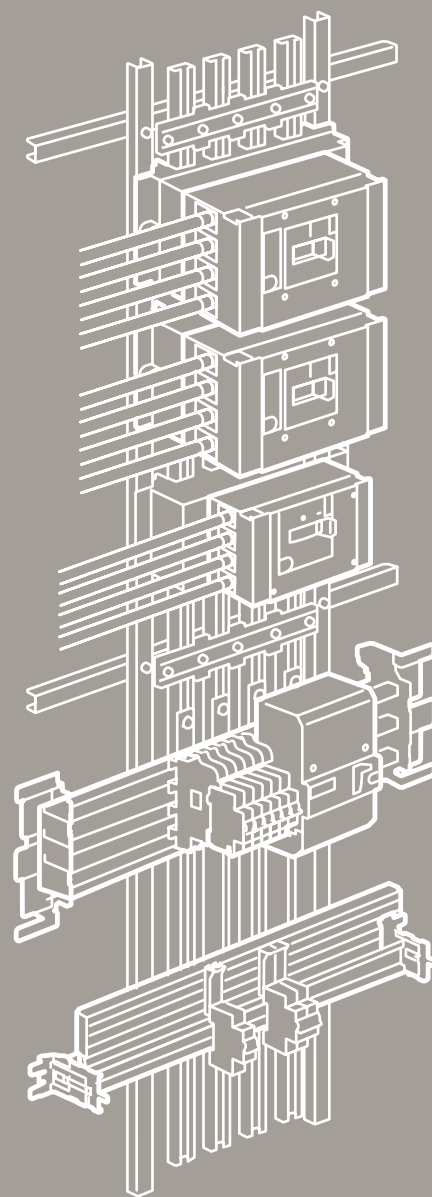


XL³

Certification
Raccordement
Câblage



CAHIER D'ATELIER

Sommaire

■ LA CERTIFICATION DES ENSEMBLES

■ Essais de type	2
■ Essais de construction	3
■ Essais individuels	4
■ Vérification de la compatibilité électromagnétique	13
■ Marquage et indications	14

■ LE RACCORDEMENT DES APPAREILS

■ Sections habituelles des conducteurs externes	16
■ Raccordement des DMX	17
■ Capacités maximales de raccordement	18

■ LES BARRES RIGIDES

■ Dimensions des surfaces en contact	26
■ Pression de contact	28
■ Etat des surfaces en contact	30
■ Usinage des barres cuivre	30
■ Pliage des barres	31

■ LES BARRES SOUPLES

■ Intensités admissibles	32
■ Mise en œuvre des barres souples	33
■ Conditions de pose et de circulation	33
■ Raccordement	35

■ LES CÂBLES ET CONDUCTEURS

■ Section des conducteurs de câblage à l'intérieur des ensembles	36
■ Connexion des conducteurs	38

■ LES PRÉCAUTIONS DE CÂBLAGE

■ Protection contre les effets des courts-circuits	42
■ Protection contre les effets magnétiques	44
■ Câblage en amont des dispositifs de protection	45
■ Câblage des circuits en permanence sous tension	46

■	LE CÂBLAGE DES ENSEMBLES DE CLASSE II	
■	Règles générales de conception des ensembles de classe II	48
■	Règles de construction de la classe II	48
■	LE CÂBLAGE DES APPAREILS	
■	Arrivée des conducteurs	50
■	Position des appareils	50
■	Repérage du pôle neutre	51
■	Câblage des tores pour dispositifs différentiels	51
■	LES CONDUCTEURS DE NEUTRE ET LES CONDUCTEURS DE PROTECTION	
■	Traitement du conducteur de neutre	52
■	Traitement des conducteurs de protection	53
■	Borne principale des conducteurs de protection	55
■	Utilisation des masses en tant que conducteur de protection	57
■	Traitement du conducteur PEN	58
■	Coexistence TN-C et TN-S	59
■	LE GROUPEMENT DES CONDUCTEURS	60
■	LES SÉPARATIONS À L'INTÉRIEUR D'UN ENSEMBLE	62
■	ANNEXES	
■	Poussoirs et voyants	64
■	Degrés de protection IP	65
■	Couples de serrage	66
■	Déclaration de conformité	68
■	Rapport individuel d'examen	69
■	Essais individuels	70

La certification des ensembles

2

La certification des ensembles de distribution est définie par la norme européenne EN 60439. Celle-ci formule les définitions, les conditions d'emploi, les dispositions constructives, les caractéristiques techniques et les essais pour les ensembles d'appareillages à basse tension.

La conformité des ensembles de distribution à la norme EN 60439 repose sur le principe de la déclaration du constructeur ou de l'assembleur final. Cette démarche volontaire ne doit pas faire oublier qu'elle s'appuie sur trois obligations :

- la construction d'ensembles utilisant des produits eux-mêmes testés et conformes à leurs propres normes dans des configurations représentatives; ce sont les essais de type réalisés par Legrand,
- le respect de règles de choix et de mise en œuvre de ces produits selon les modalités définies par les normes et règlements, par les règles de l'art et autres précautions précisées par le constructeur du produit,
- la réalisation d'essais individuels (isolement, continuité des masses) et d'une inspection finale, objets d'un rapport individuel simplifié (voir modèle en annexe, page 69).

Le respect complet de cette démarche peut alors être attesté par une déclaration de conformité (voir modèle en annexe, page 68) et l'ensemble être marqué en conséquence.

La conformité à la norme EN 60439 permet également l'apposition du marquage CE si requis. Les modalités propres à celui-ci sont rappelées page 14 ainsi que les aspects de compatibilité électromagnétique qu'il recouvre.

3

A ESSAIS DE TYPE

1. Les ensembles de série (ES)

Au nombre de sept, les essais de type sont effectués de manière officielle sur des ensembles représentatifs des configurations habituelles de câblage et de disposition des appareils. Ces ensembles sont appelés "Ensembles de Série". Par définition, les ensembles de série ne contiennent que des dispositions ayant été soumises à des essais de type.



Les essais de type EN 60439-1

Ils portent sur les vérifications suivantes :

- limites d'échauffement
- propriétés diélectriques
- tenue aux courts-circuits
- efficacité du circuit de protection
- distances d'isolement et lignes de fuite
- fonctionnement mécanique
- degré de protection (IP).

2. Les ensembles dérivés de série (EDS)

Des "Ensembles Dérivés de Série" sont des ensembles qui contiennent à la fois des dispositions ayant été soumises à des essais de type (câblage, appareillage, mode de répartition) et des dispositions originales.

Dans ces ensembles, seules ces dispositions originales doivent être vérifiées et attestées par essai, par calcul, par analogie ou par extrapolation. Les essais réalisés par Legrand sur de nombreuses configurations limitent ces investigations. Les informations relatives aux éléments techniques de détermination fournies par Legrand vous permettront de vous assurer que les choix effectués pour le dimensionnement des enveloppes, le calcul des jeux de barres et le traitement de la protection sont bien conformes aux recommandations.



Coffret XL³ 160 équipé d'une porte conforme à la norme EN 60439

B ESSAIS DE CONSTRUCTIONS

Définis par la norme EN 60439-3, six essais destinés à vérifier la qualité de construction complètent les sept essais de type de la norme EN 60439-1. Ils s'appliquent aux tableaux de répartition jusqu'à 250 A en tête, destinés à être installés dans des lieux accessibles à des personnes non qualifiées (applications résidentielles, tertiaires, recevant du public...).



Les essais de construction EN 60439-3

Ils portent sur les vérifications suivantes :

- résistance aux impacts mécaniques
- résistance à la rouille
- résistance à l'humidité
- résistance des isolants à la chaleur
- résistance au feu
- tenue mécanique des assemblages et fixations.



Les enveloppes XL³ répondent aux règlements de sécurité des ERP : autoextinguibilité à 750 °C

Certification des ensembles (suite)

4

C ESSAIS INDIVIDUELS

La norme EN 60439-1 exige des vérifications finales sur tous les ensembles câblés. Ces vérifications attestent que les caractéristiques essentielles liées à la sécurité (isolement, circuits de protection...) sont bien respectées.

La conformité des ensembles Legrand permet de simplifier cette démarche. Les pages suivantes, consacrées à la réception et au contrôle final, vous permettront d'effectuer facilement la totalité de ces opérations et d'en reporter les résultats sur le rapport individuel d'examen dont un modèle est proposé en annexe, page 69.



Les essais individuels EN 60439-1

Ils comportent :

- une inspection d'ensemble y compris de la filerie, avec une vérification des marquages et des repérages et ainsi que d'éventuels tests électriques
- une vérification de l'isolement par test diélectrique ou par mesure de la résistance d'isolement
- une vérification des mesures de protection contre les contacts indirects et de la continuité du circuit de protection.

1. L'inspection et le contrôle final

Cette opération regroupe les examens, principalement visuels, qui doivent être réalisés. Ces examens sont repris dans la liste non exhaustive ci-après.

■ Conducteurs et câblage

- Conformité aux schémas et aux plans
- section des conducteurs
- repérage des circuits (puissance, commande, information)
- identification des conducteurs (couleur, code alphanumérique)
- repérage polaire
- identification des circuits d'utilisation (câbles de départ)
- maintien des conducteurs
- vérification du serrage au couple et la présence de vernis (ou autre moyen) attestant de ce serrage
- vérification de la présence et du montage correct des rondelles sur les connexions qui le nécessite
- adéquation entre les sections des conducteurs et les éventuelles cosses et vérification de la bonne insertion et la bonne tenue du câble dans la cosse
- éloignement des arêtes vives (bord de tôle)
- traitement des conducteurs non protégés contre les courts-circuits (circuits permanents, mesures)
- liaisons souples, débattement des conducteurs des éléments amovibles (portes, plastrons à charnières)
- pénétration des conducteurs dans l'enveloppe (étanchéité, protection mécanique, absence de contrainte)
- disposition des jeux de barres (maintien mécanique, distances entre supports, raccords boulonnés)
- respect du rayon de courbure des câbles.

■ Appareillage

- Disposition des appareils conformément aux plans
- conformité des appareils aux modèles prescrits (calibre, type, pouvoir de coupure, courbes de fonctionnement)

- obtention du pouvoir de coupure par association (si nécessaire)
- sélectivité sur les circuits spécifiés,
- plaques signalétiques et marquages
- disposition des connexions, des raccordements (serrage, cloisons, cache bornes)
- sertissage des cosses.

■ Protection contre les contacts directs

- Présence des plastrons assurant un degré au moins égal à IP2x ou IPxxB (voir page 65)
- présence d'écrans (recommandée) assurant un degré au moins IPxxA
- cloisonnement si requis
- présence d'étiquettes d'avertissement "Sous tension".



■ Protection contre les contacts indirects

Pour les ensembles de classe I :

- Vérification visuelle de la liaison électrique des châssis et structure de l'ensemble et des parties métalliques accessibles
- présence des liaisons équipotentielles sur les éléments accessibles (panneaux, portes) ou débrochables
- section des liaisons équipotentielles en fonction de la puissance du matériel installé
- raccordement des conducteurs de protection aux bornes des appareils s'ils en sont pourvus
- section des conducteurs de protection et de la borne principale.

Pour les ensembles de classe II :

- Vérification visuelle des dispositions propres à la classe II (voir page 48)
- maintien des conducteurs pour éviter tout détachement
- isolement des masses et des conducteurs de protection
- non-raccordement des masses au conducteur de protection

- cheminement des conducteurs en goulotte, ou sur support isolant ou utilisation de conducteur classe II
- réservation et identification de la zone traitée en Classe II
- présence des symboles  et  et avertissements
- absence de parties métalliques traversant l'enveloppe
- isolation des fixations murales.

■ Lignes de fuites et distances d'isolement

Les modalités de mesure des lignes de fuite et distances d'isolement sont rappelées avec précision dans l'annexe F de la norme EN 60439-1.

Les distances sont mesurées entre les parties actives de polarités différentes, mais également entre les parties actives et les masses.

Le montage des appareils et équipements Lexic garantissent le respect des valeurs de distances pour les tensions d'isolement de ces appareils, lorsqu'ils sont installés selon les conditions prescrites. L'expérience montre que le risque le plus important réside dans le câblage. La vérification des connexions, des faisceaux de conducteurs et des jeux de barres doit être réalisée avec minutie.

Il faut donc prêter une attention particulière :

- aux distances entre les connexions des appareils (cosses, plages...) et les masses proches (châssis, platine)
- aux distances entre les connexions
- aux connexions boulonnées et raccordements sur les barres : distances entre barres et avec la masse.



Des connecteurs, des liaisons boulonnées, des éclisses, des supports métalliques inadaptés peuvent réduire les valeurs d'isolement initialement prévues.

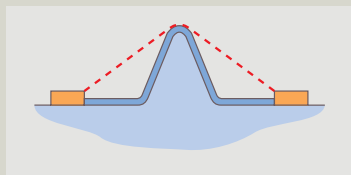
5

Certification des ensembles (suite)

Distances dans l'air

Elles représentent le trajet le plus court entre deux pièces conductrices. En cas de claquage disruptif de l'air, l'arc électrique suivrait ce chemin. Les distances dans l'air sont dimensionnées en fonction de la tension de tenue aux chocs U_{imp} annoncée pour l'ensemble.

Le tableau ci-contre reprend les distances minimales à respecter dans le cas d'un champ électrique supposé non homogène (cas le plus défavorable).



L'utilisation de nervures ou cloisons peut augmenter les distances dans l'air

Tension de choc U_{imp} (kV)	Distances d'isolement minimales (mm)	
	Entre parties actives de polarités différentes (Ph, N, masses)	Entre parties actives et masses en cas d'isolation double ou renforcée
4	3	5,5
6	5,5	8
8	8	14
12	14	18

Valeurs prescrites de tenue aux chocs pour les matériels en réseau 230/400 V (CEI 60664-1)

La tension de choc est fonction de la tension d'alimentation et de l'emplacement dans l'installation (voir Guide Puissance).

Catégorie de surtension	Emplacement dans l'installation	Type et caractéristiques des matériels	Tension de choc U_{imp} (kV)	
			Situation contrôlée ⁽¹⁾	Situation naturelle ⁽²⁾
IV	Origine/branchement	Matériels installés en amont du tableau de distribution : compteurs, mesure, coupe-circuit et disjoncteur de tête (AGCP)...	6	4
III	Distribution/répartition	Matériels appartenant à l'installation fixe : appareillage, disjoncteurs, prises de courant, canalisations, boîtes de jonction ou matériels à usage industriel connectés à demeure : moteurs, fours...	4	2,5
II	Charges/appareils	Matériels d'utilisation destinés à être connectés : outils et appareils domestiques	2,5	1,5
I	Spécial/protégé	Matériels sensibles à tenue réduite comportant des circuits électroniques. Une protection de proximité ou intégrée peut être souhaitable	1,5	0,8

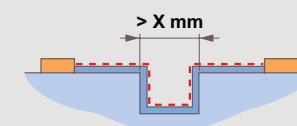
[1] Installation où les surtensions transitoires sont réduites ($> U_{imp}$) par une protection sur la ligne elle-même ou à l'origine de l'installation (exemple : réseau aérien protégé).

[2] Installations où le risque est naturellement faible. La protection parafoudre n'est généralement pas jugée nécessaire (exemple : réseau entièrement souterrain). Des valeurs plus basses (valeurs indicatives non normalisées) de tenue des appareils peuvent être acceptées dans cette situation (NF C 15-100 chapitre 443-3).

Lignes de fuite

Elles représentent le trajet le plus court en suivant la surface des matériaux isolants entre deux pièces conductrices.

Des rainures et nervures peuvent augmenter la valeur de la ligne de fuite sous réserve qu'elles soient de dimensions suffisantes pour ne pas retenir l'eau. Dans la pratique et pour les éléments concernés qui sont essentiellement liés au montage, ne prendre en compte que les rainures de largeur et de profondeur au moins égales à 2 mm.



Degré de pollution	X en mm (valeur normalisée)
2	1
3	1,5

Les valeurs minimales à respecter dépendent de la qualité des isolants eux-mêmes, du degré de pollution et de la tension d'isolement U_i .

En règle générale, le degré de pollution 2 peut être retenu pour les applications domestiques, résidentielles ou tertiaires. Le degré de pollution 3 est retenu pour les applications industrielles.

Les lignes de fuite sont déterminées en fonction de la tension d'isolement U_i annoncée pour l'ensemble. Le tableau ci-contre reprend les distances minimales à respecter pour les degrés de pollution 2 et 3 pour les matériaux de groupe II. Les supports de barres Legrand ont un IRC > 600.

Tension d'isolement U_i (V)	Lignes de fuites minimales en mm (groupe de matériau II, IRC ⁽¹⁾ > 400)			
	Entre parties actives de polarités différentes (Ph, N, masses)		Entre parties actives et masses en cas d'isolation double ou renforcée	
Degré de pollution	2	3	2	3
250	1,8	3,6	3,6	7,1
400	2,8	5,5	5,6	11
630/690	4,5	9	9	18
800	5,6	11	11	22
1 000	7,1	14	14	28

[1] IRC = indice de résistance aux courants de cheminement

■ Fonctionnement électrique

Si la complexité de l'ensemble le nécessite, un essai de fonctionnement électrique pourra être nécessaire. Un accord entre les parties devra alors définir le lieu (atelier ou site, voire les deux) ainsi que les conditions d'essais :

- circuits testés
- nombre de points raccordés
- position des verrouillages
- séquençement des commandes
- mesure de courant
- équilibrage des phases
- essais des différentiels
- appareils de mesure...

■ Éléments mécaniques

- Verrouillages et condamnation
- fonctionnement et fermeture des portes
- présence des clés
- coordination entre verrouillage et porte du local
- appareils extractibles et débouchables
- sécurité mécanique des inverseurs de sources
- dispositifs de levage (anneaux, cornières)
- couples de serrage...

Certification des ensembles (suite)

■ Degré de protection

- Conservation du degré de protection au niveau des entrées de câbles
- liaisons entre modules assemblés
- étanchéité des portes, panneaux, trappes
- protection contre les poussières, adaptée au milieu environnant
- protection au niveau des dispositifs de ventilation ou de refroidissement
- degré d'accessibilité aux parties internes sous tension (accessibilité aux personnes averties)...

■ Marquages et indications

- Présence d'une plaque signalétique visible comprenant au minimum :
- le nom du constructeur de l'ensemble (ou sa marque de fabrique)
 - la désignation du type de l'ensemble ou un élément d'identification permettant d'obtenir les éléments techniques correspondants.

! Plaque signalétique

La plaque signalétique marquée de manière durable doit être placée de manière visible et lisible lorsque le tableau est en service. Les éléments mentionnés dans le paragraphe "Marquages et indications" doivent absolument être indiqués sur la plaque. Les éléments mentionnés dans le paragraphe "Informations dans la documentation technique" doivent se trouver sur la plaque signalétique ou dans la documentation technique.

■ Informations dans la documentation technique

- Les informations suivantes doivent se trouver sur la plaque signalétique ou dans la documentation technique :
- la référence à la norme EN 60439-1
 - la nature et la fréquence du courant
 - les tensions assignées d'emploi (U_e)
 - les tensions assignées d'isolement (U_i)
 - les tensions assignées de tenue aux chocs (U_{imp}), si elles sont disponibles
 - les tensions assignées des circuits auxiliaires si nécessaire
 - les limites de fonctionnement
 - le courant assigné de chaque circuit
 - la tenue aux courants de courts-circuits (courant efficace présumé en tête d'ensemble (en kA), courant de courte durée admissible (I_{cw} en kA), courant de crête admissible (I_{pk} en kA))
 - le degré de protection IP
 - les mesures de protection des personnes : classe I ou classe II
 - la connexion des unités fonctionnelles (fixes, extractibles, débroschables, prises avant, prises arrière)
 - la forme de séparation lorsqu'elle est différente de 1,
 - les conditions d'emploi si elles diffèrent des conditions usuelles (atmosphère corrosive, tropicale, poussiéreuse)
 - le schéma de liaison à la terre (régime de neutre)
 - les dimensions (hauteur x largeur x profondeur)
 - la masse de l'ensemble.

