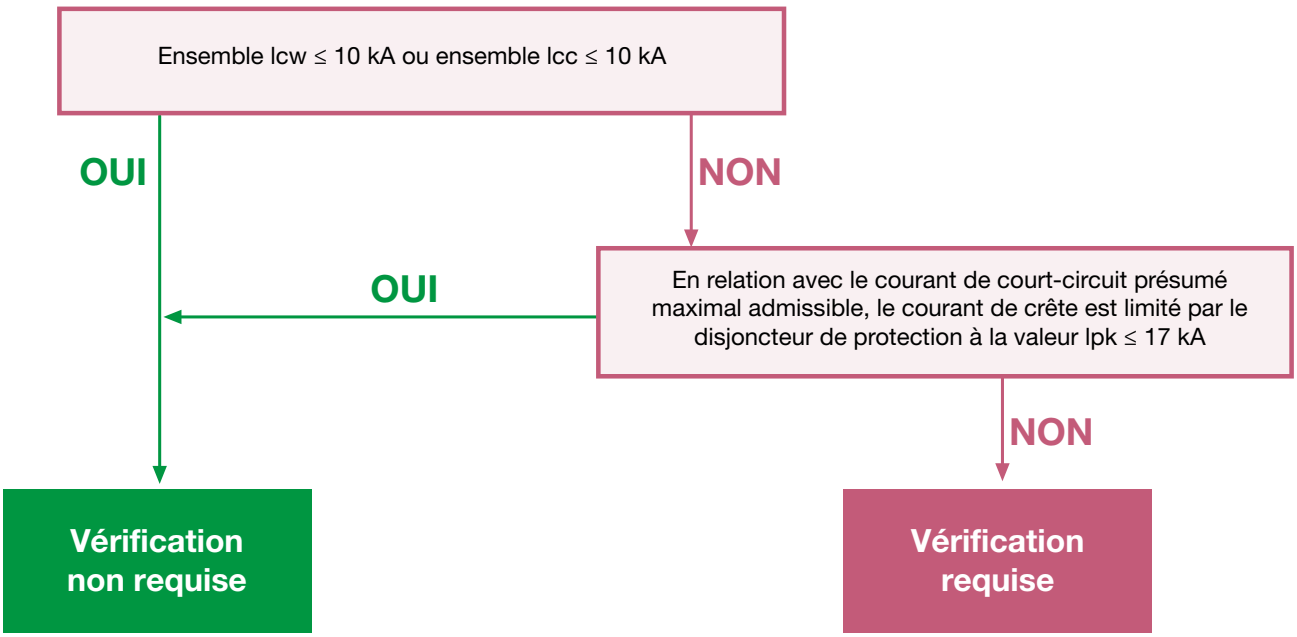
8.1 Vérification de la tenue aux courts-circuits

La vérification de la tenue aux courts-circuits est abordée dans la nouvelle édition des normes IEC 61439-1 et 2 ; ces normes spécifient, en particulier, quand la vérification doit être effectuée et les différents types.
Une vérification de la tenue aux courts-circuits n'est pas nécessaire dans les cas suivants :
- pour les ensembles ayant un courant de courte durée admissible ou un courant assigné de court-circuit conditionnel ne dépassant pas 10 kA (valeur efficace) ;
- pour les ensembles, ou circuits d'ensembles, protégés par des dispositifs limiteurs de courant avec un courant de coupure ne dépassant pas 17 kA, en correspondance avec le courant de court-circuit présumé maximal admissible aux bornes du circuit entrant de l'ensemble ;
- pour les circuits auxiliaires des ensembles destinés à être reliés à des transformateurs dont la puissance assignée ne dépasse pas 10 kVA pour une tension secondaire assignée de minimum 110 V, ou 1.6 kVA pour une tension secondaire assignée de minimum 110 V, et dont l'impédance de court-circuit dans les deux cas n'est pas inférieure à 4 %.

Tous les autres circuits doivent être vérifiés.

La nécessité de vérifier la tenue aux courts-circuits peut être résumée comme suit :

Figure 8.1



Concernant les détails relatifs à l'exécution de l'essai de court-circuit, il doit être fait directement référence à la norme IEC 61439-1.

Le tableau suivant montre, pour les différents dispositifs de protection et pour les tensions d'installation les plus courantes, les valeurs qui représentent approximativement le courant de court-circuit présumé maximum en [kA], de manière à ce que le courant de crête limité ne dépasse pas 17 kA, l'essai de tenue aux courts-circuits n'étant alors pas effectué dans ce cas.
La valeur de court-circuit indiquée dans le tableau ci-dessus doit être comparée avec la capacité de coupure du disjoncteur pour les différentes versions disponibles.

Tableau 8.1

Disjoncteur		Tension assignée de l'installation			
Typologie	Courant nominal In [A]	230Vca	415Vca	500Vca	690Vca
S200	≤63	20	10	-	-
S200M	≤63	25	15	-	-
S200P	≤25	40	25	-	-
S200P	32-63	25	15	-	-
S800	≤125	50	50	15(In≤80 A) 10(In≤80 A)	6(In≤80 A) 4.5(In≤80 A)
S290	≤125	25	15	-	-
T4	20	200	200	150	80
T4	32-50	200	200	150	55
T4	80	200	100	48	32
T4	100-320	200	24	21	19
T5/T6/T7	320-1600	10	10	10	10
XT1	16-32	100	70	50 (In ≤ 20 A) 30 (25 A ≤ In ≤ 32 A)	10
XT1	40-50	65	60	24	10
XT1	63-160	40	36	24	10
XT2	1.6-50	200 (In ≤ 32 A) 50 (40 ≤ In ≤ 50)	150 (In ≤ 20 A) 100 (In = 25 A) 40 (32 ≤ In ≤ 50)	70 (In ≤ 25 A) 50 (32 ≤ In ≤ 50)	20
XT2	63	50	30	36	20
XT2	80-160	33	30	36	20
XT3	63	85	25	22	6
XT3	80	50	25	22	6
XT3	100	30	22	20	6
XT3	125-160	25	20 (In=125 A) 18 (In=160 A)	18	6
XT3	200-250	22	18	17 (In=200 A) 16 (In= 250 A)	6
XT4	16-32	200	150 (In ≤ 25 A) 90 (In=32 A)	70 (In ≤ 25 A) 36 (In=32 A)	25
XT4	40-50	50	30	20	25
XT4	63-80	30	22	20	20
XT4	100-160	22	20	20	20
XT4	200-250	22	20	18	20

8.2 Courant de court-circuit et adaptabilité de l'ensemble à l'installation

La vérification de la tenue du courant aux courts-circuits est principalement basée sur deux paramètres de l'ensemble, qui sont :
- Courant assigné de courte durée admissible I_{cw} ;
- Courant assigné de court-circuit conditionnel I_{cc}.

Selon une de ces deux valeurs, il est possible de définir si l'ensemble peut être installé dans un lieu déterminé de l'installation.

Il faut vérifier (si nécessaire par des mesures complémentaires) si les capacités de coupure des équipements à l'intérieur de l'ensemble sont compatibles avec les valeurs de courant de court-circuit de l'installation.

Le courant de tenue assigné de courte durée I_{cw} est la valeur efficace du courant relatif à l'essai de court-circuit pendant 1 s sans ouverture des protections, déclarée par le constructeur d'ensembles, à laquelle l'ensemble peut résister sans dommages dans les conditions spécifiées, définies en termes de courant et de temps. Différentes valeurs Icw peuvent être assignées à un ensemble pour différentes durées (ex. : 0.2 s ; 1 s ; 3 s).

A partir de l'essai (si réussi) qui permet de définir la valeur I_{cw}, il est possible d'obtenir l'énergie passante spécifique (I^2t) à laquelle l'ensemble peut résister (cette relation est valide en présumant un phénomène adiabatique qui ne peut pas dépasser 3 secondes) :

$$I^2t = I_{cw}^{\ 2} \cdot t \text{ (généralement t = 1s).}$$

La norme définit également le courant de crête assigné admissible I_{pk} comme la valeur de courant de crête de court-circuit, définie par le constructeur d'ensembles, qui peut être transportée par l'ensemble lui-même dans des conditions spécifiées. La valeur de crête actuelle pour déterminer les contraintes électrodynamiques doit être obtenue en multipliant le courant de courte durée par le facteur « n » conformément au Tableau 7 de la norme IEC 61439-1. Les valeurs du facteur « n » sont indiquées dans le tableau 8.2.

$$I_{pk} = I_{cw} \cdot n$$

Tableau 8.2

Valeur efficace du court-circuit (en kA)	cosφ	n
I ≤ 5	0.7	1.5
5 < I ≤ 10	0.5	1.7
10 < I ≤ 20	0.3	2
20 < I ≤ 50	0.25	2.1
50 < I	0.2	2.2

Les valeurs figurant dans ce tableau tiennent compte de la majorité des applications. Dans certaines zones, ex. : à proximité de transformateurs ou générateurs, le facteur de puissance peut prendre des valeurs inférieures et par conséquent, dans ces zones, la valeur de crête maximale du courant présumé peut devenir le facteur de limitation, au lieu de la valeur efficace du courant de court-circuit.

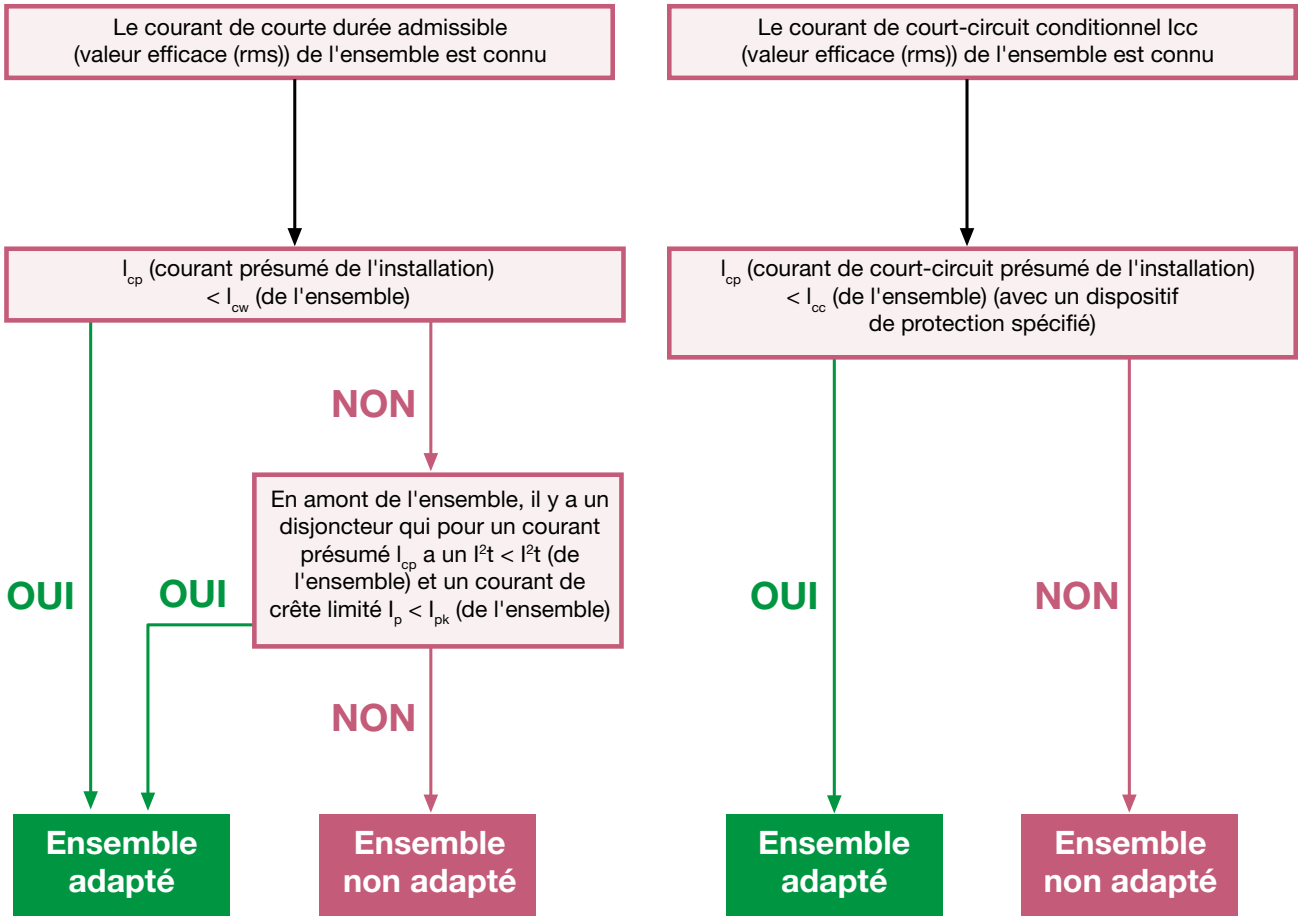
Le courant assigné de court-circuit conditionnel I_{cc} est la valeur du courant de court-circuit présumé, déclarée par le constructeur d'ensembles, à laquelle l'ensemble peut résister pendant le temps de fonctionnement total (temps de coupure) du dispositif de protection contre les courts-circuits dans les conditions spécifiées.
Le courant assigné de court-circuit conditionnel I_{cc} doit être égal ou supérieur à la valeur efficace présumée du courant de court-circuit (I_{cp}) pour une durée limitée par le fonctionnement du dispositif de protection contre les courts-circuits qui protège l'ensemble (ou un circuit de l'ensemble).

A l'aide des valeurs I_{cw} ou I_{cc} et du courant de court-circuit présumé de l'installation, il est possible de définir si l'ensemble peut être installé dans l'installation.

Les diagrammes suivants indiquent la méthode permettant de déterminer la compatibilité de l'ensemble avec l'installation[1]

[1] *Il faut vérifier si les capacités de coupure des équipements à l'intérieur de l'ensemble sont compatibles avec les valeurs de courant de court-circuit de l'installation.*

Figure 8.2



Exemple
Données de l'installation existante :
V_n = 400 V
f_n = 50 Hz
I_{cp} = 35 kA

Si on suppose avoir, dans une installation existante, un ensemble avec une valeur I_{cw} égale à 35 kA et ceci, sur le lieu d'installation de l'installation, le courant de court-circuit présumé est égal à 35 kA.

Si l'on décide maintenant d'augmenter la puissance de l'installation et que la valeur de court-circuit augmente jusqu'à 60 kA.

Données de l'installation après l'augmentation de puissance :
U_n = 400 V
f_n = 50 Hz
I_{cp} = 60 kA

Comme la valeur I_{cw} de l'ensemble est inférieure au courant de court-circuit de l'installation, pour vérifier si l'ensemble existant est encore compatible, il est nécessaire de :
- déterminer les valeurs de I^2t et Ip traversées par le disjoncteur du côté alimentation de l'ensemble ;
- vérifier que les dispositifs de protection positionnés à l'intérieur de l'ensemble ont la capacité de coupure adéquate, individuellement ou de secours.

I_{cw} = 35 kA dont :
- $I^2t_{\ ensemble} = 35^2 x1 = 1225\ MA^2s$;
- $I_{pk\ ensemble}$ = 35 x 2,1 = 73.5 kA (voir Tableau 8.2).

Si on suppose que du côté alimentation de l'ensemble, un nouveau disjoncteur boîtier moulé Tmax T5H (Icu=70 kA à 415 V) est installé :
- $I^2t_{\ CB} < 4\ MA^2s$;
- $I_{p\ CB} < 40$ kA.

car :
- $I^2t_{\ ensemble} > I^2t_{\ CB}$
- $I_{pk\ ensemble} > I_{p\ CB}$

L'ensemble (structure et système de jeu de barres) semble approprié.

Concernant les disjoncteurs positionnés à l'intérieur de l'ensemble, supposons qu'il s'agit de disjoncteurs boîtier moulé de type Tmax XT1, XT2, XT3 version N avec Icu=36 kA à 415 V.

A partir des tableaux de sauvegarde, on peut noter que les disjoncteurs à l'intérieur de l'ensemble sont adaptés à l'installation car leur capacité de coupure est augmentée à 65 kA par le disjoncteur T5H côté alimentation.

8.3 Choix du système de distribution en relation avec la tenue aux courts-circuits

Le dimensionnement du système de distribution de l'ensemble est effectué en tenant compte du courant assigné le traversant et du courant de court-circuit présumé de l'installation.

Le constructeur fournit généralement des tableaux qui permettent de choisir la section des jeux de barres en fonction du courant assigné et qui donnent les distances d'installation des supports de barres pour garantir la tenue aux courts-circuits.

Le catalogue technique ABB « System pro *E* power - Nouveaux tableaux de distribution principale jusqu'à 6300 A » décrit les systèmes de distribution qui peuvent être utilisés à l'intérieur des ensembles System pro *E* power. Il s'agit de ce qui suit :

jeu de barres avec section profilée jusqu'à :
- 2500 A (IP65) ;
- 2860 A (IP31).

jeu de barres plates en cuivre jusqu'à :
- 4000 A (IP65) ;
- 6300 A (IP31).

jeu de barres Cuponal jusqu'à :
- 3200 A (IP65 et IP31)

barres flexibles jusqu'à :
- 1250 A (IP65) ;
- 1515 A (IP31).

Système de câblage Unifix jusqu'à 400 A ;
bâtis de distribution jusqu'à 400 A.

Pour sélectionner le système de distribution compatible avec les données de court-circuit de l'installation, il faut procéder comme suit :

- **Si les dispositifs de protection positionnés du côté alimentation du système de distribution sont connus**

à partir de la valeur Icw du système de distribution, on obtient ce qui suit :

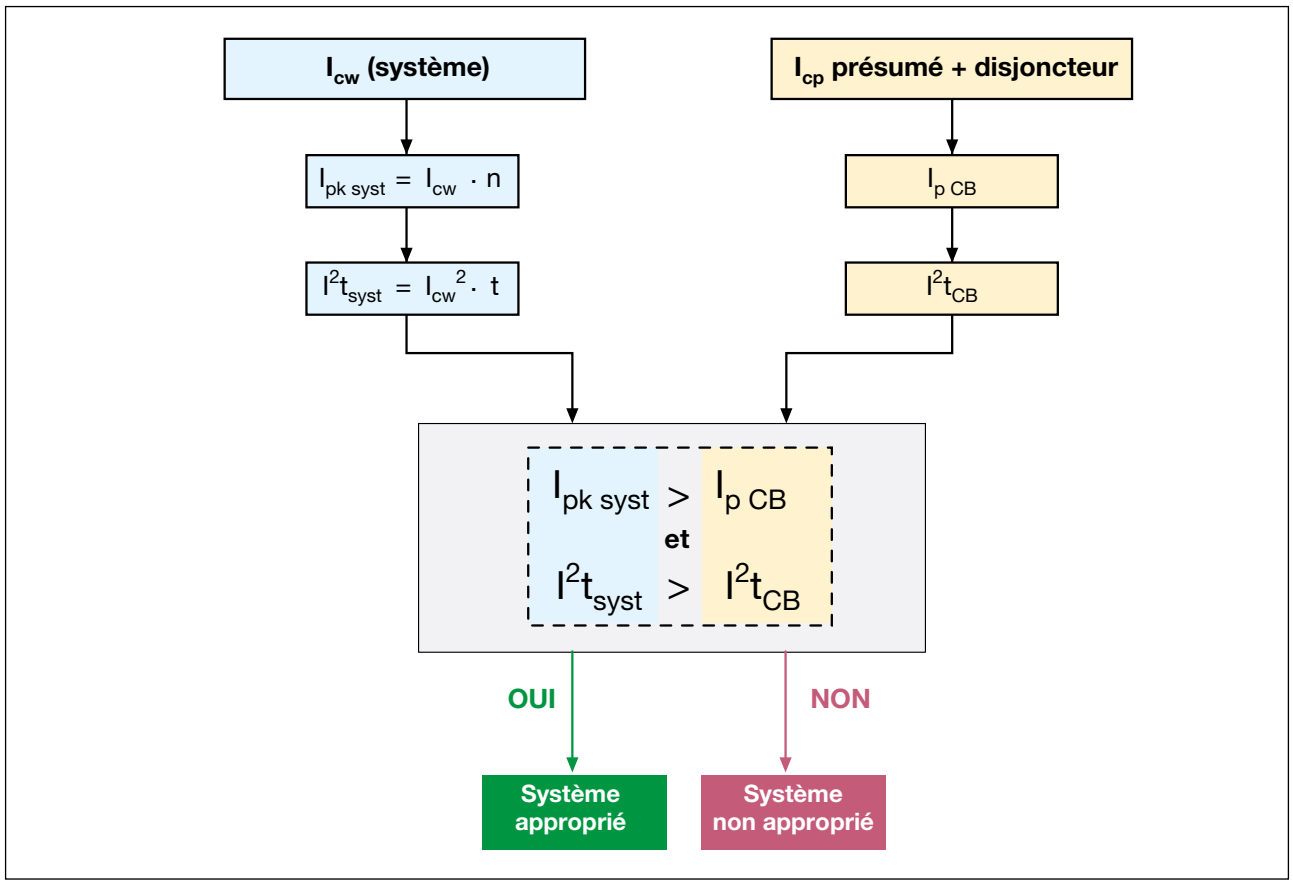
- $I_{pk\ syst} = I_{cw} \cdot n$
  (où n est le facteur dérivé du Tableau 8.2)
- $I^2t_{syst} = I_{cw}^2 \cdot t$
  (où t est égal à 1 s).

Correspondance In avec la valeur du courant de court-circuit présumé de l'installation, ce qui suit est déterminé :

- la valeur du courant de crête limitée par le disjoncteur $I_{p\ CB}$;
- l'énergie spécifique traversée par le disjoncteur I^2t_{CB}

Si $I_{p\ CB} < I_{pk\ syst}$ et $I^2t_{CB} < I^2t_{syst}$, le système de distribution est alors adapté.

Figure 8.3



Exemple
Données de l'installation :
U_n=400 V
f_n=50 Hz
I_{cp}=65 kA

En supposant qu'un système de jeu de barres 400 A avec section profilée est nécessaire.
Selon le catalogue publié par ABB « System pro *E* power - Nouveaux tableaux de distribution principale jusqu'à 6300 A », un choix possible peut être :
PBSC0400 avec In 400 A (IP65) Icw=25 kA.

Si on suppose qu'un disjoncteur boîtier moulé Tmax T5H400 In 400 est positionné du côté alimentation du jeu de barres, à partir de I_{cw} du jeu de barres, on obtient ce qui suit :
- $I_{pk\ sist} = I_{cw} \cdot 2.1 = 52.5$ [kA]
- $I^2t_{sist} = I_{cw}^2 \cdot t = 25^2 \cdot 1 = 625$ [(kA)^{2}s]

A partir des courbes limitatrices de courant et des courbes d'énergie résiduelle transitoire du disjoncteur T5H400 In 400, sur un courant de court-circuit présumé I_{cp} égal à 65 kA, on obtient les valeurs suivantes :
- $I_{p\ CB} < 40$ kA
- $I^2t_{CB} < 4$ [(kA)^{2}s]

Car :
- $I_{p\ CB} < I_{pk\ syst}$
- $I^2t_{CB} < I^2t_{syst}$

le système de jeu de barres est adapté à l'installation.

