

Normes

:hager

	Page
Formules et valeurs électrotechniques	2
Symboles pour schémas électriques	3
Désignations	6
Dimensions du matériel d'installation	7
Symboles de planification	8
Bases de mesure et mesures de protection	9
Mesure d'isolement et essai de tension	12
Mesures du courant différentiel	15
Mesures d'impédance de boucle	17
Dispositif de protection à courant différentiel-résiduel (RCD)	18
Vérification des prises	22
Ensembles d'appareillage (EA)	23
Essai des machines électriques	26
Degré de protection IP	29
Locaux à usage médicaux	30
Installation électrique dans des locaux avec baignoire/douche	32
Contrôle des installations photovoltaïques (PV)	33
Exploitations agricoles	35
Installations électriques de chantiers	36
Vérification de stations de charge pour véhicules électriques	37
Tableaux et marquage des matériaux	38

Les documents ont été vérifiés sur la base des normes en vigueur. Aucune responsabilité n'est assumée en cas d'erreurs. En cas de doute, se référer aux normes officielles.

Les contenus sont issus du document « Mesurer selon NIBT 2020 », avec l'aimable autorisation d'electrosuisse; Peter Bryner et Urs Schmid. Mise en page Samuel Schläpfer.

Loi d'Ohm $I = \frac{U}{R}$ $U = R \cdot I$ $Q = I \cdot t$		Charge électrique $Q = I \cdot t$		Intensité du courant (1 x 230 V-) $I = \frac{U}{Z}$ $I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2}$		Intensité du courant en A I_t = courant partiel en A R = résistance en Ω U = tension en V Q = quantité de charge en C Coulomb (Ah) t = durée en s (h) Z = impédance en Ω I_{ph} = courant de phase en A U_{ph} = tension simple en V $\cos\phi$ = facteur de puissance P = puissance active en W S = puissance apparente en VA Q = puissance réactive en var η = rendement K = coût d'énergie en ct T_p = prix pour 1 kWh en ct t_{90} = durée en h P_1 = puissance avant variation en W P_2 = puissance après variation en W P = puissance réelle en kW n = nbre de tours du disque compteur ou impulsion pendant la durée T c = nbre de tours du disque compteur ou impulsion pour faire 1 kWh t_{90} = durée en s	
Couplage triangle équilibré $I_{st} = \frac{I}{\sqrt{3}}$		Couplage étoile $U = \sqrt{3} \cdot U_{st}$		Puissance active (1 x 230 V-) $P = U \cdot I \cos\phi \cdot \eta$ $I = \frac{P}{\eta \cdot U \cdot \cos\phi}$		Puissance active (3 x 230 V-) $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi \cdot \eta$ $I = \frac{P}{\eta \cdot \cos\phi \cdot \sqrt{3} \cdot U}$	
Puissance $P = U \cdot I$ $P = I^2 \cdot R$ $P = \frac{W}{t}$ $P = \frac{U^2}{R}$ $P_2 = P_1 \cdot \frac{U_2^2}{U_1^2}$ $P_2 = P_1 \cdot \frac{I_2^2}{I_1^2}$		Variation de I en fonction de P $I_2 = I_1 \cdot \sqrt{\frac{P_2}{P_1}}$		Puissance apparente $S = \sqrt{P^2 + Q^2} \text{ (VA)} = \frac{P}{\cos\phi} = \frac{Q}{\sin\phi}$		Coût de l'énergie Formule compteur $K = T_p \cdot P \cdot t_{(h)}$ $P = \frac{3600 \cdot n}{c \cdot t_{(s)}}$	
Résistance en parallèle $R_{Total} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots}$ $Z = \frac{1}{\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}}$ $Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} - \frac{1}{X_L^2}}}$		Pour 2 résistances $R_{Total} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$		Condensateurs $R = R_1 + R_2 + R$ $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$		R = résistance en Ω R_1 = résistance partielle X_C = réactance capacitive en Ω X_L = réactance inductive en Ω Réq = résistance équivalente en Ω R_0 = résistance initiale en Ω $\Delta\alpha$ = différence de résistance en Ω α = coeff. de température en $\Omega / \Omega^\circ C$ Δ = différence de température en $^\circ C$ ω = fréquence angulaire en 1/s ($2\pi \cdot f$) C = capacité en pF (Farad) L = inductance en H U_t = chute de tension en V P = puissance globale L = longueur de la ligne χ = conductivité en m/ Ωmm^2 A = section en mm ² I = intensité du courant en A S = densité du courant en A/mm ² G = conductance en S (Siemens) R = résistance en Ω ρ = résistivité en $\Omega mm^2/m$	
Résistance équivalente montage triangle $R_{St} = \frac{3}{2} \cdot R$		Résistance équivalente montage étoile $R_{St} = \frac{R}{2}$		Influence de la température sur la résistance $\Delta R = R_0 \cdot \alpha \cdot \Delta\theta$			
Réactance inductive (-) $X_L = \omega \cdot L$		Réactance capacitive (-) $X_C = \frac{10^6}{\omega \cdot C}$		Résistance d'une ligne $R = \frac{L}{\chi \cdot A}$			
Chute de tension (1 x 230 V-) $U_V = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\chi \cdot A \cdot U}$		Chute de tension (3 x 400 V-) $U_V = \frac{L \cdot P}{\chi \cdot A \cdot U}$		Résistance $R = \rho \cdot \frac{L}{A}$		Conductance $G = \frac{1}{R}$	
Condensateurs en parallèle $C = C_1 + C_2 + C_3$		Condensateurs en série $C_{Total} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots}$		Densité de courant $S = \frac{I}{A}$			

Résistivité $\Omega mm^2/m$	argent	Ag	0,0165	Poids spéc. Kg/dm ³	cuivre	Cu	8,9	Température °C = 273,15K
	cuivre	Cu	0,0175		aluminium	Al	2,70	
Conductivité m/ Ωmm^2	or	Au	0,023	Coefficient de température $\Omega/(\Omega^\circ C)$ 1/K	fer	Fe	7,87	Puissance 1PS = 0,74KW
	aluminium	Al	0,029					
	cuivre	Cu	57	Chaleur massique kJ/(Kg $^\circ K$)	cuivre	Cu	0,0039	Energie 1 kcal = 4,2 kJ
	aluminium	Al	34,5		aluminium	Al	0,0036	
	fer	Fe	7,7		fer	Fe	0,00657	Accélération terrestre 9,81 m/s ²
					eau		4,19	
					air		0,992	Attraction terrestre 9,81 N/kg

Types de courants et de tensions

==	Courant continu
2M==	Réseau à cour. cont. avec conduct. médian 220/110 V
~	Courant alternatif
~	Courant continu ou alternatif
~ 50Hz	Cour. altern. avec indic. de la fréquence
3N ~ 50Hz/400/230V	Courant alternatif triphasé avec conducteur de neutre, 50 Hz, 400/230 V
3N ~ 50Hz/TN-S	Courant alternatif triphasé, 50 Hz, avec neutre et conducteur de protection séparé
+	Pôle positif
-	Pôle négatif