■ Finition et nettoyage du tableau

- Vérifier qu'aucun objet n'a été oublié à l'intérieur du tableau
- dépoussiérer l'intérieur du tableau avec un aspirateur
- dépoussiérer et nettoyer à l'aide d'un dissolvant neutre l'extérieur du tableau
- effectuer les retouches de peinture si nécessaire.

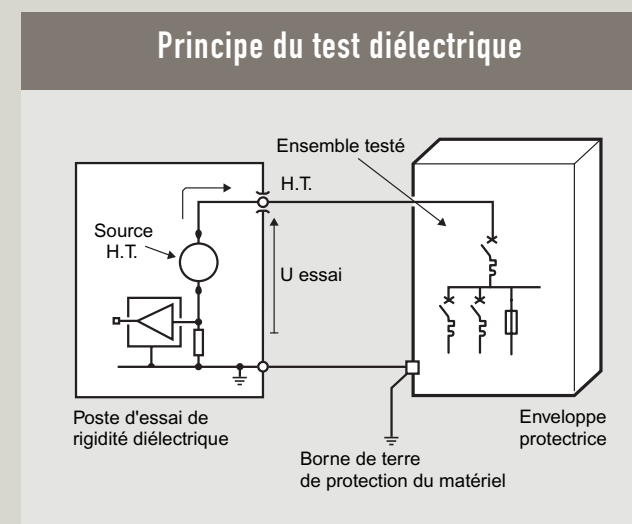
2. Vérification de l'isolement

La vérification de l'isolement peut s'effectuer par un essai diélectrique à fréquence industrielle ou à tension de choc.

Si l'essai diélectrique n'est pas effectué, la vérification sera faite par une mesure de la résistance d'isolement sous 500 V.

Dans le cas d'ensemble dérivé de série, dont les essais de type ont été effectués, alors la mesure de résistance d'isolement suffit.

■ Test diélectrique



Le test diélectrique doit être effectué selon les indications ou les prescriptions liées à l'ensemble.

- Test à fréquence industrielle pour une valeur revendiquée d'isolement U_i
- Test de choc de tension à l'onde 1,2/50 μs pour une valeur revendiquée U_{imp} .

Conditions applicables aux deux types d'essai :

- L'ensemble testé doit être hors tension et aucun appareil récepteur ne doit être branché
- tous les appareils de coupure doivent être en position I (ON). Si cette condition n'est pas satisfaite, alors la tension doit être appliquée successivement à toutes les parties du circuit.

La tension d'essai est appliquée selon la séquence suivante :

- entre chaque pôle de chaque circuit (puissance, commande, auxiliaires) et la masse de l'ensemble
- entre chaque pôle du circuit principal et les autres pôles (entre chaque phase et entre chaque phase et le neutre)
- entre chaque circuit s'ils ne sont pas électriquement reliés (circuit de commande séparé ou en TBTS et circuit principal par exemple)
- entre circuit de protection et la masse pour les ensembles de classe II
- entre les parties débroschées ou séparées pour la fonction de sectionnement

Les appareils qui pourraient être endommagés par l'application de la tension (appareils de mesure de détection, déclencheurs électroniques) doivent avoir une de leurs bornes déconnectée et isolée.

Les condensateurs antiparasites ne doivent pas être déconnectés.

L'essai est jugé satisfaisant s'il n'y a pas de perforation, ni de contournement.

Essai à fréquence industrielle

La tension est appliquée pendant au moins 1 seconde. Aucun claquage, ni contournement ne doivent être constatés.

Tension d'isolement U_i (V)	Tension d'essai (V)
$U \leq 60$	1 000
$60 < U \leq 300$	2 000
$300 < U \leq 690$	2 500
$690 < U \leq 800$	3 000
$800 < U \leq 1 000$	3 500

Certification des ensembles (suite)

10

Essai de choc de tension

La tension est appliquée 3 fois pour chaque polarité à au moins 1 s d'intervalle. La valeur appliquée correspond à la valeur U_{imp} augmentée de la correction liée à l'altitude du lieu.

Tension de choc annoncée U_{imp} (kV)	Tension d'essai (kV)				
	Niveau de la mer	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2,5	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5
4	4,5	4,8	4,7	4,4	4
6	7,4	7,2	7	6,7	6
8	9,8	9,6	9,3	9	8
12	14,8	14,5	14	13,3	12



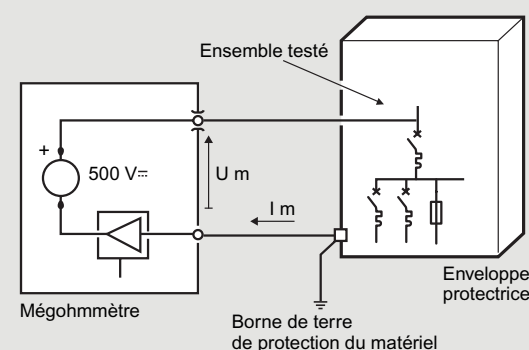
La technique des essais haute tension nécessite des précautions élémentaires de sécurité (balisage de la zone de test, port de gants isolants, personnel habilité), mais aussi des précautions liées au test lui-même :

- éviter les surtensions de commutation en démarrant l'essai à 0 V et en revenant à 0 V avant coupure de la haute tension
- l'essai individuel de la réception de la norme EN 60439-1 est de durée volontairement limitée (1 s) pour éviter toute détérioration nuisible à l'utilisation ultérieure. Dans cet esprit, on limitera le seuil de déclenchement à quelques milliampères.

On ne devra pas non plus considérer que ce test vérifie les qualités intrinsèques des isolants. Les distances d'isolement sont uniquement validées.

Mesure de la résistance d'isolement

Principe de la mesure d'isolement



Cette mesure doit être réalisée entre les différents circuits et la masse. La tension de référence en volts est celle qui existe entre la terre et le circuit testé.

- La mesure de la résistance d'isolement doit être effectuée avec un mégohmmètre (à source autonome ou extérieure) sous une tension minimum de 500 V continue
- l'ensemble testé doit être hors tension et aucun appareil récepteur ne doit être branché
- les appareils (enroulements de mesure, instruments,...) qui ne supporteraient pas la tension d'essai doivent avoir leurs bornes d'alimentation court-circuitées
- tous les appareils de coupure doivent être en position I (ON)
- il est possible de relier tous les pôles : phases et neutre, excepté en schéma TNC où le conducteur PEN est considéré relié à la masse de l'ensemble.

L'essai est jugé satisfaisant si la valeur minimum de la résistance mesurée est, selon la norme CEI 60439-1, de $1000 \Omega/V$ en référence à la tension nominale par rapport à la terre du circuit testé.

Dans la pratique, on retiendra une valeur objective d'au moins $0,5 M\Omega$ pour les ensembles de tension 230/400 V et de $1 M\Omega$ au-delà.



Les conditions de mesure peuvent influencer les résultats obtenus

Il ne faut pas effectuer de mesure à une température inférieure à celle du point de rosée, la condensation humidifiant alors les surfaces. La résistance d'isolement décroît avec la température. Si des mesures répétées doivent être faites, les conditions d'ambiance devront être notées.

La durée d'application de la tension a également une grande influence et l'on peut considérer que la mesure comprend trois séquences.

Au début de la mesure, l'appareil charge la capacité que représente l'installation par rapport à la terre et le courant de fuite est plus important. À la fin de cette charge, le courant se stabilise et n'est plus dû qu'à la résistance d'isolement.

Si l'on poursuit l'application de la tension, on peut constater que la résistance continue d'augmenter lentement. Ce phénomène est dû à la décroissance du courant d'absorption diélectrique.

Une mesure stricte voudrait que l'on calcule le rapport des résistances mesurées à 1 minute et 10 minutes.

Une valeur du rapport R_{10mn}/R_{1mn} supérieure à 2 est l'indication d'une bonne isolation.

Dans la pratique, on augmente le seuil de la valeur minimale et l'on réduit le temps de mesure qui ne doit néanmoins pas être inférieur à 1 minute.

11



Certification des ensembles (suite)

12

3. Vérification des mesures de protection contre les contacts indirects

Ensembles de classe I

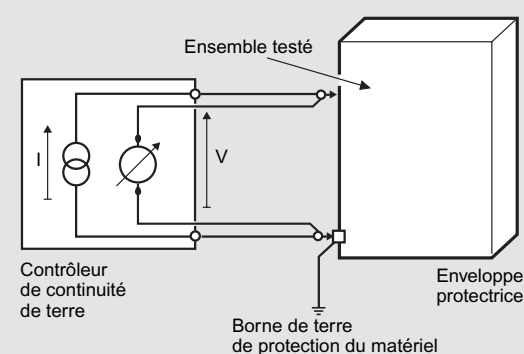
Cette vérification visuelle porte sur la continuité effective des masses entre elles, et entre les masses et le conducteur de protection. Pour le contrôle de cette liaison, une mesure de continuité est effectuée sous 25 A. La résistance ne doit pas excéder 50 mΩ.

Ensembles de classe II

La vérification porte sur la continuité des circuits de protection et sur leur isolation par rapport aux masses. La continuité de l'enveloppe isolante et les dispositions constructives propres à la classe II (maintien de l'isolation des câbles, traversée de parois) seront également examinées.

Le résultat de ces inspections et mesures sera reporté sur le "Rapport individuel d'examen" qui accompagnera la documentation de l'ensemble de distribution livré. Un modèle de ce rapport est proposé en annexe page 69.

Principe de la mesure de continuité



■ Réalisation de l'essai

Les dispositions constructives des enveloppes XL³ assurent directement la continuité des masses, sauf cas particuliers mentionnés dans les notices ou les cahiers d'atelier. Il est néanmoins nécessaire de vérifier que l'ensemble des masses est effectivement relié au conducteur de protection de l'ensemble et que tous les circuits de protection sont bien interconnectés par la borne principale (ou collecteur des conducteurs de protection).

- La mesure peut être effectuée en courant continu ou alternatif
- la tension d'essai peut être comprise entre 6 et 24 V
- l'un des pôles de la source d'essai est connecté à la borne principale des conducteurs de protection, l'autre (touche ou pince de test) est raccordée aux différents éléments.

Il est recommandé d'appliquer les valeurs normalisées suivantes :

- courant d'essai : 25 A
- temps d'application : 1 minute
- résistance maximale : 50 mΩ

■ Vérification de la continuité avec contrôleur à signal

Cette procédure n'est pas normalisée. Elle permet simplement de vérifier que la continuité existe mais elle ne présume pas de sa valeur. Si elle est appliquée, elle doit être accompagnée d'une vérification visuelle renforcée de chaque connexion et élément du circuit de protection.

! La méthode employée, mesure ou vérification, sera reportée sur le rapport individuel d'examen. Si d'autres modalités sont utilisées, par exemple celles de la norme EN 60204-1 (mesure de la chute de tension sous 10 A), il conviendra de le préciser.

13

D VÉRIFICATION DE LA COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE

Les ensembles ne comportant pas de composants électroniques ne doivent pas être soumis à des essais d'immunité. Ils ne doivent pas non plus être soumis à des tests d'émission car il est considéré que les perturbations générées font partie de l'environnement électromagnétique normal.

Lorsque des produits sensibles sont incorporés dans l'ensemble, en fonction des caractéristiques de ces produits et du respect des règles de mise en œuvre et de câblage, on distinguera deux cas.

1^{er} cas

Aucun essai d'immunité ou d'émission n'est nécessaire si :

- les dispositifs et composants sont eux-mêmes conformes aux prescriptions de CEM qui leur sont applicables, à défaut aux niveaux des normes génériques (série des normes CEI 61000-6-x).
- Le marquage CE des produits atteste normalement de cette conformité si des exigences CEM sont applicables

- l'installation et le câblage ont été effectués selon les indications des constructeurs. Les éléments donnés aux chapitres "Les perturbations électromagnétiques" du Guide Puissance, permettent de répondre à cette exigence.

2^e cas

Des essais sont nécessaires si l'ensemble réalisé et les moyens mis en œuvre ne répondent pas au 1^{er} cas et notamment lorsque :

- l'environnement auquel est destiné l'ensemble comprend des sources de perturbations importantes ou des conditions d'exposition sévères
- l'ensemble réalisé incorpore des circuits électroniques sensibles (microprocesseurs) ou produisant des perturbations (alimentations à découpage).



Essais à réaliser pour la vérification des prescriptions CEM

S'ils sont nécessaires, les tests à réaliser sont les suivants :

- Essais d'immunité
 - Ondes de choc 1,2/50 μs - 8/20 μs selon CEI 61000-4-5 :
 - niveau d'essai 2 kV entre phase et terre/masse
 - niveau d'essai 1 kV entre phases
 - Transitoires rapides en salves selon CEI 61000-4-4 :
 - niveau d'essai 2 kV
 - Champ électromagnétique rayonné selon CEI 61000-4-3 :
 - niveau d'essai 10 V/m
 - Décharges électrostatiques selon CEI 61000-4-2 :
 - niveau d'essai 8 kV dans l'air.
- Essais d'émission
 - Limites d'émission selon CISPR 11 :
 - classe B pour environnements domestiques
 - classe A pour environnements industriels.



La conformité présumée d'un ensemble aux exigences de CEM ne doit pas faire oublier qu'un certain nombre de perturbations externes, notamment celles issues du réseau d'alimentation, peuvent créer des dysfonctionnements inacceptables. Ce sont à titre d'exemple : les fluctuations de tension, les coupures brèves, la présence d'harmoniques, les déséquilibres... (voir Guide Puissance : "Les dangers électriques"). De même, les conditions de raccordement de l'ensemble à l'installation devront être prises en compte. À ce titre, le choix (ou l'imposition) du régime de neutre peut s'avérer essentiel (voir Guide Puissance : "Le choix du schéma de liaison à la terre").

Certification des ensembles (suite)

14

E MARQUAGE ET INDICATIONS

Les ensembles finis doivent comporter de manière visible et durable les indications suivantes :

- présence obligatoire d'une plaque signalétique identifiant le constructeur (voir page 8)
- présence, selon contrat, d'une plaque ou étiquette attestant la conformité à la norme EN 60439-1/3 avec le numéro "reporté" de la déclaration de conformité
- présence, si nécessaire, d'une étiquette avec le marquage CE.

Exemple d'étiquette de conformité

Ensemble conforme
à la norme EN 60439-1/3
Déclaration n°
.....

Dimensions mini recommandées 50 x 30 mm

15



Le marquage CE

Le marquage CE est rendu obligatoire par les directives du Conseil des Communautés Européennes. Le marquage CE n'est pas une marque de qualité ; il ne porte pas sur la fonctionnalité ou la fiabilité des produits. C'est simplement l'attestation par le constructeur (ou son représentant) de la conformité aux exigences essentielles des directives applicables au produit concerné. Il s'agit aussi d'un "passport" pour la libre circulation des biens dans l'Union Européenne.

Par rapport à ces règles, le cas des tableaux électriques et ensembles de distribution est un peu particulier :

- d'une part, ils intègrent différents matériels et dispositifs selon des architectures très variables
- d'autre part, ils sont souvent réalisés à l'unité et destinés à une seule utilisation pour l'installation concernée et ne circulent donc pas comme "entité commerciale marchande".

L'usage montre que les tableaux dédiés à une installation identifiée ne sont habituellement pas marqués, ces produits n'étant pas en libre circulation. En revanche, les ensembles mobiles, les tableaux préfabriqués doivent être marqués.



Le marquage CE pour les tableaux basse tension

L'apposition du marquage CE est effectuée sous la seule responsabilité du constructeur du tableau (assembleur, tableautier, installateur) ou du responsable de la mise sur le marché.

En cas de contrôle ou de contestation, il doit pouvoir fournir les preuves de la conformité aux exigences essentielles de sécurité selon un référentiel préétabli.


La norme EN 60439-1/3 fait partie des normes de référence qui permettent de vérifier les exigences des directives applicables :

- directive Basse Tension (DBT) CEE/73/23 modifiée CEE/93/68
- directive Compatibilité Electromagnétique (CEM) CEE/89/336

D'autres directives :

- directive CEE/82/392 "Machines"
 - directive CEE/89/655 "Equipements de travail"
 - directive 89/5/CE "Terminaux de communications"
- peuvent être applicables ponctuellement ou pour certaines parties de l'ensemble.

Le marquage CE implique la conformité à toutes les directives applicables au moment de la commercialisation.

 Hauteur mini des lettres :
5 mm.
Dimensions à proportionner
aux ensembles.

Le raccordement des appareils

A SECTIONS HABITUELLES DES CONDUCTEURS EXTERNES

Le dimensionnement correct et la bonne réalisation des raccordements sont impératifs à la fiabilité des installations et a fortiori des appareils de forte et très forte puissance.

Les sections et nombre de conducteurs dans le tableau ci-contre sont donnés uniquement à titre indicatif afin de faciliter le choix préliminaire de la solution de raccordement la mieux adaptée par un rappel des conditions de raccordement les plus courantes.

Ce tableau ne permet en aucun cas le dimensionnement des conducteurs qui doit être fait selon les modalités normalisées lors du calcul de l'installation.

Les valeurs ne s'appliquent pas aux conducteurs internes de l'ensemble (voir page 36) qui sont souvent différents par leur nature (barres souples) ou leur section (plus petite).

- ! • Sections minimales : elles correspondent globalement à des conducteurs de courte longueur ou à des conducteurs bien ventilés (pose à l'air libre) ou à des conducteurs à isolant PR.
- Sections maximales : elles sont plutôt rencontrées dans les branchements ou dans les installations de distribution étendues ou dans le cas de conducteurs mal ventilés (pose encastrée ou sous conduit) ou de conducteurs à isolant PVC.

Valeurs minimales et maximales indicatives des sections des conducteurs externes raccordés dans les ensembles				
Type	Conducteurs cuivre		Conducteurs aluminium	
	Section (mm ²)		Section (mm ²)	
I (A)	mini	maxi	mini	maxi
10	1	1,5	1,5	2,5
16	1,5	2,5	2,5	4
20	2,5	4	4	6
25	2,5	6	4	10
32	4	10	6	16
40	6	16	10	25
63	10	25	16	35
80	16	35	25	50
100	25	50	35	70
125	35	70	50	95
160	50	95	10	25
200	70	120	95	150
250	95	185	150	240
315	120	240	185	300
400	185 2 x 120	300 2 x 150	240 2 x 150	2 x 185 3 x 120
500	240 2 x 150	2 x 185 3 x 120	2 x 150 3 x 120	2 x 240 3 x 150 4 x 120
630	300 2 x 150	2 x 240 3 x 120	2 x 185 3 x 120	2 x 300 3 x 185 4 x 150
800	2 x 185 3 x 120	2 x 300 3 x 185 4 x 150	2 x 240 3 x 150	3 x 240 4 x 185 5 x 150
1000	2 x 240 3 x 185 4 x 150	3 x 240 4 x 185 5 x 150	3 x 185 4 x 150	3 x 240 4 x 185 5 x 150 6 x 150
1250	3 x 185 4 x 150 5 x 120	4 x 240 5 x 185 6 x 150	2 x 240 4 x 185 5 x 150	4 x 300 5 x 240 6 x 185
1600	4 x 185 5 x 150 6 x 120	4 x 300 5 x 240 6 x 185	4 x 240 5 x 185 6 x 150	5 x 300 6 x 240

B RACCORDEMENT DES DMX

Les disjoncteurs et interrupteurs DMX disposent de plages de raccordement largement dimensionnées. Sur les versions débrochables, les plages de raccordement reçoivent des prises arrière orientables.

! **Couple de serrage des prises arrière : 45 à 50 Nm**

Les prises arrière peuvent être orientées verticalement ou horizontalement sur les versions débrochables.

Lorsqu'un DMX 4000 est utilisé à 4000 A, les plages doivent obligatoirement être positionnées à la verticale.