- **Si les dispositifs de protection positionnés du côté alimentation du système de distribution considéré ne sont pas connus, il doit être nécessaire de vérifier que :**

I_{cp} (courant présumé) < I_{cw} (système de distribution)

Sections de conducteur du côté alimentation du dispositif
La norme IEC 61439-1 indique qu'à l'intérieur d'un ensemble, les conducteurs (barres de distribution incluses) placés entre les principales barres et le côté alimentation des unités fonctionnelles individuelles (ainsi que les composants représentant ces unités) peuvent être dimensionnés sur la base des contraintes de court-circuit réduites générées du côté charge du dispositif de protection contre les courts-circuits de l'unité.

Ceci peut être possible si les conducteurs sont agencés de sorte que, dans des conditions de service normales, le court-circuit interne entre les phases et/ou entre les phases et la terre doit être considéré comme une possibilité distante ; il est préférable pour ces conducteurs d'être de construction solide et rigide.

Par exemple, la norme dans le Tableau 4 (voir Tableau 8.3 de ce document), indique les exigences relatives au type de conducteur et à l'installation pour lesquelles l'installation qui permet l'hypothèse distante d'un court-circuit entre les phases et/ou entre les phases et la terre, peut être considérée comme une possibilité distante.

Si ces conditions existent ou si un court-circuit interne peut être considéré comme une hypothèse distante, la procédure décrite ci-dessus peut être utilisée pour vérifier l'adaptabilité du système de distribution aux conditions de court-circuit, lorsqu'elles sont déterminées conformément aux caractéristiques du disjoncteur positionné du côté charge des jeux de barres.

Tableau 8.3

Type de conducteur	Exigences
Conducteurs nus ou conducteurs à noyau unique avec isolation de base, ex. : câbles selon la norme IEC 60227-3.	Tout contact mutuel ou contact avec des pièces conductrices doit être évité, par exemple avec des entretoises.
Conducteurs à noyau unique avec isolation de base et température de service de conducteur maximale admissible d'au moins 90 °C, par exemple, câbles conformément à la norme IEC 60245-3, ou câbles isolés thermoplastiques (PVC) et résistants à la chaleur conformément à la norme IEC 60227-3.	Tout contact mutuel ou contact avec des pièces conductrices est autorisé lorsqu'aucune pression externe n'est appliquée. Tout contact avec des arêtes vives doit être évité. Ces conducteurs peuvent uniquement être chargés si une température de service de 80 % de la température de service de conducteur maximale admissible n'est pas dépassée.
Conducteurs avec une isolation de base, ex. : câbles selon la norme IEC 60227-3, dotés d'une isolation secondaire supplémentaire, ex. : câbles recouverts individuellement avec un manchon rétractable ou câbles guidés individuellement dans des conduits en plastique.	Aucune exigence supplémentaire.
Conducteurs isolés avec un matériau à très haute résistance mécanique, par exemple, isolation ETFE (Ethylène Tétrafluoro Ethylène) ou conducteurs à double isolation avec un blindage extérieur amélioré conçu pour une utilisation jusqu'à 3 kV, par exemple, câbles selon l'IEC 60502.	
Câbles blindés à noyau simple ou multiple, ex. : câbles selon l'IEC 60245-4 ou l'IEC 60227-4.	

Exemple
Données de l'installation :

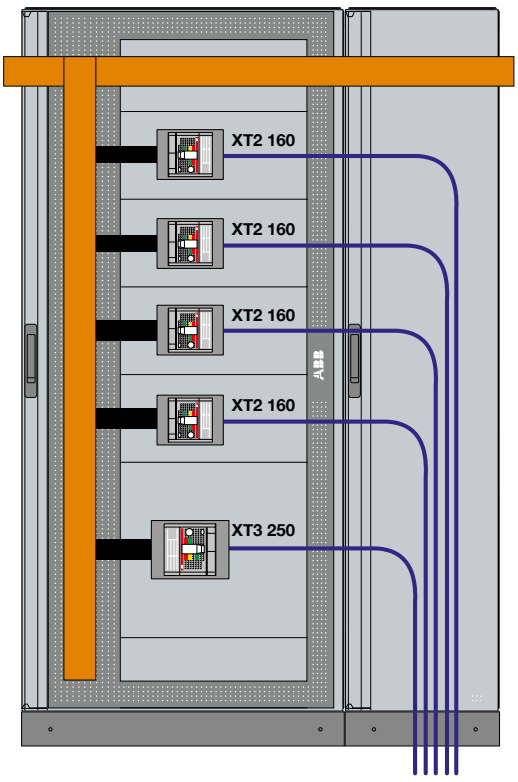
U_n = 400 V
f_n = 50 Hz
I_{cp} = 45 kA

Prendre en considération l'ensemble dans la figure, où les barres de distribution verticales sont dérivées des jeux de barres principaux.
Il s'agit d'un jeu de barres 630 A avec section profilée dans le catalogue « System pro *E* power – Nouveaux tableaux de distribution principale jusqu'à 6300 A » :
In 630, (IP65)
I_{cw} max 35 kA.

Comme il s'agit d'un système rigide avec des entretoises, pour la norme IEC 61439, un court-circuit entre les barres est une possibilité distante. Néanmoins, il est nécessaire de vérifier que les contraintes réduites par les disjoncteurs du côté charge du système sont compatibles avec l'ensemble d'appareillages.

Supposons que les disjoncteurs suivants sont installés dans les compartiments :
Tmax XT3S250
Tmax XT2S160

Figure 8.4



Il faut vérifier que, dans le cas d'un court-circuit sur une sortie, les limitations causées par le disjoncteur sont compatibles avec le système de jeu de barres.
Il faut cependant vérifier que la limitation du disjoncteur moins le courant de crête et l'énergie représente une limite suffisante pour le système de jeu de barres.
Dans notre cas, il s'agit du XT3S In 250.
Nous effectuons ainsi le contrôle de la même manière que dans le paragraphe précédent :

à partir de la valeur I_{cw} du système de jeu de barres, il s'avère que
- $I_{pk\ syst} = I_{cw} \cdot n = 35 \cdot 2.1 = 73.5$ [kA]
- $I^2t_{syst} = I_{cw}^2 \cdot t = 35^2 \cdot 1 = 1225$ [(kA)^{2}s]

A partir de la limite et des courbes d'énergie passante spécifiques de XT3S250 In 250, ce qui suit correspond à un courant de court-circuit présumé Icp de 45 kA :
- $I_{p\ CB} < 30$ kA
- $I^2t_{CB} < 3$ [(kA)^{2}s]

Car :
- $I_{p\ CB} < I_{pk\ syst}$
- $I^2t_{CB} < I^2t_{syst}$

le système de jeux de barres est ainsi compatible avec l'ensemble.

8.4 Vérification de la tenue aux courts-circuits avec vérifications de conception

Eu égard à la tenue aux courts-circuits, la norme IEC 61439-1 accepte la possibilité d'effectuer des vérifications au moyen d'essais, ou par comparaison avec un modèle de référence à l'aide de la liste de contrôles figurant dans le Tableau 13 (voir Tableau 8.4 de ce document) ou par comparaison avec un modèle de référence et par calcul.

Dans la vérification effectuée selon le Tableau 13, l'ensemble à évaluer est comparé à un échantillon représentatif de l'ensemble déjà testé en laboratoire à l'aide de la liste de contrôles dans le Tableau 13.

L'essai est réussi et l'essai de court-circuit n'est pas nécessaire lorsque « OUI » est la réponse à toutes les exigences considérées dans la liste de contrôles.

La réponse « NON » à une ou plusieurs de ces questions implique la vérification de la caractéristique à laquelle fait référence la question au moyen d'un essai ou par comparaison avec le modèle de référence testé et les calculs.

Dans le cas de la vérification par comparaison à l'aide du calcul, l'ensemble à évaluer est comparé à un ensemble déjà testé pour vérifier les principaux circuits conformément à l'Annexe P[11] de l'IEC 61439-1. De plus, chacun des circuits de l'ensemble à évaluer doit répondre aux exigences des points 1, 6, 8, 9 et 10 de la liste de contrôles. Si l'évaluation conformément à l'Annexe P sur la possibilité d'une extrapolation par rapport à l'ensemble testé échoue ou si l'un des points listés ci-dessus n'est pas satisfait, l'ensemble et ses circuits doivent alors être vérifiés au moyen d'essais.

Comme on peut le déduire de ce Tableau et de l'Annexe P, les dérivations suggérées dépendent des essais effectués sur un ensemble de référence.

[11] « Vérification de la tenue aux courts-circuits des structures de jeux de barres par comparaison avec un modèle de base testé par calcul ». L'Annexe P décrit essentiellement les conditions à remplir pour permettre l'extrapolation d'une structure de barre à partir d'un système de jeux de barres d'un ensemble testé, mais elle n'expose pas les méthodes pour le calcul des contraintes électro-dynamiques. Le calcul est effectué selon l'IEC 60865-1 « Courants de court-circuit - Calcul des effets ». Pour plus de détails, voir l'IEC 61439-1 : Édition 2.0 2011-08.

Tableau 8.4

Elément N°	Exigences à considérer	OUI	NON
1	La valeur assignée de tenue aux courts-circuits de chaque circuit de l'ENSEMBLE à évaluer, est-elle inférieure ou égale à celle du modèle de référence ?		
2	Les dimensions de section des jeux de barres et connexions de chaque circuit de l'ENSEMBLE à évaluer, sont-elles supérieures ou égales à celles du modèle de référence ?		
3	L'espacement des jeux de barres et connexions de chaque circuit de l'ENSEMBLE à évaluer, est-il supérieur ou égal à celui du modèle de référence ?		
4	Les supports de barre de chaque circuit de l'ENSEMBLE à évaluer de même type, forme et matériau et ayant un espacement similaire ou inférieur, sont-ils le long de la barre comme le modèle de référence ? Et la structure de montage des supports de barres est-elle de même conception et résistance mécanique ?		
5	Le matériau et les propriétés matérielles des conducteurs de chaque circuit de l'ENSEMBLE à évaluer sont-ils les mêmes que ceux du modèle de référence ?		
6	Les dispositifs de protection contre les courts-circuits de chaque circuit de l'ENSEMBLE à évaluer sont-ils équivalents, à savoir de même marque et série a) avec des caractéristiques de limitation identiques ou supérieures (I^2t, I_{pk}) basées sur les données du constructeur de dispositifs, et avec le même agencement que le modèle de référence ?		
7	La longueur des conducteurs sous tension non protégés, conformément à 8.6.4, de chaque circuit non protégé de l'ENSEMBLE à évaluer, est-elle inférieure ou égale à celle du modèle de référence ?		
8	Si l'ENSEMBLE à évaluer inclut une enveloppe, le modèle de référence incluait-il une enveloppe lorsqu'il a été vérifié au moyen d'essais ?		
9	L'enveloppe de l'ENSEMBLE à évaluer est-elle de même modèle, type et avec les mêmes dimensions que celles du modèle de référence ?		
10	Les compartiments de chaque circuit de l'ENSEMBLE à évaluer sont-ils de même conception mécanique et au minimum avec les mêmes dimensions que celles du modèle de référence ?		

« OUI » à toutes les exigences - aucune autre vérification requise.
« NON » à une des exigences - vérification supplémentaire requise.

a) Les dispositifs de protection contre les courts-circuits de même marque mais de série différente peuvent être considérés comme équivalents si le constructeur de dispositifs déclare que les caractéristiques de performance sont les mêmes ou supérieures à tous les égards par rapport à la série utilisée pour la vérification, ex. : pouvoir de coupure et caractéristiques de limitation (I2t, Ipk), et distances critiques.

9 Vérification des propriétés diélectriques de l'ensemble

Parmi les principales caractéristiques de performance (vérifications de conception) d'un ensemble, outre la résistance thermique et la tenue aux courts-circuits qui viennent d'être examinées, il y a la vérification des propriétés diélectriques.

Eu égard à cela, la nouvelle version de la norme IEC 61439 a établi une double conformité, en confirmant à nouveau la propriété de tension de tenue à fréquence industrielle (U_i) et en ajoutant la nouvelle tension de tenue aux chocs (U_{imp}).

Veuillez noter que la séquence d'augmentation relative aux différentes tensions d'un ensemble commence avec Ue (la tension d'emploi en fonction de la valeur réelle survenant dans une installation donnée). Puis, elle continue avec U_n (la tension assignée de l'ensemble considérée et déclarée dans le catalogue respectif), puis avec U_i (la tension d'isolement assignée de l'ensemble à laquelle les tensions diélectriques font référence) et se termine avec Uimp, qui est la tension assignée de tenue aux chocs représentant le courant de crête maximum qui peut être atteint par le système.
Cette valeur de crête est assignée par le constructeur d'origine du système, au moyen de vérifications de conception appropriées.

9.1 Essai de tension de tenue à fréquence industrielle

Les amendements de la norme tendent vers une certaine simplification technique.
Eu égard aux valeurs efficaces des tensions d'essai à appliquer en laboratoire (voir Tableau 8 de la norme IEC 61439-1 ci-après), elles ont été réduites en comparaison avec l'ancienne édition, mais en laissant la possibilité d'effectuer la vérification des principaux circuits dans le courant alternatif et dans le courant continu et en conservant le rapport canonique 1.41.

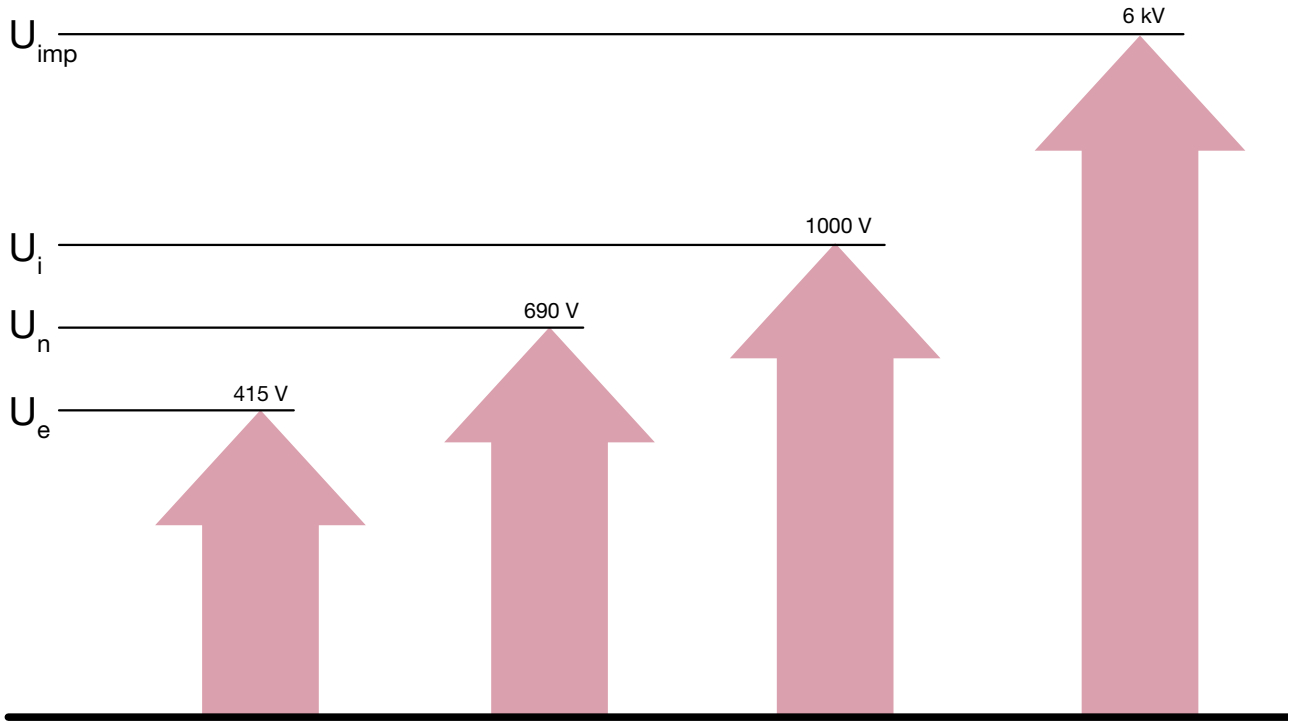
Tableau 9.1

Tension assignée tension U_i ligne-ligne AC ou DC V	Tension d'essai diélectrique AC valeur efficace V	Tension d'essai diélectrique[b] DC V
$U_i \leq 60$	1 000	1 415
$60 < U_i \leq 300$	1 500	2 120
$300 < U_i \leq 690$	1 890	2 670
$690 < U_i \leq 800$	2 000	2 830
$800 < U_i \leq 1\,000$	2 200	3 110
$1\,000 < U_i \leq 1\,500$ [a]	-	3 820

[a] Pour DC uniquement

[b] Tensions d'essai basées sur 4.1.2.3.1, troisième paragraphe, de la norme IEC 60664-1.

Figure 9.1



Cet essai en courant alternatif et à une fréquence de 50 Hz, permet de définir la tension assignée d'isolement Ui, est nécessaire et exclusif car aucune vérification alternative par calcul ou par évaluation n'est autorisée ; par conséquent, cet essai est obligatoire pour le constructeur d'origine.
Après avoir débranché tous les circuits sous tension du côté alimentation mais aussi du côté charge, l'essai est effectué dans deux phases distinctes sur les circuits principaux et sur les circuits auxiliaires.
En particulier, pour les circuits principaux, deux procédures différentes sont définies, pendant lesquelles la tension d'essai est appliquée comme suit :

- entre toutes les pièces sous tension du circuit principal reliées entre elles (y compris les circuits de commande et auxiliaires reliés au circuit principal) et les pièces conductrices exposées, avec les principaux contacts de tous les dispositifs de commutation en position fermée ;
- entre chaque pièce sous tension de potentiel différent du circuit principal et les autres pièces sous tension de potentiel différent et les pièces conductrices exposées reliées ensemble, avec les principaux contacts de tous les dispositifs de commutation en position fermée.

La tension d'essai générée par l'équipement de laboratoire approprié, est appliquée au moyen de pinces de sécurité classiques sur les pièces à tester. La méthode décrite, qui implique l'application d'une pente avec des valeurs augmentant jusqu'au maximum à maintenir chaque fois pendant cinq secondes, souligne une réduction supplémentaire lorsque la tension d'essai est appliquée (auparavant, 1 minute était nécessaire).

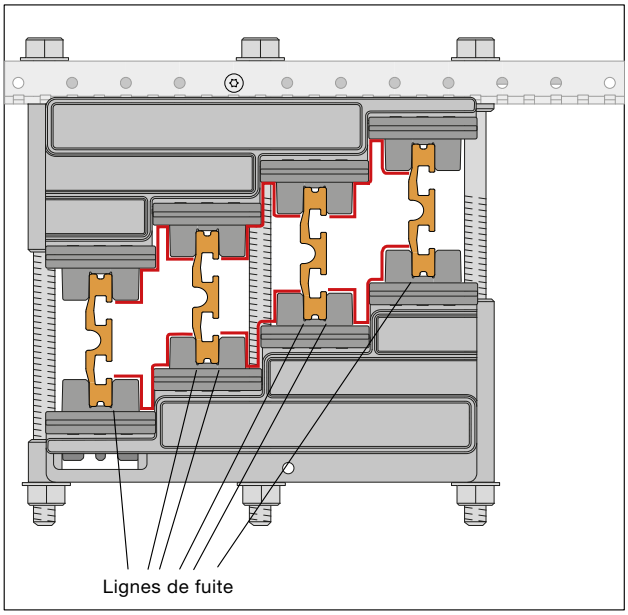
Pour les circuits auxiliaires, qui ont généralement des tensions de travail inférieures à celles des circuits principaux, la nouvelle norme IEC 61439 définit le Tableau 9 (voir Tableau 9.2).

Tableau 9.2

Tension assignée d'isolement U_i (ligne-ligne) V	Tension d'essai diélectrique AC (valeur efficace) V
$U_i \leq 12$	250
$12 < U_i \leq 60$	500
$60 < U_i$	2 Ui + 1000 avec un minimum de 1500

Comme pour l'essai de tension en courant alternatif précédemment décrit, il y a la vérification des lignes de fuite minimales à l'intérieur de l'ensemble ; cette prescription implique que tous les composants internes soient dotés de pièces isolées entre les pièces actives et la terre.
Les points critiques sont généralement les supports de jeux de barres et les bornes isolées.

Figure 9.2



En règle générale, cette procédure doit également tenir compte du type de matériau isolant et de l'indice de résistance au cheminement CTI (en volts) exprimant la tension de tenue maximale à laquelle l'ensemble peut résister sans décharges.
Plus le produit a de la valeur (verre, céramique), plus cet indice est élevé (600 et plus) et plus le groupe de matériaux respectif est bas.

Tableau 9.3

Groupe de matériaux	CTI (indice de résistance au cheminement)		
I	> 600		
II	600	> CTI	> 400
IIIa	400	> CTI	> 175
IIIb	175	> CTI	> 100

Ce qui précède peut être résumé dans le tableau suivant, qui montre les lignes de fuite minimales en mm pour chaque composant situé dans l'ensemble, en fonction de la tension assignée d'isolement U_i, du degré de pollution et du groupe de matériaux.

La mesure directe de ces segments souligne rarement des situations critiques car les tolérances mécaniques et géométriques normales dépassent considérablement ces valeurs.