Réglages

	Réglage linéaire
	Réglage non linéaire
	Dépendant de la température
	Réglage en 5 niveaux
	Réglage automatique

Effet et dépendance

	Effet thermique
	Effet électromécanique
X	Effet magnétique
	Retard
	Rayonnement, p. ex. lumineux

Appareils de commande et méthodes

T--	Action manuelle
Tf--	Action manuelle et protection contre l'effleurement intempestif
T--	Action par traction
E--	Action par pression
F--	Action par rotation
◇--	Action par rapprochement
◇--	Action par effleurement
⊙--	Action par roue manuelle
✓--	Action au pied
⌋--	Action par levier
◇--	Action par poignée manuelle amovible
⊗--	Action par clé
⌋--	Action par manivelle
⌋--	Action par commande à came
	Entraînement hydraulique ou pneumatique avec indication de direction
	Entraînement électromagnétique
T--	Commande par effet thermique

	Entraînement par moteur électrique
	Commande par temporisateur électrique
	Commande par niveau liquide
	Commande par compteur d'événement

Mise à la terre, masse, compensation de potentiel

	Mise terre, symbole général
	Mise terre de protection
	Masse
	Compensation de potentiel

Contacts

	Contact fermant (contact de travail, normalement ouvert, N.O.)
	Contact ouvrant (contact de repos, normalement fermé, N.C.)
	Contact de commutation avec interruption
	Contact de commutation bidirectionnel
	Contact de commutation sans interruption
	Contact glissant a fermant durant l'enclenchement b fermant durant le déclenchement c fermant dans les deux directions
	Contact fermant avec a fermeture anticipée b fermeture retardée
	Contact ouvrant avec a ouverture anticipée b ouverture retardée
	Contact de travail avec fermeture retardée
	Contact de repos avec a fermeture retardée b ouverture retardée
	Contact avec rétroaction automatique a contact fermant (no) b contact ouvrant (nf)
	Contact fermant sans rétroaction
	Interrupteur manuel
	Interrupteur touche pression
	Interrupteur rotatif
	Interrupteur fin de course a contact fermant (no) b contact ouvrant (nf)
	Contact dépendant de la température a contact fermant (no) b contact ouvrant (nf)
	Contact thermique à ouverture automatique (p. ex. bimétal)
	Contact d'un relais thermique

Conducteur et éléments de liaison

	Circuit électrique, représentation générale pour lignes, câbles
	Conducteur de protection, ligne PE
	Conducteur PEN
	Conducteur de neutre
	Représentation monopolaire pour
	Circuit à courant alternatif, 230 V,
	2 conducteurs de 16 mm² en Cu
	Ligne à courant alternatif triphasé 50 Hz,
	400 V, 3 pôles conducteurs de 120 mm² et conducteur de neutre 50 mm²
	Conducteur avec blindage
	Conducteur souple
	Conducteurs torsadés
	3 conducteurs dans un câble
	Paire coaxiale
	Prise ou prise enfichable
	Fiche ou fiche enfichable
	Prise et fiche (5 pôles)

Appareils

	Disjoncteur a contact fermant (no) b contact ouvrant (nf)
	Disjoncteur avec déclenchement automatique
	Disjoncteur pour coupure en charge
	Sectionneur
	Sectionneur de charge
	Sectionneur de charge avec déclenchement automatique
	Coupe-circuit de surintensité (fusible) symbole général
	Fusible avec dispositif de notification mécanique

	Fusible avec contact de signalisation
	Interrupteur avec fusible incorporé
	Sectionneur avec fusible
	Sectionneur de charge avec fusible
	Parafoudre
	Relais, symbole général
	Relais a retardé au déclenchement b retardé à l'enclenchement
	Résistance, symbole général
	Résistance réglable
	Résistance dépendant de la tension (varistor)
	Résistance réglable en position déclenchée
	Potentiomètre avec curseur mobile
	Résistance avec deux points de dérivation fixes
	Shunt
	Corps de chauffe
	Condensateur, symbole général
	Transformateur avec deux enroulements, convertisseur de tension
	Élément ou accumulateur. La grande plaque représente le pôle positif, la petite le pôle négatif.
	Batterie de piles ou d'accumulateurs
	Diode, symbole général
	Varistor, Diac
	Triac, thyristor diode bidirectionnelle
	Photorésistance
	Photodiode

	* sera remplacé par l'un des caractères symboliques :
	C = commutatrice
	G = génératrice
	GS = génératrice synchrone
	M = moteur
	MG = exploitation motrice ou génératrice
	MS = moteur synchrone
	- = courant continu
	M = courant alternatif
	Convertisseur à courant continu
	Redresseur
	Redresseur double pont
	Onduleur
	Redresseur/onduleur
	Appareil de mesure, symbole général a appareil d'affichage b appareils d'enregistrement c compteur * l'unité de mesure sera indiquée
	Lampe, lampe témoin <i>Couleurs de lampes</i> <i>Type de lampes</i> RD = rouge Ne = néon YE = jaune Xe = xénon GN = vert Na = vapeur de sodium BU = bleu Hg = mercure WH = blanc I = ode IN = lampe incandesc. FL = lampe fluoresc. IR = infrarouge UV = ultraviolet LED = diode lumineuse
	Lampe de signalisation, clignotante
	Dispositif de signalisation, électromagnétique
	Indicateur de position, électromagnétique
	Klaxon
	Sonnerie
	Sonnette
	Sirène
	Vibreur, ronfleur

Symbole KNX

	BA Coupleur de bus
	DR Filtre
	SV Alimentation de tension
	NG Bloc secteur, alimentation en tension avec filtre intégré
	LK Coupleur de ligne
	BK Coupleur de zone LV Amplificateur de ligne
	RS232 (V24) Interface série RS232
	GAT Interface externe * ISDN * SPS * FB (bus de terrain) * DCF77
	Capteur a mention du logiciel utilisateur b grandeur physique d'entrée
	Capteur binaire Entrée binaire Terminal de saisie Interface à touche b grandeur physique d'entrée et désignation des canaux d'entrée
	Capteur à touche Touche
	Capteur de température
	Détecteur de température Commutateur de température Thermostat d'ambiance
	Capteur de mouvement PIR = passif à infrarouge US = à ultrason
	Détecteur de mouvement
	Horloge Garde-temps Capteur chronologique
	Horloge de commutation Programmateurs Temporisateurs
	Acteur Appareil de commutation Sortie binaire Terminal de sortie
	Acteur de jalousie Interrupteur de jalousie
	Acteur de variation Acteur de commutation / variation