! **Raccordements : quelques précautions !**

Les raccordements assurent la liaison électrique des appareils mais aussi, pour une part non négligeable, leur dissipation thermique. Il ne faut jamais sous-dimensionner les raccordements. Les plages ou les prises doivent être utilisées sur une surface maximale. La dissipation thermique est favorisée par la disposition verticale des barres. En cas de raccordement d'un nombre impair de barres, placer le nombre de barres le plus élevé sur la partie supérieure de la prise. Éviter les barres jointives : sources de mauvaise dissipation thermique et de vibrations. Entretoiser les barres pour maintenir un espace-ment au moins équivalent à leur épaisseur.



Raccordement de 2 barres de 80 x 10 sur chaque prise arrière d'un DMX 2500 débrochable













Raccordement de 4 barres de 100 x 10 sur chaque prise arrière d'un DMX 4000 débrochable
















Le raccordement des appareils

Dimensions des plages et barres de raccordement minimales conseillées par pôle				
	Prises arrière	le (A)	Barres souples (mm)	Barres rigides (mm)
DMX/DMX-H 2500 fixe		800	1 x 50 x 10 ou 2 x 50 x 5	2 x 50 x 5
		1000	1 x 50 x 10 ou 2 x 50 x 5	2 x 50 x 5
		1250	2 x 50 x 5	1 x 50 x 10 + 1 x 50 x 5
		1600	1 x 50 x 10 + 1 x 50 x 5	2 x 50 x 10
		2000	2 x 50 x 10	2 x 60 x 10
DMX/DMX-H 2500 débrochable		800	1 x 50 x 10 ou 2 x 50 x 5	2 x 50 x 5
		1000	2 x 50 x 5	2 x 63 x 5
		1250	1 x 50 x 10 + 1 x 50 x 5	2 x 63 x 5
		1600	2 x 50 x 10	1 or 2 x 60 x 10 + 1 x 63 x 5 ou 2 x 60 x 10
		2000	-	3 x 60 x 10 ou 2 x 80 x 10
DMX-L 2500 DMX/DMX-L 4000 fixe et débrochable	Version fixe 	800	-	1 x 75 x 5 ou 1 x 80 x 5
		1000	-	1 x 100 x 5
		1250	-	2 x 75 x 5 ou 2 x 80 x 5
	Version débrochable 	1600	-	2 x 100 x 5
		2000	-	3 x 100 x 5 ou 2 x 80 x 10
		2500	-	2 x 100 x 10
		3200	-	3 x 100 x 10
		4000	-	4 x 100 x 10












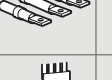



Capacités maximales par pôles									
Mode	Raccordement	Barres 	Conducteurs		Cosses cuivre		Cosses aluminium		
			Section (mm)	rigide	souple	standard	compacte	standard	compacte
						S-Ø (mm ² -mm)	S-Ø (mm ² -mm)	S-Ø (mm ² -mm)	S-Ø (mm ² -mm)
DPX 125	Bornes à cage (inclus avec DPX)		12	70	70				
	048 67 Bornes de répartition			6 x 35	6 x 25				
	Prises arrière à vis		15			95-8			120-8
	Version extractible Prises avant		20			50-6			
	Version extractible Prises arrière			Livrée avec les prises arrière à vis					
DPX 160	Direct sur plage		18			50-6			50-8
	262 18 Bornes à cage		13	95	70				
	262 17 Prolongeurs de plage		20			70-10			185-10
	262 19 Bornes grande capacité			120	95				
	048 67 Bornes de répartition			6 x 35	6 x 25				
	263 10/11 Prises arrière à vis		25			120-8	185-10		120-10
	Version extractible ou débrochable Prises avant		20			70-8			50-8
	Version extractible ou débrochable Prises arrière			Livrée avec les prises arrière à vis					











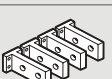
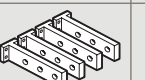
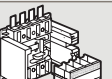
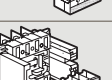
Le raccordement des appareils (suite)

Capacités maximales par pôles								
Mode	Raccordement	Barres  Largeur (mm)	Conducteurs		Cosses cuivre		Cosses aluminium	
			Section (mm)		standard	compacte	standard	compacte
			rigide	souple	 S-Ø (mm ² -mm)	 S-Ø (mm ² -mm)	 S-Ø (mm ² -mm)	 S-Ø (mm ² -mm)
Direct sur plage		20			70-8		120-10	
262 88 Borne à cage		18	185	150				
262 90/91 Epanouisseurs		32			185-12	300-10	240-12 300-10	
048 68 Borne de répartition				4 x 35 + 2 x 25				
265 10/11 Prises arrière à vis					185-12		240-12	
Version extractible Prises avant					95-8	185-10	95-12 185-10	
Version extractible Prises arrière		Livrée avec les prises arrière à vis						















Capacités maximales par pôles								
Mode	Raccordement	Barres  Largeur (mm)	Conducteurs		Cosses cuivre		Cosses aluminium	
			Section (mm)		standard	compacte	standard	compacte
			rigide	souple	 S-Ø (mm ² -mm)	 S-Ø (mm ² -mm)	 S-Ø (mm ² -mm)	 S-Ø (mm ² -mm)
Direct sur plage		25			95-8	185-10	185-10	
262 35 Borne à cage		18	185	150				
262 33/34 Epanouisseurs		32			185-12	300-10	240-12 300-10	
048 68 Borne de répartition				4 x 35 + 2 x 25				
262 32 Prolongateur de plage		25			150-12	300-10	240-12 300-10	
263 31/32 Prises arrière à vis		25			185-12		240-12	
265 57/28 Prises arrière méplats		25			95-10	185-10	150-12 185-10	
Version extractible Prises avant		20			95-10	185-10	95-12 185-10	
Base XL-Part version extractible		20			2 x 95-8	2 x 185-10	2 x 185-10	
Version extractible et débouchable Prises arrière		Livrée avec les prises arrière à vis						







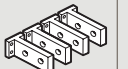
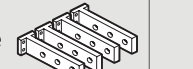
Le raccordement des appareils (suite)


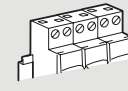
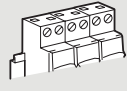
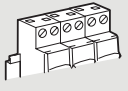



		Capacités maximales par pôles						
Mode	Raccordement	Barres  Largeur (mm)	Conducteurs		Cosses cuivre		Cosses aluminium	
			Section (mm)		standard	compacte	standard	compacte
			rigide	soUPLE	 S - Ø (mm ² -mm)	 S - Ø (mm ² -mm)	 S - Ø (mm ² -mm)	 S - Ø (mm ² -mm)
DPX 630	Direct sur plage 	32			150-12	300-10	240-12	300-10
	262 50 Borne à cage 	25	300	240				
	262 51 Borne pour 2 conducteurs 		2 x 240	2 x 185				
	262 48/49 Epanouisseurs 	50			2 x 185-12	2 x 300-10	2 x 240-16	2 x 300-10
	262 47 Prolongateur de plage 	32			2 x 150-12	2 x 300-10	2 x 240-12	2 x 300-10
	263 50/51 Prises arrière à vis 	32			2 x 300-16		2 x 300-16	
	263 52/53 Prises arrières méplats 	40			2 x 185-12	2 x 300-10	2 x 240-12	2 x 300-10
	Version extractible ou débrochable Prises avant 	25			150-12	300-10	240-12	300-10
	Base XL-Part Version extractible 	25			1 x 150-12	2 x 300-10	2 x 240-12	2 x 300-10
	Version extractible ou débrochable Prises arrière 		Livrée avec les prises arrière à vis					

		Capacités maximales par pôles						
Mode	Raccordement	Barres  Largeur (mm)	Conducteurs		Cosses cuivre		Cosses aluminium	
			Section (mm)		standard	compacte	standard	compacte
			rigide	soUPLE	 S - Ø (mm ² -mm)	 S - Ø (mm ² -mm)	 S - Ø (mm ² -mm)	 S - Ø (mm ² -mm)
DPX 1 600	Direct sur plage 	50			300-14		300-16	
	262 69 Borne pour 2 conducteurs 		2 x 240	2 x 185				
	262 70 Borne pour 4 conducteurs 		4 x 240	4 x 185				
	262 73/74 Epanouisseurs 	80			4 x 300-14		4 x 300-16	4 x 300-14
	262 67 (≤1250 A) 262 68 Prolongateur de plage 	50			2 x 300-14		2 x 300-16	2 x 300-14
	263 80/82 Prises arrière courtes 	50			2 x 300-14		2 x 300-16	2 x 300-14
	263 81/83 Prises arrière longues 	50			3 x 300-14		3 x 300-16	3 x 300-14
	Version débrochable Prises avant 	50			4 x 120-12 2 x 300-14	4 x 185-10	2 x 300-14	4 x 150-10
	Version débrochable Prises arrière 	50			2 x 185-12		2 x 240-12	

Le raccordement des appareils (suite)

		Capacités maximales par pôles						
Mode	Raccordement	Barres  Largeur (mm)	Conducteurs		Cosses cuivre		Cosses aluminium	
			Section (mm)		standard	compacte	standard	compacte
			rigide	soUPLE	S-Ø (mm ² -mm)	S-Ø (mm ² -mm)	S-Ø (mm ² -mm)	S-Ø (mm ² -mm)
Vistop	Direct dans borne à cage 	12	70	50				
	048 68 Bornes de répartition 		6 x 35	6 x 25				
DPX-IS 250	Direct sur plage 	20			150-12	300-10	240-12	300-10
	262 88 Bornes à cage 	18	185	150				
	273 22 Epanouisseurs 	32			185-12	300-10	240-12	300-10
	048 68 Bornes de répartition 			4 x 35 + 2 x 25				
	265 10/11 Prises arrière à vis 				185-12		240-12	
	Direct sur plage 	32			150 - 12	300-10	240-12	300-10
DPX-IS 630	262 50 Bornes à cage 	25	300	240				
	262 51 Bornes pour 2 conducteurs 		2 x 240	2 x 185				
	262 48/49 Epanouisseurs 	50			2 x 185-12	2 x 300-10	2 x 240-16	2 x 300-10
	263 50/51 Prises arrière à vis 	32			2 x 300-16		2 x 300-16	
	263 52/53 Prises arrière méplats 	40			2 x 185-12	2 x 300-10	2 x 240-12	2 x 300-10

		Capacités maximales par pôles						
Mode	Raccordement	Barres  Largeur (mm)	Conducteurs		Cosses cuivre		Cosses aluminium	
			Section (mm)		standard	compacte	standard	compacte
			rigide	soUPLE	S-Ø (mm ² -mm)	S-Ø (mm ² -mm)	S-Ø (mm ² -mm)	S-Ø (mm ² -mm)
DPX-IS 1600	Direct sur plage 	50			300-14		300-16	
	262 69 Borne pour 2 conducteurs 		2 x 240	2 x 185				
	262 70 Borne pour 4 conducteurs 		4 x 240	4 x 185				
	262 73/74 Epanouisseurs 	80			4 x 300-14		4 x 300-16	4 x 300-14
	262 67 (≤1250 A) 262 68 Prolongateur de plage 	50			2 x 300-14		2 x 300-16	2 x 300-14
	263 80/82 Prises arrière courtes 	50			2 x 300-14		2 x 300-16	2 x 300-14
	263 81/83 Prises arrière longues 	50			3 x 300-14		3 x 300-16	3 x 300-14

		Capacités maximales par pôles Lexic					
		Commande et signalisation	DX ≤ 40 A	DX ≤ 63 A	DX ≤ 125 A	Bornes d'arrivée pour DX ≤ 63 A	
Mode		Direct à cage 	Direct à cage 	Direct à cage 	Direct à cage 	049 05 	049 06 
	rigide	6	16	35	70	25	35
	soUPLE	6	10	25	50	16	35

Les barres rigides

Le câblage par jeux de barres rigides est choisi lorsque les intensités à véhiculer sont importantes. Cette méthode de câblage permet un meilleur refroidissement que pour des conducteurs isolés ainsi qu'une densité de courant plus importante mais présente l'inconvénient de laisser des pièces nues sous tension et nécessite un façonnage délicat et long.

La réalisation des jeux de barres nécessite des usinages, pliages et conformations qui requièrent un véritable savoir-faire pour ne pas affaiblir les barres ou introduire des contraintes parasites. Il en est de même des jonctions entre barres dont la qualité dépend de la fois des dimensions, de l'état des surfaces en contact et de la pression de ce contact.

! Il est conseillé de placer la barre de neutre sur l'avant du jeu de barres. Cela représente :

- une sécurité supplémentaire
- une facilité de raccordement des circuits alimentés entre phases et neutre
- une identification plus aisée du régime de neutre
- une diminution du champ magnétique rayonné.

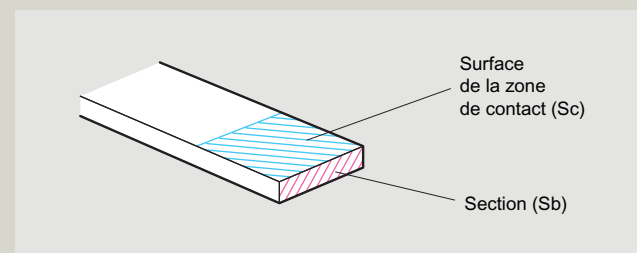
CHOIX ET DIMENSIONNEMENT DES JEUX DE BARRES

→ Voir Cahier d'atelier XL³ 4000 et Guide Puissance

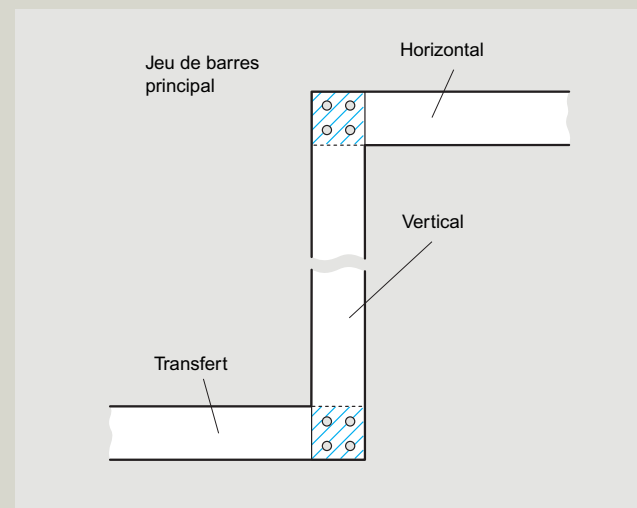
A DIMENSIONS DES SURFACES EN CONTACT

La surface en contact (Sc) doit être au moins égale à 5 fois la section de la barre (Sb).

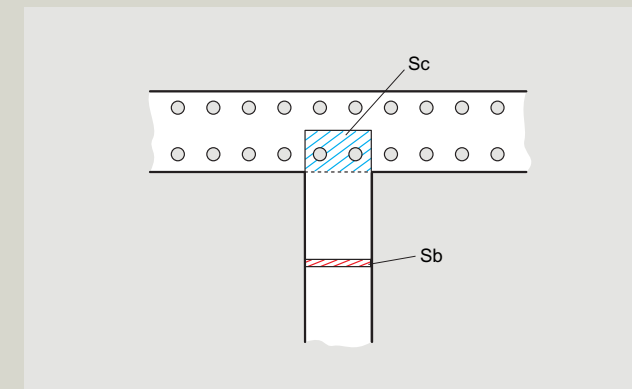
$$S_c > 5 \times S_b$$



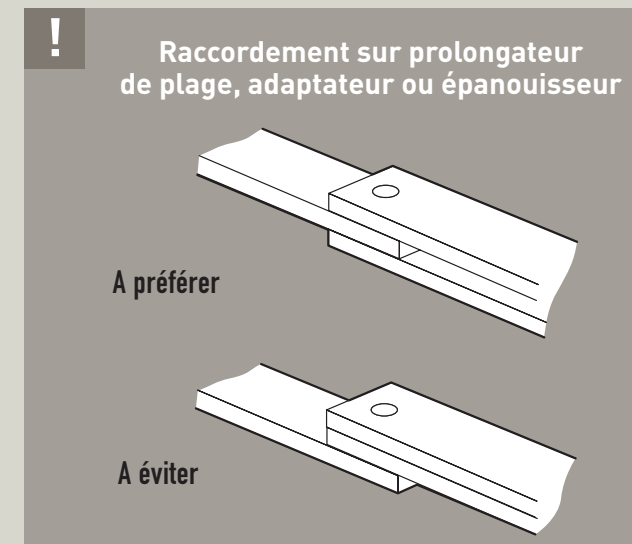
Pour les liaisons de continuité du jeu de barres principal, il est conseillé d'établir des contacts sur toute la largeur de la barre afin d'assurer un transfert thermique optimal.



Pour les jeux de barres dérivés à partir du jeu de barres principal, la zone de contact peut être réduite, au respect de la condition $S_c > 5 \times S_b$.



Pour les plages de raccordement d'appareils, le contact doit être établi sur toute la surface de la plage pour une utilisation à intensité nominale.



Raccordement sur plage d'un DMX débrochable

! Une disposition des barres sur champ est préférable à une disposition à plat, la dissipation thermique par convection naturelle est favorisée. Dans le cas contraire, l'intensité admissible dans les barres doit être réduite (voir tableaux de choix).

Les barres rigides (suite)

B PRESSION DE CONTACT

La pression de contact entre barres est assurée par des vis dont la dimension, la qualité, le nombre et le couple de serrage sont choisis en fonction de l'intensité et des dimensions des barres à raccorder.

! Un couple de serrage trop important ou un nombre de vis insuffisant peut entraîner des déformations qui réduisent la surface de contact.

Une pression de contact trop élevée entraîne le dépassement de la limite élastique de la barre. L'échauffement pourrait produire un certain fluage qui se traduirait au refroidissement par une diminution de cette pression.

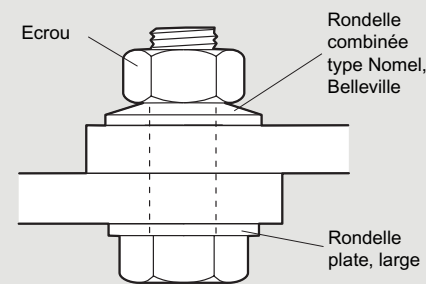
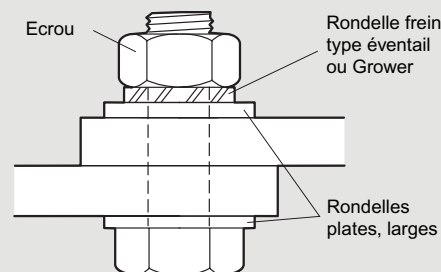
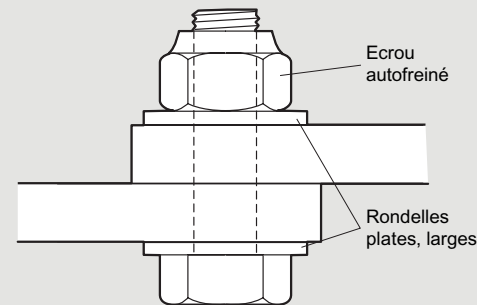
Il est donc conseillé de répartir la pression en multipliant les points de serrage et en utilisant des rondelles larges ou des contre-plaques.

+ **Témoin de contrôle**
L'application d'une marque comme de la peinture ou un vernis craquelant permet de visualiser un éventuel desserrage mais aussi de s'assurer que l'opération de serrage a bien été effectuée.

Caractéristiques des vis et couples de serrage recommandés							
Épaisseur barre	I (A)		Largeur barre (mm)	Nbre de vis mini	Ø Vis (mm)	Qualité mini (mm)	Couple (Nm)
	Une barre	Deux barres et plus					
5 mm	1,5	-	≤ 25	1	M8	8-8	15/20
	≤ 400	-	≤ 32	1	M10	6-8	30/35
				2	M6	8-8	10/15
	≤ 630	-	≤ 50	1	M12	6-8	50/65
				2	M10	6-8	30/35
				2	M8	8-8	15/20
	800	1250	≤ 80	4	M8	8-8	15/20
			4	M10	6-8	30/35	
1000	1650	≤ 100	4	M10	8-8	40/50	
			2	M12	6-8	50/60	
1600	2000	≤ 125	3	M12	6-8	50/60	
10 mm	-	2500	≤ 80	3	M12	8-8	70/85
	-	3200	≤ 100	4	M12	8-8	70/85
	-	4000	≤ 125	6	M12	8-8	70/85

Des couples de serrage excessifs entraînent le dépassement de la limite élastique des boutons et le fluage du cuivre.