Tableau 9.4

Tension assignée d'isolement U_i	Lignes de fuite minimales mm							
	Degré de pollution							
	1 Groupe de matériaux[c]	2 Groupe de matériaux[c]			3 Groupe de matériaux[c]			
V[b]	Tous les groupes de matériaux	I	II	IIIa et IIIb	I	II	IIIa	IIIb
32	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
40	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.8	1.8
50	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.7	1.9	1.9
63	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.8	2	2
80	1.5	1.5	1.5	1.5	1.7	1.9	2.1	2.1
100	1.5	1.5	1.5	1.5	1.8	2	2.2	2.2
125	1.5	1.5	1.5	1.5	1.9	2.1	2.4	2.4
160	1.5	1.5	1.5	1.6	2	2.2	2.5	2.5
200	1.5	1.5	1.5	2	2.5	2.8	3.2	3.2
250	1.5	1.5	1.8	2.5	3.2	3.6	4	4
320	1.5	1.6	2.2	3.2	4	4.5	5	5
400	1.5	2	2.8	4	5	5.6	6.3	6.3
500	1.5	2.5	3.6	5	6.3	7.1	8.0	8.0
630	1.8	3.2	4.5	6.3	8	9	10	10
800	2.4	4	5.6	8	10	11	12.5	a
1000	3.2	5	7.1	10	12.5	14	16	
1250	4.2	6.3	9	12.5	16	18	20	
1600	5.6	8	11	16	20	22	25	

REMARQUE 1 Les valeurs CTI font référence aux valeurs obtenues conformément à l'IEC 60112:2003, méthode A, pour le matériau d'isolation utilisé.
REMARQUE 2 Les valeurs sont extraites de l'IEC 60664-1, mais en maintenant une valeur minimale de 1.5 mm.

a L'isolation du groupe de matériaux IIIb n'est pas recommandée pour une utilisation dans le degré de pollution 3 au-dessus de 630 V.

b A titre d'exception, pour les tensions assignées d'isolement 127, 208, 415, 440, 660/690 et 830 V, les lignes de fuite correspondant aux valeurs inférieures 125, 200, 400, 630 et 800 V peuvent être utilisées.

c Les groupes de matériaux sont classés comme suit, selon la plage de valeurs de l'indice de résistance au cheminement (CTI) (voir 3.6.16) :

- Groupe de matériaux I 600 ≤ CTI
- Groupe de matériaux II 400 ≤ CTI < 600
- Groupe de matériaux IIIa 175 ≤ CTI < 400
- Groupe de matériaux IIIb 100 ≤ CTI < 175

9.2 Essai de tension de tenue aux chocs

Auparavant en option, l'essai de tension de tenue aux chocs, qui permet de définir la tension assignée de tenue aux chocs Uimp, est maintenant une obligation, ce qui montre la stratégie de la norme d'accorder de plus en plus d'importance à ces performances.
Outre les surtensions temporaires ordinaires, généralement provenant de la ligne d'alimentation, les installations et les ensembles respectifs sont des victimes potentielles des courants de crête et des surtensions non linéaires transitoires ayant des origines atmosphériques (foudre) avec des effets directs (lorsqu'ils affectent matériellement la structure) et indirects (lorsque leurs effets sont transmis par le champ électromagnétique induit autour du point d'impact de la foudre).
La capacité de l'ensemble à résister à ces contraintes dépend de la résistance diélectrique de l'air entre les deux pièces sous tension transportant le choc. Auparavant, une telle performance était uniquement définie au moyen d'essais expérimentaux ; conformément à la nouvelle norme IEC 61439, une vérification par évaluation est également possible en alternative et avec la même validité d'essai.

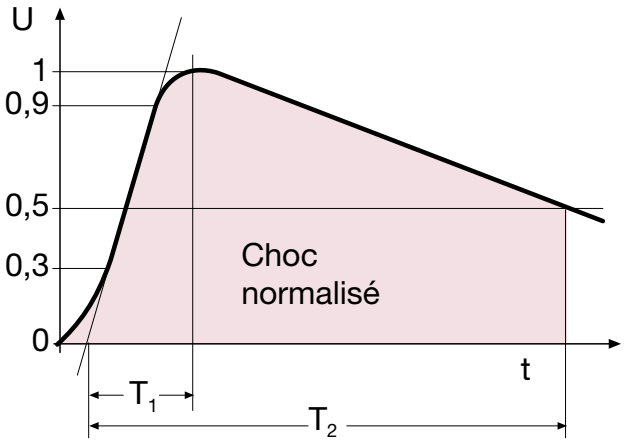
L'essai prescrit une tension de tenue aux chocs de 1.2/50 µs (voir Figure 9.3) à appliquer selon une procédure particulière.
Le choc doit être appliqué cinq fois pour chaque polarité à intervalles de 1 s minimum comme suit :
- entre toutes les pièces sous tension du circuit principal de différentiel potentiel reliées entre elles (y compris les circuits de commande et auxiliaires reliés au circuit principal) et les pièces conductrices exposées, avec les principaux contacts de tous les dispositifs de commutation en position fermée ;
- entre chaque pièce sous tension du circuit principal de différent potentiel et les autres pièces sous tension de différent potentiel reliées entre elles et avec les pièces conductrices exposées, avec les principaux contacts de tous les dispositifs de commutation en position fermée. Les circuits auxiliaires non reliés aux circuits principaux doivent être reliés à la terre.

Une fois le profil du choc défini, l'autre valeur permettant la vérification est celle de la crête, qui représente le maximum absolu de la fonction.

La tendance actuelle, qui est évidente dans les tableaux de la norme IEC 61439-1, améliore certains chiffres ronds comme six, huit, dix et douze kV.

L'essai direct est effectué conformément à un tableau spécifique (Tableau 10 de la norme IEC 61439-1, illustré ci-après) qui suggère une alternative entre le choc effectif, la tension alternative (valeur efficace) et la tension directe, avec la valeur définie en fonction de l'altitude et par conséquent de la qualité de l'air ambiant autour de l'ensemble soumis à essai. L'essai est réussi si aucune décharge n'est détectée.

Figure 9.3



T1 : période de crête = 1.2 µs

T2 : temps à la moitié de la valeur de U = 50 µs

Tableau 9.5

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} kV	Tensions de tenue aux chocs									
	U1,2/50, AC en crête et DC kV					Valeur efficace AC kV				
	Niveau de la mer	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m	Niveau de la mer	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2.5	2.95	2.8	2.8	2.7	2.5	2.1	2	2	1.9	1.8
4	4.8	4.8	4.7	4.4	4	3.4	3.4	3.3	3.1	2.8
6	7.3	7.2	7	6.7	6	5.1	5.1	5	4.7	4.2
8	9.8	9.6	9.3	9	8	6.9	6.8	6.6	6.4	5.7
12	14.8	14.5	14	13.3	12	10.5	10.3	9.9	9.4	8.5

La vérification par évaluation (en alternative aux essais) prescrit de vérifier que les lignes de fuite entre toutes les pièces sous tension avec un risque de décharges disruptives soient au moins 1,5 fois égales aux valeurs spécifiées dans le Tableau 1 de l'IEC 61439-1 ci-après. Le facteur de sécurité 1.5 prend en considération les tolérances de fabrication.

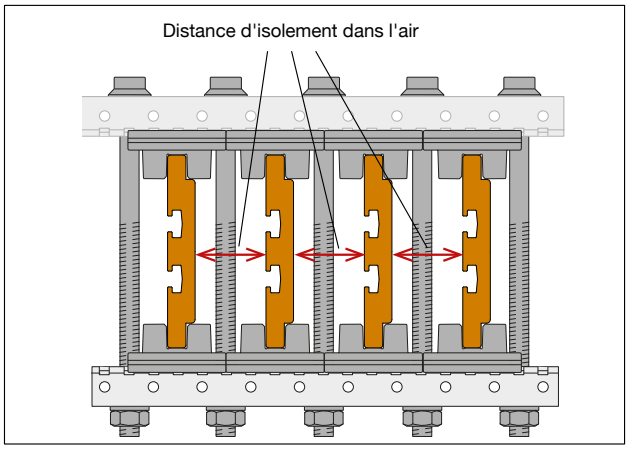
Tableau 9.6

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} kV	Lignes de fuite minimales mm
≤ 2.5	1.5
4.0	3.0
6.0	5.5
8.0	8.0
12.0	14.0

[a] En fonction de conditions de champ non homogènes et du degré de pollution 3.

Les lignes d'isolement minimales peuvent être vérifiées par mesure ou par vérification de mesures sur des plans.

Figure 9.4



Il est évident que pour garantir une valeur Uimp donnée pour tout l'ensemble, outre l'essai ou la vérification qui confirme cette caractéristique, tous les dispositifs intégrés doivent avoir une valeur U_{imp} égale ou supérieure.

Les ensembles de puissance ArTu et System pro *E* power garantissent une résistance diélectrique de 50 Hz ainsi qu'une tension de tenue aux chocs, en particulier :

- les versions L et M ont :
  * U_n = 690 V
  * U_i = 1000 V
  * U_{imp} = 6 kV pour montage mural et 8 kV pour montage au sol

- la version System pro *E* power a :
  * U_n et U_i = 1000 V
  * U_{imp} = 12 kV

10 Protection contre les chocs électriques

Les prescriptions suivantes sont destinées à garantir que les mesures de protection requises sont prises lorsque l'ensemble est installé dans l'installation électrique, conformément aux normes correspondantes.

10.1 Protection contre les contacts directs

La protection contre les contacts directs peut être obtenue au moyen de la construction de l'ensemble et au moyen de mesures complémentaires à utiliser pendant l'installation.
Les mesures de protection contre les contacts directs sont les suivantes :

- **Protection par isolement des pièces sous tension**
  Les pièces sous tension doivent être complètement recouvertes d'une isolation qui peut uniquement être retirée en la détruisant.
  Cette isolation doit être constituée de matériaux appropriés, capables de résister durablement aux contraintes mécaniques, électriques et thermiques auxquelles l'isolation peut être exposée pendant le service.
  Les peintures, vernis, laques et produits similaires utilisés seuls ne sont généralement pas considérés comme appropriés pour fournir une isolation adéquate en termes de protection contre les contacts directs.

- **Protection au moyen de barrières ou d'enveloppes**
  Toutes les surfaces externes doivent fournir un degré de protection contre les contacts directs d'au moins IPXXB.
  Les surfaces supérieures horizontales des enveloppes accessibles ayant une hauteur égale à ou inférieure à 1.6 m doivent fournir un degré de protection d'au moins IPXXD.
  La distance entre les moyens mécaniques fournis pour la protection et les parties sous tension qu'ils protègent ne doit pas être inférieure aux valeurs spécifiées pour les distances d'isolement et les lignes de fuite.
  Toutes les barrières et enveloppes doivent être solidement fixées. Selon leur nature, taille et agencement, elles doivent présenter une stabilité et durabilité suffisantes pour résister aux déformations et contraintes susceptibles de se produire pendant les conditions de service normales sans réduire les distances d'isolement.

- **Protection au moyen d'obstacles**
  Cette mesure s'applique aux ensembles ouverts.

10.2 Protection contre les contacts indirects

L'utilisateur doit indiquer la mesure de protection appliquée à l'installation à laquelle l'ENSEMBLE est destiné.
Les mesures de protection contre les contacts indirects sont les suivantes :

- **Protection à l'aide de circuits de protection**
  Un circuit de protection (coordonné avec un dispositif pour un sectionnement automatique) peut être réalisé séparément de l'enveloppe métallique ou l'enveloppe elle-même peut être utilisée comme partie du circuit de protection.
  Les pièces conductrices exposées d'un ensemble qui ne constituent pas un danger car elles ne peuvent pas être touchées sur de grandes surfaces ou saisies avec les mains car elles sont de petite taille (ex. : vis, plaques signalétiques, etc.) ne doivent pas être connectées aux circuits de protection.

  Les moyens de commande manuelle, ex. : leviers, poignées et autres dispositifs métalliques, doivent être connectés électriquement de manière sécurisée avec les pièces connectées aux circuits de protection ou dotés d'une isolation supplémentaire adéquate pour la tension d'isolement maximale de l'ensemble. Les pièces métalliques recouvertes d'une couche de vernis ou d'émail ne peuvent généralement pas être considérées comme isolées adéquatement pour répondre à ces exigences.
  Pour les couvercles, portes, panneaux, etc., les raccords vissés et charnières métalliques classiques sont considérés comme suffisants pour garantir la continuité à condition qu'aucun équipement électrique nécessitant une mise à la terre ne soit raccordé à ces derniers. Dans ce cas, les pièces conductrices exposées doivent être reliées par un conducteur de protection dont la section est conforme au Tableau 10.3, selon le courant de service assigné maximal In de l'appareil relié, ou, si le courant de service assigné de l'appareil relié est inférieur ou égal à 16 A, par une connexion électrique équivalente spécialement conçue et vérifiée à cet effet (contacts coulissants, charnières protégées contre la corrosion).

  La section des conducteurs de protection (PE, PEN) dans un ensemble destiné à être connecté aux conducteurs externes doit être déterminée au moyen d'une des méthodes suivantes :

a) la section du conducteur de protection ne doit pas être inférieure à la valeur appropriée indiquée dans le tableau suivant.

Tableau 10.1

Section du conducteur de phase S (mm)	Section minimale du conducteur de protection correspondant S (mm)
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
35 < S ≤ 400	S/2
400 < S ≤ 800	200
S > 800	S/4

Si une valeur non standard résulte de l'application du Tableau 10.1, la plus grande section standardisée la plus proche de la valeur calculée doit être utilisée.

Les valeurs de ce tableau sont uniquement valides si le conducteur de protection (PE, PEN) est de même matériau que le conducteur de phase. Si ce n'est pas le cas, la section du conducteur de protection (PE, PEN) doit être déterminée de manière à produire une conductance équivalente à celle obtenue en appliquant le Tableau 10.1.

Pour les conducteurs PEN, les exigences supplémentaires suivantes doivent s'appliquer :

- la section minimale doit être de 10 mm² pour un conducteur en cuivre et de 16 mm² pour celui en aluminium ;
- la section du conducteur PEN ne doit pas être inférieure à celle du conducteur neutre* ;
- les conducteurs PEN ne doivent pas être isolés dans un ensemble ;
- les pièces de la structure ne doivent pas être utilisées comme conducteurs PEN. Les rails de montage en cuivre ou en aluminium peuvent cependant être utilisés comme conducteurs PEN ;
- pour certaines applications dans lesquelles le courant dans le conducteur PEN peut atteindre des valeurs élevées, par exemple les grandes installations d'éclairage fluorescent, un conducteur PEN d'une capacité de transport de courant identique ou supérieure aux conducteurs de phase peut être nécessaire ; ceci doit faire l'objet d'un accord spécial entre le constructeur et l'utilisateur.

* La section minimale du neutre dans un circuit triphasé plus le neutre doit être égale à :
- pour les circuits avec un conducteur de phase de section S ≤ 16 mm², 100 % de celle des phases correspondantes ;
- pour les circuits avec un conducteur de phase de section S > 16 mm², 50 % de celle des phases correspondantes avec 16 mm² minimum.

On suppose que les courants neutres ne dépassent pas 50 % des courants de phase.

b) la section du conducteur de protection (PE, PEN) peut être calculée à l'aide de la formule suivante :

$$S_P = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

Cette formule est utilisée pour calculer la section des conducteurs de protection nécessaire pour résister aux contraintes thermiques dues aux courants d'une durée comprise entre 0.2s et 5s, où :

Sp est la zone de la section exprimée en mm² ;

I est la valeur efficace du courant de défaut (en AC) circulant dans le dispositif de protection, exprimée en A, pour un défaut d'impédance négligeable ;

t est le temps d'ouverture du dispositif de coupure en secondes ;

k est un facteur dont la valeur dépend du matériau du conducteur de protection, de l'isolation et des autres éléments, ainsi que de la température initiale et finale (voir Tableau 10.2).

Tableau 10.2

Valeurs du facteur k pour les conducteurs de protection isolés non intégrés dans des câbles nus ou des conducteurs de protection nus en contact avec des revêtements de câbles

		PVC	Conducteurs nus XLPE EPR	Caoutchouc butyle
Température finale		**160 °C**	**250 °C**	**220 °C**
K pour conducteurs	cuivre	143	176	166
	aluminium	95	116	110
	acier	52	64	60

Remarque : on suppose que la température initiale des conducteurs est de 30 °C.

Les pièces conductrices exposées d'un dispositif qui ne peuvent pas être reliées au circuit de protection par ses propres moyens de fixation, doivent être reliées au circuit de protection de l'ensemble au moyen d'un conducteur dont la section doit être sélectionnée selon le tableau suivant :

Tableau 10.3

Courant assigné d'emploi I_n (A)	Section minimale du conducteur de protection équipotentiel (mm²)
$I_n \leq 20$	S
$20 < I_n \leq 25$	2.5
$25 < I_n \leq 32$	4
$32 < I_n \leq 63$	6
$63 < I_n$	10

S : section du conducteur de phase

- **Protection réalisée avec des mesures autres que l'utilisation de circuits de protection**

  Les ensembles électriques peuvent fournir une protection contre les contacts indirects au moyen des mesures suivantes qui ne nécessitent pas de circuit de protection :

  a) séparation électrique des circuits ;

  b) isolation totale.

10.3 Gestion sans danger de l'ensemble

L'utilisation de l'ensemble doit garantir les protections de sécurité habituelles, en cas d'utilisation et en cas de remplacement des petits composants comme les lampes et fusibles, à l'attention du personnel ordinaire, si une telle procédure est prévue.

Les opérations plus complexes et dangereuses peuvent être effectuées par le personnel autorisé uniquement et font référence à l'exécution de procédures particulières et à l'utilisation de composants de sécurité particuliers, en termes d'accessibilité de l'ensemble, pour :

- les inspections et contrôles ;
- la maintenance ;
- les travaux d'extension également en présence de pièces sous tension.

11 Indications pratiques relatives à la construction d'ensembles

11.1 Construction d'un ensemble électrique

Le montage des différents composants mécaniques et électriques (enveloppes, jeux de barres, unités fonctionnelles, etc.) qui constituent l'ensemble défini par le constructeur d'origine doit être effectué en conformité avec les instructions (catalogue technique/manuel d'instructions de l'ensemble) du constructeur.

Après avoir préparé les pièces détachées à assembler, la première étape consiste à construire la structure métallique. Lorsque l'on considère l'ensemble ArTu, la structure peut déjà être disponible sous forme de structure monobloc, comme c'est le cas de ArTu M, ou à assembler pour ArTu L et System pro *E* power.

Pour les ensembles de petite et moyenne taille, l'insertion des composants à l'intérieur de l'ensemble peut être effectuée plus facilement en agençant l'enveloppe horizontalement sur des chevalets appropriés. Ainsi, en travaillant de cette manière, il est possible d'éviter d'avoir les bras tendus et les jambes pliées comme ce serait le cas avec une enveloppe en position verticale.

Un autre avantage eu égard à l'accessibilité interne est obtenu en travaillant sans les panneaux latéraux métalliques de la structure, laissant ainsi à nu tout le système de câblage interne.
Naturellement, il est recommandé de commencer par monter l'appareil du centre vers l'extérieur, en connectant les câbles petit à petit et en les insérant dans les conduits de câbles correspondants.
A ce stade déjà, une attention particulière doit être portée au respect des lignes de fuite et distances d'isolement minimales entre les différentes pièces sous tension et la pièce conductrice exposée.

11.2 Positionnement des disjoncteurs

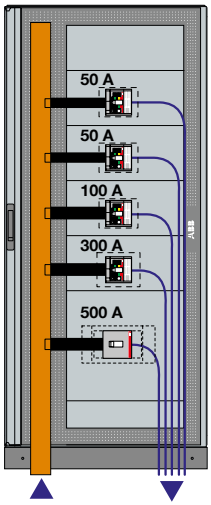
Voici quelques indications générales relatives au positionnement optimal des disjoncteurs à l'intérieur de l'ensemble.
C'est le constructeur de tableaux qui, comme il connaît mieux les détails de l'installation, le lieu d'installation et l'emploi actuel, peut concevoir l'avant du tableau de manière optimale.

- Une bonne règle consiste à essayer de positionner les disjoncteurs de manière à raccourcir les cheminements des courants plus élevés, ce qui réduit ainsi la perte de puissance à l'intérieur de l'ensemble avec des avantages certains d'un point de vue thermique et économique.

Figure 11.1

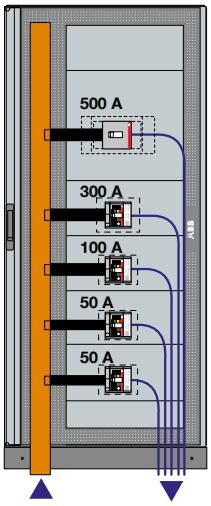
Méthode de positionnement recommandée :

Le courant LE PLUS ELEVE (500 A) prend le chemin LE PLUS COURT



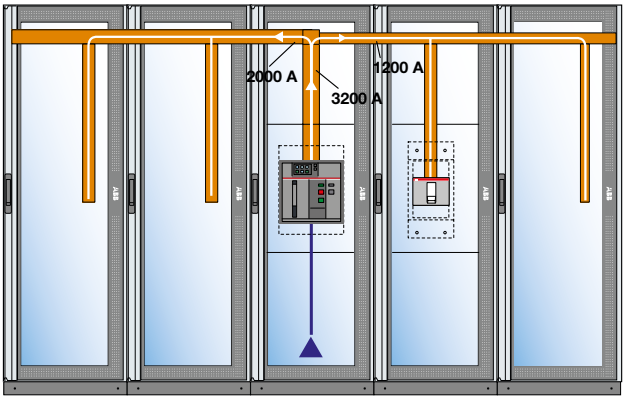
Méthode de positionnement NON recommandée :

Le courant LE PLUS ELEVE (500 A) prend le chemin LE PLUS LONG



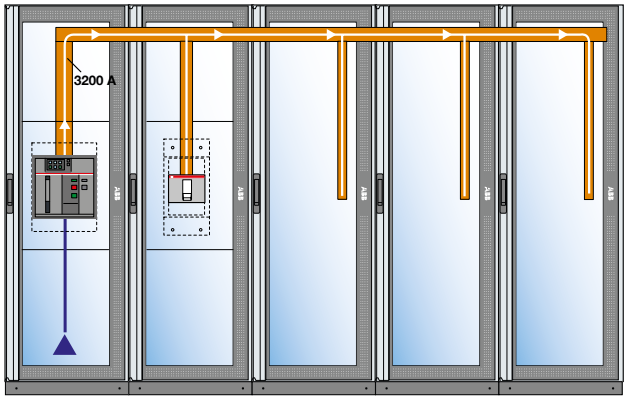
- Dans le cas d'ensembles avec de nombreuses colonnes, il est conseillé de positionner le disjoncteur principal dans la colonne centrale.
  Le courant est ainsi immédiatement divisé dans les deux branches de l'ensemble et la section des barres de distribution principales peut être réduite.

Figure 11.2



Dans l'exemple indiqué dans la figure, le système de jeux de barres principal peut être dimensionné pour 2000 A, avec un avantage économique considérable.

Figure 11.3



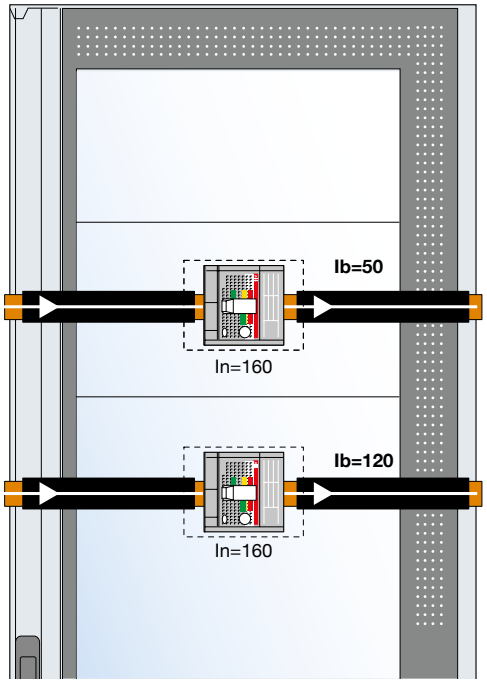
Dans ce cas, d'autre part, le système de jeux de barres principal doit être dimensionné pour transporter 3200 A.