Caractères alphabétiques du type de moyen d'exploitation

Caractères	Moyen d'exploitation	Exemples
A	Modules	Amplificateurs, combinaisons d'appareils
B	Convertisseurs de grandeurs non électr. en grandeurs électr. et inversement	Convertisseur de mesure, synchro-transmetteur, capteur angulaire
C	Condensateurs	Condensateurs de compensation, déparasitage, démarrage
D	Dispositifs de temporisation et de mémorisation, éléments binaires	Lignes de retard, éléments bistables et monostables, mémoire à tores, registres
E	Divers	Eclairage, chauffage ainsi que dispositifs qui ne font pas partie du tableau
F	Dispositifs de protection	Sécurités, déclencheurs, verrouillages
G	Générateurs, alimentations électriques	Batterie, blocs secteurs, oscillateurs
H	Dispositifs de signalisation	Signalisations lumineuses, signalisations acoustiques
K	Relais, contacteurs	Relais temporisés, contacteurs principaux et auxiliaires
L	Inductances	Ballasts inductifs, bobines d'allumage
M	Moteurs	Moteurs à courant alternatif, triphasé, continu
P	Appareils de mesure, dispositifs de test	Dispositifs de mesure afficheurs, compteurs
Q	Appareils de commutation à courant fort	Sectionneurs, sectionneurs de puissance, interr. principaux
R	Résistances	Résistances fixes et réglables, shunts, thermistances, etc.
S	Interrupteurs auxiliaires, sélecteurs	Touche pression, interr. de commande, commutateur rotatif
T	Transformateurs	Convertisseurs de courant et de tension, transformateurs de commande, secteur et de protection
U	Modulateurs, convertisseurs de grandeurs électriques	Convertisseurs de fréquence, transducteurs, démodulateurs, dispositifs de codage
V	Tubes, semi-conducteurs	Tubes cathodiques, diodes, tube à décharge gazeuse
W	Éléments de transmission	Guide d'ondes, jeux de barres, câbles
X	Bornes, dispositifs à enfichage	Bornes à visser et à souder, fiches, prises
Y	Dispositifs mécaniques à enclenchement électrique	Freins, embrayages, soupapes pneumatiques
Z	Terminaisons, filtres, limiteurs	Imitation de câbles, régulateur dynamique

Codes d'installation

Codes d'installation pour installation de type apparent (AP)

IC 11	AP conditions de montage simples : par ex. sur bois, plaques de plâtre, sols bruts, plafonds bruts, bases de montage déjà préparées et similaires.
IC 12	AP conditions de montage normales : par ex. sur briques de terre cuite, briques silico-calcaires, béton, matières synthétiques, polyester renforcé de fibres de verre, tôles, rails d'ancrage, rails de fixation, et similaires.
IC 13	AP conditions de montage difficiles : par ex. sur constructions métalliques, sol brut mise à niveau précise incluse, et similaires.

Codes d'installation pour installation de type encastré ou noyé (ENC)

IC 20	ENC conditions de montage très simples : par ex. dans foulles, saignées, ouvertures, percements, boîtes d'encastrement existantes, et similaires.
IC 21	ENC conditions de montage simples : par ex. dans plaques de plâtre, matières synthétiques, matériaux isolants, coffrage de dalles, et similaires ; de même que dans les saignées, ouvertures et percements effectués par les soins de la direction des travaux, selon les indications de l'installateur-électricien.
IC 22	ENC conditions de montage normales : par ex. dans parois creuses, briques de terre cuite, coffrage de mur et similaires ; de même que dans coffrages de dalles avec isolation déjà posée. Y compris exécution des découpes.
IC 23	ENC conditions de montage difficiles : par ex. dans briques silico-calcaires, poutres en bois, maçonneries de parement, dans dalles avec cavité, ou hourdis, et similaires ; travaux de rabillage aux soins de la direction des travaux.

Codes d'installation pour installation d'appareils de type à insérer (INS)

IC 31	INS conditions de montage simples : par ex. dans bases de montage déjà préparées ou dans des combinaisons modulaires, et similaires ; percements et découpes aux soins de la direction des travaux.
IC 32	INS conditions de montage normales : par ex. dans matières synthétiques, matériaux tendres, et similaires ; avec exécution des percements et découpes.
IC 33	INS conditions de montage difficiles : par ex. dans des tôles minces et similaires ; avec exécution des percements et découpes.

Codes d'installation pour tirage et pose de câbles et fils (TIR)

IC 52	TIR conditions de montage normales : par ex. dans tubes, canaux avec séparation, et similaire.
IC 53	TIR conditions de montage difficiles : par ex. dans tubes existants contenant des fils ou des câbles ; ur des échelles à câbles, et des canaux à grille, et similaires ; fixation des câbles un à un ou en faisceaux, avec séparation.

Codes d'installation pour le raccordement de câbles et de fils aux installations, machines ou appareils, installés par les soins de la direction des travaux (RACC)

IC 71	RACC conditions de montage simples : par ex. raccordement sur bornes, par enfichage, coupure-serrage et similaires.
IC 72	RACC conditions de montage normales : par ex. raccordement sur bornes, par vissage, brasage et similaires.
IC 73	RACC conditions de montage difficiles : par ex. raccordement par soudage, par coses de câbles et similaires.

Selon le degré de difficulté, 2 à 4 codes d'installation sont définis de manière échelonnée pour chacun des 5 groupes de types d'installation (AP, ENC, INS, TIR, RACC) selon le chapitre NPK 511.

Diamètre extérieur en mm

Câbles TT, CH-N1VV-U (fil rigide) CH-N1VV-R (fil souple)

mm²	1x	2x	3x	4x	5x	6x	7x	8x	10x	12x	16x	21x	27x
1,5	4,4	6,7	7,2	7,8	8,6	9,6	9,6	11,2	12	12,5	16,2	18,2	21
2,5	5	8,1	8,6	9,5	10,5	12,9	12,8	14,2	16,7	17,3	19,4	22	25
4	5,6	9,3	10	11	12,2		13,6						
6	5,7	10,4	11,2	13,2	13,9		15,3						
10	7,8	14	14,2	17,5	18,9		22						
16	8,9	17,2	18,5	20,4	22,4				U72	x0,5	III.	x0,8	III.
25	10,8	21	25	24,7	27,5				1x4	4,1	5,7	4,5	5,5
35	12,1	23	26	27,8	30,6				2x4	6,3	8,9	6,5	7,5
50	13,9			32,4	35,9				3x4	6,3	9,6	6,5	9
70	15,9			39,9	40,9				5x4	8	11,7	8,5	12
95	18,5				47,7				7x4	8,6	12,6	-	-
150	22,7								10x4	11,2	16,3	11,5	16
185	25,4								20x4	13,5	20,1	13,2	21
240	28,7								30x4	16,2	25,1		

Câbles TD, N05VV-F

0,75		6,4	6,8	7,4	8,3								
1		6,6	7	8,1	8,8	9,9	10,8	11,3	12,7	13,2	14,8	17	
1,5		7,6	7,6	9,3	10,3	11,3	11,8	12,8	14,5	15,5	17,3	20	
2,5		9,4	10,2	11,2	12,4	14,2							