Précautions pour éviter le desserrage

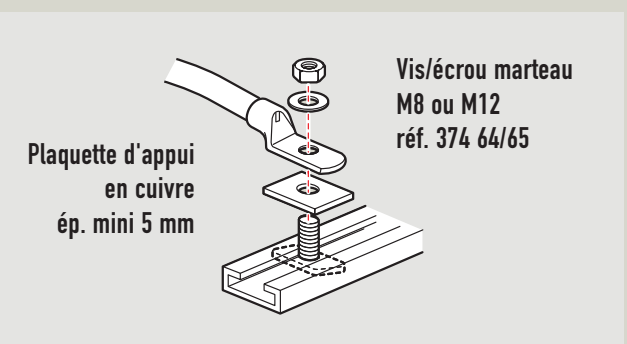


Raccordement sur barres 120 x 10 (4000 A)



Raccordement double : barres 100 x 10 (3200 A) et barres 80 x 10 (2500 A) sur barres communes 120 x 10

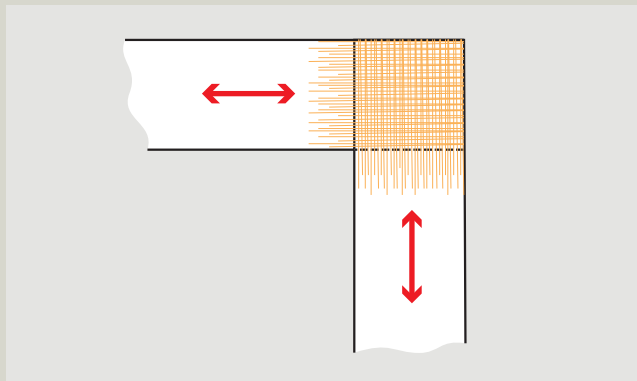
Lorsqu'il est nécessaire de raccorder sur des barres en C des conducteurs équipés de cosses, il faut utiliser une plaque d'appui en cuivre. Lors du raccordement de barres souples, il convient de vérifier le bon contact de la barre souple avec la barre en C. Si ce contact n'est pas satisfaisant, il sera également nécessaire d'utiliser une plaque d'appui.



Les barres rigides (suite)

C ÉTAT DES SURFACES EN CONTACT

Sauf oxydation prononcée (noircissement important ou présence de carbonate de cuivre "vert de gris"), les barres de cuivre ne nécessitent pas de préparation spéciale. Le nettoyage à l'eau acidulée est à proscrire, car outre les risques, il nécessite neutralisation et rinçage.

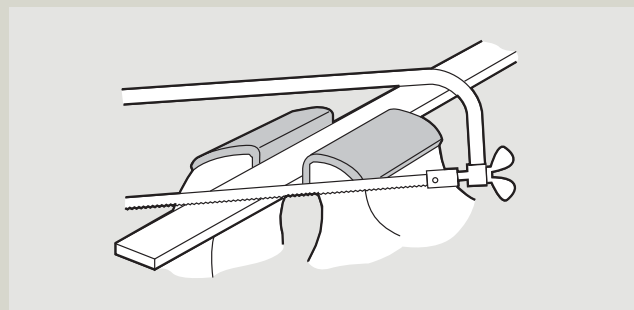


Un ponçage de surface (grain 240/400) peut être fait en respectant le sens pour que les « rayures » des barres en contact soient perpendiculaires.

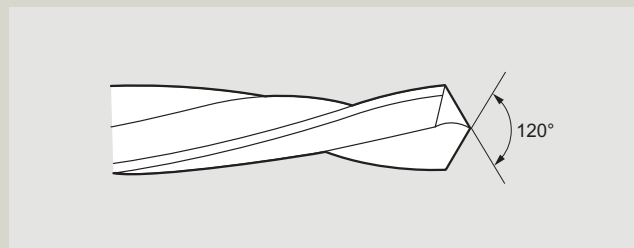
D USINAGE DES BARRES DE CUIVRE

Le cuivre se travaille généralement à sec, mais la lubrification est nécessaire pour les opérations de coupe ou de perçage rapides (jusqu'à 50 m/mn).

La poinçonneuse hydraulique permet des perçages de précision, sans copeaux et sans effort



Coupe à la scie (denture moyenne 8D) dans un étau garni de mordaches



Il est possible d'effectuer les perçages avec des forets pour acier, mais il est préférable d'utiliser des forets spéciaux (à cannelures allongées qui facilitent le dégagement du copeau)

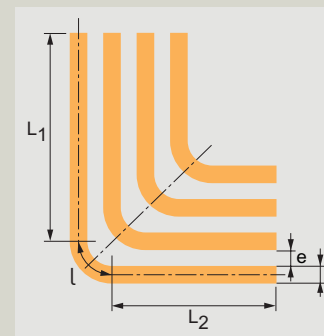


E PLIAGE DES BARRES

Il est fortement recommandé de tracer une épure des barres à l'échelle 1 particulièrement au niveau des pliages et des empilements de barres.

Les barres sont espacées de leur épaisseur "e".

La longueur totale développée avant pliage est égale à la somme des parties droites ne subissant pas de déformation (L1 + L2) et de la longueur l des éléments courbes situés sur la ligne neutre (en théorie au milieu de l'épaisseur du métal) soit L1 + L2 + l.



Pliage d'une barre cuivre épaisseur 10 mm sur outillage hydraulique portatif



Exemple de pliage de trois barres superposées pour constitution de prises de puissance

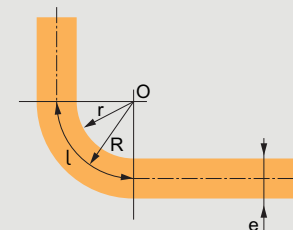
Calcul de la longueur l

Pliage à 90° :

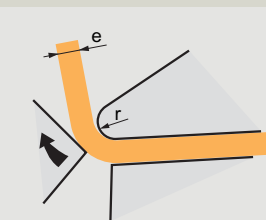
$$l = \frac{2\pi R}{4} = \frac{\pi}{4}(2r+e)$$

Formule pratique :

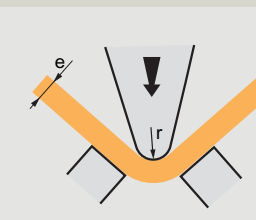
$$l = R \times 1,57$$



Le calcul doit être fait en fonction de l'outil utilisé et de son véritable rayon de pliage r.

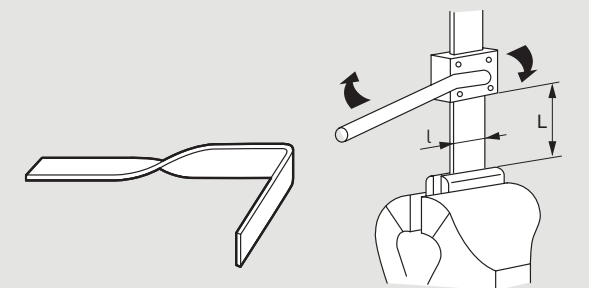


Pliage sur plieuse : r = 1 à 2e



Pliage sur Vé : r mini = e

Réalisation d'une torsion



La longueur L de la torsion est au moins égale à 2 fois la largeur l de la barre.

Les barres souples

Les barres souples permettent d'effectuer facilement des raccordements sur les appareils ou de constituer des liaisons qui sont pratiquement adaptables à tous les cas de figure. Elles sont généralement utilisées pour des intensités supérieures à une centaine d'ampères. Au même titre que les barres rigides, elles permettent une connexion directe sur les plages de raccordement des appareils. Gage de sécurité et de finition, elles apportent aussi une touche esthétique.

+ A même section, les barres souples ont des intensités admissibles supérieures aux câbles ou aux barres rigides grâce à leur structure lamellaire (limitation des courants de Foucault), à leur forme (meilleure dissipation thermique) et à leur température admissible (isolant en PVC haute température 105°C).

A INTENSITÉS ADMISSIBLES

Comme pour tout conducteur, le courant admissible dans les barres souples diffère selon les conditions d'utilisation et d'installation :

- température ambiante (réelle dans l'enveloppe)
- durée d'utilisation (charge permanente ou cyclique),
- barres seules ou groupées (juxtaposées en contact ou entretoisées)
- ventilation naturelle (IP ≤ 30), forcée (ventilateur) ou sans (IP > 30)
- cheminement vertical ou horizontal.

La variabilité importante de l'ensemble de ces conditions conduit à des courants admissibles très différents (dans un rapport de 1 à 2, voire plus).

Courants admissibles par les barres souples Legrand			
Référence	Section (mm)	Ie (A) IP ≤ 30	Ithe (A) IP > 30
374 10	13 x 3	200	160
374 16	20 x 4	320	200
374 11	24 x 4	400	250
374 67	20 x 5	400	250
374 17	24 x 5	470	520
374 12	32 x 5	630	400
374 44	40 x 5	700	500
374 57	50 x 5	850	630
374 58	50 x 10	1250	800

Une utilisation inadaptée peut engendrer des échauffements incompatibles avec les isolants, perturber ou même détériorer les appareils raccordés ou environnants.



Les courants Ie (A) et Ithe (A) des barres souples

- Ie (IP ≤ 30) : courant maximal admissible permanent en enveloppe ouverte ou ventilée. La position et la distance relative des barres permettent un bon refroidissement. La température dans l'enveloppe doit être proche de la température ambiante.
- Ithe (IP > 30) : courant maximal admissible permanent en enveloppe étanche. Les barres peuvent être installées à proximité les unes des autres sans toutefois être en contact. La température dans l'enveloppe peut atteindre 50°C.

B MISE EN ŒUVRE DES BARRES SOUPLES

Le formage des barres souples se fait manuellement et sans outillage spécifique, bien qu'il demande quelques tours de main pour obtenir une finition irréprochable.

Lorsque plusieurs liaisons (suivant le nombre de pôles) sont à réaliser, commencer par la barre la plus longue. Les suivantes qui seront faites selon le premier modèle ne risqueront pas d'être trop courtes.

Si possible, compenser un pli dans un sens par un pli dans le sens opposé pour limiter le déplacement relatif des lames.

N'effectuer les dénudages et perçages d'extrémité qu'après formage.

Le perçage par poinçonnage est préférable (peu de déformation, absence de copeaux).

Utiliser des contre-plaques de guidage pour percer au foret.



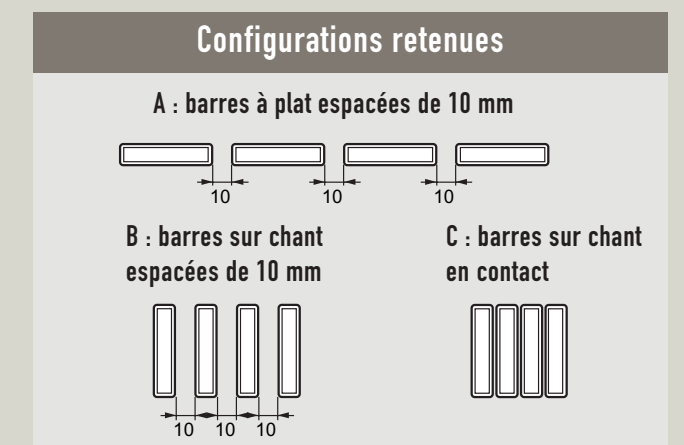
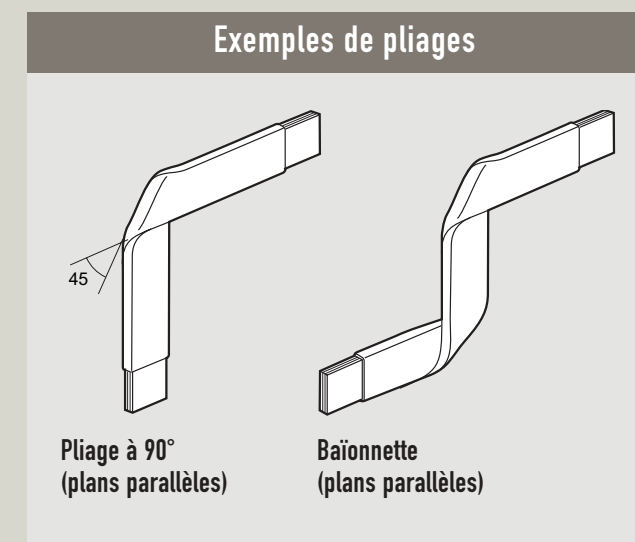
Raccordement par barres 24 x 5 sur DPX 250

C CONDITIONS DE POSE ET DE CIRCULATION

Le mode de pose des barres souples peut largement influencer sur leur capacité de refroidissement et sur leur tenue aux efforts électrodynamiques en cas de court-circuit.

Compte tenu de la diversité des configurations, il est très difficile de donner des règles universelles de maintien des barres vis-à-vis des courts-circuits.

Trois modèles de configuration standard ont été retenus du plus favorable au plus défavorable.



Les barres souples (suite)

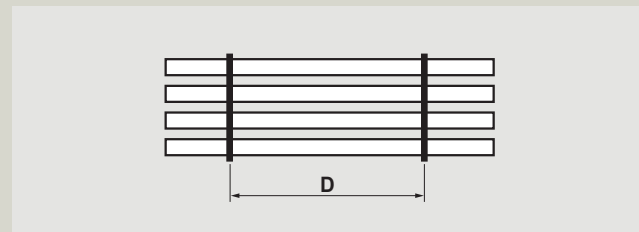
Les distances indicatives données dans le tableau ci-dessous ne préjugent pas de la tenue mécanique des supports employés qui peuvent être soumis à des efforts très importants. En général, on utilisera :

- des dispositifs sur mesure (entretoises usinées + vis) dans le mode **A**
- des entretoises d'écartement en mode **B** (attention, certaines entretoises n'ont qu'un rôle d'écarteur pour la dissipation thermique, des colliers complémentaires sont alors nécessaires pour assurer la tenue mécanique)
- des colliers pour le mode **C** qu'il convient de limiter aux courts-circuits présumés n'excédant pas 15 kA.



Bridage de barres souples

! Lors d'un court-circuit de valeur élevée (> 25 kA), les barres souples pourront se déformer. A ce niveau, la présence de l'isolant limite le risque de contact avec une masse. Pour des courts-circuits très importants (de l'ordre de 50 kA), le risque principal devient un arrachement des connexions : la connexion par vis traversantes est alors recommandée.

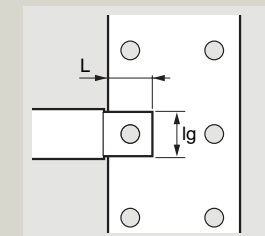


Valeurs indicatives des distances minimales D (en mm) entre dispositifs de maintien des barres souples																		
Section des barres (mm)	13 x 3			20 x 4 - 20 x 5 24 x 4			24 x 5			32 x 5 - 40 x 5			50 x 5			50 x 10		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
10	350	150	100		250	150		500	400		500	400			500			
15	250	100	70	500	150	100		400	250		300	250			500	350		
20	200	80	50	350	100	100	500	300	200		250	200			300	250		500
25	150	60		300	100	80	400	200	150		200	150			250	200		500
30	100			250			350	150	100	500	150	150			200	150		400
40				200			250	100		400	100	100			150	100		300
50				150			200			300			500	100				250
60							150			250			450					200
70							100			200			400			500	150	100
80										150			350			450	100	
90										100			300			400		
100													250			350		

[1] A : barres à plat espacées de 10 mm - B : barres sur chant espacées de 10 mm - C : barres sur chant en contact

D LE RACCORDEMENT

Les barres souples présentent l'intérêt de pouvoir se connecter directement sur les jeux de barres rigides ou sur les plages des appareils sans utilisation de cosses. Il est nécessaire de dimensionner les plages de raccordement des barres souples en fonction de leur section. La longueur L de recouvrement doit au minimum être égale à la largeur de la barre l_g ou à 5 fois son épaisseur ; la plus grande des deux valeurs devant être retenue.



Pour les barres d'épaisseur 10 mm, un recouvrement minimum de 75 mm et le serrage par 2 vis sont recommandés.

Le serrage de la barre souple doit se faire de manière à maintenir les lames serrées. L'usage de rondelles larges ou d'une contreplaque est recommandé.



Serrage d'une barre 50 x 10 avec contreplaque



Serrage direct de barres souples de 5 mm d'épaisseur entre deux barres rigides à même espacement

Diamètres de vis recommandés	
Largeur barre	Ø vis
13 mm	M6
20 mm	M6/M8
25 mm	M8
32 mm	M10
50 mm ⁽¹⁾	M12

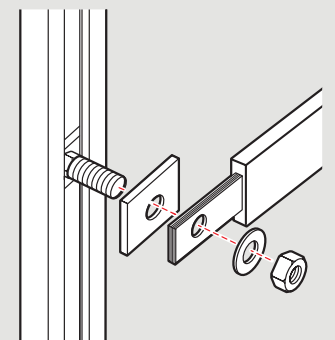
(1) En épaisseur 10 mm, prévoir 2 vis M12



Raccordement d'une barre 50 x 10 par 2 vis M12 réf. 374 65 avec rondelles larges intégrées

Raccordement sur barre en C

Le raccordement des barres souples sur des barres en C s'effectue à l'aide des vis écrou marteau réf. 364 64/65 (M8/M12). L'utilisation d'une plaque d'appui peut être nécessaire si le contact n'est pas satisfaisant.



Les câbles et conducteurs

La diversité des installations, la gamme des puissances, voire les habitudes locales ou réglementaires font qu'il n'existe pas de modèle type de câblage des tableaux. À l'intérieur des ensembles, les câbles et conducteurs sont généralement utilisés pour des intensités ne dépassant pas la centaine d'ampères. Les types de conducteurs sont multiples. Leur choix dépend de leurs usages, lesquels sont bien définis dans les installations, ce qui n'est pas toujours le cas dans les ensembles de distribution. En plus du courant admissible, ce choix est en fonction des contraintes liées au tableau, la tension assignée, le mode de pose, le type d'isolation, les types d'application,...

A SECTION DES CONDUCTEURS DE CÂBLAGE À L'INTÉRIEUR DES ENSEMBLES

Le tableau proposé ci-après, uniquement donné à titre indicatif, a été élaboré sur la base des habitudes de nombreux professionnels et d'essais d'ensembles câblés.

Les conducteurs ont été discernés, comme pour le dimensionnement des canalisations extérieures au tableau, en deux types :

- PVC pour les conducteurs isolés au PVC ou au caoutchouc, généralement utilisés pour les conducteurs de filerie jusqu'à 35 mm²
- PR pour les conducteurs isolés au polyéthylène ou aux élastomères que la pratique réserve plutôt aux sections supérieures à 35 mm².

Les conditions d'installations et de température ambiante ont été empiriquement dénommées :

- IP ≤ 30 pour les conducteurs installés avec de bonnes conditions de refroidissement (armoire ouverte ou naturellement ventilée, densité de câblage faible à moyenne, température interne de l'enveloppe proche de l'ambiance jusqu'à 35°C)

- IP > 30 pour les conducteurs installés dans des conditions de refroidissement médiocres (armoire étanche, densité de câblage élevée, câbles multiconducteurs, température interne de l'enveloppe pouvant atteindre 50°C).

Les colonnes **U** s'appliquent lorsque les conducteurs ou câbles sont séparés ou non-jointifs ou jointifs d'un même circuit (pose sur supports, bracelets, maintien simple). Les colonnes **G** sont à appliquer lorsque les conducteurs de circuits différents sont posés jointifs et groupés (pose en goulottes ou en torons par exemple). Les sections habituelles des conducteurs de protection (PE) dans les ensembles sont indiquées page 53.



La section des conducteurs à utiliser pour le câblage à l'intérieur des ensembles ne fait pas l'objet d'un document normalisé unique.