- Il est recommandé de positionner les disjoncteurs les plus grands et par conséquent les plus lourds en bas. Cela offre une meilleure stabilité de l'ensemble, notamment pendant le transport et l'installation.

- Dans un ensemble électrique, la température varie verticalement :
  - les zones les plus basses sont les plus froides ;
  - les zones les plus hautes sont les plus chaudes.

C'est pourquoi il est recommandé de placer l'appareil traversé par un courant près de la valeur assignée en bas (plus de charges) et en haut de l'appareil traversé par un courant loin de la valeur assignée (plus de décharges).

Figure 11.4



- Pour faciliter l'utilisation des grands appareils, il est recommandé de les placer à une distance de 0.8 à 1.6 m du sol.

11.3 Ancrage des conducteurs à proximité des disjoncteurs

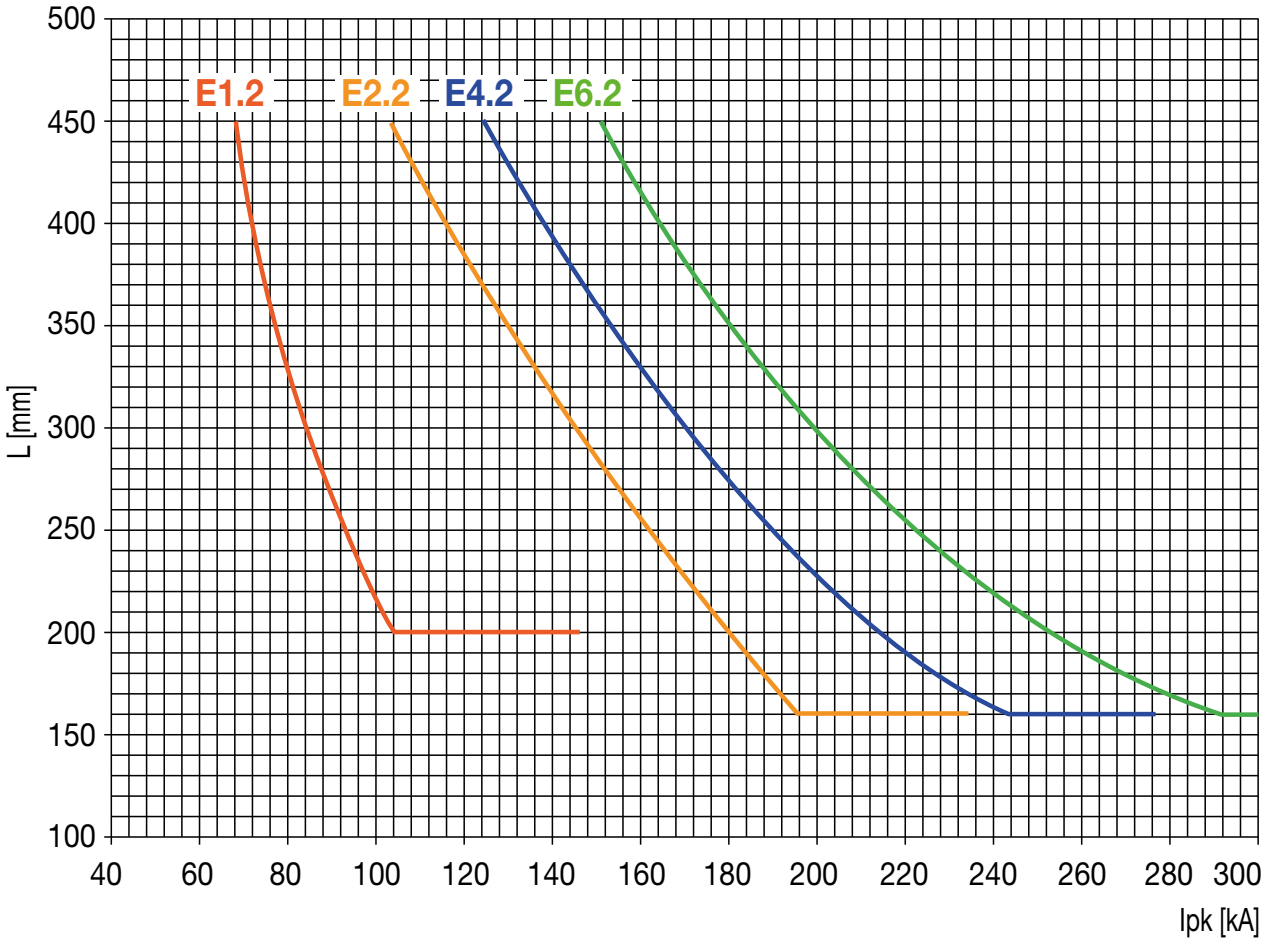
Il est nécessaire de fixer les câbles et jeux de barres à l'intérieur des ensembles sur la structure. En effet, pendant un court-circuit, les contraintes électrodynamiques générées dans les conducteurs peuvent endommager les bornes des disjoncteurs.

Disjoncteurs à construction ouverte Emax 2

Pour plus d'informations sur la distance maximale en (mm) à laquelle doit être positionnée la première plaque de fixation des jeux de barres de distribution reliées au disjoncteur - selon le type de disjoncteur et la crête de courant de court-circuit maximale admissible (Ipk) - il doit être fait référence aux courbes suivantes.

Figure 11.5

Emax 2 E1.2-E6.2

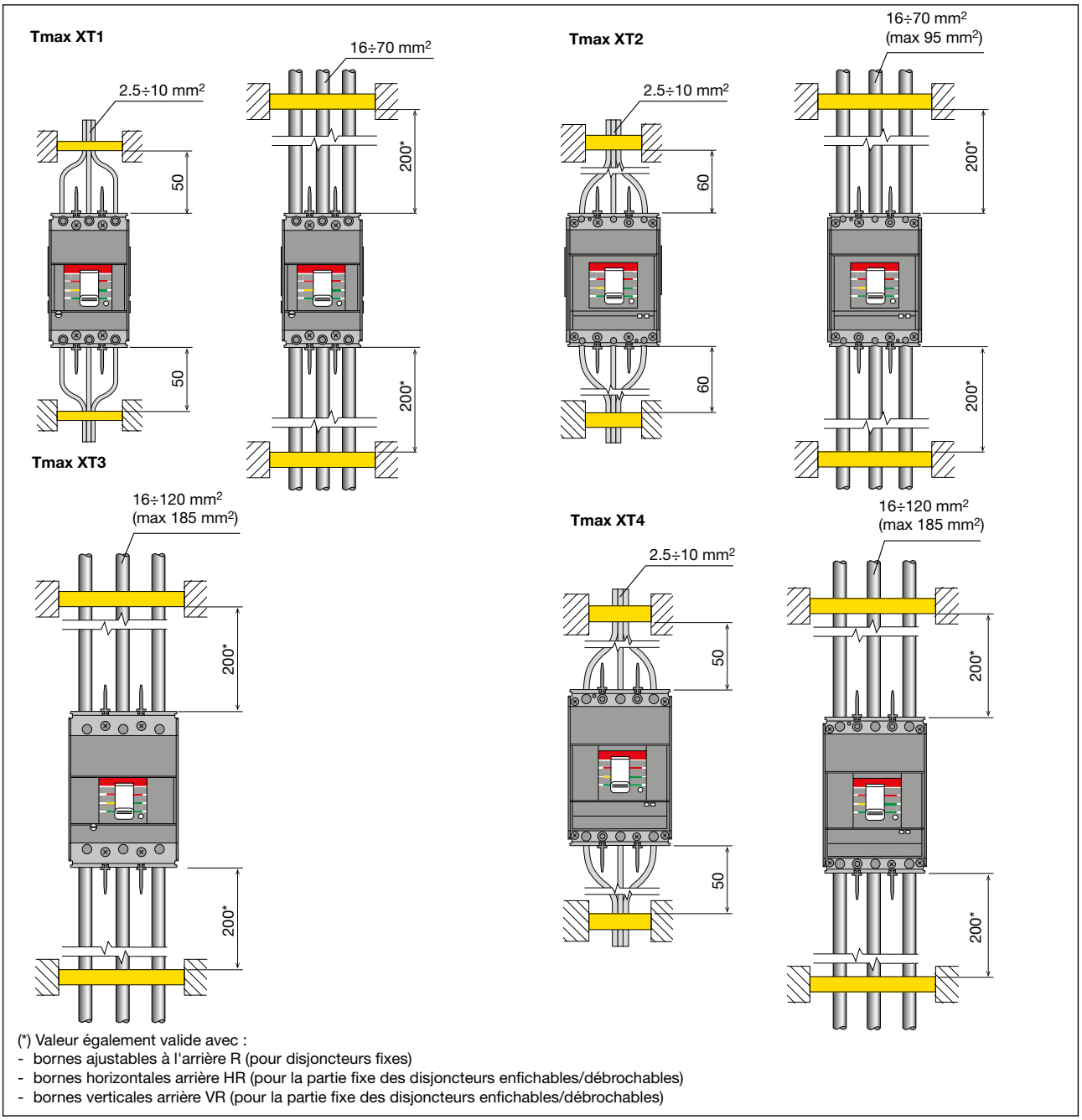


Distance de positionnement recommandée pour la première plaque de fixation en fonction de la crête de courant de court-circuit maximale présumée et du type de disjoncteur. Disjoncteur avec bornes horizontales et verticales.

Disjoncteurs boîtier moulé
Tmax XT

Pour les disjoncteurs boîtier moulé Tmax XT1, XT2, XT3 et XT4, la Figure 11.6 donne un exemple de la distance maximale recommandée (en mm) à laquelle la première plaque de fixation doit être positionnée selon la valeur de courant de crête maximale admissible du disjoncteur et la section du câble. Pour plus de détails, il convient de se reporter aux catalogues techniques et manuels des disjoncteurs.

Figure 11.6



(*) Valeur également valide avec :
- bornes ajustables à l'arrière R (pour disjoncteurs fixes)
- bornes horizontales arrière HR (pour la partie fixe des disjoncteurs enfichables/débrochables)
- bornes verticales arrière VR (pour la partie fixe des disjoncteurs enfichables/débrochables)

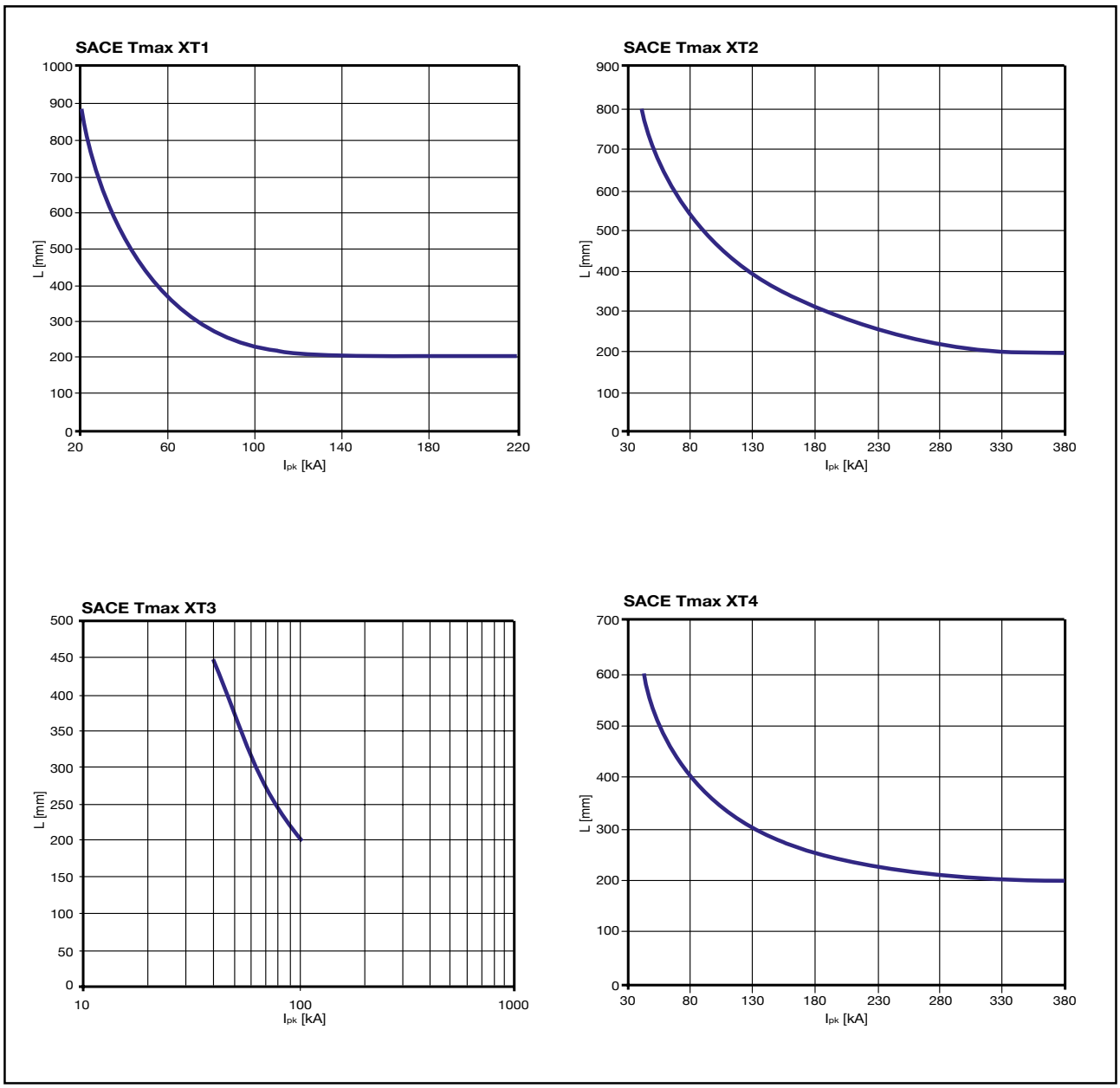
Voici les diagrammes qui donnent les distances maximales admissibles entre les bornes du disjoncteur et la première plaque d'ancrage des conducteurs conformément à la crête de courant de court-circuit maximale présumée et à la typologie du disjoncteur.

Avec les conducteurs sont associés :
- les câbles, pour des valeurs de courant jusqu'à 400 A ;
- les câbles ou barres équivalentes listés dans le tableau 12 de la norme IEC 61439-1, pour les valeurs de courant supérieures à 400 A mais inférieures à 800 A ;
- les barres, pour les valeurs de courant supérieures à 800 A et inférieures à 4000 A.

Tmax XT

- Distance de positionnement recommandée pour la première plaque de fixation des conducteurs conformément à la valeur de crête de court-circuit présumé. Ces graphiques sont valables pour les connexions avec des barres rigides.

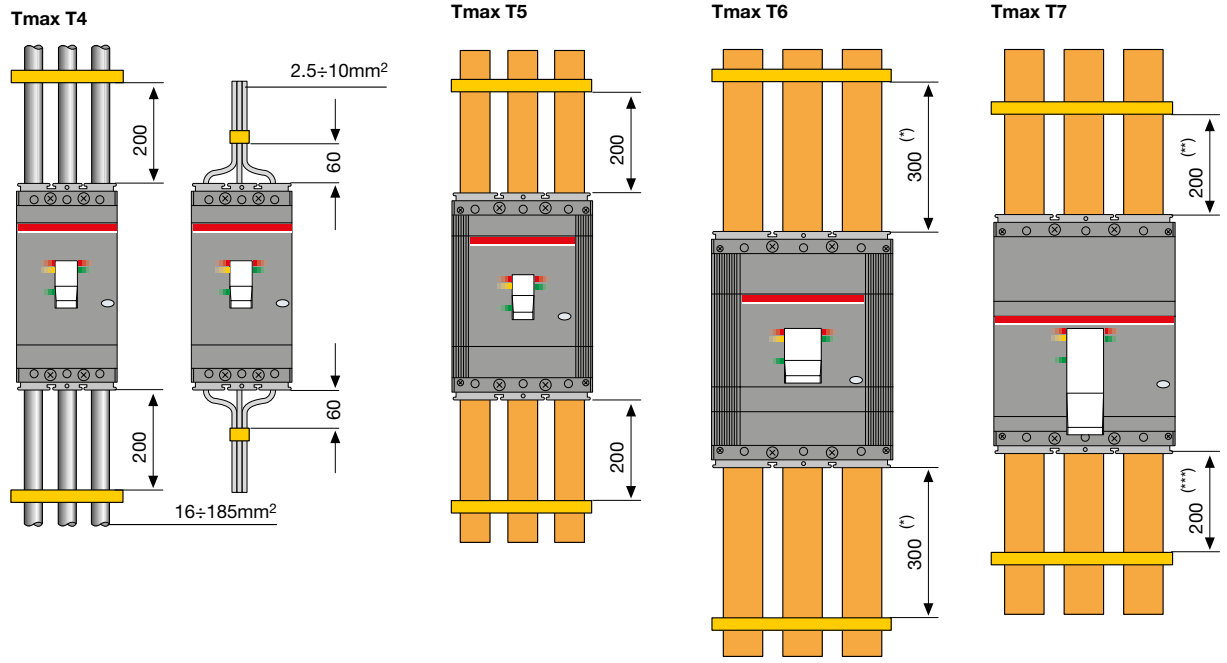
Figure 11.6a



Tmax

Pour les disjoncteurs boîtier moulé Tmax, la Figure 11.7 donne un exemple de la distance maximale (en mm) recommandée pour la position de la première plaque de fixation, en faisant référence à la valeur de courant de crête maximale autorisée pour le disjoncteur.
Pour plus de détails, il convient de se reporter aux catalogues techniques et manuels des disjoncteurs.

Figure 11.7

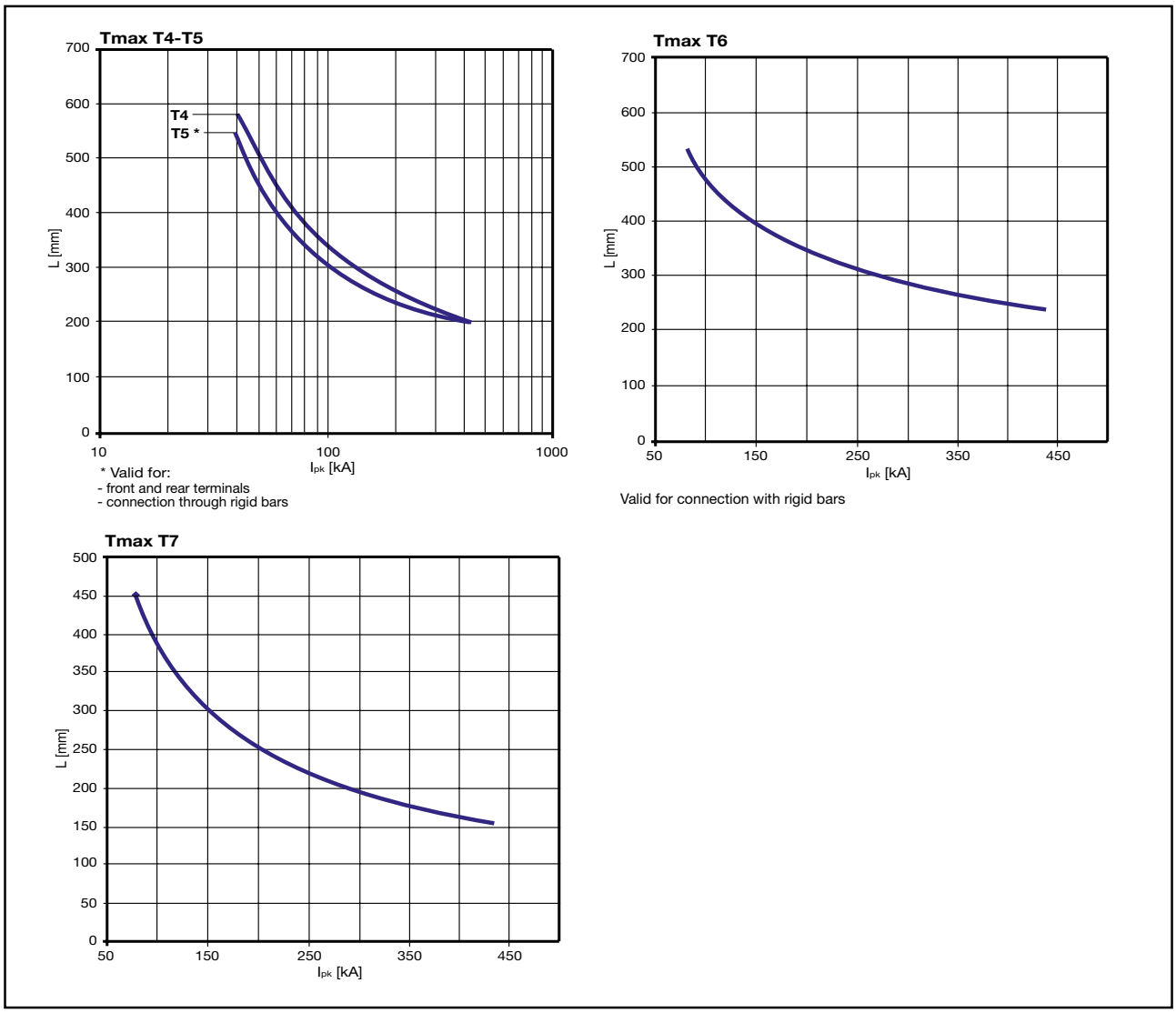


(*) 250 mm pour T6 1000.
(**) 220 mm pour T7, débrochable avec bornes avant prolongées ou bornes avant prolongées épanouies.
(***) 240 mm pour T7, débrochable avec bornes avant prolongées ou bornes avant prolongées épanouies.

Tmax

- Distance de positionnement recommandée pour la première plaque de fixation des conducteurs conformément au courant de crête de court-circuit maximal présumé. Ces graphiques sont valables pour les connexions avec des barres rigides.

Figure 11.7a



11.4 Indications relatives au raccordement des disjoncteurs sur le système de jeux de barres

Pour obtenir une connexion permettant un échange de chaleur adéquat entre les bornes et le système de distribution de l'ensemble, ABB émet certaines indications relatives à la section minimale des câbles et jeux de barres à utiliser.

Disjoncteurs à conception ouverte Emax 2

Le Tableau 11.1 ci-après fait référence aux disjoncteurs boîtier moulé Tmax T et Tmax XT et le Tableau 11.2 aux disjoncteurs à conception ouverte Emax, Emax X1 et Emax 2.

Les sections des câbles et barres indiquées dans les Tableaux 11.1 et 11.2 sont celles utilisées pour déterminer la capacité de transport de courant dans les disjoncteurs conformément à la norme IEC 60947-2.