Diamètre intérieur des tubes d'installation

Tubes							Nombre maximum de fils T									
M (Ø mm)	KIR		AI		KRF	KRFG	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50
16	13,3	13,2	14	15,8		10,4	4	3								
20	17,2	21,8	18	20,6		14,1	7	6	4	2	1	1				
25	21,5	28,8	22,6	27		18,4	14	12	7	4	3	–	1	1	1	
32	28,2	36,8	29,4	34		23,6				7	5	3	2	–	–	1
40	35,8	46,8	37,4	43,5		–					7	5	5	2	2	2
50	45,5	59,4	47,2	56		–						7	7	5	5	3
63	57,8		60			–								7	6	5

Perçage pour passage de câbles

Filetage métrique	Diamètre d'alésage
M6	6,5
M8	8,5
M10	10,5
M12	12,5
M16	16,5
M20	20,5
M25	25,5
M32	32,5
M40	40,5
M50	50,5
M63	64,5
M75	75,5

Canaux d'installation

Dimension	Nombre maximum de câbles			
	Ø 6,9 mm	Ø 8,2 mm	Ø 10 mm	Ø 12,2 mm
LF15015	2	1	1	0
LF20020	3	2	1	1
LF20035	6	4	3	2
LF30045	13	9	6	4
LF40040	16	11	7	5
LF40060	23	16	11	7
LF40090	38	26	18	12
LF60060	35	25	16	11
LF60150	91	64	42	29
LF60190	117	82	55	37
LF60230	143	100	68	45

Disposition de l'installation électrique selon BPK

23 Installations électriques

- 230 Position de transition
231 Installations centrales à courant fort
 .0 Installations haute tension
 .1 Distributions principales, mesures
 .2 Installations de compensation du courant réactif
 .3 Alimentations de secours
 .4 Lignes électriques jusqu'au distributeur principal
 .5 Mises à terre

- 232 Installations courant fort
 .0 Lignes électriques principales et lignes ascendantes
 .1 Installations d'éclairage, montage de luminaires
 .2 Installations motrices et calorifiques
 .3 Tableaux de distribution secondaire
 .4 Tableaux de commande et de régulation
233 Fourniture de lampes et luminaires
234 Appareils électriques

Symboles de schémas

Interrupteurs et prises		Lignes		Luminaires	
	Interrupteur 1-3 pôles		En général		Point de raccordement pour luminaires
	Interrupteur double sch 1		En haut plafond		Plafonnier avec lampe à incandescence
	Commutateur sch 2		En ou sur paroi		Luminaire mural avec lampe à incandescence
	Commutateur sch 3		En ou sur béton		Eclairage de secours
	Inverseur double sch 6		Sur le béton		Lampe fluorescente 1 tube
	Poussoir		Canal de plafond		Lampe fluorescente 2 tubes
	rises en général*		Canal de plancher		Disjoncteur différentiel à courant de défaut
	Prise avec contact		Canal d'allège		Parafoudre
	de protection Prise type 12,		Croisement de ligne sans liaison		Coffret de distribution
	3x Prise T15		Dérivation avec liaison (boîtier)		Raccordement final pour câble
	Fiche avec cordelette		Ligne avec 3 x 1,5 mm ² pose AP	Consommateur	
* En pratique, le symbole général sera souvent utilisé pour la prise T12 Symbol und für T13 das Symbol respectivement le symbole avec contact de protection pour T13 On peut cependant aussi utiliser uniquement le symbole général et répertorier chaque prise électrique.			Ligne avec 4 x 4 mm ² pose AP		Appareil ménager
			Cordon de raccordement ligne flexible		Appareil de chauffage av. indic. de puissance
			Paire de conducteur coaxiale		Chauffe-eau
			Installation d'éclairage		Cuisinière
			Installation de force		Ventilateur
			Installation chauffage		Appareil frigorifique
			Installation de courant faible	Appareils de protection et de distribution	
			Installation téléphonique		Fusible en général
			Antenne ou électroacoustique		Fusible 1P 1 pôle 10 A Gr. I
			Ligne vers le haut ou depuis le haut		Fusible 3P+0 3 pôles 25 A Gr. II
			Ligne vers le bas ou depuis le bas		Fusible 3P+0 HPC 400 A
			Ligne traversante ou grimpante		Sectionneur de neutre monté séparément
					Disjoncteur

Choix des appareils de mesure

Selon EN 61010, on distingue les appareils de mesure en fonction du domaine d'utilisation et de la classe de surtension entre :

Cat. d'appareils Domaine d'application

Cat. I Télécommunications, applications électroniques

Cat. III Industrie, machines et distribution

Cat. II Installations domestiques, appareils

Cat. IV Installations de réseaux et distributions principales

L'équipement de mesure doit présenter la même catégorie que l'appareil de mesure.

Par ex. Cat. III 1000 V correspond à Cat. IV 600 V.

Pourquoi utiliser des appareils RMS ou TRMS ? (désignation non normalisée)

Pour les mesures dans l'industrie et l'artisanat, les appareils de mesure RMS sont nécessaires en présence d'un courant ou d'une tension non sinusoïdale. RMS «Root Mean Square» = appareil mesure correctement la valeur efficace en présence d'un courant ou d'une tension non sinusoïdale également.

Forme de courbe:	Courbe sinusoïdale	Courbe rectangulaire	Redresseur monophasé	Redresseur triphasé
Appareil de mesure:				
Affichage normal:	correct	10 % plus haute	40 % plus basse	5-30 % plus basse
Indication TRMS:	correct	correct	correct	correct

RMS AC

Valeur efficace avec oscillations de base et harmoniques sans partie DC

TRMS AC et DC

(True RMS) Valeur efficace avec partie AC et DC

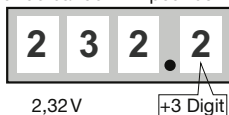
! Conseil

Utiliser des appareils de mesure TRMS AC et DC des cat. III ou IV. Crest >3 (rapport entre valeur de pointe et valeur efficace) important à cause de la pointe d'enclenchement. Largeur de bande min. pour 50 Hz, > 1 kHz.

Précision de la mesure ?

Précision d'un appareil digital

Par ex. appareil +/- 1 % + 3 Digit



Erreur intrinsèque	+/- 1 % val. mesurée	=	2,32 V
Erreur d'affichage	+ 3 Digit	=	0,3 V
Erreur totale		=	2,62 V = 1,1 %

Lors de l'emploi de plusieurs appareils de mesure (transformateur et multimètres)

Erreur maximale en % = Erreur appareil A + Erreur appareil B, etc.