- La norme NF C 15-100 conseille de déterminer les sections selon les modes de pose 31 et 32 (voir Guide Puissance). Dans les faits, la méthode est difficilement applicable car elle nécessite pour l'application des facteurs de correction, des éléments qui ne seront connus qu'après réalisation : parties en parcours vertical, en parcours horizontal, groupements, nombre de couches, conducteurs séparés ou câbles, sans oublier la connaissance toujours difficile de la température ambiante dans l'enveloppe.
- La norme EN 60439-1 ne préconise pas de sections mais stipule un "domaine de courant" pour les essais d'échauffements. Les conducteurs pris en compte sont à isolation PVC et la température ambiante n'est pas précisée. Des conditions qui ne couvrent donc pas toutes les applications.

Valeurs indicatives des sections minimales en mm²

In (A) ou calibre de l'appareil de protection	IP ≤ 30								Valeurs selon EN 60439-1
	IP ≤ 30				IP > 30				
	PVC		PR		PVC		PR		
Nature isolant	PVC		PR		PVC		PR		
Cas de pose	U	G	U	G	U	G	U	G	
6	1	1,5	0,75	1	1,5	1,5	1	1	1
10	1,5	2,5	1	1,5	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5
16	2,5	2,5	1,5	2,5	2,5	4	1,5	2,5	2,5
20	2,5	4	2,5	2,5	4	6	2,5	4	2,5
25	4	6	2,5	4	6	10	4	6	4
32	6	10	4	6	10	16	6	10	6
40	10	16	6	10	16	25	10	10	10
50	10	16	10	10	16	35	10	16	10
63	16	25	10	16	25	50	16	25	16
80	25	35	16	25	35	70	25	35	25
100	25	50	25	35	50	95	35	50	35
125	35	70	25	50	70	120	50	70	50
160	70	120	50	70	95		70	95	70
200	95		70		120		95	120	95
250	120		95		150		120		120
315	185		120		240		185		185
400	240		185		300		240		240

NB : les valeurs de la colonne IP > 30 correspondent à l'application d'un coefficient de correction de 0,71 (PVC) et de 0,82 (PR) sur la valeur du courant. Les valeurs des colonnes G correspondent à l'application d'un coefficient de correction pour groupement de plusieurs circuits de 0,7.



Conducteurs non jointifs maintenus par des bracelets : cas de pose U



Plusieurs circuits dans une même goulotte et totalité du câblage en goulottes verticales et horizontales : cas de pose G



Circulations horizontales "à l'air libre", seuls les conducteurs verticaux sont collectés en goulottes : cas de pose U. Si comme ici, le taux de remplissage de la goulotte verticale est important : cas de pose G

Les câbles et conducteurs (suite)

B CONNEXION DES CONDUCTEURS

1. Les conducteurs à âme rigide en cuivre

Ce type de conducteur, de loin le plus répandu dans les installations fixes, ne nécessite pas de précaution particulière dès lors que la borne qui le reçoit est dimensionnée pour la section et le courant nécessaires.

La qualité et la pérennité des connexions sont garanties par l'utilisation d'un outil adapté et le respect des couples de serrage préconisés.



Les âmes des conducteurs

Les âmes des conducteurs sont définies par la norme CEI 60228 (NF C 32-013) qui retient quatre classes : 1, 2, 5 et 6. La classe 1 désigne les conducteurs à âme rigide massive et la classe 2 ceux à âme rigide câblée. Les classes 5 et 6 désignent respectivement les âmes souples multibrins et multibrins fins. Les âmes rigides câblées rétreintes ou sectoriales sont également de classe 2.

NB : ces désignations de classe n'ont aucun lien avec la protection contre les contacts indirects (classe II) assurée par certains câbles (voir page 46).

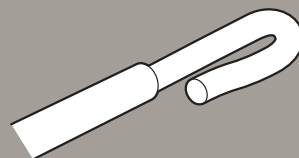
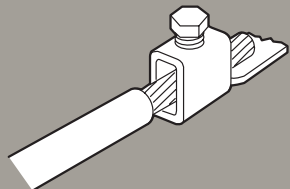
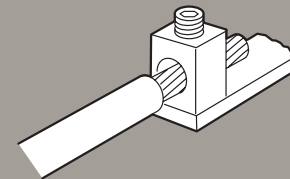
POUR PLUS D'INFORMATIONS

→ Voir Guide Puissance

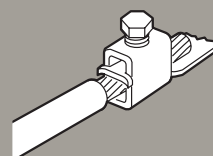


La connexion des petits conducteurs dans les bornes à pression directe nécessite quelques précautions.

- Ne pas entamer l'âme au dénudage au risque de rupture ultérieure du conducteur
- Ne pas trop serrer pour limiter le cisaillement
- On peut replier l'extrémité du conducteur pour assurer un meilleur contact.



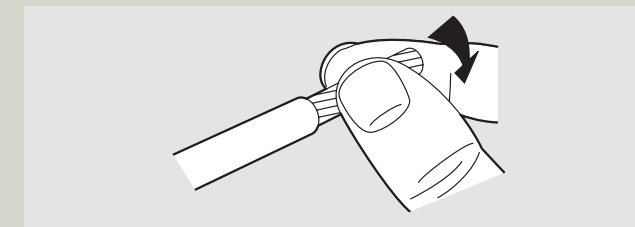
Les appareils modulaires LEXIC et les blocs de jonction Viking sont équipés de bornes à pression indirecte : le conducteur est serré par une plaquette qui assure la répartition de l'effort et permet un serrage à 0.



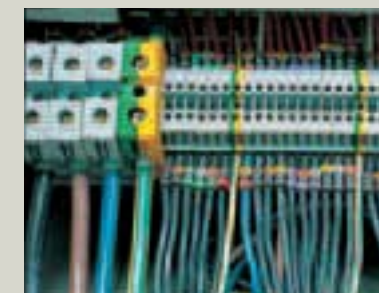
2. Les conducteurs à âme souple en cuivre

Du fait de la fragilité relative des brins composant l'âme, la connexion des conducteurs souples nécessite quelques précautions.

Un serrage trop important risque de cisailer des brins. Une section inadaptée entraîne la dispersion des brins et un mauvais contact. Pour éviter le desserrage et le risque de dispersion des brins, il est conseillé de pratiquer le retournage de l'âme en respectant le sens initial, souvent à gauche.



Ne pas étamer les conducteurs souples avant raccordement : l'étain ainsi déposé pourrait être soumis à terme à un phénomène de déstructuration nommé "fritting corrosion". Le risque de claquage diélectrique fait déconseiller l'emploi de graisse de contact conductrice en atmosphère humide ou conductrice. La pose d'embouts de câblage, de manchons ou de cosses est préférable en cas de conditions d'emploi difficiles.



Les blocs de jonction Viking : une solution fiable pour le raccordement des conducteurs souples



Les risques de cisaillement et de dispersion des brins, surtout inhérents aux bornes à serrage direct, peuvent être évités par l'utilisation d'embouts Starfix™.



Les produits de la gamme Starfix, pinces standard, à cliquet, S multifonctions et embouts de 0,5 à 25 mm² permettent la connexion totalement fiabilisée des conducteurs souples. La pince Starfix S assure coupe, dénudage et sertissage en un seul outil.

3. Le repiquage des conducteurs

La connexion simultanée de deux conducteurs rigides de même section est généralement possible; celle de deux conducteurs différents, type d'âme ou section, est fortement déconseillée. Capacités, types de conducteurs, combinaisons sont indiqués sur les produits eux-mêmes ou dans les notices les accompagnant.

Les câbles et conducteurs (suite)



Conducteurs PE

Le repiquage ou connexion dans une même borne n'est pas autorisé sur les circuits de protection. Il n'est pas admis non plus sur les bornes des appareils d'utilisation (exceptés les prises de courant, les luminaires, les blocs d'éclairage... à condition que les bornes soient prévues à cet effet).



Le repiquage nécessité par la multiplicité des circuits doit être assuré par des dispositifs appropriés et sûrs.



Bornier complémentaire pour conducteur neutre sur répartiteur réf. 048 86



Dérivation sur blocs Viking par peigne de liaison equipotentielle sécable réf. 394 21



Peigne tripolaire Lexic réf. 049 42 pour répartition triphasée

4. Les conducteurs à âme aluminium

Excellent conducteur, l'aluminium présente un rapport poids /conductance favorable pour les sections importantes. Très largement utilisé dans les réseaux d'énergie, son utilisation tend à s'étendre dans la distribution de puissance.

Les difficultés spécifiques à la connexion de ce métal doivent être bien appréhendées pour éviter des problèmes ultérieurs qui ne manqueraient pas d'apparaître :

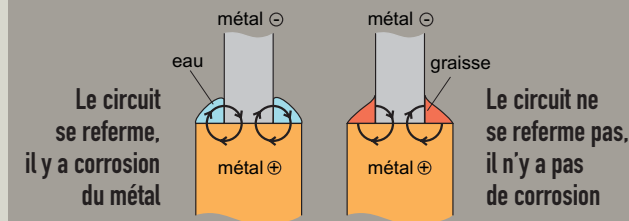
- l'aluminium se recouvre très rapidement à l'air libre d'une fine couche isolante et très dure, l'alumine; la connexion devra donc être faite aussitôt après dénudage et si nécessaire après surfaçage à l'abrasif
- l'aluminium se dilate beaucoup plus que les autres métaux courants (fer, cuivre, laiton...) et il s'en suit des desserrages inévitables des connexions. Les bornes de connexion pour l'aluminium devront donc être faites de ce même métal ou d'un alliage ou bien posséder des dispositifs élastiques (rondelles, lamelles) compensant ces différences de dilatation
- l'aluminium présente un potentiel électrochimique très négatif (- 1,67 V), il aura donc tendance à se corroder au contact de nombreux métaux. Ce comportement dit "d'anode sacrificielle" est accentué en milieu humide ou conducteur. Le contact direct de l'aluminium avec l'inox, l'argent, le cuivre doit être absolument évité. En revanche, des métaux comme le zinc, l'acier, l'étain présentent une compatibilité acceptable.



Dans tous les cas, un resserrage au couple après quelques jours est recommandé.



Lorsque les métaux en présence sont correctement choisis et que l'atmosphère est sèche, le risque de corrosion électrolytique reste faible. En milieu humide, ce risque s'accroît (l'eau joue le rôle d'électrolyte dans la pile formée). L'emploi d'une graisse neutre (généralement à base de silicone) limite le phénomène.



Tous les appareils DPX, DPX-IS et Vistop reçoivent les cosses bi-métal cuivre/aluminium qui permettent d'assurer un raccordement de grande fiabilité. Les capacités recommandées (section et diamètre de perçage) sont précisées page 19. Le raccordement direct des conducteurs aluminium sur DPX est recommandé avec les bornes réf. 262 19 (DPX 160), 048 67 (DPX 125/160), 262 51 (DPX 630), 262 69/70 (DPX 1 600). Il peut également être réalisé avec les bornes à cage réf. 262 18/88/35/50. Les Vistop 63/160 peuvent utiliser les bornes réf. 048 67. Les boîtiers de raccordement réf. 374 80/81 permettent raccordement et dérivation des circuits de puissance en câble aluminium.



Raccordement de deux conducteurs aluminium 185 mm² par pôle sur les bornes réf. 262 51 d'un DPX 630



Raccordement direct d'un DPX 630 par bornes à cage réf. 262 50

Sections équivalentes des conducteurs aluminium/cuivre

Section cuivre (mm ²)	Section alu (mm ²)	
	A même échauffement	A même chute de tension
6	10	10
10	16	16
16	25	25
25	35	35
35	50	50
50	70	70
70	95	95
95	150	150
120	185	185
150	240	240
185	300	400

Les précautions de câblage

Les éléments de câblage ne doivent subir aucun dommage suite à des efforts mécaniques ou thermiques.

Ces dommages proviennent :

- des effets électrodynamiques produits par les courts-circuits
- des dilations et contractions produites par les échauffements
- des effets magnétiques induits par le passage du courant
- des mouvements des parties mobiles du tableau...

Il est aussi important de s'assurer du respect des points suivants :

- éviter le contact des câbles avec des arêtes vives et des parties mobiles du tableau
- respecter les rayons de courbures des câbles, (valeurs fournies par les constructeurs de câbles)
- vérifier que les câbles ne subissent aucune traction, ni torsion
- vérifier que le raccordement des appareils montés sur des parties amovibles de l'ensemble (portes, plastrons pivotants,...) soit réalisé en câbles souples et que ces conducteurs soient maintenus par une fixation autre que les raccordements électriques.

A PROTECTION CONTRE LES EFFETS DES COURTS-CIRCUITS

Deux effets destructeurs peuvent affecter les conducteurs en cas de court-circuit :





- la contrainte thermique dont la protection est normalement assurée par les dispositifs de protection (fusibles, disjoncteurs),
- les contraintes électrodynamiques dont les efforts entre conducteurs peuvent avoir des effets destructeurs.

Lors d'un court-circuit entre deux conducteurs actifs (cas le plus vraisemblable), les conducteurs parcourus par le courant du court-circuit vont tendre à se repousser avec un effort proportionnel au carré de l'intensité. S'ils sont mal maintenus, ils vont se mettre à battre avec le risque de s'arracher de leur connexion et de toucher un autre conducteur ou une masse provoquant un nouveau court-circuit avec un effet d'arc très destructeur.

Les câbles multiconducteurs sont conçus pour résister aux efforts pouvant s'exercer entre conducteurs. C'est l'utilisation de câbles mono-conducteurs qui nécessite plus particulièrement des précautions.

Les indications données dans le tableau ci-après, destinées à attirer l'attention sur l'importance du maintien des conducteurs, ne peuvent garantir à elles seules la tenue aux conditions de court-circuit que seuls des essais peuvent simuler.

! Alors que les jeux de barres font systématiquement l'objet d'une détermination précise de leurs conditions d'installation (distances entre supports) vis-à-vis des courts-circuits, ce n'est généralement pas le cas pour les conducteurs internes des tableaux. Souvent, ils sont sources de dommages et une véritable prise en compte de ce risque doit être faite.

Précautions de câblage	
Valeur de court-circuit présumé (Ik)	Maintien des conducteurs
$I_k \leq 10 \text{ kA}$	Pas de précaution particulière (la norme EN 60439-1 n'exige pas d'essai).
$10 \text{ kA} < I_k \leq 25 \text{ kA}$	Les conducteurs doivent être attachés par des colliers. Ils peuvent être regroupés en toron d'un même circuit. 
$25 \text{ kA} < I_k \leq 35 \text{ kA}$	Les conducteurs d'un même circuit doivent être maintenus séparés et attachés unitairement. S'ils sont regroupés en toron, le nombre de colliers doit être augmenté (un par longueur de 50 mm). 
$35 < I_k \leq 50 \text{ kA}$	Les conducteurs d'un même circuit doivent être attachés unitairement sur un support rigide (traverse, profil) non blessant. Ils sont physiquement séparés. Chaque attache est constituée par deux colliers croisés. 
$I_k > 50 \text{ kA}$	A ces valeurs de court-circuit, les efforts deviennent tels que les moyens de maintien doivent spécifiquement être étudiés : traverses usinées et tiges filetées par exemple. Les profilés et brides inox Legrand peuvent être utilisés dans ces cas extrêmes. 

Les précautions de câblage (suite)

B PROTECTION CONTRE LES EFFETS MAGNÉTIQUES

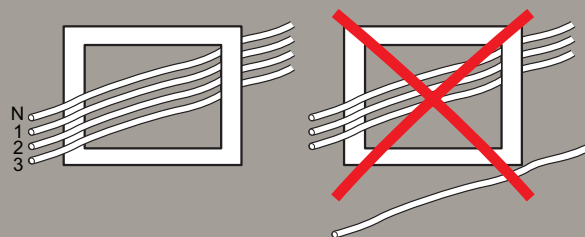
Le passage de courants élevés dans des conducteurs induit des effets magnétiques dans les masses métalliques environnantes.

Ces effets peuvent conduire à un échauffement inacceptable des matériaux.

Quelques précautions de câblage sont alors impératives. Des pertes dites "par hystérésis" liées à la saturation des matériaux magnétiques naissent dans les cadres créés par les éléments constructifs (structures d'armoire, châssis, cadres supports) situés autour des conducteurs.

Pour réduire l'induction créée, il est nécessaire de disposer les conducteurs de manière à ce que le champ soit le plus faible possible.

! Afin de minimiser l'induction créée dans les boucles magnétiques, il est toujours recommandé de disposer tous les conducteurs actifs d'un même circuit (phases et neutre) dans les mêmes cadres métalliques (en acier). La somme vectorielle des courants étant nulle, celle des champs créés l'est aussi.



Quand tous les conducteurs d'un même circuit ne peuvent passer ensemble sans interposition d'éléments ferromagnétiques (ce peut être le cas des supports d'appareils, des plaques d'entrée de câbles, des cloisons de passage), il est nécessaire de disposer ceux-ci dans des supports en matériau amagnétique (aluminium, cuivre, inox ou matière plastique).

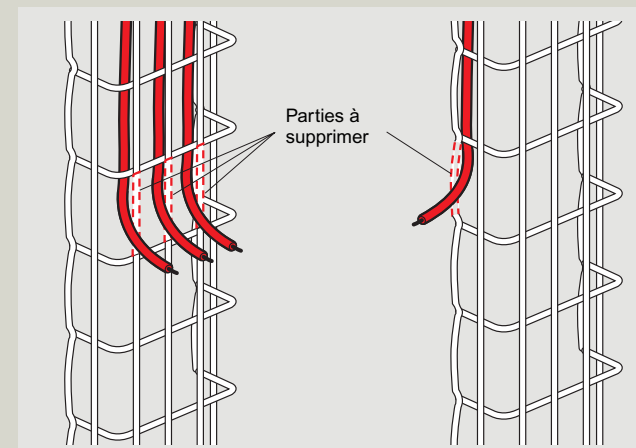
Cette disposition est conseillée à partir de 400 A par conducteur et impérative au-delà de 630 A.

Dans la mesure du possible, les conducteurs seront disposés en trèfle pour réduire les champs induits (voir schéma de groupements de conducteurs en parallèle) voir page 60.

Le passage et la fixation de conducteurs séparés sur des échelles à câbles nécessitent aussi quelques précautions. Pour éviter des échauffements importants des éléments de l'échelle à câbles, il est conseillé de supprimer les parties qui créent des cadres autour d'un conducteur.

La rupture du cadre magnétique par suppression des éléments est également possible.

Dans tous les cas, vérifier que la tenue mécanique du support reste acceptable.



L'interposition de traverses en aluminium sur les supports de jeux de barres Legrand évite la création de cadres magnétiques

Le risque de contact indirect doit absolument être évité par un autre moyen : en pratique la seule mesure de compensation pouvant être mise en œuvre est la double isolation (classe II). Celle-ci peut être directement procurée par les appareils ou par isolation supplémentaire à l'installation.

+ Les éléments d'angle des armoires XL³ 4000 ont été conçus de manière à éviter la formation de cadres magnétiques au niveau de leur structure. Ces armoires peuvent donc être utilisées pour des puissances très élevées sans aucun effet d'induction magnétique non maîtrisé.

⚖ La mise en œuvre de la classe II en amont des protections s'appuie sur quatre règles essentielles :

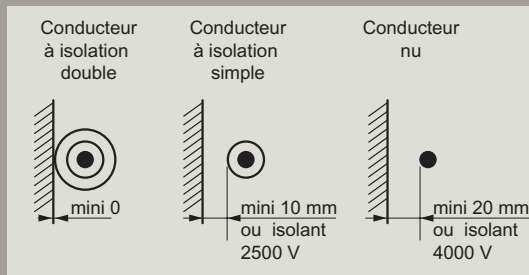
- l'utilisation de conducteurs ou câbles qui par leur constitution présentent une double isolation (page 46)
- la disposition d'une isolation supplémentaire autour des conducteurs ne possédant pas cette double isolation (installation en goulotte isolante, sous conduit isolant ou en enveloppe isolante)
- l'utilisation d'éléments isolants permettant de maintenir les éléments conducteurs nus (jeux de barres) à une distance d'isolement double de la valeur conventionnelle
- le bridage des conducteurs de manière à ce qu'aucun contact ne puisse s'établir avec une masse environnante en cas de détachement ou de déconnexion accidentelle.