Tableau 11.1

Disjoncteurs Emax 2	Prises verticales [n //] x [mm x mm]	Prises horizontales [n //]x[mm x mm]
E1.2 B/C/N 06	2x40x5	2x40x5
E1.2 B/C/N 08	2x50x5	2x50x5
E1.2 B/C/N 10	2x50x8	2x50x10
E1.2 B/C/N 12	2x50x8	2x50x10
E1.2 B/C/N 16	2x50x10	3x50x8
E2.2 B/N/S/H 08	1x60x10	1x60x10
E2.2 B/N/S/H 10	1x60x10	1x60x10
E2.2 B/N/S/H 12	2x60x10	2x60x10
E2.2 B/N/S/H 16	1x100x10	2x60x10
E2.2 B/N/S/H 20	2x80x10	3x60x10
E2.2 B/N/S/H 25	4x100x5	3x60x10
E4.2 N/S/H/V 20	2x80x10	2x80x10
E4.2 N/S/H/V 25	2x100x10	2x100x10
E4.2 N/S/H/V 32	3x100x10	3x100x10
E4.2 N/S/H/V 40	4x100x10	4x100x10
E6.2 H/V/X 40	4x100x10	4x100x10
E6.2 H/V/X 50	5x100x10	5x100x10
E6.2 H/V/X 63	6x100x10	6x100x10

Pour plus d'informations, voir le catalogue technique « Nouveaux disjoncteurs à conception ouverte basse tension Emax 2 », Chapitre 6 (pages 6/16 à 6/22, Installation - Performance dans les appareillages).

Disjoncteurs boîtier moulé

Tableau 11.2

Disjoncteur Tmax XT	In [A]	Câbles [n //] x [mm²]
XT2	≤ 8	1
XT2	10	1.5
XT2	12.5	2.5
XT1-XT2-XT4	16	2.5
XT1-XT2-XT4	20	2.5
XT1-XT4	25	4
XT1-XT2-XT4	32	6
XT1-XT2-XT4	40	10
XT1-XT2-XT4	50	10
XT1-XT2-XT3-XT4	63	16
XT1-XT2-XT3-XT4	80	25
XT1-XT2-XT3-XT4	100	35
XT1-XT2-XT3-XT4	125	50
XT1-XT2-XT3-XT4	160	70
XT3-XT4	200	95
XT4	225	95
XT3-XT4	250	120

Disjoncteur Tmax T	In [A]	Câbles [n //] x [mm²]	Barres [n //] x [mm] x [mm]
T4	10	1.5	
T4	20	2.5	
T4	25	4	
T4	32	6	
T4	40	10	
T4	50	10	
T4	63	16	
T4	80	25	
T4	100	35	
T4	125	50	
T4	160	70	
T4	200	95	
T4	250	120	
T4-T5	320	185	
T5	400	240	
T5	500	2x150	2x30x5
T5-T6	630	2x185	2x40x5
T6	800	2x240	2x50x5
T6	1000	3x240	2x60x5
T7	1250	4x240	2x80x5
T7	1600	5x240	2x100x5

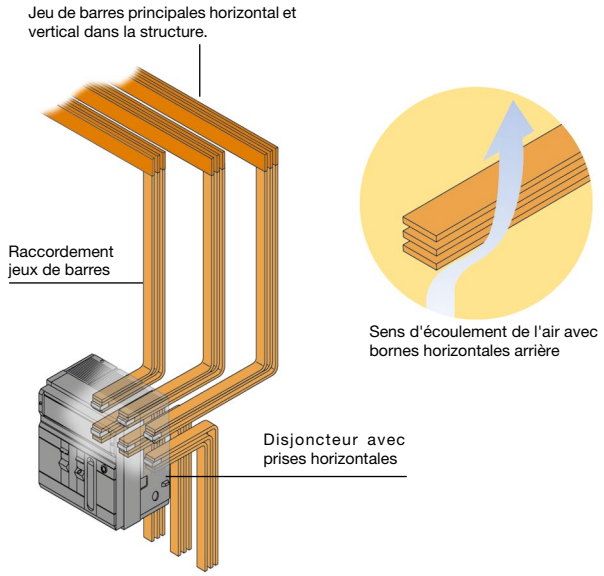
Pour obtenir une meilleure dissipation de la chaleur en exploitant la convention thermique*, il est recommandé d'utiliser des prises verticales arrière qui, par rapport aux prises horizontales, obstruent moins la circulation d'air naturelle (voir Figure 11.8), augmentant ainsi la dissipation de la chaleur.

Avec les nouveaux disjoncteurs Emax 2, les prises de puissance peuvent être orientées ; elles peuvent ainsi être positionnées horizontalement ou verticalement, selon les exigences, sans nécessiter de kits de transformation.

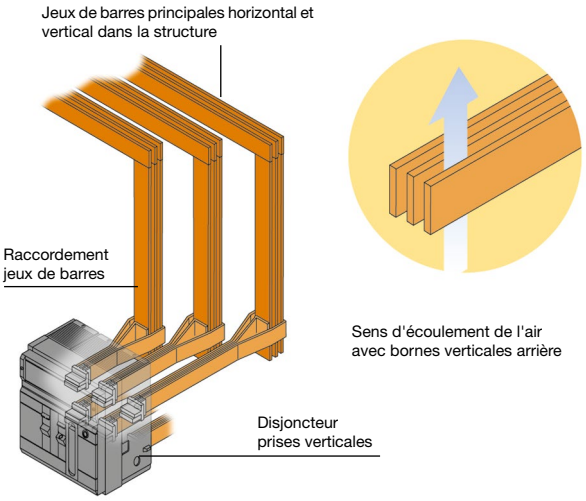
* Phénomène basé sur le mouvement par convection de l'air qui, en chauffant, a tendance à monter

Figure 11.8

Disjoncteur avec bornes horizontales et jeu de barres principales verticales



Disjoncteur avec bornes verticales et jeu de barres principales verticales

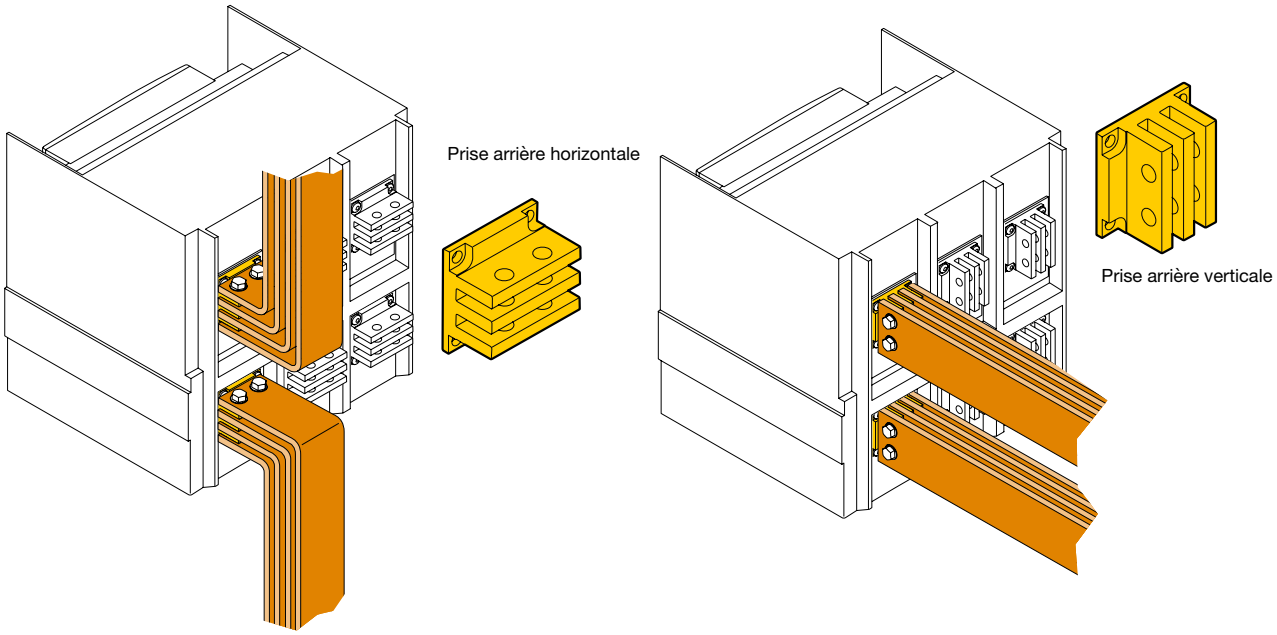


L'orientation des bornes peut être modifiée localement de la position horizontale à verticale (ou vice versa) avec une rotation à 90°. La capacité d'orientation offre une plus grande flexibilité pour relier le disjoncteur au système de jeux de barres, et la possibilité d'une configuration mixte avec les bornes supérieures et inférieures.

En série, E2.2, E4.2 et E6.2 (en version fixe ou débrochable) sont livrés avec les prises orientées à l'arrière HR/VR (montées en usine en position horizontale) ; E1.2, en version fixe, est livré avec la prise avant F, tandis que, en version débrochable, il est livré avec les prises orientées à l'arrière HR/VR (montées en usine en position horizontale).

Figure 11.9

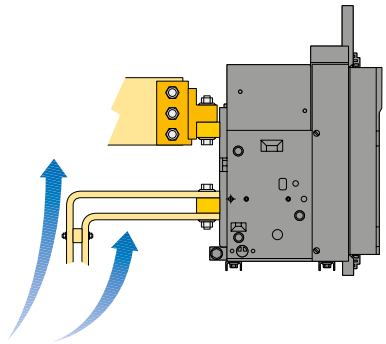
Emax E4.2 prises arrières orientables



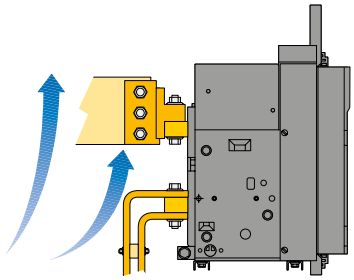
En présence de prises verticales supérieures et de prises inférieures d'un autre type, ou en présence de différentes prises supérieures et inférieures, il est nécessaire d'adopter des solutions qui n'altèrent pas la circulation d'air vers les prises supérieures.

Comme illustré dans la Figure 11.10, les prises inférieures ne doivent pas trop dévier le débit d'air et l'empêcher d'atteindre les prises supérieures, entraînant ainsi la perte des avantages liés au refroidissement par convection.

Figure 11.10



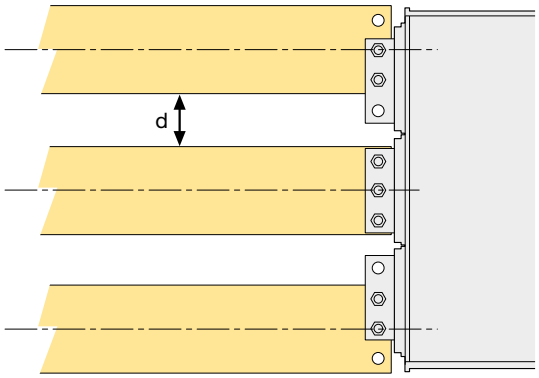
Connexion inférieure avec prises horizontales arrière.
La circulation d'air à côté des prises supérieures (verticales) est limitée.



Connexion inférieure avec prises avant.
La circulation d'air à côté des prises supérieures (verticales) n'est que partiellement réduite.

Pour réduire la chaleur, au niveau des prises de disjoncteur, le positionnement des barres a une importance considérable. Si l'on considère que plus la distance entre les barres est élevée, plus la chaleur qu'elles dissipent est importante, et que la prise centrale supérieure a toujours les principales contraintes thermiques, pour réduire la chaleur (par exemple lorsqu'on considère les disjoncteurs à trois pôles), il est possible de ne pas aligner les connexions externes par rapport aux prises, ce qui augmente la distance « d » (voir Figure 11.11).

Figure 11.11



11.5 Indications relatives aux distances d'installation des disjoncteurs

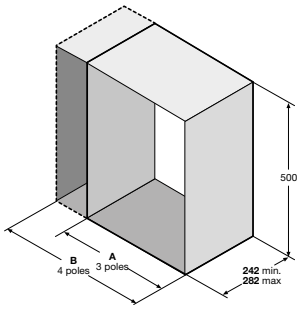
La norme IEC 61439-1 assigne au constructeur de disjoncteurs la définition des indications et prescriptions relatives à l'installation de ces dispositifs à l'intérieur de l'ensemble.

Disjoncteurs à conception ouverte

Voici, pour les disjoncteurs ABB, Tmax T, Tmax XT, Emax X1, Emax et Emax 2, les indications relatives aux distances à respecter dans les installations jusqu'à 690 V AC ; ces distances sont celles spécifiées dans les catalogues techniques des disjoncteurs et dans les manuels d'installation auxquels il doit être fait référence pour une analyse complémentaire.

Figure 11.12

Dimensions de compartiment



Emax2 E1.2-E6.2

Emax	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]
Disjoncteurs fixes				
E1.2	250	322	382.5 (1)	130
E2.2	400	490	500	221
E4.2	500	600	500	221
E6.2	900	1000	500	221
E6.2/f	-	1200	500	221
Disjoncteurs débrochables				
E1.2	280	350	440 (2)	252
E2.2	400	490	500	355
E4.2	500	600	500	355
E6.2	900	1000	500	355
E6.2/f	-	1200	500	355

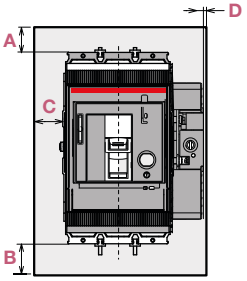
(1) 332.5 mm pour les tensions ≤ 440 V
(2) 390 mm pour les tensions ≤ 440 V

Disjoncteurs boîtier moulé

Figure 11.14

Tmax XT

Distances d'installation dans les armoires métalliques



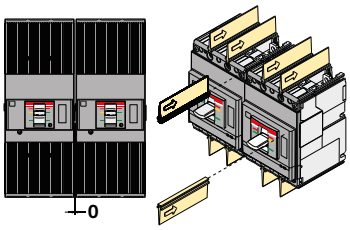
Disjoncteurs	Tension AC [V]	Plaque d'isolation arrière	Séparateurs de phase (***)	A (**) [mm]	B (**) [mm]	C [mm]	D [mm]
XT1	Ue ≤ 690	non	OUI	25	20	20	-
XT2	Ue < 440	oui (*)	OUI	30	25	10	0
	440 ≤ Ue ≤ 690	oui (*)	OUI	50	45	20	0
XT3	Ue ≤ 690	non	OUI	50	20	20	-
XT4	Ue < 440	oui (*)	OUI	30	25	20	0
	440 ≤ Ue ≤ 690	oui (*)	OUI	50	45	20	0

(*) Pour disjoncteurs en version fixe F uniquement.
(**) - Pour XT2 et XT4 W/P : avec bornes EF A=B=50 mm de la ligne supérieure de la borne et pour chaque tension Ue.
- Pour XT2 et XT4 W/P : en cas de disjoncteurs avec cache-bornes hauts (HTC) A = B = 25 mm (la distance est indiquée pour garantir une sortie de ventilation pour la pression de gaz).
- Pour XT1 et XT3 P : avec bornes EF A=50 mm B= 20 mm de la ligne supérieure de la borne.
- Pour XT1 et XT2 : en cas de disjoncteurs avec cache-bornes hauts (HTC) A = 25 mm (la distance est indiquée pour garantir une sortie de ventilation pour la pression de gaz).
- Pour XT1 et XT3 : en cas de disjoncteurs avec bornes arrière et armoire avec base isolée B = 0.

(***) Pour plus d'informations sur la compatibilité entre les types de bornes et séparateurs de phase, voir Chapitre 3 du catalogue technique « Nouveaux disjoncteurs boîtier moulé à basse tension Tmax XT jusqu'à 250 A ». Avec les disjoncteurs en version W ou P, les cache-bornes bas (LTC) doivent être placés sur la partie mobile et les séparateurs de phase sur la partie fixe.

Distance minimale entre deux disjoncteurs côte à côte

Pour un montage côte à côte, vérifier que les barres ou câbles de connexion ne réduisent pas les distances. Lorsque des bornes épanouies ou prolongées sont utilisées, vérifier que les distances ne sont pas réduites.

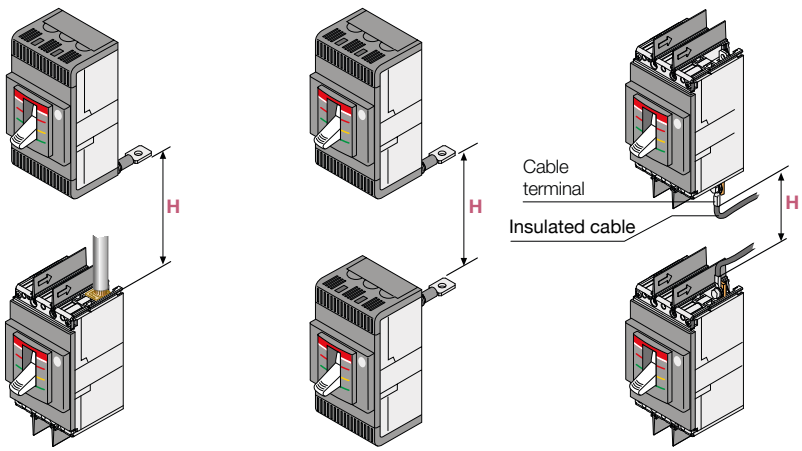


Tmax	Distance D [mm]
XT1	0 (*)
XT2	0 (**)
XT3	0 (*)
XT4	0 (**)

(*) - soit avec séparateurs de phase entre les deux disjoncteurs et lorsque des bornes ES (avant prolongées épanouies) ne sont pas utilisées, ou si les deux disjoncteurs sont équipés de cache-bornes hauts (HTC) et les bornes ES ne sont pas utilisées
- avec bornes ES ou EF D = 35 mm (distance entre les bornes)
- avec les autres types de bornes D = 25 mm
(**) soit avec séparateurs de phase entre les deux disjoncteurs et lorsque des bornes ES (avant prolongées épanouies) ne sont pas utilisées, ou si les deux disjoncteurs sont équipés de cache-bornes hauts (HTC) et les bornes ES ne sont pas utilisées
- avec bornes ES D = 120 mm (distance entre les bornes)
- avec bornes EF D = 35 mm (distance entre les bornes)
- avec les autres types de bornes D = 25 mm.

Distance minimale entre deux disjoncteurs superposés

Vérifier que les barres nues ou les câbles de connexion ne réduisent pas les distances recommandées. Les distances indiquées dans le tableau font référence aux dimensions hors tout maximales des disjoncteurs dans les différentes versions (F/W/P), y compris les bornes et, par exemple, les cosses métalliques des câbles isolants.



En cas de câbles avec cosses métalliques, un écran isolant derrière les cosses métalliques (à l'arrière du disjoncteur) ou des cache-bornes hauts sont obligatoires.

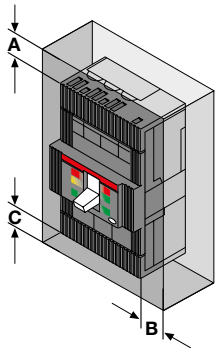
Disjoncteurs	H [mm]
XT1	80
XT2	140
XT3	140
XT4	150

Pour plus d'informations, voir le document Note Produit Tmax XT – Conseils d'installation. – La Note Produit Tmax XT – Conseils d'installation (1SDC210058L0201) est disponible dans la bibliothèque ABB.

Figure 11.15

Tmax T

Distances d'isolement pour une installation dans une armoire métallique



Tmax	A [mm]	B [mm]	C [mm]
T4(*)	30	25	25
T5(*)	30	25	25
T6	35 (**)	25	20
T7	50 (***)	20	10

(*) Pour 440 V ≤ Un ≤ 690 V : A = 60 mm, B = 25 mm, C = 45 mm
(**) - Pour Un < 440 V (T6N, T6S, T6H) : A = 35 mm
- Pour Un < 440 V (T6L) : A = 100 mm
- Pour 440 V ≤ Un ≤ 690 V : A = 100 mm
- Pour T6V : A = 150 mm
(***) - Pour 440 V ≤ Un ≤ 690 V : A = 100 mm
Remarque : Pour les distances d'isolement des disjoncteurs 1000 V, veuillez consulter ABB.

Distance minimale entre deux disjoncteurs superposés

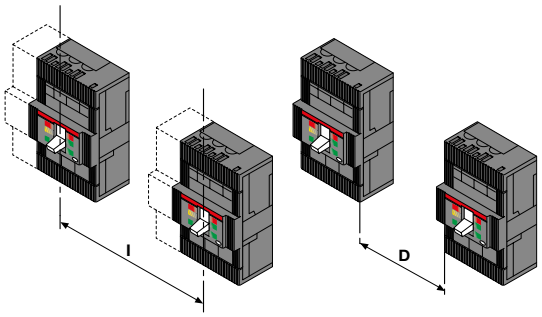
Pour un assemblage superposé, vérifier que les barres ou câbles de connexion ne réduisent pas la distance d'isolement d'air.

Tmax	H [mm]
T4	160
T5	160
T6	180
T7	180

Remarque : Les dimensions indiquées s'appliquent à une tension d'emploi Un jusqu'à 690 V. Les distances à respecter doivent être ajoutées aux dimensions hors tout maximales des différentes versions des disjoncteurs, y compris les bornes. Pour les versions 1000 V, veuillez contacter ABB.

Distance entre deux disjoncteurs côte à côte

Pour un montage côte à côté ou superposé, vérifier que les barres ou câbles de connexion ne réduisent pas les jeux.



Distance minimale entre deux disjoncteurs côte à côte

Tmax	Distance minimale D [mm]
T4 (*)	0 (pour Un < 500 V AC)
T5 (*)	0 (pour Un < 500 V AC)
T6N/S/H/L (**)	0
T7	0

(*) - Pour 500 V ≤ Un ≤ 690 V : D = 40 mm
(**) - Pour T6V : D = 100 mm

11.6 Autres indications logistiques et pratiques

Lors de l'assemblage de l'ensemble, il faut également prêter attention à la gravité.

L'expérience et le sens commun montrent qu'il est recommandé :

- de répartir, de manière homogène et confortable, les différents composants à l'intérieur de l'ensemble en termes d'ergonomie, d'utilisation et de réparation ou remplacement éventuel ;
- de maintenir un centre de gravité global bas en positionnant les équipements les plus lourds en bas de manière à atteindre une stabilité statique maximale ;
- d'éviter toute surcharge des portes mobiles de manière à ne pas accroître les frictions et à ne pas compromettre la fonctionnalité et l'endurance des charnières ;
- de ne pas dépasser la capacité de fixation maximale des panneaux arrière et latéraux indiquée dans les fiches d'informations relatives à l'assemblage.

Voici quelques figures illustrant la capacité de charge statique des différents panneaux des ensembles ABB.
Il est cependant recommandé de positionner les transformateurs, les disjoncteurs et moteurs de ventilation plus grands et donc plus lourds, si disponibles, en bas, de manière à garantir une meilleure stabilité de l'ensemble, en particulier pendant le transport et l'installation.