Erreur probable = $\sqrt{\text{Erreur}_A^2 + \text{Erreur}_B^2}$

Tolérances de mesure autorisées

	Admis selon EN 61557	Tolérance usuelle
Résistance d'isolement	+/- 30 % =	
	Valeur de mesure	0,7 +/- 10 % v. M.
Courant de court-circuit min.	+/- 23 %	0,77 +/- 10 % v. M.
Impédance de boucle	+/- 30 %	1,3 +/- 10 % v. M.
Résistance de terre	+/- 30 %	1,3 +/- 10 % v. M.
Basse résistance	+/- 30 %	1,3 +/- 10 % v. M.
Tension de contact	+/- 20 %	1,2 +/- 20 % v. M.
Déclenchement RCD impulsion	+/- 10 %	1,1 +/- 2 % v. M.
Courant de décl. RCD	+/- 10 %	1,1 + 10 % v. ΔI

! Conseil

Les bons appareils de mesure présentent une tolérance de +/- 5 %.

Mesures des courants et tension

Contrôle de l'absence de tension

Lors du contrôle de l'absence de tension, il faut utiliser un détecteur de tension bipolaire qui satisfait EN 61243-3.

Exigences :	Cat. min. III (pointes d'essai protégées)
	Affichage de tension sans enclenchement aussi sans batterie
	Courant d'essai max. 3,5 mA

Mesures de l'intensité de courant

Pince ampèremétrique

Pour les mesures sur des conducteurs nus, il faut prendre en compte la résistance d'isolement de la pince ampèremétrique; pour 400 V, la cat. II 600 V au moins est nécessaire. Les pinces ampèremétriques cat. A (EN 61010-1) sont recommandées. Prendre en compte la direction du courant pour les mesures de puissance et de courant continu.

Mesures d'intensité de courant avec transformateur d'intensité (bobines Rogowski)

Pas indiquées pour les mesures du courant différentiel (trop peu sensibles)

Propriétés :	Pas de saturation, mesure indépendante du site
	Bon pour des points de mesure difficilement accessibles
	Réponse fréquentielle de 10 Hz jusqu'à 1 MHz
	Faible déplacement de phase (pour mesures de puissance)
	Signal d'entrée > 0,5 A jusqu'au kA (selon le produit),
	Signal d'entrée > 0,5 A à kA,

Transformateur de courant BT

Désignations, p. ex. 50/1 A 5 VA KI. 0,5 M5 ou 5 P10

50 / 1 A	Courant nominal primaire 50 A, secondaire 1 A
5 VA	Charge nominale admissible (résistance ohmique apparente)
KI. 0,5	Indice de classe de précision $\pm 0,5\%$ jusqu'à $1,2 I_n$
M5	Transformateur de courant pour des fins de mesure pour $5 \times I_n$ 15 % d'erreur et va en saturation
5 P10	P = transformateur de courant à des fins de protection pour $10 \times I_n$ max. 5 % d'erreur

Conseil

Les transformateurs de courant BT ne se détériorent pas lorsque les bornes secondaires sont ouvertes (mise en court-circuit lors de commutations recommandées). Pour le transformateur de courant BT, le circuit secondaire ne doit pas être mis à la terre.

Définitions pour les appareils de mesure

Average	Valeur moyenne
Smooth	Les valeurs de mesure (valeurs moyennes) sont résumés (p. ex. pour réduire le stockage)
Range	Plage de mesure, sélection manuelle / automatique
Data Hold	La valeur mesurée est enregistrée
Min/Max	L'appareil enregistre la valeur la plus élevée et la plus faible
Peak Hold	La valeur de pointe est enregistrée
Record	La valeur mesurée est inscrite
AC	Courant alternatif / tension alternative
DC	Courant alternatif / tension alternative
COM	Connexion à la terre
Filtre	Filtres passe-haut ou passe-bas (p. ex. Hioki < 200 Hz)

Mesures de protection lors de mesures

Étalonnage des appareils d'essais et de mesure ?

Les appareils utilisés pour les contrôles finals et de réception doivent être validés et étalonnés périodiquement selon EN 61557*.

Comparaison avec d'autres appareils de mesure	Validation 2 fois par année
Utilisation journalière	Étalonnage 1 x par année
Utilisation hebdomadaire	Étalonnage tous les 2 ans
Utilisation occasionnelle	Étalonnage tous les 3 ans

* Indications du service d'étalonnage : Aptomet ou instruction du fabricant

Mesures de sécurité lors des mesures ?

Selon les directives ESTI 407, les essais et mesures dans la zone de voisinage passent pour des travaux sous tension (TST1) – pour < IP2X.

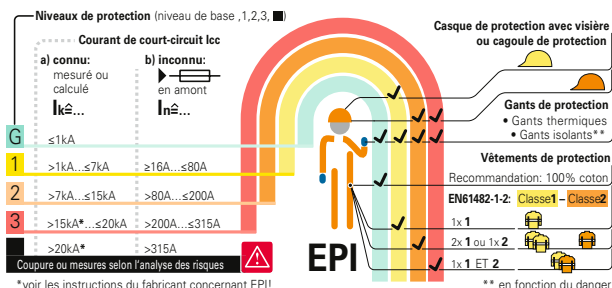
Travaux à proximité de parties sous tension : tous les travaux pendant lesquels une personne accède à une zone de voisinage avec les parties de son corps, des outils ou d'autres objets sans atteindre la zone de danger. Selon EN 50110-1, la zone de voisinage est $\leq 1 \text{ kV}$, $\geq 300 \text{ mm}$.

Prescriptions pour les moyens de protection

selon les directives de l'ESTI 407

valable pour : installations $I_k > 1 \text{ kA}$ et inst. ouvertes ou type de protection < IP2X.

EPI – Équipement de Protection Individuelle



1. Une personne instruite est nécessaire

2. Appareils de mesure cat. III 1000 V ou cat. IV 600 V câbles de mesure et pointes comprises ou, en cas de catégorie de mesure insuffisante, utiliser des câbles de mesure avec des fusibles à haut pouvoir de coupure intégrés.

! Conseil EPI

- Remettre si possible personnellement les équipements de protection pour remise en état, taille et hygiène.
- Contrôler périodiquement les équipements de protection.
- Porter des gants de protection thermique pour effectuer les mesures et des gants en caoutchouc en cas de danger d'électrification.
- Monter des fusibles haut pouvoir de coupure en amont des appareils de mesure.
- Ne pas tenir en main les appareils de mesure lors de la mesure.
- Une seule personne suffit pour effectuer la mesure, deuxième personne éventl. nécessaires à proximité.
- Porter des manches longues et des gants également lors de mesures sur des installations $I_k \leq 1 \text{ kA}$ ou > IP2X.

Principes pour les mesures d'isolement

Les valeurs de mesures sont valables **par circuit** avec les récepteurs débranchés. L'appareil de mesure doit débiter un courant de 1 mA au minimum, à la tension d'essai.