C CÂBLAGE EN AMONT DES DISPOSITIFS DE PROTECTION

En amont des dispositifs de protection contre les surintensités (régimes de neutre TN et IT) ou des dispositifs différentiels (régime TT), la protection contre les conséquences d'un défaut éventuel (entre phases et masse métallique) n'est pas assurée.

Les précautions de câblage (suite)

! Situation des éléments conducteurs par rapport aux masses métalliques en classe II (en amont des dispositifs de protection) pour une tension d'isolement de 500 V. Ces dispositions supposent que les distances minimales soient maintenues en permanence, y compris en situation de défaut (efforts électrodynamiques) par des bridages appropriés.



Les distances d'isolement peuvent être remplacées par des éléments isolants (écrans, supports, séparateurs) de moindre épaisseur, possédant la résistance mécanique suffisante et une tenue diélectrique mini de 2500 V ou de 4000 V.

Câbles considérés classe II

U ₀ : 500 V	U ₀ : 250 V
U-1000 R12N	H05 RN-F
U-1000 R2V	H05 RR-F
U-1000 RVFV ⁽¹⁾	H05 VV-F
H07 RN-F	H05 VVH2-F
A07 RN-F	FR-N05 VV5-F
FR-N1 X1 X2	A05 VVH2-F ⁽¹⁾
FR-N1 X1 G1	
H07 VVH2-F	

(1) Selon conditions d'utilisation.

Les barres souples présentent une tension d'isolement de 1000 V. L'assimilation de celles-ci à des conducteurs de classe II peut être faite en limitant la tension d'utilisation à U₀ : 500 V (l'isolation est alors considérée comme une isolation renforcée) ou, de préférence, en maintenant mécaniquement l'isolant des barres (bridage, supports, rigidité propre) à une distance suffisante des parties métalliques (10 mm).

D CÂBLAGE DES CIRCUITS EN PERMANENCE SOUS TENSION

Certains circuits de mesure, de signalisation ou de détection doivent être raccordés en amont du dispositif principal de protection de l'ensemble.

Outre leur protection contre les contacts indirects, ces circuits doivent faire l'objet de précautions particulières :

- contre les risques de court-circuit
 - contre les risques liés au fait qu'ils restent toujours sous tension après coupure du dispositif principal.
- La prescription de double isolation doit être appliquée pour limiter le risque de contact avec les masses et des dispositions doivent être prises pour rendre improbable tout risque de court-circuit.

Les conducteurs de ces circuits non protégés doivent être raccordés le plus sûrement possible.

La résistance mécanique des conducteurs doit être prise en considération pour la réalisation des circuits non protégés :

- les conducteurs à isolation simple (H07 V-U/R ou H07 V-K) doivent être protégés par une gaine supplémentaire (type gaine de passage réf. 366 38 par exemple) ou posés en goulotte s'il existe des risques de contact avec des éléments blessants
- les conducteurs ayant une grande résistance mécanique (isolés au PTFE) peuvent être utilisés directement

- les câbles mono ou multiconducteurs peuvent être utilisés sans gaine complémentaire sauf s'il existe des risques d'agression comme la présence d'arêtes vives.

La section des conducteurs des circuits non protégés, normalement choisie pour la puissance des circuits à alimenter, ne doit pas être trop réduite dans la pratique, afin d'assurer une résistance mécanique suffisante. Une valeur minimum de 4 mm² est généralement retenue.

Le dispositif de protection des circuits permanents doit bien sûr être choisi en fonction de l'intensité du circuit à protéger mais aussi de l'intensité présumée de court-circuit en tête de l'ensemble. Des valeurs très élevées conduisent souvent à l'utilisation de coupe-circuits à cartouches fusibles.



Exemple de raccordement sur plaquette cuivre rapportée sur la connexion. Les vis sont équipées de rondelles contre le desserrage

! Les circuits non protégés et sous tension permanente n'ont pas de repérage spécifique (EN 60439-1, NFC 15-100). Il est conseillé de les identifier clairement par une indication du type : "Attention, circuits permanents non coupés par le dispositif principal", éventuellement complétée par l'identification des circuits concernés (par exemple : "présence tension", "éclairage armoire", "détection groupe" ...).

La norme EN 60204-1 (sécurité des machines) préconise que ces circuits soient séparés physiquement des autres circuits et/ou repérés par la couleur orange de l'isolant des conducteurs. Les bornes Viking réf. 393 38/39 sont spécialement adaptées à ces circuits.



! Ce qu'il faut éviter

- Raccordement sur la tête de vis : le perçage taraudage peut fragiliser la vis de plus gros diamètre.



- Raccordement des fils entre cosses et plage d'appareil : le fil risque d'être coupé et la portée des surfaces est compromise.

- Raccordement directement dans la borne de l'appareil avec le câble d'alimentation de grosse section : la tenue est aléatoire.

Le câblage des ensembles de Classe II

La classe II représente une solution de protection contre les contacts indirects.

Les enveloppes réalisées en matériau isolant peuvent répondre à l'appellation "protection par isolation totale", équivalente à la classe II, et sont dites de classe II A.

Cela n'exclut pas que des enveloppes en métal puissent également prétendre apporter un niveau de sécurité équivalent à la classe II. Ces enveloppes sont alors dites de classe II B.

A contrario, une enveloppe isolante n'est pas obligatoirement de classe II. Elle peut, par exemple, être réalisée en classe I si les parties métalliques ou les appareils qu'elle contient sont reliés à un conducteur de protection.



A RÈGLES GÉNÉRALES DE CONCEPTION DES ENSEMBLES DE CLASSE II

- L'isolation principale des appareils est doublée d'une isolation supplémentaire apportée par l'enveloppe, c'est la double isolation.
- La séparation physique des deux isolations doit pouvoir être testée indépendamment.
- Les parties métalliques ne sont pas reliées aux conducteurs de protection.
- Les conducteurs de protection sont considérés comme des parties actives.
- Le contact des conducteurs avec les parties métalliques environnantes doit être empêché en cas de détachement accidentel.



Un ensemble est dit de classe II si les produits sont de classe II et si leur mise en œuvre est conforme aux prescriptions normatives.

B RÈGLES DE CONSTRUCTION DE LA CLASSE II

- Le tableau doit être réalisé de telle manière qu'aucune tension ne puisse être transmise de l'intérieur vers l'extérieur.
- Les appareils doivent être complètement enveloppés par un matériel isolant. Le symbole  doit être visible de l'extérieur.
- L'enveloppe doit être réalisée dans un matériau isolant capable de résister aux contraintes électriques, mécaniques et thermiques auxquelles elle est susceptible d'être soumise et doit résister au vieillissement et au feu.
- L'enveloppe ne doit être percée en aucun point par des parties conductrices, de manière à ce qu'aucune tension ne puisse être transmise à l'extérieur de l'enveloppe. Dès lors, les parties mécaniques telles que les mécanismes d'organe de commande, et ce quelle que soit leur taille, doivent être isolés à l'intérieur de l'enveloppe. Les vis isolantes ne doivent pas pouvoir être remplacées par des vis métalliques si cela nuit à l'isolation.
- L'enveloppe doit présenter un degré de protection minimal de IP 3xD en situation d'installation.
- Le châssis et les parties métalliques à l'intérieur ne doivent pas être raccordés au circuit de protection. Cela s'applique également aux appareils munis d'une borne pour conducteur PE. Un marquage  doit être apposé à l'extérieur et à l'intérieur de l'enveloppe.
- Il est recommandé de soigner particulièrement le câblage, notamment d'attacher tous les conducteurs jusqu'au voisinage des connexions, ou mieux, de les faire cheminer dans des goulottes isolantes qui procureront une sécurité optimale en cas d'intervention.

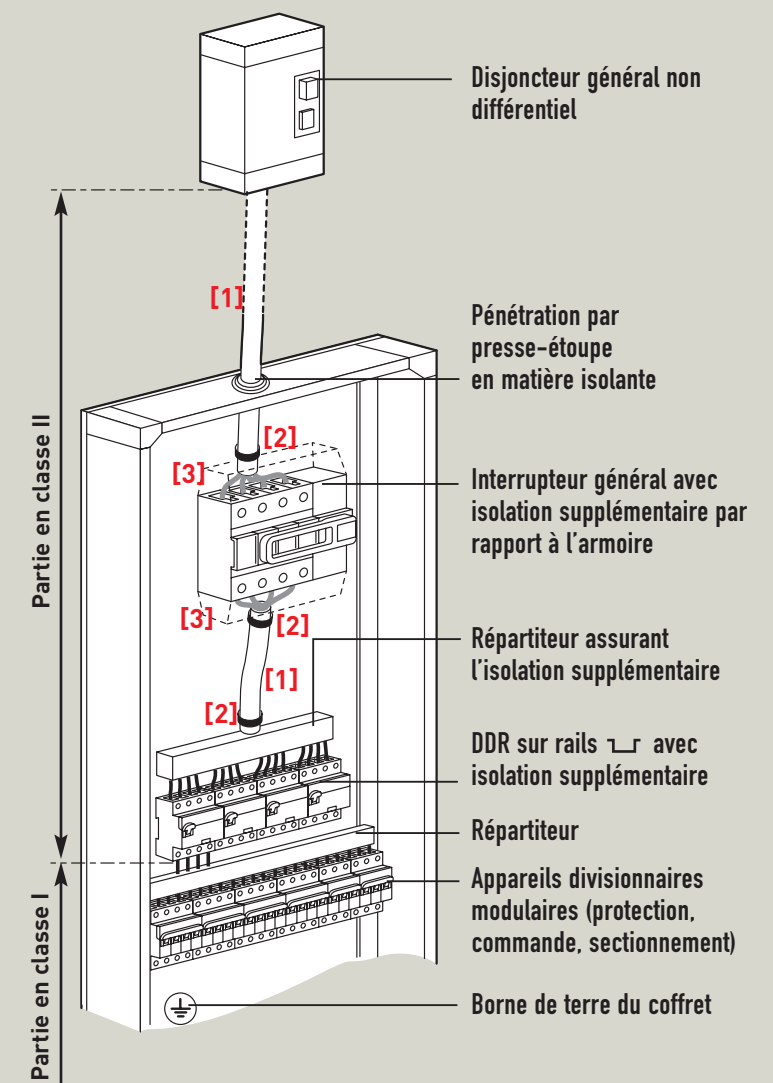
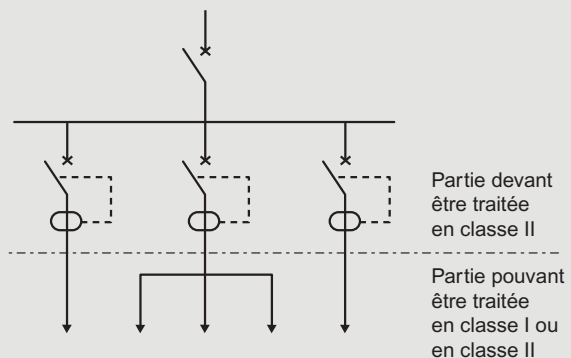
• Si un conducteur PE doit passer à travers le tableau, il doit être raccordé sur des bornes prévues à cet effet, clairement identifiées et isolées du reste de l'ensemble. Ces conducteurs seront donc traités de la même manière que des conducteurs actifs.

• Si les portes ou les panneaux de l'ensemble peuvent être enlevés sans l'aide d'une clé ou d'un outil, il faut prévoir un obstacle en matériau isolant, qui ne peut être retiré sans l'aide d'un outil, de manière à empêcher tout contact fortuit avec les parties actives mais aussi avec les masses de l'ensemble.

• De plus, les vis de fixation murales ne devront pas être en contact avec le châssis interne (entretoise isolante) et devront être protégées d'un éventuel contact (cache emboîtable sur la tête).

Certains ensembles sont partiellement traités en classe II, c'est le cas notamment dans une installation alimentée par un appareil de branchement non différentiel. L'installation doit alors être réalisée en classe II jusqu'aux bornes de sortie des dispositifs à courant différentiel assurant effectivement la protection contre les contacts indirects.

Appareil de branchement non différentiel



- [1] Canalisation en classe II
- [2] Fixation des conducteurs à l'épanouissement
- [3] Bornes capotées ou protégées (IP 2xx minimum) si le coffret s'ouvre sans outil

Le câblage des appareils

A ARRIVÉE DES CONDUCTEURS

Pour des raisons pratiques de cheminement des conducteurs, il est de plus en plus fréquent que le raccordement des câbles d'arrivée se fasse, selon les besoins, sur les bornes du haut ou sur les bornes du bas des appareils.

Cette pratique nécessite deux précautions :

- l'appareil à raccorder doit être prévu en conséquence (alimentation réversible),
- les bornes d'alimentation doivent être identifiées, particulièrement si le raccordement est effectué sur les bornes du bas.

+ Les appareils DPX peuvent être alimentés indifféremment par les bornes amont ou les bornes aval y compris lorsqu'ils sont équipés de blocs différentiels. Ils peuvent fonctionner en position verticale ou horizontale.

! Suivant les marchés ou les habitudes nationales, il peut exister un sens préférentiel d'alimentation des appareils. Si celui adopté pour la réalisation est différent, il est conseillé d'apposer des indications complémentaires permettant d'identifier l'alimentation.

Exemples d'indication :

ATTENTION : alimentation par bornes aval

ou des repères du type :

Bornes de sortie

Bornes d'arrivée



B POSITION DES APPAREILS

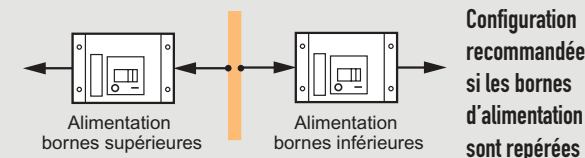
En vue d'éviter tout accident, le bon sens veut que les sens d'ouverture et de fermeture des appareils soit identique pour la totalité de l'installation et a fortiori pour un même ensemble (ex : de gauche à droite, du bas vers le haut,) en fonction de la position des appareils. Il faut donc être particulièrement attentif aux appareils installés en position horizontale.

La norme EN 60447, citée en référence dans la norme IEC 60439-1, indique que tout "effet miroir" (ex : sens d'ouverture de deux appareils inversé) est à proscrire.

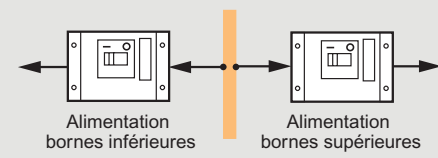
+ Tous les appareils DPX installés en position horizontale peuvent être indifféremment positionnés : O → I vers la droite ou vers la gauche. La symétrie est assurée par simple retournement de l'appareil.



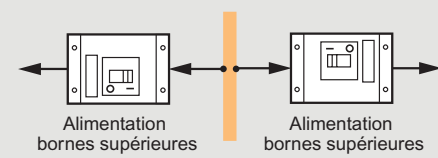
Différentes configurations d'alimentation avec appareils installés en position horizontale



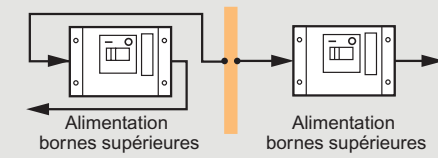
Configuration recommandée si les bornes d'alimentation sont repérées



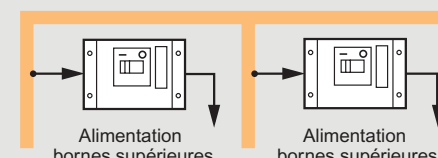
Configuration admise si les bornes d'alimentation sont repérées



Configuration déconseillée : alimentation des appareils par les bornes supérieures, mais manœuvres inversées



Configuration conseillée si exigence sur le sens de l'alimentation



Configuration conseillée pour faciliter la circulation des barres et des câbles (gaine à barres à gauche, gaine à câbles à droite)

C REPÉRAGE DU PÔLE NEUTRE

Il n'existe pas de position normalisée du pôle neutre; elle peut différer selon les habitudes locales. Le conducteur neutre doit être repéré par la coloration bleue claire. Lorsque les conducteurs de cette couleur ne sont pas disponibles (câbles industriels), il est recommandé de placer des manchons de couleur aux extrémités proches des bornes.



Les DPX sont livrés avec neutre repéré sur le pôle de gauche

D CÂBLAGE DES TORES

Le câblage des tores pour dispositifs différentiels nécessite des précautions particulières :

- limiter le plus possible la longueur des câbles de liaison entre le tore et le relais
- placer les câbles au centre du tore et de préférence le conducteur neutre au centre des conducteurs de phase
- respecter un angle de 90° entre câbles et tores
- utiliser du câble blindé si nécessaire
- pour les grosses intensités, préférer prendre la mesure sur la liaison entre le neutre du transfo et la terre plutôt que sur les phases
- si nécessaire, ajouter un manchon amagnétique de hauteur au moins égale à deux fois le Ø du tore
- s'assurer que les informations marquées sur les tores restent lisibles après l'installation.

Lorsque les tores sont placées sur un jeu de barres, en plus des conseils ci-dessus, il est recommandé :

- de placer les tores en quinconce pour ne pas réduire les distances d'isolement
- de placer des cales entre les barres d'une même phase, lorsque le jeu de barres comporte plusieurs barres par phase.

Les conducteurs de neutre et les conducteurs de protection

A TRAITEMENT DU CONDUCTEUR DE NEUTRE



Règles de base

Par principe le conducteur neutre est considéré comme un conducteur actif. Il doit donc être dimensionné de la même manière qu'un conducteur de phase, il doit être protégé contre les surintensités et il doit pouvoir être sectionné.

A chacune de ces contraintes mentionnées ci-dessus, il existe des dérogations dont il faut connaître les limites.

1. Dimensionnement

Dans les circuits triphasés de section supérieure à 16 mm² (ou 25 mm² alu), la section du conducteur neutre peut être réduite jusqu'à S/2.

Attention, si les charges alimentées ne sont pas pratiquement équilibrées et que le courant dans le neutre est supérieur à 30% du courant dans les phases ou que ces charges génèrent des harmoniques, la réduction de la section du neutre n'est pas recommandée.

Si le taux d'harmoniques de rang 3 est supérieur à 33%, il est même nécessaire de surdimensionner le conducteur neutre. La section du neutre doit alors être calculée pour un courant pris égal à 1,45 fois le courant d'emploi dans les phases.

2. Protection contre les surintensités

Lorsque la section du conducteur neutre (schéma TT ou TN) est identique à celle des conducteurs de phase, le pôle de neutre peut ne pas posséder de détection de surintensité (pôle non protégé) Voir le "Guide Puissance".

3. Sectionnement

Tous les conducteurs actifs y compris le neutre doivent pouvoir être sectionnés à l'origine de l'installation et à l'origine de chacun des circuits principaux, exceptés si le neutre a fonction de conducteur PEN (voir page 58).



Un conducteur neutre ne peut pas être commun à plusieurs circuits.



Disjoncteurs avec réglage de neutre indépendant

Avant mise en service, vérifier la position de réglage de la protection neutre.



B TRAITEMENT DES CONDUCTEURS DE PROTECTION

La section des conducteurs de protection dans un ensemble vers lequel des conducteurs extérieurs doivent être raccordés peut se déterminer par deux méthodes : avec ou sans calcul.



Continuité et pérennité des conducteurs de protection :

- Les conducteurs de protection doivent être protégés contre les détériorations mécaniques, chimiques et contre les efforts électrodynamiques.
- Hormis les connexions uniquement démontables à l'outil, aucun appareil ne doit être inséré dans les conducteurs de protection, y compris les enroulements éventuels des dispositifs de contrôle de continuité.
- Excepté si elles sont utilisées en tant que conducteurs de protection, les masses ne doivent pas être connectées en série.
- La déconnexion d'un circuit ne doit pas entraîner la déconnexion des autres circuits, ce qui implique que les conducteurs de protection soient unitaires et indépendants.
- Ces connexions doivent rester accessibles pour vérifications et mesures.
- Lorsque la protection contre les contacts indirects est assurée par des dispositifs contre les surintensités (régimes IT, TN), les conducteurs de protection doivent être incorporés à la même canalisation ou à proximité immédiate des conducteurs actifs.