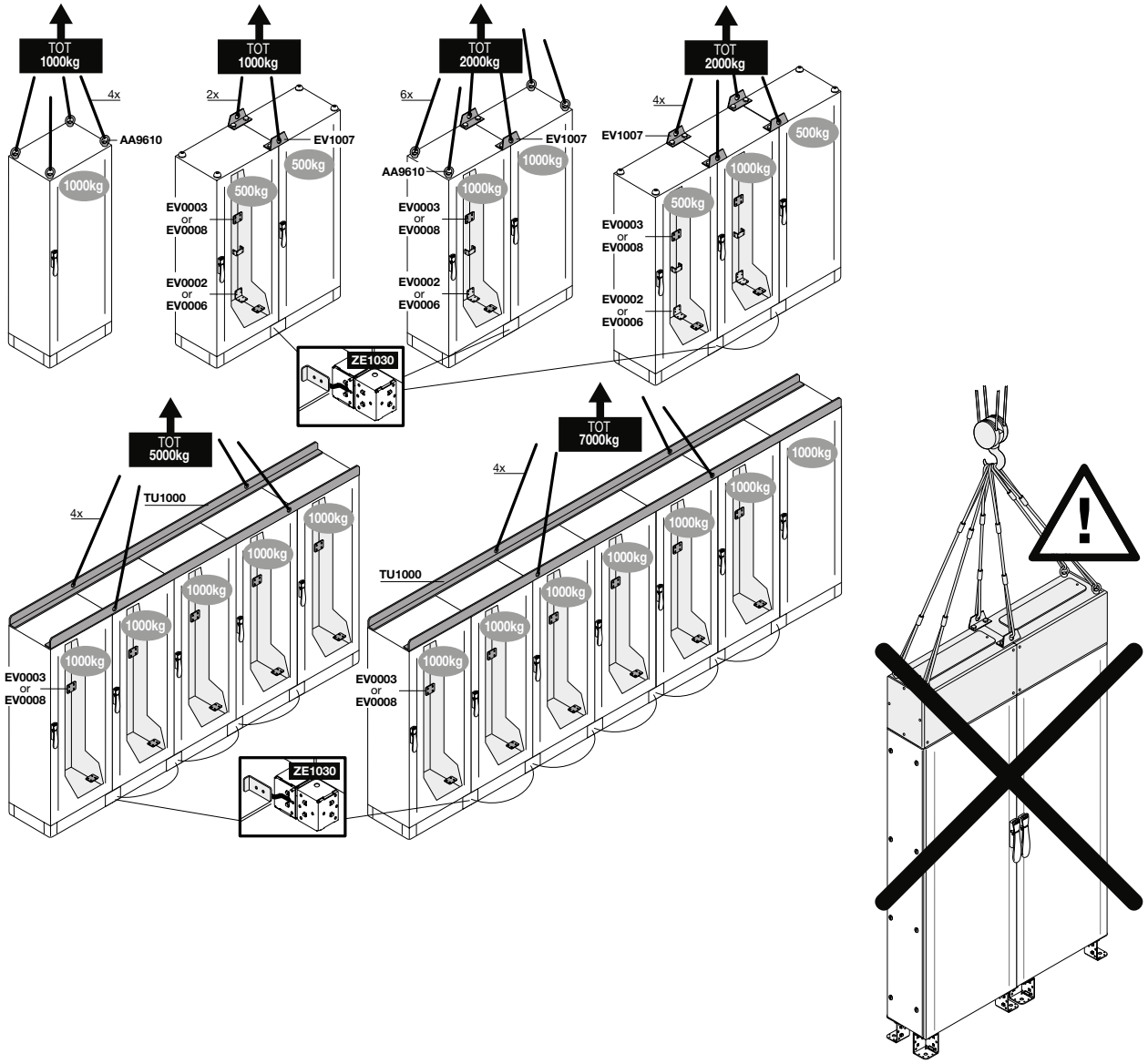
Après avoir effectué le montage interne, les côtés, capots et portes de fermeture de la structure métallique sont fixés. Puis, l'ensemble est soulevé en position verticale et après une dernière inspection visuelle, l'ensemble est prêt pour l'essai final (essais périodiques).

11.7 Manutention, transport et installation finale

Lors de la fabrication d'un tableau de distribution ou d'automatisme de grande taille, une situation critique est le couplage d'un plus grand nombre de compartiments pour obtenir un tableau assemblé.
C'est la connexion mécanique qui doit être particulièrement minutieuse, en raison des contraintes importantes que les structures métalliques transmettent entre elles, notamment pendant la phase délicate du chargement et du transport.

Une fois encore, le respect des instructions de montage est important ; elles doivent être claires, détaillées et complètes, avec toutes les informations concernant le serrage, les séquences de montage correspondantes, ainsi que le signalement des erreurs qui sont susceptibles de se produire en cas de négligence ou de manque de précision.
La figure suivante souligne les points qui nécessitent une concentration particulière de la part des tableautiers ; il faut prêter attention à l'assemblage des structures métalliques entre elles et en toute sécurité. Une attention particulière doit être portée au caisson supérieur et disponible pour certaines armoires.

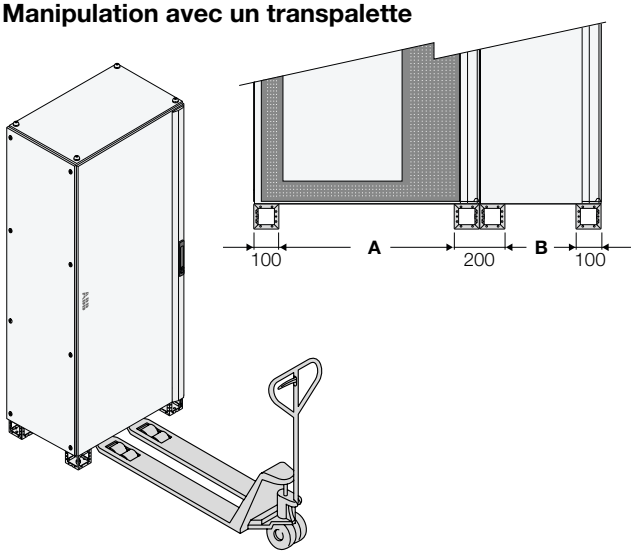
Figure 11.16 Exemple armoire I 52



En général, ce caisson supérieur n'est pas adapté pour supporter tout le poids du tableau lorsqu'il est suspendu. Par conséquent, il doit être monté uniquement après avoir soulevé (comme illustré dans la Figure 11.17) et positionné le tableau, si nécessaire.
Lors de la connexion de plusieurs colonnes, il est nécessaire de respecter la capacité de transport statique maximale pour garantir une résistance adéquate aux vibrations et pour permettre le levage et le transport vers le lieu d'installation final.
Généralement, les valeurs maximales autorisées sont suffisantes pour répondre également au plus lourd encombrement, sans prendre de mesures particulières.

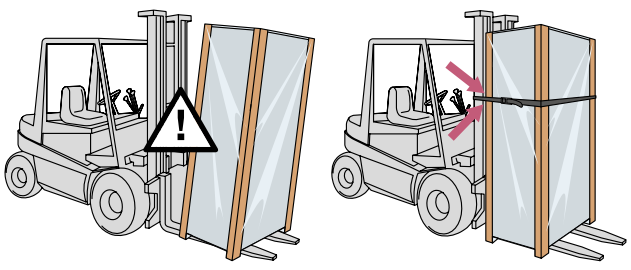
Figure 11.17

Manipulation avec un transpalette

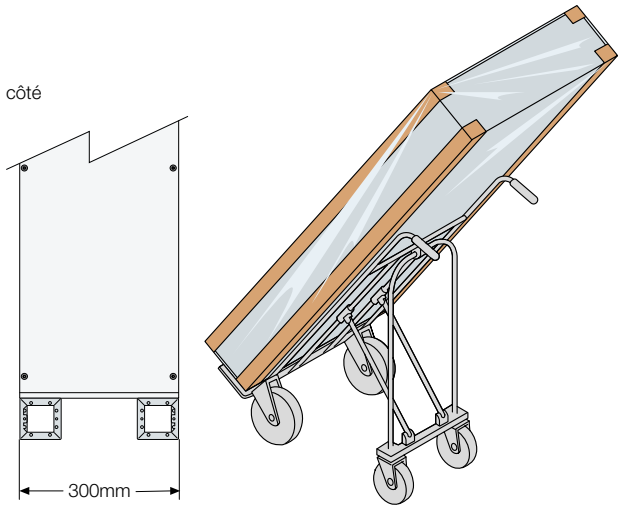


Dimensions	A (mm)
Largeur 300 mm	198
Largeur 400 mm	298
Largeur 600 mm	498
Largeur 800 mm	698
Largeur 1000 mm	898
Largeur 1250 mm	1098

Pour plus de sécurité, il est recommandé de fixer le tableau de distribution au chariot de levage lorsque vous utilisez ce type de véhicule pour le transport.

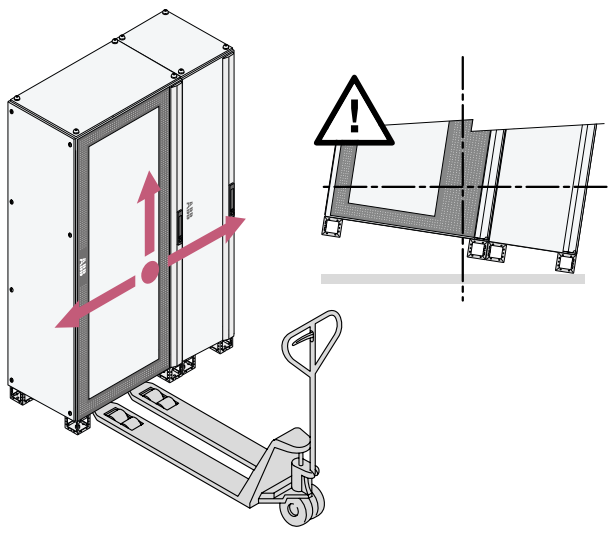


La Figure 11.16 illustre certains agencements impliquant également des dimensions hors tout élevées et des poids importants. Il faut noter que chaque armoire peut avoir une capacité de charge différente en termes de poids et, pour chaque configuration, les méthodes de fixation, de tirage et de levage par câbles correspondantes sont indiquées.
La nouvelle norme IEC 61439-1 prescrit la réalisation d'un essai spécifique en laboratoire pour vérifier la capacité de levage.
Il convient de manipuler les tableaux de distribution peu profonds comme suit :



Vérifier le centre de gravité avant de manipuler les structures L = 800/1000 mm (avec gaine à câbles interne ou externe) contenant des jeux de barres.

handling



Le tableau, une fois câblé et assemblé, doit être transporté sans danger et facilement, à la fois lorsqu'il quitte l'usine du tableautier et lorsqu'il entre dans les locaux d'installation.
En raison des dimensions hors tout et du poids élevés, il est recommandé d'observer les procédures appropriées et d'utiliser les moyens mécaniques « ad hoc », et de prêter une attention particulière lors du déplacement de l'ensemble, de manière à ce que les pertes d'équilibre, vibrations, chocs et risques de renversement du tableau soient contrôlés et réduits au minimum.

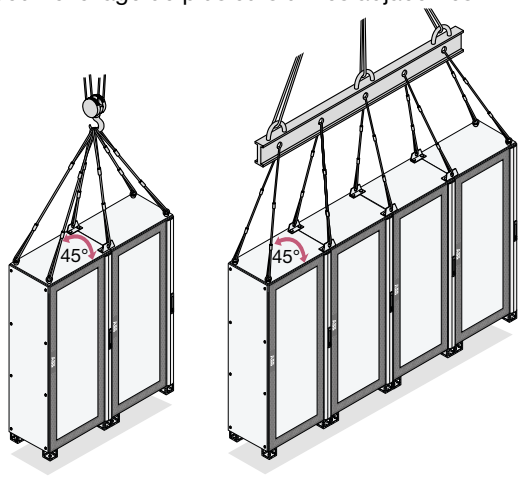
Les bandes de base correctement dimensionnées des structures métalliques ABB des ensembles ArTu et System pro *E* power permettent une insertion facile des fourches des chariots élévateurs pour le levage. Par ailleurs, l'ancrage vertical du tableau sur le côté de la fourche est recommandé (voir Figure 11.18). L'absence de protrusions et d'arêtes vives garantit l'absence de risque supplémentaire de lésions ou contusions pour les opérateurs.

Figure 11.18

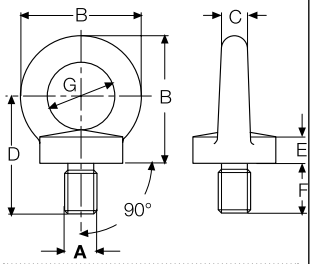
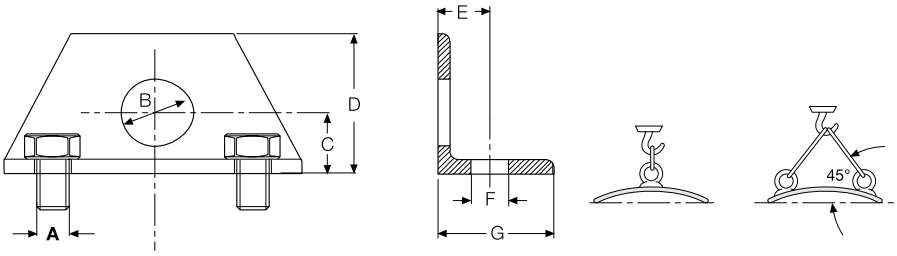
Manipulation avec une grue à portique

Avant de manipuler les tableaux de distribution au moyen d'une grue ou d'une grue à portique, vérifiez que :
- Les cordes ou les chaînes sont en parfait état.
- L'angle entre les cordes de levage et le toit du tableau de distribution est ≥ 45°.
- Il est possible de porter jusqu'à 3 unités en même temps.
- Le poids maximum soulevé est tel qu'établi par la norme DIN 580 (M12).

Pour satisfaire aux conditions décrites ci-dessus, utilisez un palonnier qui présente les caractéristiques appropriées pour le levage de plusieurs unités adjacentes.



Norme DIN 580 concernant les composants de raccordement mécanique (uniquement pour les anneaux de levage)

Anneaux de levage		Renforcements de levage							
									
A	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	Charge 1 (kg)	Charge 2 (kg)	Serrage (Nm)
Anneaux de levage									
M12	54	12	28	10	22	30	340	240	8*
Renforcements de levage									
M12	Ø40	37	80	25	Ø14	60	510	350	40

* Serrer manuellement sans outils mécaniques car ceci peut entraîner des dommages en réduisant la capacité de l'anneau de levage.

11.8 Intervention sur les ensembles en service

Pendant la manutention et l'exploitation normalisées des ensembles, déjà positionnés et en service dans l'installation ou de manière embarquée, certaines interventions peuvent être nécessaires sur ces ensembles en raison de défauts, de vieillissement normal des composants, de modifications ou d'extensions, etc.
L'accès aux ensembles est possible pour :
l'inspection et autres opérations similaires :

- *l'inspection visuelle ;*
- *l'inspection des dispositifs de commutation et de protection ;*
- *le réglage des relais et unités de déclenchement ;*
- *les connexions et marquages de conducteurs ;*
- *l'ajustage et la reconfiguration ;*
- *le remplacement des éléments fusibles ;*
- *le remplacement des voyants ;*
- *la mesure (de la tension et du courant, avec des outils appropriés) ;*
- *la maintenance (également avec accord entre constructeur-tableautier et utilisateur-client) ;*
- *les travaux d'extension sous tension ou non (normes nationales correspondantes, EN 50110-1 et amendements associés).*

À cet effet, il faut garder à l'esprit que les normes IEC actuelles font une distinction entre les interventions périodiques standard, où seules des opérations de commutation et de commande sont effectuées, et les interventions électriques, où le personnel intervient directement sur ou à proximité de pièces actives (sous tension ou non) avec un risque d'électrocution.

L'illustration suivante donne quelques exemples des deux situations.

A partir des définitions ci-dessus, il en résulte que, comme ABB pendant l'ensemble du processus de fabrication des disjoncteurs, structures métalliques et autres pièces auxiliaires, les tableautiers fabriquant l'ensemble n'effectuent également pas de travaux électriques. En effet, dans ces conditions, les pièces métalliques et isolantes sont manipulées mais lorsqu'elles ne sont pas alimentées ; comme il n'existe pas de risques d'électrocution par définition, ceci ne peut pas être considéré comme des travaux électriques.

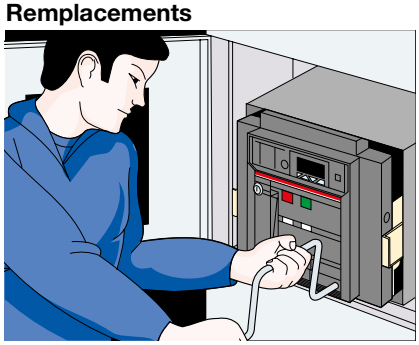
Figure 11.19

Travaux électriques

Réparations

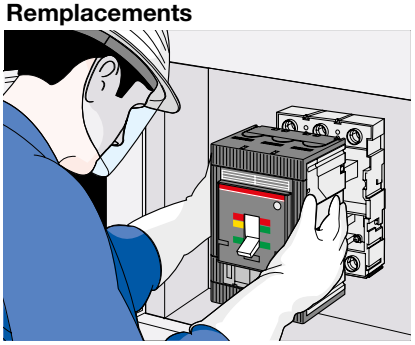
Ensemble sous tension

Remplacements



Travaux pas sous tension, effectués en conformité avec la norme IEC 11-27

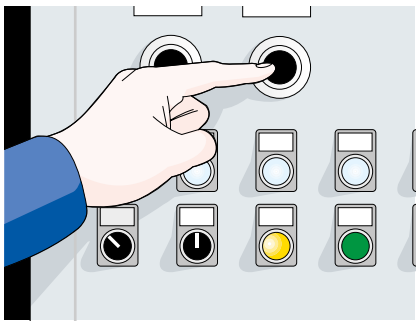
Remplacements



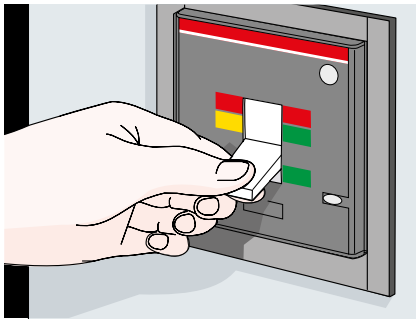
Ensemble sous tension

Travaux non électriques

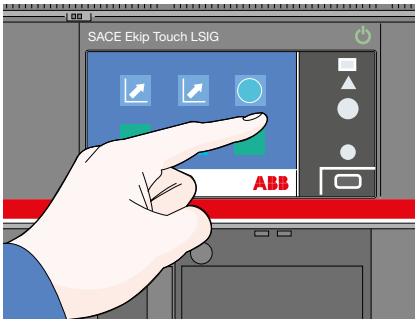
Opérations



Commutation de disjoncteur



Réglages



12 Guide relatif à l'homologation des ensembles

12.1 Conformité des ensembles par rapport aux normes

ABB offre un système d'ensembles soumis à une série de vérifications pour garantir la construction de l'équipement en totale conformité avec les normes IEC avec exécution d'essais périodiques uniquement (essai de mise en service uniquement sur l'ensemble) et sans nécessiter d'essais de laboratoire supplémentaires.
À cet effet, il est nécessaire d'utiliser les structures métalliques ABB (avec les accessoires correspondants), les disjoncteurs ABB (miniatures, boîtier moulé ou à conception ouverte) et les systèmes de distribution ABB et d'observer les critères de choix et les instructions de montage des différents composants.

Les vérifications spécifiées par la norme IEC 61439 et à effectuer par le constructeur d'origine ainsi que les vérifications supplémentaires à effectuer par le constructeur final de l'ensemble sont résumées ci-après.
Le premier (constructeur d'origine) effectue les vérifications de conception (anciennement essais de type), à savoir :
- résistance des matériaux et des parties ;
- degré de protection des ensembles (IP);
- distances d'isolement et lignes de fuite ;
- protection contre les chocs électriques et intégrité des circuits de protection ;
- intégration des appareils de connexion et des composants ;
- circuits électriques internes et connexions ;
- bornes pour conducteurs externes ;
- propriétés diélectriques ;
- vérification de l'échauffement ;
- tenue aux courts-circuits ;
- compatibilité électromagnétique (CEM) ;
- fonctionnement mécanique.

Comme déjà indiqué, en alternative ou en complément, le constructeur d'origine dérive l'ensemble par comparaison avec la conception originale vérifiée par des essais ou par évaluation. Pour plus de détails, voir le Tableau 1.1 de la présente documentation technique.
Le constructeur d'ensembles doit effectuer les vérifications périodiques (essai de mise en service) qui comprennent plusieurs inspections visuelles et le seul essai réel et instrumental, à savoir la vérification des propriétés diélectriques.
- propriétés diélectriques : essai de tenue à la fréquence industrielle à 50 Hz et tension de tenue aux chocs.

12.2 Principales vérifications à effectuer par le constructeur d'origine

Vérification de l'échauffement
Eu égard à la vérification des limites d'échauffement, l'ensemble peut être vérifié :
1) au moyen d'essais en laboratoire avec du courant ;
2) par dérivation des caractéristiques assignées d'un modèle de référence testé ;
3) au moyen de calculs (pour les ensembles à un compartiment avec courant assigné inférieur ou égal à 630 A ou pour les ensembles avec courant assigné maximum de 1600 A).
Pour plus de détails, voir le Chapitre 7 de la présente documentation technique.

Vérification des propriétés diélectriques
Comme spécifié dans la norme, l'exécution de cet essai de type sur les pièces d'ensemble qui ont déjà été soumises à un essai de type conformément aux normes correspondantes n'est pas nécessaire si la résistance diélectrique n'a pas été compromise pendant les opérations d'assemblage.
Concernant les ensembles et enveloppes ABB, leurs propriétés diélectriques sont indiquées dans le tableau 12.1.

Ces caractéristiques doivent être considérées comme déjà vérifiées, à condition que les instructions de montage aient été correctement observées.