Tensions d'essai et résistances d'isolement

Contrôles périodiques : Installations jusqu'à 1995

Tension nominale	Tension d'essai	Résist. d'isolement min.
	> 100 V pour 50 kΩ L/N contre PE	

≤ 300 V contre PE	500 VDC	0,25 MΩ
Locaux mouillés et corrosifs	500 VDC	0,05 MΩ
> 300 V contre PE	500 VDC	0,50 MΩ
Locaux mouillés et corrosifs	500 VDC	0,25 MΩ

Contrôles périodiques : Installations à partir de 1995 jusqu'à 2010

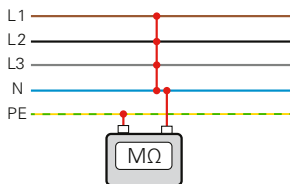
TBTS et TBTP	250 VDC	0,25 MΩ
50 V à 500 V	500 VDC	0,50 MΩ
> 500 V	1000 VDC	1,0 MΩ
Protection par séparation	500 VDC	1,0 MΩ

Contrôles périodiques : partir de 2010 et nouvelles installations

TBTS et TBTP	250 VDC	0,5 MΩ
50 V à 500 V	500 VDC	1,0 MΩ
avec parafoudre	250 VDC	1,0 MΩ
> 500 V	1000 VDC	1,0 MΩ
Protection par séparation	500 VDC	1,0 MΩ
Appareils et machines	Tension d'essai Résist. d'isolement min.	
Machines électriques	1000 VDC	1,0 MΩ
Ensembles d'appareillage	500 VDC	1,0 KΩ/V
Appareils classe de protection I	500 VDC	1,0 MΩ
Appareils classe de protection II	500 VDC	2,0 MΩ
Appareils classe de protection III	500 VDC	0,25 MΩ

Mesure d'isolement des appareils électroniques

Variante : Ponter L1 / L2 / L3 / N puis commencer la mesure.



! Conseil

Mesurer tout d'abord **N-PE**. Si la valeur d'isolement est insuffisante, arrêter la mesure, débrancher les appareils et refaire la mesure d'isolement.

Pour les installations sensibles, commencer la mesure d'isolement avec 100 VDC. Si la mesure est bonne, augmenter la tension de mesure à 250 et 500 VDC. (La mesure d'isolement est pratiquement indépendante de la tension).

Attention : Danger de court-circuit en cas d'oubli des ponts.

Comment faut-il contrôler un appareil de mesure d'isolement ?

1. Ponter les pointes de mesure → affichage 0 MΩ
2. Ecarter les pointes de mesure → affichage ∞ MΩ

Procédure pour la mesure d'isolement

1. Avertir que l'on va couper l'installation.
2. Essai de fonctionnement des appareils de mesure d'isolement.
3. Déclencher l'installation et vérifier l'absence de tension.
4. Mesure du courant dans le conducteur N, pas de courant.
5. Ouvrir le sectionneur du neutre.
6. **Mesurer** N-PE avec 250 VDC, si la valeur de mesure est suffisante.
7. Mesurer avec 500 VDC N-PE et noter les valeurs de mesure L1/L2/L3-PE.
8. Refermer le sectionneur de neutre.
9. Contrôler le passage du sectionneur de neutre à basse impédance.
10. Enclencher la tension et contrôler l'installation.

Le sectionneur N fermé trop tard -> surtension sur les appareils

! Conseil

- La valeur d'isolement est atteinte uniquement à partir du moment où la charge est terminée (le processus peut durer plusieurs secondes). Décharger après la mesure.
- Avant de commencer la mesure, il faut débrancher les parafoudres ou mesurer avec 250 VDC.
- Sécher tout d'abord les radiateurs électriques et les plaques de cuisson.
- La résistance d'isolement dépend de la température et de l'humidité.

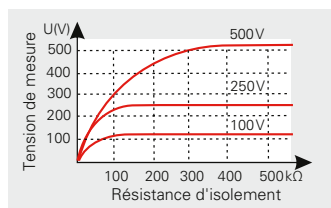
Selon la NIBT, quand doit-on effectuer une mesure d'isolement ?

1. Pour toutes les nouvelles installations ou modifications, avant la mise en service.
2. Lors des contrôles périodiques.

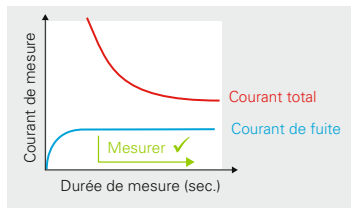
Exceptions: (voir ordonnance du DETEC, art. 13)

Pour le contrôle périodique d'installations surveillées par un RCD ≤ 30 mA $I_{\Delta N}$, il est possible de renoncer à la mesure d'isolement.

Caractéristique de l'appareil de mesure d'isolement



Courant de charge lors de mesures d'isolement



Mesure de la résistance d'isolement sur câble Bus EIB

Lorsque le câble Bus est logé dans le même conduit, la même boîte de dérivation ou sous la même enveloppe que les fils d'installation. TBTS (NIBT 6.1.3.3)

Procédure à suivre pour mesure d'isolement

1. Séparer le groupe principal, les conducteurs de phase et neutre. Vérifier l'absence de tension.
2. Débrancher les para-surtensions (sinon la mesure serait faussée).
3. Mesurer N-PE, si il y a un pont, chercher et éliminer le défaut.
4. Si il n'y a pas de défaut, mesurer la résistance d'isolement au L-PE et PE Bus avec une tension ≥ 250 VDC. La résistance d'isolement doit être au minimum $\geq 0,5$ MΩ.
5. Fermer tout d'abord le sectionneur N et ensuite le coupe-surtension.

Attention: Ne pas mesurer entre L-Bus, des câbles Bus, L-N et L-L, sinon les composants électroniques pourraient être abîmés.

Procédure de mesure d'isolement

Contrôle de la tension

Admis que pour les nouvelles installations au celles nouvellement remises en état. La tension d'essai doit comporter 60–80 % de la tension d'essai du fabricant.

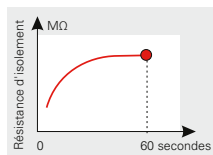
Tension d'essai DC pour:

Moteurs, générateurs	$2 \times \text{tension assignée} + 1000 \text{ V}$
Installations	$1,28 \times \text{tension d'essai AC d'usine}$
En cas de répétition de la mesure	$0,96 \times \text{tension d'essai AC d'usine}$

L'essai débute avec 50 % de la tension d'essai qui est élevée par paliers de 5 % toutes les 10 s au minimum, jusqu'à 100 %. La tension d'essai totale doit être appliquée pendant 1 minute sans qu'il y ait claquage.

Essai de courte durée

Pour essais d'installations de petite capacité, tels que moteurs, transformateurs, installations, etc.



Mesure conduct. de phase-conduct. de phase

DC Tension d'essai = $0,816 \times U_{p-p}$

Mesure conducteur de phase – PE

DC Tension d'essai = $1,414 \times U_{p-n}$

Résistance d'isolement

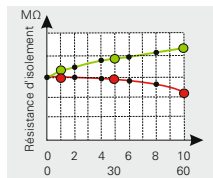
jusqu'à 1000 V tension nominale > 1 MΩ

1 MΩ supplémentaire par 1000 V

Mesure temps-résistance d'isolement (essais de gros moteurs et transformateurs, etc.)