1. Détermination sans calcul

Les sections des conducteurs sont choisies de manière à limiter tout risque, quelles que soient les conditions de court-circuit. C'est la méthode la plus simple et la plus sûre, même si elle tend à surdimensionner les sections des conducteurs de protection. Les valeurs à utiliser sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Règles de base de détermination de la section (EN 60439-1)

Section des conducteurs de phase S _{ph} (en mm ²)	Section minimale du conducteur de protection correspondant S _{PE} (en mm ²)
S _{ph} ≤ 16	S _{ph}
16 < S _{ph} ≤ 35	16
35 < S _{ph} ≤ 400	S _{ph} /2
400 < S _{ph} ≤ 800	200
S _{ph} ≤ 800	S _{ph} /4

Si les conducteurs ne font pas partie d'une canalisation (câble), ils devront avoir une section minimale de 2,5 mm² s'ils sont protégés mécaniquement (dans une gaine par exemple), et de 4 mm² s'ils ne sont pas protégés. Ces sections sont données pour des conducteurs en cuivre. A titre pratique, on pourra appliquer la règle d'équivalence suivante pour l'utilisation d'autres métaux :

- aluminium : 1,5 x S_{PE}
- laiton : 2 x S_{PE}
- acier : 2,8 x S_{PE}
- plomb : 5,2 x S_{PE}

En régime TN-C, la section minimale du conducteur PEN est 10 mm² cuivre ou 16 mm² aluminium.

Les conducteurs de neutre et les conducteurs de protection (suite)

2. Détermination par le calcul

Les sections sont déterminées par un calcul justifiant que les conducteurs et leurs bornes sont en mesure de supporter la contrainte maximale de court-circuit. Cette méthode permet d'optimiser les sections utilisées mais nécessite de connaître avec précision la valeur présumée de court-circuit et les caractéristiques des dispositifs de protection.

La section est alors calculée pour des temps de coupure inférieurs à 5 s par la formule suivante :

$$S_{PE} = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

S_{PE} : section du conducteur de protection (en mm²)

I : valeur efficace du courant de défaut (If en A)

t : temps de fonctionnement du dispositif de coupure (en s)

K : coefficient dépendant des températures admissibles, du métal constituant et de l'isolation dont les valeurs sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Valeur de K pour les conducteurs actifs et de protection																		
Isolant	PVC			PR / EPR			Caoutchouc 60°C			Caoutchouc 85°C			Caoutchouc siliconé			Nu sans isolant		
θ° max (°C)	160/140 ⁽²⁾			250			200			220			350			200/150 ⁽¹⁾		
Nature de l'âme	Cu	Al	Acier	Cu	Al	Acier	Cu	Al	Acier	Cu	Al	Acier	Cu	Al	Acier	Cu	Al	Acier
Conducteur de protection non incorporé à un câble ou conducteurs non-regroupés	143 133 ⁽²⁾	95 88 ⁽²⁾	52 49 ⁽²⁾	176	116	64	159	105	58	166	110	60	201	133	73	159 138 ⁽¹⁾	105 91 ⁽¹⁾	58 50 ⁽¹⁾
Conducteur actif ou de protection constitutif d'un câble multiconducteur ou conducteur non-regroupés	115 103 ⁽²⁾	76 68 ⁽²⁾		143	94		141	93		134	89		132	87		138	91	50

(1) Si risque particulier d'incendie

(2) Section supérieure à 300 mm² ou conducteurs regroupés

Le tableau ci-dessous donne à titre indicatif les sections habituellement utilisées pour le conducteur PE. Ces valeurs pourront différer dans l'installation en fonction des conditions.

Sections usuelles des conducteurs de protection dans les ensembles en fonction de l'intensité	
I (A)	SPE (mm ²)
10	1,5
16	2,5
20	4
25	4
32	6
40	10
63	16
80	16
100	16
125	25
160	35
200	50
250	70
315	95
400	120
500	150
630	185
800	240
1000	185 ⁽¹⁾ ou 2 x 150 ⁽²⁾
1250	240 ⁽¹⁾ ou 2 x 165 ⁽²⁾
1600	240 ⁽¹⁾ ou 2 x 240 ⁽²⁾
> 1600	SPE/4

(1) Valeurs S_{Ph}/4 suivant EN 60439-1, § 7-3-1-7

(2) Valeurs S_{Ph}/2 suivant CEI 60364, § 543-1-2

C BORNE PRINCIPALE DES CONDUCTEURS DE PROTECTION

Suivant la puissance de l'installation, cette borne pourra se présenter sous la forme d'un bornier, d'un barreau à bornes, d'un rail avec blocs de jonction ou d'une barre de cuivre. Elle prend souvent le nom de collecteur des conducteurs de protection. Sont reliés à cette borne :

- le conducteur principal de protection
- éventuellement le conducteur de protection du transformateur
- les conducteurs de protection des circuits d'utilisation
- les liaisons équipotentielles.

Comme pour les conducteurs de protection, les caractéristiques de cette borne doivent être soigneusement déterminées.

! Dans le cas de raccordement de très nombreux circuits de protection, il peut être nécessaire d'associer deux (voire plus) barres collectrices élémentaires. Il est alors recommandé de ne pas raccorder ces barres entre elles par un conducteur vert/jaune mais par un élément conducteur qui ne puisse pas être démonté par inadvertance.



Borne principale constituée d'une barre cuivre en bas d'armoire

Les conducteurs de neutre et les conducteurs de protection (suite)

Des solutions pour toutes les puissances, pour tous les tableaux					
Type de l'enveloppe	Intensité maximum de l'ensemble	Borne ou collecteur de(s) conducteur(s) de protection	Référence	Contrainte thermique I ² t ⁽¹⁾	Section du conducteur principal de protection en cuivre SPE ⁽²⁾
	[A]			[A ² s]	[mm ²]
XL ³ 4000 XL ³ 800 XL ³ 400 XL ³ 160 ⁽³⁾	80	Borniers de répartition sur barreau plat 12 x 2 ⁽⁴⁾	048 19 048 01/03/04/30/32/34	0,9 x 10 ⁷	16
		Blocs de jonction Viking sur rail ⁽⁴⁾	200 00/02 393 70/71/72/76	0,9 x 10 ⁷	16
	100	Borniers de répartition sur barreau plat 12 x 2 ⁽⁴⁾	048 19 048 01/03/05/06/07 048 01/03/05/06/06	1,2 x 10 ⁷	16
		Barreau laiton ⁽⁴⁾	373 01	2 x 10 ⁷	25
	160	Barre cuivre 12 x 4 perforée + connecteurs ⁽⁴⁾	373 89 373 65	4,7 x 10 ⁷	35
		Blocs de jonction Viking sur rail ⁽⁴⁾	200000/02 393 70/71/72/73/74/76/78	3,2 x 10 ⁷	35
	200	Barre cuivre 12 x 4 + étriers ⁽⁴⁾	373 49/373 02 373 60/61/62	5,8 x 10 ⁷	50
	250	Barre cuivre 15 x 4	374 33	9,1 x 10 ⁷	70
	315	Barre cuivre 18 x 4	374 34	1,3 x 10 ⁸	95
	400	Barre cuivre 24 x 4	374 38	2,5 x 10 ⁸	120
	500	Barre cuivre 25 x 5	374 18	3,9 x 10 ⁸	150
	630	Barre cuivre 32 x 5	374 19	6,5 x 10 ⁸	185
	800	Barre cuivre 50 x 5	374 40	2,5 x 10 ⁹	240
	1000	Barre cuivre 63 x 5 ⁽⁵⁾	374 41	2,5 x 10 ⁹	2 x 150 ou 300
	1250	Barre cuivre 80 x 5 ⁽⁵⁾	374 43	4,1 x 10 ⁹	2 x 185
1600	Barre cuivre 100 x 5 ⁽⁵⁾	374 46	6,9 x 10 ⁹	2 x 240	

(1) Les bornes ou collecteurs de conducteurs de protection sont dimensionnés pour une résistance à la contrainte thermique de court-circuit identique à celle du conducteur principal de protection.
 (2) En régime TT, la section du conducteur principal de protection peut être limitée à 25 mm² si les prises de terre du neutre et des masses sont distinctes.
 (3) Les coffrets XL³ 160 sont livrés avec un barreau laiton.
 (4) Utilisation possible en ensemble de classe II. Voir page 48.
 (5) Conformément à la norme EN 60439-1, la section de la barre peut être limitée à 50 x 5 [S/4].

SOLUTIONS PRATIQUES DE RACCORDEMENT

→ Voir Cahiers d'ateliers

D UTILISATION DES MASSES EN TANT QUE CONDUCTEUR DE PROTECTION

■ Châssis

Les masses constituant le châssis des coffrets et armoires XL³ peuvent être utilisées en tant que conducteur de protection dans la mesure où la fixation des différents éléments assure automatiquement une interconnexion équipotentielle conforme aux prescriptions du § 7.4.3.1 de la norme EN 60439-1 et du § 542.2 de la norme CEI 60364-5-54.


Néanmoins, il est recommandé de limiter la fonction de conducteur de protection uniquement aux montants des châssis et d'être particulièrement attentif au risque d'interruption du circuit de protection par un démontage mécanique. Dans le cas d'utilisation des montants en tant que conducteurs de protection, la section du conducteur de protection équivalent est de :

- 50 mm² pour les coffrets et armoires XL³ 160, XL³ 400 et XL³ 800
- 70 mm² pour les armoires XL³ 4000

+ **Contrainte thermique admissible des montants d'équipements :**

- coffrets et armoires : XL³ 160, XL³ 400 et XL³ 800 : 1,1 x 10⁸ A²s
- armoires XL³ 4000 : 1,4 x 10⁸ A²s

■ Rails de fixation

Les rails de fixation des appareils de type , peuvent également être utilisés en tant que collecteur des circuits de protection, sous réserve que les connexions soient effectuées avec les blocs de jonction Legrand spécifiques à cet usage : réf. 393 70/71/72/73/74/76/78.

! La section électrique équivalente des masses constituées par les coffrets et armoires XL³ permet d'utiliser celles-ci pour la liaison équipotentielle et le raccordement à la terre des parafoudres (voir Guide Puissance). Afin d'éviter toute ambiguïté, ne pas utiliser conjointement les masses à des fins de protection (conducteur PE) et à des fins fonctionnelles (parafoudres). L'utilisation des masses en tant que PEN est interdite.

Ensemble de classe II

Dans un ensemble de classe II, les conducteurs de protection sont considérés comme des parties actives et les parties métalliques ne doivent pas être reliées à ces conducteurs de protection. La borne principale des conducteurs de protection doit par conséquent être isolée. Des dispositions de montage dans les enveloppes XL³ ont été prévues à cet effet.



Les plots isolants XL³ 160 reçoivent barreaux laiton ou barreaux plats pour borniers

CÂBLAGE D'UN ENSEMBLE DE CLASSE II

→ Voir page 48

Les conducteurs de neutre et les conducteurs de protection (suite)

E TRAITEMENT DU CONDUCTEUR PEN

L'utilisation commune d'un même conducteur pour la fonction de neutre (N) et de conducteur de protection (PE) peut permettre, notamment par l'usage d'appareils tripolaires, une optimisation économique de l'installation.



Exigences normatives

L'utilisation d'un conducteur PEN est soumise à des exigences normatives précises.

- La fonction de protection est prépondérante, le conducteur PEN doit être repéré par la double coloration vert/jaune (ou à défaut, par des bagues d'extrémité). Le marquage "PEN" est recommandé.

- Le conducteur PEN ne doit être ni sectionné, ni coupé et aucun appareil ne doit être inséré dans le circuit de protection.

- La section minimale du conducteur PEN est de 10 mm² cuivre ou 16 mm² aluminium.

La mise en œuvre du conducteur PEN nécessite des précautions particulières :

- tout risque de rupture du conducteur PEN doit être évité; à ce titre, il est recommandé de ne pas réduire sa section par rapport aux conducteurs de phase
- le conducteur PEN doit être isolé pour la tension nominale par rapport à la terre. À l'intérieur des ensembles cette isolation n'est pas obligatoire, la barre collectrice PEN peut être montée directement sur la structure, mais les masses métalliques (structures, chemins de câbles...) ne doivent pas être utilisées comme conducteur PEN

- la barre PEN doit être installée à proximité des barres de phases sans interposition d'éléments ferromagnétiques (structures, traverses...)
- des dispositifs indépendants de raccordement doivent être prévus pour le conducteur neutre et le conducteur de protection.



La démontabilité et l'indépendance des départs N et PE peuvent être nécessaires pour les mesures d'isolement.

Les supports de jeux de barres tétrapolaires peuvent en général être utilisés pour réaliser la répartition en schéma TN-C à l'intérieur d'un ensemble. L'absence de la (ou des) barre(s) de neutre ne modifie pas les caractéristiques de ces supports.

Ils peuvent être utilisés en montage tétrapolaire et la barre PEN est isolée et installée comme il se doit à proximité des barres de phases. Il est alors possible de réduire sa section à S/2 en utilisant par exemple une barre au lieu de deux, à condition de respecter les conditions de section minimale nécessaire pour la fonction de neutre et pour la fonction de conducteur de protection.



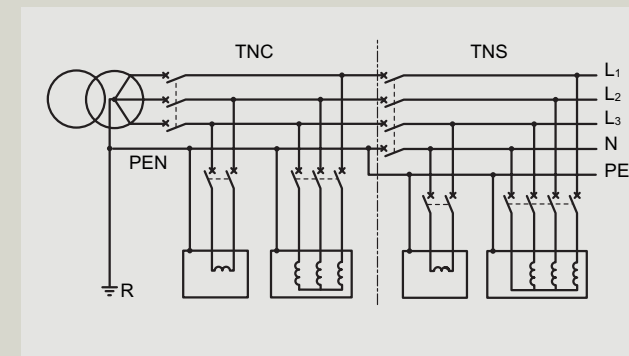
Il est recommandé de disposer la barre sans potentiel (PE, N ou PEN) vers la face accessible des ensembles pour :

- diminuer le risque de chocs électriques
- identifier le régime de neutre
- diminuer le champ magnétique rayonné vers les appareils de mesure.

F COEXISTENCE TN-C ET TN-S

Si ces deux schémas coexistent dans une même installation, le schéma TN-C doit être utilisé en amont du schéma TN-S. Les dispositifs différentiels ne doivent pas être utilisés en schéma TN-C.

Si les dispositifs différentiels sont utilisés pour protéger des départs divisionnaires, le conducteur PEN ne doit pas être utilisé en aval de ces dispositifs et le conducteur PE de ces circuits doit être relié en amont de ces mêmes dispositifs.



Il n'est pas permis de relier le conducteur neutre et le conducteur de protection en aval de leur point de séparation. A l'endroit de cette séparation, chacun des conducteurs doit être relié indépendamment (cosse, borne...).

En règle générale, les circuits terminaux sont réalisés en schéma TN-S (conducteur neutre et PE séparés). S'ils sont réalisés en schéma TN-C (aux conditions de section des câbles requises) et qu'il existe des bornes de connexion séparées pour le neutre et le conducteur de protection, celles-ci doivent être reliées ensemble au conducteur PEN.



Mesure d'isolement et conducteur PEN

La règle de non-sectionnement du conducteur PEN peut être gênante lors des mesures d'isolement notamment du transformateur HTA/BT.

En effet la coupure du conducteur de terre ne permet pas d'isoler totalement les enroulements qui sont toujours reliés au conducteur PEN, lui-même relié à la terre par les conducteurs de protection ou les liaisons équipotentielles de l'installation. Le sectionnement momentané du conducteur PEN devient alors nécessaire.

Deux dispositions sont possibles quoique la seconde soit préférable.

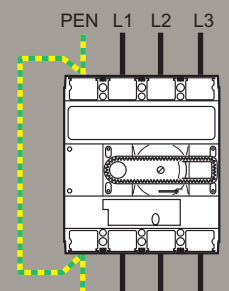
1 - Disposer à proximité immédiate du sectionneur de tête une barrette de coupure ou une borne déconnectable sur le conducteur PEN.

Celle-ci devra être uniquement démontable à l'aide d'un outil et un avertissement devra préciser : "Attention, régime TN-C. Coupure du PEN interdite sauf mesures hors tension".

2 - Installer un appareil sectionneur à 4 pôles (ou mieux 3P + N décalé).

Le pôle du conducteur PEN sera court-circuité par un conducteur vert/jaune de même section. Ce conducteur est déconnecté pour effectuer les mesures après

ouverture du sectionnement. Cette seconde solution a pour avantage de lier physiquement la continuité du PEN avec la remise sous tension.



Groupement des conducteurs

À partir d'une certaine intensité (quelques centaines d'ampères en général), l'utilisation de plusieurs conducteurs en parallèle permet de limiter leur section et de faciliter ainsi leur manipulation.

Cette technique, très souvent utilisée pour les conducteurs situés entre le transformateur et le tableau principal (TGBT), l'est aussi pour des départs de forte puissance. L'utilisation de gaine à barres est toutefois recommandée.

La disposition des conducteurs en triangle (ou en trèfle) permet le meilleur équilibre, mais on la limite généralement à 2 voire 3 conducteurs par phase. Au-delà, la superposition des couches limite le refroidissement et la pose en nappe est préférée.



Règles de base

Si plusieurs conducteurs sont disposés en parallèle, ils doivent être disposés en autant de groupes qu'il existe de conducteurs en parallèle. Chaque groupe comprenant un conducteur de chaque phase. Les groupes de conducteurs devront eux-mêmes être posés à proximité les uns des autres. Cette règle de proximité s'applique également aux mono conducteurs (phases, neutre et conducteur de protection).



La distribution triphasée par des conducteurs en parallèle doit répondre à des règles strictes de disposition géométrique. Cela suppose également que tous les conducteurs soient de même nature, même section, même longueur, qu'ils ne comportent aucune dérivation sur leur parcours et ne puissent être alimentés individuellement. En cas de non-respect de l'une de ces conditions, la protection globale du faisceau de conducteurs en parallèle par un seul appareil ne serait pas possible, un dispositif de protection par conducteur serait alors nécessaire. La norme NF C 15-100 recommande de limiter autant que possible le nombre de conducteurs en parallèle. La mise en parallèle est limitée à un maximum de 4 câbles par phase. Au-delà, il y a lieu d'utiliser des canalisations préfabriquées assurant ne meilleure répartition des courants.



Canalisations préfabriquées Zucchini jusqu'à 4000 A



Raccordement de 4 conducteurs 240 mm² par pôle avec bornes grande capacité réf. 262 70 sur un DPX 1600



Départs en parallèle depuis un transformateur



Disposition soignée des câbles respectant à la fois les règles de groupement et les précautions vis-à-vis de l'incendie

Disposition des conducteurs en parallèle et coefficient de correction

Type de pose	Nombre de conducteur par phase	f _s ⁽¹⁾	Sans neutre	Avec neutre	
En trèfle	2	1		1 conducteur de neutre 	2 conducteurs de neutre
	3	1		2 conducteurs de neutre 	3 conducteurs de neutre
	4	1		2 conducteurs de neutre 	4 conducteurs de neutre
En nappe	2	1		1 conducteur de neutre 	2 conducteurs de neutre
	3	0,8		2 conducteurs de neutre 	3 conducteurs de neutre
	4	1		2 conducteurs de neutre 	4 conducteurs de neutre

(1) f_s est un facteur de réduction à appliquer à l'intensité admissible des conducteurs lors du calcul

Les séparations à l'intérieur d'un ensemble

La norme EN 60439-1 définit les séparations à l'intérieur d'un ensemble selon 4 types de formes, elles-mêmes divisées en deux groupes "a" et "b". Ces séparations internes sont réalisées au moyen de barrières ou d'écrans en matière métallique ou isolante.

Elles ont pour but de fractionner le tableau en espaces protégés clos pour :

- une protection contre les contacts directs avec des parties dangereuses des unités fonctionnelles voisines; le degré de protection doit au moins être égal à IPxxB
- une protection contre le passage de corps solides; le degré de protection doit au moins être égal à IP2x (le degré de protection IP2x couvre le degré de protection IPxxB).