Tableau 12.1

		Tension assignée	Tension d'isolement	Tension assignée de tenue aux chocs
System pro *E* power	jusqu'à 1000 V AC/1500 V DC	jusqu'à 1000 V AC/1500 V DC	jusqu'à 1000 V AC/1500 V DC	jusqu'à 12 kV
ArTu L	Montage mural D=200 mm	jusqu'à 1000 V AC/1500 V DC	jusqu'à 1000 V AC/1500 V DC	jusqu'à 6 kV
	Montage au sol D=250 mm	jusqu'à 1000 V AC/1500 V DC	jusqu'à 1000 V AC/1500 V DC	jusqu'à 8 kV
ArTu M	Montage mural D=150/200 mm	jusqu'à 1000 V AC/1500 V DC	jusqu'à 1000 V AC/1500 V DC	jusqu'à 6 kV
	Montage au sol D=250 mm	jusqu'à 1000 V AC/1500 V DC	jusqu'à 1000 V AC/1500 V DC	jusqu'à 8 kV
Enveloppes SR2		jusqu'à 1000 V AC/1500 V DC	jusqu'à 1000 V AC/1500 V DC	jusqu'à 6 kV
Enveloppes AM2		jusqu'à 1000 V AC/1500 V DC	jusqu'à 1000 V AC/1500 V DC	jusqu'à 8 kV
Enveloppes IS2		jusqu'à 1000 V AC/1500 V DC	jusqu'à 1000 V AC/1500 V DC	jusqu'à 12 kV

Vérification de la tenue aux courts-circuits

La tenue aux courts-circuits est l'objet du Chapitre 8 du présent document technique.
Comme spécifié dans la norme, la vérification de la tenue aux courts-circuits n'est pas nécessaire :
1) la vérification s'avère inutile en s'appuyant sur les organigrammes de l'Article 8.1 ;
2) pour les circuits auxiliaires de l'ensemble devant être connectés aux transformateurs dont la puissance assignée ne dépasse pas 10 kVA (pour une tension assignée secondaire de minimum 110 V), ou dont la puissance assignée ne dépasse pas 1.6 kVA (pour une tension assignée secondaire inférieure à 110 V), et dont l'impédance de court-circuit n'est pas inférieure à 4 % pour les deux.
En particulier pour les systèmes de distribution (voir le catalogue « System pro *E* power – Nouveaux tableaux de distribution principale jusqu'à 6300 A »), la tenue aux courts-circuits est vérifiée par le résultat positif des organigrammes de l'Article 8.3 et par la mise en œuvre correcte des instructions de montage.

Pour les différents types d'appareillage, les caractéristiques suivantes sont considérées comme vérifiées :

Tableau 12.2

		Courant assigné de tenue de courte durée Icw		
		phase-phase	phase-neutre	Courant assigné de crête admissible I_{pk}
System pro *E* power		120 kA (1s) - 69 kA (3s)	72 kA (1s)	264 kA
ArTu L	Montage mural D=200 mm	25 kA (1s)	9 kA (1s)	52.5 kA
	Montage au sol D=250 mm	25 kA (1s)	21 kA (1s)	74 kA
ArTu M	Montage mural D=150/200 mm	25 kA (1s)	9 kA (1s)	52.5 kA
	Montage au sol D=250 mm	35 kA (1s)	21 kA (1s)	74 kA
Enveloppes IS2		65 kA (1s)	39 kA (1s)	143 kA

Vérification de la tenue aux courts-circuits du circuit de protection

Tableau 12.3

Vérification de la connexion correcte des pièces conductrices exposées de l'ensemble et du circuit de protection	Lorsque les instructions d'assemblage des composants métalliques sont observées, la continuité à la terre effective entre les parties conductrices exposées est vérifiée, avec des valeurs de résistance négligeables
Tenue aux courts-circuits du circuit de protection : phase-barre de mise à la terre	Lorsque les instructions d'assemblage et les indications des pages 44 et 45 de la présente documentation technique sont observées, la tenue aux courts-circuits du circuit de protection est vérifiée

Tenue maximale aux courts-circuits phase-barre de mise à la terre pour la structure

System pro *E* power		72 kA (1s)
ArTu L	Montage mural D=200 mm	9 kA (1s)
	Montage au sol D=250 mm	21 kA (1s)
ArTu M	Montage mural D=150/200 mm	9 kA (1s)
	Montage au sol D=250 mm	21 kA (1s)
Enveloppes IS2		39 kA (1s)

Vérification des lignes de fuite et distances d'isolement

Lorsque les instructions de montage et d'installation relatives aux structures métalliques et disjoncteurs ABB sont respectées, les lignes de fuite et distances d'isolement sont garanties.

Vérification de la commande mécanique

Lorsque les instructions de montage relatives aux structures métalliques et disjoncteurs ABB sont respectées, la commande mécanique est garantie.

Vérification du degré de protection

Lorsque les instructions de montage relatives aux structures métalliques et disjoncteurs ABB sont respectées, les degrés de protection suivants sont vérifiés :

Tableau 12.4

		Sans porte	Avec porte et panneaux latéraux ventilés	Sans porte avec kit IP41	Avec porte
System pro *E* power		IP30 / IP31	IP40 / IP41	-	IP65
ArTu L	Montage mural D=200 mm	IP31	-	-	IP43
	Montage au sol D=250 mm	IP31	-	-	IP43
ArTu M	Montage mural D=150/200 mm	-	-	-	IP65
	Montage au sol D=250 mm	IP31	-	-	IP65
Enveloppes SR2		-	-	-	IP65
Enveloppes AM2		-	-	-	IP65
Enveloppes IS2		-	-	-	IP65

12.3 Vérifications périodiques (essais) à effectuer par le constructeur d'ensembles

Les essais périodiques, parfois appelés essais de l'ensemble, prescrits et définis par la norme IEC 61439-1, doivent être effectués sur l'ensemble par le constructeur, après assemblage et câblage.
Ces vérifications sont destinées à détecter les défauts de matériaux et de qualité des composants et/ou dans la construction de l'ensemble.
Un bon résultat des essais périodiques permet de rédiger un rapport d'essai positif (rapport d'essai et d'inspection).

Procédures et modalités d'exécution des vérifications périodiques
Le constructeur d'ensembles peut définir une procédure concernant :
- les conditions d'essai (personnel qualifié, zone de l'atelier destinée aux essais, etc.) et les mesures de sécurité ;
- les documents de référence (dossiers techniques, instructions de montage, normes techniques, etc.) ;
- l'identification des inspections de matériau et des inspections visuelles, des contrôles mécaniques et électriques ;
- les essais diélectriques ;
- le contrôle des moyens de protection et de vérification de la continuité de service du circuit de protection ;
- la mesure de la résistance d'isolement en alternative à l'essai diélectrique ;
- la documentation finale (rapport d'essai).

Bien que les essais périodiques soient généralement effectués dans l'atelier du constructeur d'ensembles ou du tableautier, l'installateur n'est pas exempté de l'obligation de contrôler, après le transport et l'installation, si l'appareillage n'a pas subi de dommages ou modifications pouvant faire en sorte qu'il ne répond plus aux exigences déjà vérifiées par les essais périodiques.

Conditions d'essai et mesures de sécurité
Il est recommandé que les ensembles prêts à subir les essais périodiques à l'intérieur de l'atelier soient positionnés dans des zones séparées, accessibles uniquement par le personnel qualifié.
Si cela n'est pas possible, par exemple pour des raisons d'espace, la zone des essais doit être entourée de barrières, pancartes ou barrières visibles.
Les vérifications peuvent évidemment commencer uniquement après l'assemblage.

Pendant la vérification des propriétés diélectriques, par exemple pendant l'essai de tension appliquée, les gants isolants fournis doivent être portés et les tiges de poussée appropriées de type pistolet avec embouts rétractables doivent être utilisées. Le corps et les bras de l'opérateur doivent être correctement protégés, sauf si la tension est appliquée à une distance de sécurité suffisante.

Voici quelques règles pour effectuer les essais périodiques en toute sécurité.

Avant l'essai :
- positionner l'ensemble dans une zone adaptée ;
- installer correctement les barrières de protection ;
- établir correctement les connexions d'alimentation de l'ensemble (terre et alimentation électrique) ;
- établir les connexions assemblées en observant les mêmes principes (interconnexion entre les pièces conductrices exposées et connexions à la terre) ;
- s'assurer que les dispositifs de sécurité utilisés fonctionnent parfaitement (ex. : le bouton d'arrêt d'urgence, les dispositifs clignotants signalant un danger, etc.) ;
- s'assurer qu'aucune personne non autorisée ne séjourne à l'intérieur de la zone réservée pour les essais.

Pendant l'essai :
- en cas de suspension des essais, même temporaire, il est nécessaire de débrancher les équipements soumis à essai ;
- pour les vérifications ou mesures électriques à effectuer sous tension, il est nécessaire que la personne responsable ait conscience des dangers, que les instruments de mesure utilisés répondent aux exigences de sécurité et que les dispositifs et moyens de protection appropriés soient utilisés (ex. : gants isolants, etc.) ;
- les câbles ou équipements électriques ne doivent pas être laissés en dehors de la zone d'essai identifiée.

Documents de référence
Les éléments spécifiques à l'ensemble d'appareillages à soumettre à essai, auxquels le testeur peut se référer, sont les diagrammes (unifilaires, fonctionnels, synoptiques, etc.), les schémas (avant du tableau, dimensions hors tout, etc.) et les spécifications particulières reçues avec l'ensemble.
Outre la dernière édition des normes techniques auxquelles l'ensemble est déclaré conforme, l'inspecteur peut également se référer aux normes IEC 60529 (degrés de protection fournis par les enveloppes) et IEC 60664-1(règles relatives à la coordination de l'isolement des équipements).

12.4 Vérifications périodiques en conformité avec la norme IEC 61439-2

Les vérifications périodiques représentent l'intervention technique finale du constructeur d'ensembles avant la livraison de l'ensemble d'appareillages terminé et avant la facturation et l'expédition au client. La norme décrit les vérifications dans l'ordre suivant :

- **Indice de protection des enveloppes (IP / IK)**
  Il représente le premier essai périodique prescrit par la norme IEC 61439-1.
  Il est actuellement réduit à une inspection visuelle.

- **Distances d'isolement et lignes de fuite**
  Les distances sont généralement, même lors de l'inspection visuelle, beaucoup plus élevées que nécessaire.
  Concernant les lignes de fuite, il faut se référer aux valeurs définies par la norme (indiquées dans le tableau 9.6, article 9.2 de la présente documentation technique) ; pour plus de détails, il faut se référer à l'article 12.6 de la documentation technique, « Vérification périodique de la tenue aux chocs ».

- **Protection contre les chocs électriques et intégrité des circuits de protection**
  Cette vérification est basée sur une inspection visuelle et sur certaines vérifications du serrage mécanique correct, de manière aléatoire. La réalisation correcte du circuit de protection est vérifiée :
  - visuellement (ex. : contrôle de la présence de dispositifs qui garantissent le contact pour la continuité du conducteur de mise à la terre, etc.) ;
  - mécaniquement (contrôle du serrage des connexions de manière aléatoire) ;
  - électriquement (vérification de la continuité du circuit).

  Les outils utilisés sont un testeur et une clé dynamométrique.

- **Intégration de composants incorporés**
  La correspondance réelle des équipements installés avec les instructions de fabrication de l'ensemble est vérifiée.

- **Circuits électriques internes et connexions**
  La vérification aléatoire du serrage correct des bornes est nécessaire.

- **Bornes pour conducteurs externes**
  La correspondance des câbles et bornes est vérifiée conformément au schéma de câblage.

- **Fonctionnement mécanique**
  Les leviers, boutons-poussoirs et éléments de commande mécanique éventuels sont commandés sur une base aléatoire.

- **Propriétés diélectriques**
  Voir article 12.6.

- **Câblage, performances opérationnelles et fonctionnement**
  La plaque signalétique est vérifiée et, si nécessaire, la commande électrique et les éventuels dispositifs de verrouillage de sécurité doivent être soumis à essai.

12.5 Contrôles supplémentaires pendant les essais

Exemples de contrôles supplémentaires à effectuer pendant les essais :

Inspections visuelles
Elles sont effectuées visuellement en tenant compte de ce qui suit :

a) conformité de l'ensemble avec les diagrammes, désignations, schémas et types d'enveloppes, nombre et caractéristiques des équipements, section de conducteurs et présence de marques d'identification sur les câbles et dispositifs (initiales, inscriptions sur les plaques, etc.) ;
b) présence de composants qui garantissent le degré de protection (haut, joints) et l'absence de défauts sur l'enveloppe (coupures, perforations qui pourraient altérer le degré de protection) ;
c) conformité avec les prescriptions spécifiques, si requis dans la liste d'assemblage, ex. :
   - revêtement ou traitement des barres (application de résine, dépôt d'argent, etc.) ;
   - type de câble (ignifuge, écologique, etc.) ;
   - intégrité des pièces de rechange ;
   - contrôle de peinture (couleur, épaisseur, etc.).

Contrôles mécaniques
Ils doivent être effectués conformément aux documents correspondants, en faisant référence aux spécifications suivantes :

- assemblage correct des équipements (connexions et, de manière aléatoire, serrage correct des connexions) ;
- positionnement et serrage des écrous et boulons ;
- verrous et commandes mécaniques (dispositifs de verrouillage enfichables, verrouillages mécaniques, verrouillages à clé et mécanismes de commande manuelle pour le retrait des disjoncteurs et sectionneurs à l'aide des leviers de commande et accessoires fournis avec l'ensemble) ;
- fermeture et blocage possibles des portes et fixation des joints anti-poussières à la structure de l'ensemble.

Contrôles électriques
Les essais fonctionnels incluent le contrôle du bon fonctionnement de tous les circuits (électriques et électromécaniques) en simulant, autant que possible, les différentes conditions de service de l'ensemble.

Par exemple, les essais sur les circuits de courant et de tension peuvent être effectués en alimentant les circuits secondaires des TC et TT, sans débrancher les TC du circuit.
Les contrôles électriques peuvent inclure la vérification du bon fonctionnement des circuits et équipements, en particulier :

- circuits de commande, de signalisation, d'alarme, de déclenchement et de refermeture ;
- circuits d'éclairage et de chauffage, si présents ;
- circuits de protection et de mesure (surintensité, surtension, terre, unités de déclenchement à courant résiduel, contacteurs, ampèremètres, voltmètres, etc.) ;
- bornes et contacts disponibles dans le bloc de jonction ;
- dispositifs de contrôle d'isolement (les lignes de fuite et distances d'isolement doivent également être vérifiées au niveau des connexions et les adaptations doivent être effectuées en atelier).

Pour effectuer ces contrôles, outre les outils mécaniques utilisés normalement pour l'assemblage, certains outils électriques sont également nécessaires. Un calibrage périodique est nécessaire pour obtenir des résultats fiables.
Les outils généralement utilisés sont :

- un testeur ou multimètre ;
- un banc d'essai (AC et DC) pour alimenter l'ensemble pendant l'essai de fonctionnement sous tension ;
- une clé dynamométrique (pour vérifier que les couples de serrage corrects ont été appliqués aux connexions) et autres outils.

12.6 Détails complémentaires relatifs aux vérifications périodiques des propriétés diélectriques

Ces essais sont destinés à vérifier l'isolement, l'excellence des matériaux isolants et la connexion correcte des équipements soumis à essai. Pendant l'essai, pour les ensembles d'appareillages supérieurs à 250 A, la tension d'essai à une fréquence de 50 Hz est appliquée pendant 1 seconde, aux différentes polarités et avec les valeurs efficaces (rms) définies par la norme (voir Tableaux 9.1 et 9.2 à l'Article 9.1 de la présente documentation technique) ; pour 690 V ≤ Ui ≤ 800 V, la tension d'essai est de 2000 V.
Ces essais ne sont pas requis sur les circuits auxiliaires protégés par des dispositifs avec une valeur inférieure à 16 A ou lorsque les circuits ont récemment subi un essai de fonctionnement électrique.

Essai diélectrique
Une fois l'ensemble débranché du côté alimentation et du côté charge, l'essai de tension est appliqué avec tous les appareils de protection et de commutation fermés, ou la tension d'essai doit être appliquée successivement sur les différents circuits de l'ensemble.
Pour cet essai, un générateur de tension à fréquence industrielle (diélectromètre) peut être utilisé.
L'essai est satisfaisant si, pendant l'application de la tension, aucune perforation ou aucun claquage ne se produit.
Tous les dispositifs consommateurs de courant (enroulements, alimentation électrique, instruments de mesure, modules de mesure, disjoncteurs électroniques de courant résiduel, etc.) dans lesquels l'application de tensions d'essai pourrait entraîner des dommages, doivent être débranchés.

Tableau 12.5

Déclencheurs de courant résiduel

Disjoncteur	Déclencheur de courant résiduel	Opération à effectuer
Tmax T1-T2-T3	RC221	Tourner le sélecteur spécial sur l'avant du déclencheur en position de test. Débrancher la bobine de déclenchement YO2
Tmax T1-T2-T3 T4-T5 (4 pôles uniquement)	RC222	Tourner le sélecteur spécial sur l'avant du déclencheur en position de test. Débrancher la bobine de déclenchement YO2
Tmax T3 e T4 (4 pôles uniquement)	RC223	Tourner le sélecteur spécial sur l'avant du déclencheur en position de test. Débrancher la bobine de déclenchement YO2
Tmax XT1-XT3	RC Sel 200*-RC Inst-RC Sel-RC B Type** *pour XT1 uniquement ** pour XT3 uniquement	Tourner le sélecteur spécial en position de test. Débrancher la bobine de déclenchement YO2
Tmax XT2-XT4	RC Sel	Tourner le sélecteur spécial en position de test. Débrancher la bobine de déclenchement YO2
Tmax XT1-XT2-XT3- XT4	RCQ020/A	Débrancher tous les câbles relatifs aux bornes de l'unité RCQ020/A
Tmax T1..T7	RCQ-RCQ020/A (courant assigné jusqu'à 800 A)	Débrancher tous les câbles relatifs aux bornes de l'unité RCQ020
Emax X1 (courant assigné jusqu'à 800 A)	RCQ020/A	Débrancher tous les câbles relatifs aux bornes de l'unité RCQ020
Emax E1..E3 (courant assigné jusqu'à 2000 A)	RCQ	Sectionnement manuel

Unités de déclenchement électroniques

Disjoncteurs	Unités de déclenchement	
Tmax T2-T4-T5-T6	PR221-PR222DS/P	Aucune commande
	PR222DS/PD-PR223DS e EF	Débrancher, si disponibles, les connecteurs arrière X3 et X4
Tmax XT2-XT4	Famille Ekip	Aucune commande
Tmax T7 Version fixe	PR231-PR232	Aucune commande
	PR331	Débrancher, si disponible, le câblage pour : T5, T6, K1, K2, W3, W4, 98S, 95S
	PR332	Débrancher, si disponible, le câblage pour : T5, T6, T7, T8, T9, T10, K1, K2, K11, K12, K13, K14, K15, K21, 98S, 95S, W1, W2, W3, W4, C1, C2, C3, C11, C12, C13
Tmax T7 Version débrochable	PR231-PR232 PR331-PR332	Mettre le disjoncteur en position débrochée
Emax X1 Version fixe	PR331	Débrancher, si disponible, le câblage pour : T5, T6, K1, K2, W3, W4, 98S, 95S
	PR332-PR333	Débrancher, si disponible, le câblage pour : T5, T6, T7, T8, T9, T10, K1, K2, K11, K12, K13, K14, K15, K21, 98S, 95S, W1, W2, W3, W4, C1, C2, C3, C11, C12, C13.
Emax X1 Version débrochable	PR331-PR332-PR333	Mettre le disjoncteur en position débrochée
Emax E1-E6 Version fixe	PR121	Débrancher, si disponible, le câblage pour : T5, T6, K1, K2, W3, W4
	PR122-PR123	Débrancher, si disponible, le câblage pour : T5, T6, T7, T8, K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11, K12, K13, K14, K15, W1, W2, W3, W4, C1, C2, C3, C11, C12, C13, D1, D2, D13, D14, R1, R2, 37, 38.
Emax E1-E6 Version débrochable	PR121-PR122-PR123	Mettre le disjoncteur en position débrochée
Emax 2 (E1.2 à E6.2) Version débrochable	Ekip Dip, Ekip Touch/Ekip Hi-Touch Unités de déclenchement	Mettre le disjoncteur en position débrochée
Emax 2 (E1.2 à E6.2) Version fixe	Ekip Dip, Ekip Touch/Ekip Hi-Touch Unités de déclenchement	Débrancher (si applicable) les câbles ou bornes des connexions auxiliaires relatives à : Ekip Signalling 4K, S51, S33, M, YR, Trip Unit I/O, YU/YO2, YC, YO, Ekip Supply et tous les autres modules de cartouches

Modules de mesure

Disjoncteur et unité de déclenchement	Module de mesure	Opération à effectuer
Emax équipé de PR122 ou PR123 Version fixe	PR120/V	Tourner le sélecteur spécial en position de test indiquée par « Essai d'isolement »
Emax X1 équipé de PR332 ou PR333 Tmax T7 équipé de PR332 Version fixe	PR330/V	Tourner le sélecteur spécial en position de test indiquée par « Essai d'isolement »
Emax 2 (équipé de Ekip Touch/Equip Hi-Touch) Version fixe	Ekip Measuring/Measuring Pro	Retirer le module Ekip Measuring/Measuring Pro

De plus, tous les accessoires des disjoncteurs connectés directement au secteur doivent être débranchés (déclencheurs de sous-tension, déclencheurs d'ouverture de shunt, déclencheurs de fermeture de shunt, modules de mesure, mécanismes motorisés, etc.).
Pour de plus amples détails sur les indications et les opérations à effectuer concernant les dispositifs et accessoires ABB, il faut se référer aux manuels techniques des produits.

Vérification périodique de la résistance d'isolement
En conformité avec la norme IEC 61439-1, en alternative à l'essai diélectrique, pour les ensembles avec une valeur maximale de 250 A uniquement, il suffit de vérifier par mesure une résistance d'isolement appropriée.
L'essai doit être effectué en appliquant une tension de 500 V DC entre les circuits et les pièces conductrices exposées, et l'essai est satisfaisant si la résistance d'isolement est au moins égale à 1000 ohms/V par circuit par rapport à la tension assignée à la terre de ces circuits. Dans ce cas également, les dispositifs absorbant le courant doivent être débranchés.
Pour l'essai, un dispositif de mesure d'isolement (mégohmmètre ou megger) peut être utilisé.

Distances d'isolement et lignes de fuite
Cette vérification est effectuée en comparant les distances réelles entre les pièces sous tension et les pièces conductrices exposées avec les distances minimales d'isolement définies par la norme : Lorsque les distances :
- sont inférieures aux valeurs indiquées dans le Tableau 9.6, un essai de tension de tenue aux chocs doit être effectué (voir Article 9.2 du présent document) ;
- ne semblent pas, par inspection visuelle, être supérieures aux valeurs indiquées dans le Tableau 9.6, la vérification doit avoir lieu par mesure physique ou par un essai de tension de tenue aux chocs (voir Article 9.2 du présent document).

Les mesures prescrites eu égard aux lignes de fuite doivent être soumises à une inspection visuelle.
Lorsque cela n'est pas évident par inspection visuelle, la vérification doit avoir lieu par mesure physique.

12.7 Documentation finale et fin des vérifications

ABB considère constructeur d'ensemble, qui réalise les tableaux conformément aux règles de l'art et applique la plaque signalétique avec marquage CE (pour l'Europe uniquement) et finalement, facturer et vendre à un client.
La conformité aux normes techniques (IEC 61439) n'est pas obligatoire, mais une déclaration de conformité est une condition suffisante mais pas nécessaire conformément aux règles de l'art.