Essai de l'isolation contre les salissures et humidité. La mesure est effectuée enroulement contre enroulement et enroulement contre terre, alors que les autres enroulements sont reliés à la terre.

La tension d'essai, p. ex. 500 VDC **reste constante**. Les valeurs d'isolement doivent être lues après 30 et 60 s toutes les minutes jusqu'à 10 min.



La résistance augmente = bonne isolation

La résistance diminue = mauvaise isolation

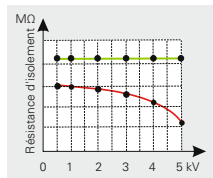
Rapport valeurs de mesure 60/ 30 secondes > 1,3 – 1,6 bonne isolation

Rapport valeurs de mesure 10/ 1 minute > 2 – 4 bonne isolation

Essai de tension rampe

Essai pour constatation de dégâts. Lors de cet essai, **la tension est augmentée toutes les minutes jusqu'à U_{max}** . La valeur mesurée doit être constante.

Règle générale : les divergences doivent être < 25 %.



La résistance augmente = bonne isolation

La résistance diminue = mauvaise isolation

Mesures du courant différentiel

Quelles sont les directives techniques applicables ?

Selon les directives ESTI, les mesures de courants de fuite sont admissibles pour des rapports de sécurité dans des cas particuliers et respectent l'art. 13 de l'Ordonnance du DETEC.

Dans quels cas les mesures du courant différentiel sont-elles admissibles à la place des mesures d'isolement ?

Lorsque le déclenchement est difficile ou disproportionné en raison des récepteurs raccordés.

Quelles sont les conditions pour une mesure du courant différentiel ?

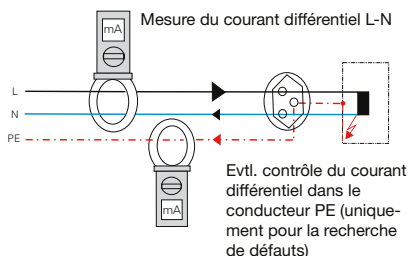
1. Système de protection TN-S (N et PE séparés)
2. Pince ampèremétrique précision 0,1 mA (transformateurs flex. non admissibles)
3. Les récepteurs sont branchés, c'est-à-dire qu'un courant de charge de min. 100 mA circule dans le conducteur N (vérifier)

! Conseil Utiliser une pince ampèremétrique RMS avec filtre passe-bas pour détecter la part haute fréquence du courant différentiel. Seule la part basse fréquence du courant différentiel est à prendre en compte.

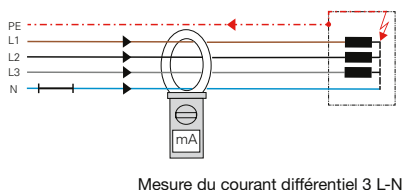
Mesurer les courants différentiels pour disjoncteur de protection RCD en charge.

Comment mesurer les courants différentiels ?

Récepteurs monophasés L + N + PE



Récepteur triphasé 3L+N+PE

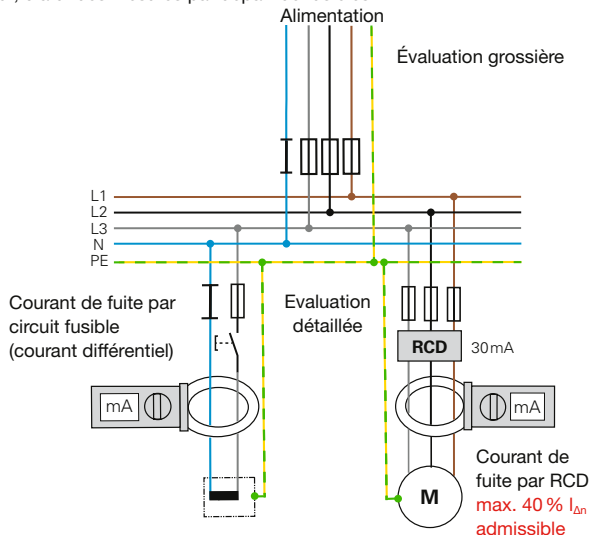


! Conseil

- Évaluation grossière de l'isolation avec mesures du courant différentiel.
- Recherche de défauts par groupe et mesures de fréquence pour courants différentiels importants. Effectuer une mesure d'isolement si la fréquence est de 50 Hz.
- Effectuer la mesure du courant différentiel pour les nouvelles installations. La valeur mesurée sert de référence pour les contrôles périodiques.
- Préparer les conducteurs pour les mesures du courant différentiel et lier 3L + N.

Où faut-il mesurer des courants différentiels ?

En général, aux endroits où les mesures d'isolement ont été effectuées jusqu'à ce jour, c.à.d. des mesures par départ de fusibles.



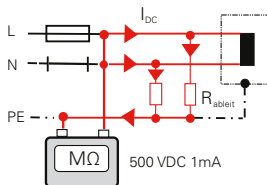
Quelles sont les valeurs limites admissibles ?

Jusqu'à 30 mA	En ordre, enregistrer les valeurs dans le rapport de mesures.
30 jusqu'à 300 mA	Mesure de tous les groupes de fusibles, constater comment le courant de fuite se répartit. Contrôle par enclenchement et déclenchement des récepteurs. Noter les causes possibles p. ex. filtre de réseau en amont de CF, ASC, filtre limiteur de perturbations, etc.
Plus de 300 mA	Une mesure d'isolement doit être effectuée.

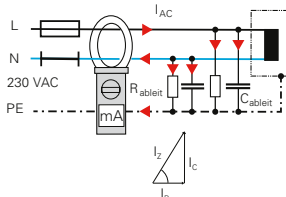
Que peut-on vérifier avec des mesures du courant différentiel ?

- Raccordement N-PE, inversions de N
- Défaut d'isolement $< 40 \text{ k}\Omega$, $\geq 5 \text{ mA}$ avec courant sur conducteur N

Différence entre la mesure d'isolement et la mesure du courant différentiel ?



Mesure d'isolement : DC détermine la résistance de fuite R à courant continu



Mesure du courant de fuite : détermine l'impédance, c.à.d. la résistance de fuite Z à courant alternatif

Mesures d'impédance de boucle

Conditions de protection selon NIBT?

Les conditions de protection de personnes sont remplies si, dans le réseau TN, les temps de déclenchement maximum suivants à l'extrémité de la canalisation sont respectés en cas de défaut : (Valeurs NIBT 2020)

Installations : 230/400 V

- Pour les circuits terminaux ≤ 32 A, le temps de coupure applicable est $\leq 0,4$ s.
- Pour les circuits terminaux ≤ 63 A avec une ou plusieurs prises le temps de coupure applicable est $\leq 0,4$ s.
- Pour les circuits terminaux ≥ 32 A et pour les circuits de distribution, le temps de coupure est ≤ 5 s.