Le principal but recherché est de maintenir la disponibilité de l'alimentation électrique en cas de défaut ou en cas d'intervention dans le tableau. Elles permettent également de limiter la propagation d'un arc électrique et le risque d'amorçage. Mais, à l'inverse, elles limitent la ventilation naturelle du tableau et donc peuvent provoquer des échauffements. Elles feront inévitablement augmenter le volume du tableau et son coût, tant en main-d'œuvre qu'en composants.

+ Le système XL³ 4000 permet de réaliser tous les types de formes à partir des composants proposés au catalogue.

FORMES
→ Voir Cahier d'atelier Formes

Spécifications des différents types de formes		
Forme 1		Aucune séparation
Forme 2a		Séparation des jeux de barres des unités fonctionnelles. Les bornes pour conducteurs extérieurs n'ont pas besoin d'être séparées des jeux de barres.
Forme 2b		Séparation des jeux de barres des unités fonctionnelles. Les bornes pour conducteurs extérieurs sont séparées des jeux de barres. La forme 2b est très aisément réalisable en utilisant le système de répartition optimisée XL-Part.

Spécifications des différents types de formes (suite)		
Forme 3a		Séparation des jeux de barres des unités fonctionnelles et séparation de toutes les unités fonctionnelles entre elles. Les bornes pour conducteurs extérieurs n'ont pas besoin d'être séparées des jeux de barres.
Forme 3b		Séparation des jeux de barres des unités fonctionnelles et séparation de toutes les unités fonctionnelles entre elles. Séparation des bornes pour conducteurs extérieurs des unités fonctionnelles mais pas des bornes entre elles.
Forme 4a		Séparation des jeux de barres des unités fonctionnelles et séparation de toutes les unités fonctionnelles entre elles y compris les bornes pour conducteurs extérieurs qui font partie intégrante de l'unité fonctionnelle. Les bornes pour conducteurs extérieurs sont dans le même compartiment que l'unité fonctionnelle.
Forme 4b		Séparation des jeux de barres des unités fonctionnelles et séparation de toutes les unités fonctionnelles entre elles y compris les bornes pour conducteurs extérieurs. Les bornes pour conducteurs extérieurs ne sont pas dans le même compartiment que l'unité fonctionnelle mais dans des compartiments individuels séparés.

⚖ **Unité fonctionnelle**

Partie d'un ensemble comprenant tous les éléments mécaniques et électriques concourant à l'exécution d'une seule fonction. Dans le cas des tableaux de distribution, les unités fonctionnelles sont presque exclusivement composées de l'appareil de protection et de ses auxiliaires.

+ **XL-Part**

Lorsque le critère recherché est la possibilité d'effectuer des opérations de maintenance ou d'évolution du tableau sans coupure générale de l'ensemble, le système XL-Part est particulièrement bien adapté et peut avantageusement remplacer les formes de séparation.

Bases débrochantes
+
protection des barres
+
cache-bornes
=
interventions sécurisées

Bases débrochantes vides
=
évolutions sécurisées.

Annexes

POUSSOIRS ET VOYANTS

Les couleurs et le clignotement sont des moyens visibles efficaces pour attirer l'attention. Ils doivent être utilisés pour des applications bien déterminées et doivent éviter toute ambiguïté.

La norme NF EN 60073 (NF C 20-070) définit les couleurs à utiliser pour les poussoirs et voyants.

Il est recommandé que le nombre de couleurs utilisées soit limité au strict nécessaire.

Les principales couleurs utilisées sont le rouge, le jaune, le vert, le bleu, le blanc, le gris et le noir.

! Les significations des couleurs sont :

- Rouge = danger
- Jaune = attention, avertissement ou anomalie
- Vert = sécurité ou fonctionnement normal
- Bleu = obligation
- Blanc, gris, noir = indication, information

Les significations des couleurs doivent être attribuées en priorité par rapport aux critères suivants :

- sécurité des personnes ou des biens
- situation d'un processus
- état du matériel.



Voyants et poussoirs	Sécurité	Processus	Etat
Rouge	Danger	Urgence	Défaillance
Jaune	Attention	Anomalie	Anomalie
Vert	Sécurité	Normal	Normal
Bleu	Action obligatoire		
Blanc, gris, noir	Indication, information		

DEGRÉS DE PROTECTION IP

L'IP définit l'aptitude à protéger les personnes et à empêcher la pénétration de corps solides (premier chiffre) et contre les liquides (deuxième chiffre). La lettre additionnelle désigne la protection contre l'accès aux parties dangereuses.

Legrand propose à travers sa gamme XL³ une réponse parfaitement adaptée à tous les environnements.

Du coffret XL³ 160 IP 30 à l'armoire de distribution industrielle

XL³ 4000 IP 55, tous les niveaux de protection sont possibles. Pour les enveloppes associées avec les accessoires Legrand, ces IP sont préservés.

Degrés de protection IP selon normes CEI 60529, EN 60529								
1 ^{er} chiffre : protection contre les corps solides et l'accès aux parties dangereuses			2 ^e chiffre : protection contre les corps liquides			Lettre additionnelle : protection contre l'accès aux parties dangereuses (calibre-objet CEI 61032)		
IP	Tests	Le calibre objet ne pénètre pas dans l'enveloppe	IP	Tests		IP	Tests	La sonde d'accessibilité reste à distance suffisante des parties actives
0		Pas de protection	0		Pas de protection			
1		Protégé contre les corps solides supérieurs à 50 mm (ex.: contacts involontaires de la main)	1		Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau (condensation)	A		Protégé contre l'accès aux parties dangereuses avec le calibre-objet sphère de Ø 50 mm
2		Protégé contre les corps solides supérieurs à 12,5 mm (ex.: doigt de la main)	2		Protégé contre les chutes de gouttes d'eau jusqu'à 15° de la verticale	B		Protégé contre l'accès aux parties dangereuses avec le doigt d'épreuve articulé Ø 12 mm
3		Protégé contre les corps solides supérieurs à 2,5 mm (outils, vis)	3		Protégé contre l'eau en pluie jusqu'à 60° de la verticale			
4		Protégé contre les corps solides supérieurs à 1 mm (outils fins, petit fils)	4		Protégé contre les projections d'eau de toutes directions			
5		Protégé contre les poussières (pas de dépôt nuisible)	5		Protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance	C		Protégé contre l'accès aux parties dangereuses avec la tige d'essai de Ø 2,5 mm
6		Totalement protégé contre les poussières	6		Totalement protégé contre les projections d'eau assimilables aux paquets de mer			
			7		Protégé contre les effets de l'immersion			
			8		Protégé contre les effets de l'immersion prolongée dans des conditions spécifiées	D		Protégé contre l'accès aux parties dangereuses avec la tige d'essai de Ø 1 mm

Annexes

COUPLES DE SERRAGE

66

	Appareil	Outil ou empreinte	Valeur du couple
Vistop	Modulaire 63/100/125/160 A	6 pans mâles de 4	6 Nm
DPX-IS	250 (plages)	6 pans mâles de 5	10 Nm
	250 (bornes à cage)	6 pans mâles de 5	12 Nm
	630 (plages ou bornes à cage)	6 pans mâles de 8	25 Nm
	1600 (plages)	6 pans mâles de 8	25 Nm
DPX	125	6 pans mâles de 4	6 Nm
	160 (plages ou bornes à cage)	6 pans mâles de 5	10 Nm
	250 ER (plages)	6 pans mâles de 5	10 Nm
	250 ER (bornes à cage)	6 pans mâles de 5	12 Nm
	250 (plages)	6 pans mâles de 6	15 Nm
	250 (bornes à cage cône)	6 pans mâles de 5	12 Nm
	630 (plages ou bornes à cage)	6 pans mâles de 8	25 Nm
	1600 (plages)	6 pans mâles de 8	25 Nm
Jeux de barres	Vis d'assemblage des mâchoires	Tête H de 10	7 Nm
	Visserie M8 (mini. 8-8) de raccordement sur barres	Tête H de 13	15-20 Nm
	Visserie M10 (mini. 6-8) d'assemblage des barres	Tête H de 17	30-35 Nm
	Visserie M10 (mini. 8-8) d'assemblage des barres	Tête H de 17	40-50 Nm
	Visserie M12 (mini. 6-8) d'assemblage des barres	Tête H de 19	50-60 Nm
	Visserie M12 (mini. 8-8) d'assemblage des barres	Tête H de 19	70-85 Nm
	Ecrou marteaux éclisses et raccord barres en C M8 (réf. 374 64)	Tête H de 13	15 Nm
	Ecrou marteaux éclisses et raccord barres en C M12 (réf. 374 65)	Tête H de 19	50 Nm

67

	Appareil	Outil ou empreinte	Valeur du couple
Répartiteurs	Modulaires (visserie de raccordement)	Tête fendue Ø 5,5 / PZ 2	2 Nm
		6 pans mâles de 6	15 Nm
		6 pans mâles de 5	10 Nm
	Extraplats et étagés	6 pans mâles de 4	6 Nm
		Tête H de 7 / fendue Ø 6,5	2,5 Nm
		Tête H de 10 / fendue Ø 10	7,5 Nm
	Tête H de 13	15 Nm	
Répartiteurs de rangée XL-Part	Vis de montage des équerres	Tête H de 10	10 Nm
	Vis de connexion équerres et connecteurs	Tête H de 13	15 Nm
	Vis de montage/connexion des bases pour DPX 125/160/250 ER	6 pans mâles de 4	6 Nm
Châssis colonne XL-Part	Vis d'assemblage des mâchoires des supports jeu de barres	Tête H de 13	15 Nm
	Vis de fixation des bases pour DPX 250 et DPX 630 (clé à tube)	Tête H de 10	10 Nm
Blocs de jonction Viking	Pas de 5	Tête fendue Ø 3,5	0,8 Nm
	Pas de 6 et 8	Tête fendue Ø 4	1,4 Nm
	Pas de 10	Tête fendue Ø 5,5	2 Nm
	Pas de 12	Tête fendue Ø 5,5 / PZ 2	2 Nm
	Pas de 15	Tête fendue Ø 6,5 / PZ 2	4 Nm
	Pas de 22	6 pans mâles de 6	15 Nm
DX Lexic	Ph+N / DNX	Tête fendue 5,5 / PZ 1	2 Nm
	63 A	Tête fendue Ø 6,5 / PZ 2	2,2 Nm
	80 à 125 A	Tête fendue Ø 8 / PZ 3	3,2 Nm

Déclaration de conformité

Raison sociale : N° document : date :

Adresse : N° ensemble : date :
..... (si différent)

Destinataire : Norme EN 60439-1
Norme EN 60439-3

Le déclarant atteste par le présent document que l'ensemble d'appareillage basse tension dérivé de série (EDS) désigné ci-dessus a été construit en conformité aux exigences de la norme EN 60439-1/EN 60439-3.

La mise en œuvre a été effectuée conformément aux recommandations du constructeur.
Les gammes de produits suivants ont été utilisées :

- disjoncteurs de puissance DPX conforme à la norme EN 60947-2
- disjoncteurs divisionnaires DX conforme à la norme EN 60898-1
- répartiteurs et supports jeu de barres
- enveloppes XL³

en référence aux essais de type effectués par Legrand

- suivant EN 60439-1 et EN 60439-3 :
 - vérification des limites d'échauffement
 - vérification des propriétés diélectriques
 - vérification de la tenue aux courts-circuits
 - vérification de l'efficacité du circuit de protection
 - vérification des distances d'isolement et lignes de fuite
 - vérification du fonctionnement mécanique
 - vérification du degré de protection
- suivant EN 60439-3 (essais complémentaires, ensemble ≤ 250 A) :
 - vérification de la résistances aux impacts mécaniques
 - vérification de la résistance à la rouille
 - vérification de la résistance à l'humidité
 - vérification de la résistance des isolants à la chaleur
 - vérification de la résistance au feu
 - vérification de la tenue mécanique des assemblages et fixations

Les essais individuels font l'objet du rapport individuel d'examen n°
comprenant, en conformité à la norme :

- Inspection d'ensemble
- Vérification de l'isolement
- Vérification de la continuité du circuit de protection

Le déclarant :

signature :

Rapport Individuel d'Examen

Constructeur :

Adresse :

N° de document :

N° commande :

Nom de l'affaire :

N° de l'ensemble :

Procédure de vérification selon la norme CEI/EN 60439-1/3 relative aux "ensembles d'appareillage à basse tension"

Matériels utilisés pour tests et mesures :

Examen réalisé par :

Fonction :

Date :

Validation :

Essais individuels

1. Inspection visuelle	Effectué	Non applicable
■ Vérification du câblage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
■ Conformité au schéma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
■ Vérification de l'appareillage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
■ Conformité à l'appareillage spécifié	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
■ Vérification des jeux de barres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
■ Vérification de la connexion effective des masses	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
■ Vérification des mesures liées à la classe II	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
■ Fonctionnement électrique (puissance)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
■ Fonctionnement électrique (commande)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
■ Vérification des appareils de mesure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
■ Tests des dispositifs différentiels	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
■ Vérification du fonctionnement mécanique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
■ Conformité des condamnations aux spécifications	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
■ Vérification des couples de serrage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
■ Conformité des dispositifs de manutention	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
■ Vérification la conservation du degré de protection	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Vérification de l'isolement		
■ Test diélectrique : tension...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
■ Résistance d'isolement sous 500 V valeur mini mesurée :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Vérification de la continuité du circuit de protection		
■ Mesure de continuité sous 25 A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
■ Vérification avec contrôleur à signal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Contrôle final		
■ Présence plaque signalétique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
■ Présence documentation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

NOTES

NOTES

Agences régionales

1 • Région parisienne

75 - 77 - 78 - 91 - 92 - 93 - 94 - 95
93171 Bagnolet cedex
B.P. 37 - 82 rue Robespierre
☎ : 01 49 72 52 00
Fax : 01 49 72 92 38
@ : agence-legrand.paris@legrand.fr

2 • Nord

59 - 62
59650 Villeneuve d'Ascq
Z.I. La Pilaterie - 19 C, rue de la Ladrie
☎ : 03 28 33 86 00
Fax : 03 20 89 18 66
@ : agence-legrand.lille@legrand.fr

3 • Picardie - Champagne - Ardennes

02 - 08 - 51 - 60 - 80
51100 Reims
Pôle Technologique Henri Farman
11, rue Clément Ader
☎ : 03 26 40 05 20
Fax : 03 26 82 15 82
@ : agence-legrand.reims@legrand.fr

4 • Lorraine

52 - 54 - 55 - 57 - 88
54320 Maxéville
Parc d'activités Saint Jacques
8 bis, rue Blaise Pascal
☎ : 03 83 98 08 09
Fax : 03 83 98 61 59
@ : agence-legrand.nancy@legrand.fr

5 • Alsace

67 - 68
67201 Eckbolsheim
8, rue Gay Lussac
☎ : 03 88 77 32 32
Fax : 03 88 77 00 87
@ : agence-legrand.strasbourg@legrand.fr

6 • Bourgogne - Franche-Comté

10 - 21 - 25 - 39 - 70 - 71 - 89 - 90
21000 Dijon
Apogée Bâtiment C - 7, boulevard Rembrandt
☎ : 03 80 71 27 26
Fax : 03 80 71 22 80
@ : agence-legrand.dijon@legrand.fr

7 • Rhône

01 - 42 - 43 - 69
69344 Lyon Cedex 07
Les Jardins d'Entreprise - Bât. H1
213, rue de Gerland
☎ : 04 78 69 87 42
Fax : 04 78 69 87 59
@ : agence-legrand.lyon@legrand.fr

8 • Alpes

07 - 26 - 38 - 73 - 74
38170 Seyssinet - Pariset
Z.A.C. de la Tuilerie
36, rue de la Tuilerie - City parc
☎ : 04 76 48 61 15
Fax : 04 76 96 50 20
@ : agence-legrand.grenoble@legrand.fr

9 • Provence - Côte d'Azur

04 - 05 - 06 - 13 (sauf Arles) - 2A - 2B - 83 - Monaco
13855 Aix en Provence Cedex 3
Europarc de Pichaury - Bât. B2
1330, avenue Jean Guilibert de la Lauzière
☎ : 04 42 90 28 28
Fax : 04 42 90 28 39
@ : agence-legrand.aix-en-provence@legrand.fr

10 • Languedoc

11 - 30 - 34 - 66 - 84 - Arles
34130 Mauguio
Mas des Cavaliers 2
471, rue Charles Nungesser
☎ : 04 99 13 74 74
Fax : 04 99 13 74 89
@ : agence-legrand.montpellier@legrand.fr

11 • Midi-Pyrénées

09 - 12 - 31 - 32 - 46 - 48 - 65 - 81 - 82
31130 Balma
Les Espaces de Balma
16, avenue Charles de Gaulle
☎ : 05 62 57 70 70
Fax : 05 62 57 70 71
@ : agence-legrand.toulouse@legrand.fr

12 • Sud-ouest

16 - 17 - 24 - 33 - 40 - 47 - 64
33700 Mérignac
Domaine de Pelus - 10, avenue Pythagore
☎ : 05 57 29 07 29
Fax : 05 57 29 07 30
@ : agence-legrand.bordeaux@legrand.fr

13 • Auvergne - Limousin

Exclusivement pour contacts commerciaux des départements suivants :
03 - 15 - 19 - 23 - 36 - 63 - 86 - 87
87000 Limoges
24, av. du Président Kennedy
☎ : 05 55 30 58 24
Fax : 05 55 06 09 07
@ : agence-legrand.limoges@legrand.fr

14 • Centre

18 - 28 - 37 - 41 - 45 - 58
45140 Ingré
14, rue Lavoisier - ZI d'Ingré
☎ : 02 38 22 65 65
Fax : 02 38 22 54 54
@ : agence-legrand.orleans@legrand.fr

15 • Pays de Loire

44 - 49 - 79 - 85
44481 Carquefou Cedex - B.P. 90717
La Fleuriaye - Espace Performance 1
☎ : 02 28 09 25 25
Fax : 02 28 09 25 26
@ : agence-legrand.nantes@legrand.fr

16 • Bretagne

22 - 29 - 35 - 53 - 56 - 72
35769 Saint-Grégoire Cedex
Centre Espace Performance III
Alphasys Bât. M1
☎ : 02 99 23 67 67
Fax : 02 99 23 67 68
@ : agence-legrand.rennes@legrand.fr

17 • Normandie

14 - 27 - 50 - 61 - 76
76230 Bois-Guillaume
Rue Gustave Eiffel - Espace leader
☎ : 02 35 59 65 10
Fax : 02 35 59 93 33
@ : agence-legrand.rouen@legrand.fr

Formation clients

Innoval - 87045 Limoges cedex - France
☎ 05 55 06 88 30 ou 05 55 06 72 56
Fax : 05 55 06 74 91
@ : formation.innoval@legrand.fr
Relations Enseignement Technique
☎ 05 55 06 88 05
Fax : 05 55 06 88 62

Service Prescription Internationale

B.P. 37 - 82, rue Robespierre
93171 Bagnolet cedex - France
☎ : 01 49 72 52 00
Fax : 01 48 97 17 47
@ : prescription.paris@legrand.fr

Service Export

87045 Limoges cedex - France
☎ : 05 55 06 87 87
Fax : 05 55 06 75 55
@ : direction-export.limoges@legrand.fr

service Relations Pro

0810 48 48 48 (prix appel local)

du lundi au vendredi 8h à 18h
Courrier : 128 av. de Lattre de Tassigny
87045 Limoges Cedex - France
Fax : 0810 48 00 00 (prix appel local)
E-mail : accessible sur legrand.fr



LEGRAND SNC
snc au capital de 6 200 000 €
RCS Limoges 389 290 586
Code A.P.E. 516 J
N° d'identification TVA
FR 15 389 290 586

Siège social

128, av. du Maréchal-de-Lattre-de-Tassigny
87045 Limoges Cedex - France
☎ : 05 55 06 87 87 +
Fax : 05 55 06 88 88