La présente documentation technique est basée sur les normes et par conséquent, elle propose des solutions conformément aux règles de l'art.
D'un point de vue strictement juridique, le constructeur qui fournit l'ensemble doit obligatoirement :
- être construit conformément aux règles de l'art ; la conformité totale avec une norme technique harmonisée (ex. : IEC 61439-2) implique également la conformité avec les règles de l'art et le marquage CE de l'ensemble ;
- appliquer des plaques signalétiques claires et lisibles et le marquage CE (pour les livraisons de produits en Europe) ;
- joindre les manuels d'utilisation et de maintenance des composants et de l'ensemble lui-même (généralement fournis) ;
- rédiger et archiver (pendant au moins 10 ans) le dossier technique auquel est jointe la déclaration de conformité. Le constructeur d'ensembles n'est pas tenu de remettre la déclaration de conformité au client. Il doit être conservé avec le dossier technique (pendant au moins 10 ans) ;
- établir la facture et la remettre au client.

De plus, les normes techniques IEC 61439 nécessitent pour l'ensemble :
- la conformité totale avec les procédures de conception, d'assemblage et d'essais finaux décrites dans les documents correspondants (la norme IEC 61439-1 plus la norme de produit spécifique relative au type d'ensemble en question) ;
- la pose d'une plaque signalétique plus complète indiquant également l'année de fabrication et la norme de produit spécifique, outre le marquage CE, le nom du constructeur et le numéro de série ;
- dans l'enveloppe, une documentation technique spécifique indiquant les caractéristiques et les performances assignées ainsi que toutes les autres recommandations et indications relatives à une utilisation optimale.

Même si cela n'est pas expressément requis par la loi ou les normes, pour garantir la qualité et l'intégrité, il est utile, pour les essais finaux, d'utiliser des rapports analytiques, dans lesquels toutes les vérifications sont enregistrées, même les détails. Il est ainsi possible de vérifier, un à un, les différents éléments pour garantir que toutes les opérations requises ont été effectuées.
L'Annexe A fournit un exemple des documents d'essai résumant les vérifications requises et le résultat obtenu pour chacune d'entre elles pour obtenir un ensemble conforme à la norme IEC 61439.

13 Exemple de construction d'un tableau de distribution System pro *E* power

Cette section a pour but d'aider le tableautier et le concepteur lors de la construction d'un tableau ABB System pro *E* power.

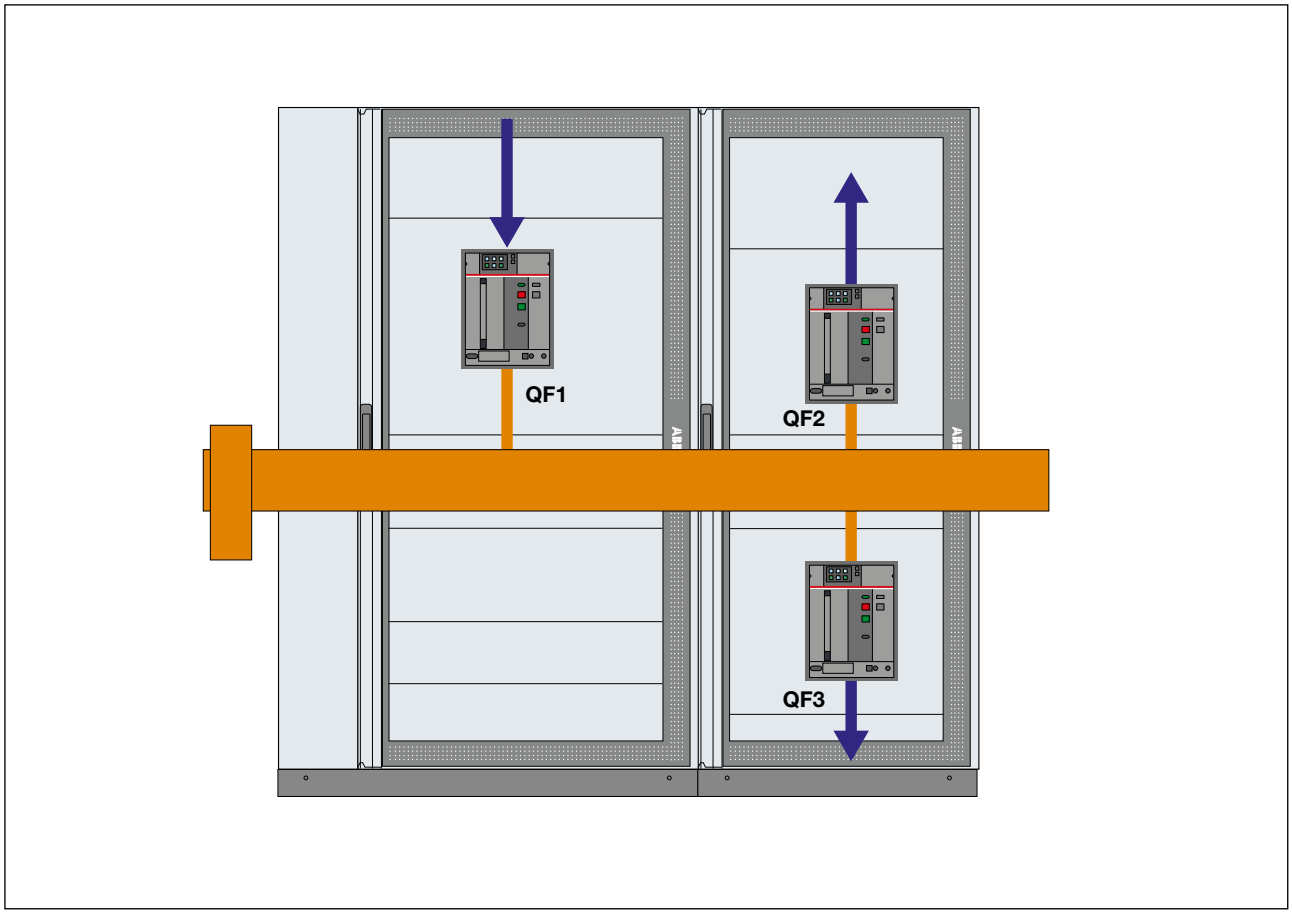
À cet effet, en commençant du point de vue d'un tableau et en sélectionnant les composants appropriés, un ensemble est réalisé et complété avec la déclaration de conformité correspondante avec la norme IEC 61439-2.
Caractéristiques de l'ensemble, conformément aux spécifications :
- séparation interne : Forme 4b ;
- IP41 ;
- montage mural exposé.

Supposons que la réalisation d'un ensemble de distribution principal est requise, avec un disjoncteur principal 6300 A et deux disjoncteurs sortants avec un courant assigné respectif de 4000 A et 3200 A.

En particulier :
1 Emax2 E6.2 6300 Ekip dip LSIG 4p W – In 6300 (disjoncteur principal du tableau QF1) ;
1 Emax2 E4.2 4000 Ekip Dip LSIG 4p W – In 4000 (QF2) ;
1 Emax2 E4.2 3200 Ekip Dip LSIG 4p W – In 3200 (QF3).
Pour des raisons de sélectivité avec les disjoncteurs de tableaux du côté charge, les disjoncteurs à conception ouverte ont été choisis pour être dérivés des barres.
Le courant de court-circuit du jeu de barres de distribution principales est de 120 kA. Eu égard au logement de ces dispositifs, le disjoncteur principal a été positionné dans une colonne, et les disjoncteurs des lignes sortantes dans une autre.

Un agencement possible des jeux de barres et des disjoncteurs est illustré dans la figure suivante :

Figure 13.1



Système de distribution

Eu égard aux barres à l'intérieur de l'ensemble, selon une première approximation, elles sont sélectionnées selon la taille du disjoncteur :

Jeu de barres de distribution principales
(disjoncteur QF1)
(Dans le catalogue « System pro *E* power - Nouveaux tableaux de distribution principale jusqu'à 6300 A »)

3x**PBFC2001** In=6300 A (IP41) I_{cw} max =120 kA

Pièces de jonction entre disjoncteurs et jeux de barres
(disjoncteurs QF2, QF3)
L'Article 11.4 de la documentation technique indique les sections des barres pour le raccordement des disjoncteurs :

E4.2 4000 section 4x(100x10)
E4.2 3200 section 3x(100x10)

De plus, la distance de fixation maximale de la première plaque de fixation doit être respectée.
Voir la Section 11.3 du présent document technique pour plus de détails sur la distance maximale (en mm) de la première plaque de fixation des jeux de barres reliant au disjoncteur, selon le type de disjoncteur et la valeur de courant de crête (I_{pk}) du courant de court-circuit maximal admissible.

Barre de mise à la terre
Comme indiqué dans les pages 44 et 45 de la présente documentation technique, la barre de mise à la terre doit avoir une section minimale égale à ¼ de la section des barres principales. Par conséquent, une barre 160x10 a été sélectionnée.

Structure métallique
Eu égard à la structure métallique, un tableau de distribution System pro *E* power avec porte (IP41) est utilisé.
Pour loger les disjoncteurs, le jeu de barres et les câbles sortants, deux colonnes sont utilisées.

Pour une sélection correcte de la structure, il est recommandé de consulter le catalogue « System pro *E* power - Nouveaux tableaux de distribution principale jusqu'à 6300 A », où :
- pour loger les disjoncteurs Emax2 E.6.2, il faut un ensemble d'appareillages de 900 mm de profondeur et de 1250 mm de largeur avec un kit d'installation **PVGE6230**.

Comme spécifié dans le catalogue « System pro *E* power - Nouveaux tableaux de distribution principale jusqu'à 6300 A », la structure métallique doit être complétée par les kits de juxtaposition **PSBS0065**.

Conformité à la norme IEC 61439-2

Il est nécessaire de vérifier la conformité de l'ensemble avec la norme IEC 61439-2.

Vérification thermique de l'ensemble d'appareillages
En référence à l'Article 10.10.3 de la norme IEC 61439-1, comme la configuration de l'ensemble à construire est similaire à celle d'un ensemble déjà vérifié lors d'essais en laboratoire avec, en particulier :

- le même type de construction qu'utilisé pour l'essai ;
- des conditions générales identiques ou supérieures à celles utilisées pour l'essai ;
- les mêmes conditions de refroidissement que celles utilisées pendant l'essai (convection naturelle et les mêmes ouvertures de ventilation) ;
- la même forme de séparation interne que celle utilisée pour l'essai ;
- des pertes de puissance identiques ou inférieures dans la même section par rapport à celles utilisées pour l'essai.

Le résultat des limites d'échauffement est vérifié.

Vérification des propriétés diélectriques
Les propriétés diélectriques de l'ensemble examiné sont les mêmes que celles déclarées par le système System pro *E* power à condition que les instructions de montage de chaque composant individuel soient correctement suivies.

À cet effet, il incombe à l'assembleur de faire en sorte que le positionnement de chaque partie individuelle (fournie en pièces détachées et avec les supports de fixation correspondants) soit effectué conformément aux normes. Il faut garder en tête qu'augmenter la forme de séparation implique une réduction proportionnelle des zones d'assemblage internes. De plus, l'utilisation de pièces externes (pièces métalliques destinées à mesurer les conteneurs ou bornes métalliques de verrouillage) et de composants électriques avec des enveloppes métalliques (ex. : cartes, démarreurs, moniteurs, blindages, etc.) peut réduire ou mettre en danger la résistance diélectrique de l'ensemble.
Pour vérifier les spécifications du produit, ABB a effectué les essais de vérification appropriés dans le courant alternatif à 50 Hz et avec la fréquence industrielle, avec les performances suivantes :

- tension assignée U_n = 400 V ;
- tension d'isolement U_i = 1000 V ;
- tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} = 12 kV.

Vérification de la tenue aux courts-circuits
Grâce aux choix effectués pour les barres et les disjoncteurs, et en observant correctement les instructions de montage, la tenue aux courts-circuits est vérifiée jusqu'à la valeur déclarée dans le catalogue.
Outre les distances de fixation entre les barres et leurs supports associés, il est nécessaire d'observer les couples de serrage mécanique entre les barres et les supports, en vérifiant qu'ils sont dans la plage entre les valeurs minimales et maximales requises. De plus, il est nécessaire d'observer les distances de câblage maximales admissibles entre la borne entrante ou sortante des dispositifs et le premier support de barre ; ces distances ont été reportées dans l'Article 11.3 de ce document.

Dans le cas considéré, des dérivations particulières par comparaison avec un modèle de référence testé sont requises car le courant assigné de tenue de courte durée de l'agencement atteignant une valeur I_{cw} égale à 120 kA, s'avère suffisant.

Vérification de la tenue aux courts-circuits du circuit de protection
Lorsque les instructions d'assemblage des composants métalliques sont observées, la continuité électrique réelle entre les pièces conductrices exposées est vérifiée, avec des valeurs de résistance négligeables. Si, du point de vue de la conception, une section des barres de mise à la terre est sélectionnée en appliquant le tableau de la norme ou en la calculant en conformité totale avec la valeur maximale I^2t des matériaux, même la tenue aux courts-circuits du circuit de protection est vérifiée.

Vérification des distances d'isolement et lignes de fuite
Si les instructions d'assemblage et de montage des structures métalliques et disjoncteurs ABB sont observées, remises avec chaque produit, les lignes de fuite et distances d'isolement adéquates sont garanties.
Dans chaque cas, les essais de vérification après le montage permettent la détection et la correction, si nécessaire, de tout éventuel défaut de position et distance entre les parties sous tension ainsi que vers les parties conductrices exposées.
Ce contrôle est recommandé principalement en cas d'agencements de formes 3 et 4.

Vérification de la commande mécanique
Il s'agit d'un des essais périodiques qui vérifie le caractère correct des connexions qui alimentent la télécommande, les systèmes de réglage et de sécurité de l'ensemble d'appareillages, l'installation ou la machine.
Lorsque les instructions de montage relatives aux structures métalliques et disjoncteurs ABB sont observées, la commande mécanique est vérifiée.

Vérification du degré de protection
Lorsque les instructions de montage des structures métalliques, disjoncteurs et bâtis associés, garnitures et conduits fournis avec les équipements ABB, sont observées, il est possible d'obtenir un degré de protection IP jusqu'à **IP65**.

Vérification de la continuité
La norme IEC 61439 prescrit la mise à la terre de toutes les pièces conductrices exposées accessibles de l'ensemble. Pendant l'essai de vérification, une inspection visuelle minutieuse doit être effectuée sur ces connexions, qui peuvent être boulonnées, soudées ou autre.
L'ensemble System pro *E* power respecte totalement cette exigence grâce à une connexion unique à la terre pour la structure métallique (généralement le long d'une connexion de la colonne montante). En effet, une simple fixation mécanique entre tableaux, capots, plaques signalétiques, boulons à œil, etc. au moyen de boulons et vis, si approprié soumis à essai en laboratoire, est considérée comme plus que suffisante pour garantir la continuité galvanique à la terre.
Il est ainsi possible de surmonter les problèmes de corrosion, contact, transmission de l'énergie à potentiel zéro pour toutes les parties dangereuses.

Annexe A : Formulaires de déclaration de conformité et de certificat d'essai

DÉCLARATION DE CONFORMITÉ
ENSEMBLES D'APPAREILLAGES A BASSE TENSION CONFORMES A LA NORME IEC 61439-2 (CEI EN 61439-2)

L'entreprise .....

Située à l'adresse .....

Constructeur de l'ensemble d'appareillages .....

.....

déclare, sous sa propre responsabilité, que l'ensemble d'appareillages susmentionné a été construit conformément à l'état de la technique et en conformité avec toutes les spécifications fournies par la norme IEC 61439-2.

Elle déclare également que les composants ABB ont été utilisés et que l'attention a été portée aux critères de sélection et instructions d'assemblage indiqués dans les catalogues correspondants et dans les fiches d'instructions, et que les performances du matériel utilisé déclaré dans les catalogues susmentionnés n'ont en aucun cas été altérées pendant l'assemblage ou par une modification.
Ces performances et les vérifications effectuées nous permettent ainsi de déclarer la conformité de l'ensemble d'appareillages considéré/en question avec les exigences suivantes de la norme :

Exigences de construction :
- Résistance des matériaux et des parties ;
- Degré de protection des ensembles (IP) ;
- Distances d'isolement et lignes de fuite ;
- Protection contre les chocs électriques et intégrité des circuits de protection ;
- Intégration des appareils de connexion et des composants ;
- Circuits électriques internes et connexions ;
- Bornes pour conducteurs externes ;

Exigences de performance
- Propriétés diélectriques ;
- Vérification de l'échauffement ;
- Tenue aux courts-circuits ;
- Compatibilité électromagnétique (CEM) ;
- Fonctionnement mécanique.

déclare, finalement, sous sa propre responsabilité, que toutes les vérifications périodiques prescrites par la norme ont été effectuées avec succès, et précisément :

Spécifications de conception :
- Degré de protection procuré par les enveloppes ;
- Distances d'isolement et lignes de fuite ;
- Protection contre les chocs électriques et intégrité des circuits de protection ;
- Intégration des composants incorporés ;
- Circuits électriques internes et connexions ;
- Bornes pour conducteurs externes ;
- Fonctionnement mécanique.

Spécifications de performance :
- Propriétés diélectriques ;
- Câblage, fonctionnement électrique et fonction.

Date et lieu .....

.....

Signature .....

(nom complet et fonction de la personne chargée de signer au nom du constructeur)

CERTIFICAT D'ESSAI
ENSEMBLES D'APPAREILLAGES A BASSE TENSION - EN CONFORMITÉ AVEC LES VÉRIFICATIONS PÉRIODIQUES PRESCRITES PAR LA NORME IEC 61439-2 (CEI EN 61439-2)

L'entreprise .....

Située à l'adresse .....

Constructeur de l'ensemble .....

.....

établit ce

CERTIFICAT D'ESSAI

attestant avec ce document que toutes les vérifications techniques prescrites par les normes applicables au produit et en particulier celles de la norme IEC 61439-2 (CEI EN 61439-2) ont été effectuées, et que toutes les obligations légales et statutaires requises par les dispositions en vigueur ont été satisfaites.

Date et lieu .....

.....

Signature .....

(nom complet et fonction de la personne chargée de signer au nom du constructeur)

DÉCLARATION DE CONFORMITÉ CE
ENSEMBLES D'APPAREILLAGES A BASSE TENSION CONFORMES A LA NORME IEC 61439-2 (CEI EN 61439-2)

L'entreprise .....

Située à l'adresse .....

Constructeur de l'ensemble .....

.....

déclare, sous sa propre responsabilité, que l'ensemble d'appareillages

désignation de type .....

n° de série .....

norme de référence IEC 61439-2
année d'application du marquage CE .....

est conforme à ce qui est prévu par les directives européennes suivantes (y compris les dernières modifications de celles-ci), ainsi qu'à la législation nationale en vigueur

Référence n°	**Titre**
Directive 2006/95/CE,	Directive sur les basses tensions
Directive CEM 2004/108/CE	Directive sur la compatibilité électromagnétique [1]

Et que la norme harmonisée suivante a été appliquée

Code de norme	**édition**	**titre**
IEC 61439-1	Édition 2.0 2011-08	IEC 61439-1 (CEI EN 61439-1) Appareillages à basse tension Partie 1 : Règles générales
IEC 61439-2	Édition 2.0 2011-08	IEC 61439-2 (CEI EN 61439-2) Appareillages à basse tension Partie 2 : Ensembles d'appareillages de puissance

[1] Omettre cette directive dans les cas où la conformité avec celle-ci n'est pas requise.

Date et lieu .....

.....

Signature .....

(nom complet et fonction de la personne chargée de signer au nom du constructeur)

LISTE DE CONTRÔLES - VÉRIFICATION INDIVIDUELLE DE SÉRIE

Client .....

Installation .....

Commande/Ensemble : .....

Opérations de contrôle	Vérifié	Résultat	Opérateur
1) Construction			
a) degré de protection de l'enveloppe			
b) distances d'isolement et lignes de fuite			
c) protection contre les chocs électriques et intégrité des circuits de protection			
d) intégration de composants incorporés			
e) circuits électriques internes et connexions			
f) bornes pour conducteurs externes			
g) fonctionnement mécanique.			
2) Performances			
a) propriétés diélectriques			
b) câblage, fonctionnement électrique et fonction			

Vérification effectuée par :	Pendant l'assemblage	Après l'assemblage

RAPPORT D'ESSAI - VÉRIFICATION INDIVIDUELLE DE SÉRIE (ESSAIS)

Client .....

Installation .....

Commande n° .....

Désignation de type et numéro d'identification de l'ensemble d'appareillages

Schéma de l'ensemble.....

Schéma fonctionnel .....

Autres schémas.....

Tension assignée d'emploi .....

.....

Les essais de vérification individuelle de série ont été effectués conformément à la norme IEC 61439-2 (CEI EN 61439-2)

	Résultat
- degré de protection de l'enveloppe ;	
- distances d'isolement et lignes de fuite ;	
- protection contre les chocs électriques et intégrité des circuits de protection ;	
- installation de composants incorporés ;	
- circuits électriques internes et connexions ;	
- bornes pour conducteurs externes ;	
- fonctionnement mécanique.	
- propriétés diélectriques ;	
- câblage, fonctionement électrique et fonction	

Essais effectués à .....

En présence de M. .....

Ayant réussi les essais ci-dessus, l'ensemble d'appareillages considéré est conforme à la norme IEC 61439-2 (CEI EN 61439-2).

Documentations techniques

QT1
Sélectivité basse tension avec disjoncteurs ABB

QT2
Postes de transformateurs MT/BT : théorie et exemples de calcul de court-circuit

QT3
Systèmes de distribution et protection contre le contact indirect et le défaut à la terre

QT4
Disjoncteurs ABB à l'intérieur de tableaux BT

QT5
Disjoncteurs ABB pour applications à courant direct

QT6
Ensembles d'appareillages basse tension résistants aux arcs

QT7
Moteurs asynchrones triphasés Généralités et propositions ABB pour la coordination des dispositifs de protection

QT8
Correction du facteur de puissance et filtrage d'harmonique dans les installations électriques

QT9
Communication par bus avec disjoncteurs ABB

QT10
Installations photovoltaïques

QT11
Instructions relatives à la construction d'un ensemble basse tension conforme aux normes IEC 61439 parties 1 et 2

QT12
Généralités sur les systèmes maritimes et installations à bord

QT13
Éoliennes

Contactez-nous

ABB France
Division Electrification Products
Produits et Systèmes Basse Tension
465, av. des Pré Seigneurs - La Boisse
F-01124 Montluel cedex / France

Support commercial

0 825 386 355 Service 0,15 € / min + prix appel

Service et assistance technique
Contact Center

0 810 020 000 Service 0,06 € / min + prix appel

http://new.abb.com/low-voltage/fr

Dans un souci permanent d'amélioration, ABB se réserve le droit de modifier sans préavis les caractéristiques des appareils décrits dans ce document. Les informations n'ont pas de caractère contractuel. Pour précision, veuillez prendre contact avec votre société ABB.

Copyright© 2017 ABB - All rights reserved

1TXH000519C0301 - Imprimé en France (Z 02.2017 Lamazière)