Contrôles périodiques :

A partir du 1.1.2000 la valeur $\leq 0,4$ s s'applique pour les circuits terminaux

	500 V	tous les circuits	$\leq 0,2$ s
	690 V	tous les circuits	$\leq 0,1$ s
Machines	230/400 V	récepteurs enfichables	$\leq 0,4$ s
		récepteurs à raccordement fixe	≤ 5 s

Contrôle du temps de coupure par mesures d'impédance de boucle

Courant de court-circuit à l'extrémité de la canalisation I_{ccmin} mesuré entre L et PE, à l'extrémité de la canalisation. Il détermine les coupe-surintensités placés en amont admissibles au max. pour ≤ 5 s ou $\leq 0,4$ s temps de déclenchement.

Courant de court-circuit au début de la canalisation, mesuré entre L et PE au début de la canalisation. Il doit être plus bas que le pouvoir de coupure nominal des dispositifs de coupure comme les disjoncteurs de puissance, disjoncteurs de canalisation, fusibles, etc.

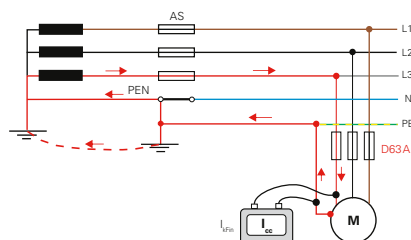
Le courant de court-circuit tripolaire $I_{cp} = I_{ccmax, L-PE} \times 2$ est la valeur efficace du court-circuit tripolaire mesuré au raccordement de la distribution. (Voir I_{cp} max. admissible sur la plaque signalétique de l'installation de couplage.) La valeur est déterminée au coupe-surintensité placé en amont ≥ 125 A (oder > 10 kA).

Le courant de court-circuit doit être calculé par le planificateur pour le dimensionnement et le réglage des disjoncteurs de puissance.

Formule empirique pour les courants de court-circuit min.

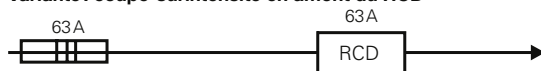
NHS	5 s =	$6 \times I_n$	0,4 s =	$8 \times I_n$
LSB		$5 \times I_n$		$5 \times I_n$
LSC		$8 \times I_n$		$10 \times I_n$
LSD		$10 \times I_n$		$20 \times I_n$

Schéma de mesure d'impédance de boucle



Dimensionnement des RCD

Variante : coupe-surintensité en amont du RCD

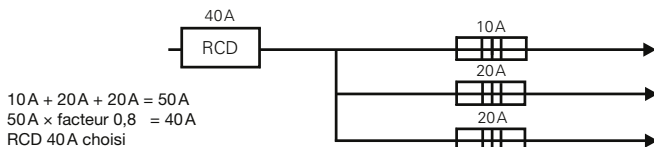


Variante : coupe-surintensité en aval, conditions

1. RCD et coupe-surintensité dans la même distribution ou une longueur de canalisation de connexion max. de 3 m entre le RCD et le coupe-surintensité.
2. Le plus grand coupe-surintensité $\leq$ de l'intensité de courant du RCD.
3. Somme des courants des départs $\times$ facteur de simultanéité = In RCD.

Facteurs de simultanéité	2 à 3	Départs	= facteur	0,8
	4 à 5		= facteur	0,7
	6 à 9		= facteur	0,6
	Plus de 10		= facteur	0,5

Exemple :



Dans quels endroits doivent-être utilisés les dispositifs RCD ?

Prises

Toutes les prises librement utilisables de $\leq 32A$

RCD
30 mA

Exceptions :

1. Prises avec une image de prise particulière, p. ex. 7 / 9 / 11 h.
2. Prises à verrouill. ou accessibles uniquem. avec un outil (connecteurs).

Circuits d'éclairage dans des bâtiments à usage d'habitation

30 mA

Installations d'éclairage extérieur

30 mA

Panneaux d'avertissement, signalisation routière, cabines téléphoniques, arrêts de bus (pas applicable à l'éclairage des routes, des places et voies d'accès)

Appareils portatifs en plein air

30 mA

Stands d'exposition pour luminaires

30 mA

Locaux contenant une baignoire ou une douche

30 mA

Tous les circuits de courant (sans protection par séparation, TBTS et TBTP)

Prises (prises SIDOS admises en cas de transformation)

30 mA

Chauffage de plafond et au sol

30 mA

Chauffages et systèmes de chauffage intégrés

30 mA

Sauna toutes les installations (sans chauffage de sauna)

30 mA

Piscines et fontaines

Volume 1 Prises (exception)

30 mA

Volume 2

30 mA

Luminaires classe de protection I

30 mA

Fontaines, pompes à immerger

30 mA

Locaux avec danger d'incendie

Installation complète

300 mA

Dans quels endroits doivent-êtré utilisés les dispositifs RCD ?

Agriculture et horticulture

Ensemble de l'installation	300 mA
Toutes les prises	30 mA

Zones Ex

Câbles chauffants et installations de chauffage	30 mA
Zones 20 / 21 / 22 installations complètes	300 mA

Chantiers

Appareils à main avec raccordement fixe	30 mA
---	-------

Installations provisoires et temporaires

Installations lumineuses	30 mA
Récepteurs mobiles avec raccordement fixe ≤ 32 A	30 mA

Installations de secours transportables et véhicules	30 mA
---	-------

Expositions

Alimentations RCD	300 mA
Tous les circuits terminaux ≤ 32 A	30 mA

Foires, cirques, parcs d'attraction, commerces ambulants, technique pour manifestations

Alimentations RCD	300 mA
(Des RCD 500 mA installés par le constructeur sont admis)	
Tous les circuits terminaux ≤ 32 A	30 mA
Prises et matériels mobiles ≤ 32 A	30 mA

Laboratoires d'essai et de contrôle (EN 50191)

Essais avec des connexions de réseau galvaniques	30 mA
--	-------

Places de camping, ports pour bateaux

Prises (1 RCD par prise)	30 mA
--------------------------	-------

Chauffage au sol ou intégrés dans des parties des bâtiments, câbles chauffants	30 mA
---	-------

En plein air, locaux humide ou mouillés	30 mA
Sans écran conducteur	30 mA

Locaux médicaux

Appareils médicaux Gr. 1 et 2 (pas raccordés au réseau IT)	30 mA
Prises ≥ 16 A	30 mA
Appareils médicaux Gr. 1 et 2	30 mA

Installations photovoltaïques

RCMU intégré dans l'onduleur	
Ligne d'alimentation pour l'onduleur à travers des locaux avec danger d'incendie	300 mA

Inst. électriques sur voitures/unités de chantiers transportables	30 mA
--	-------

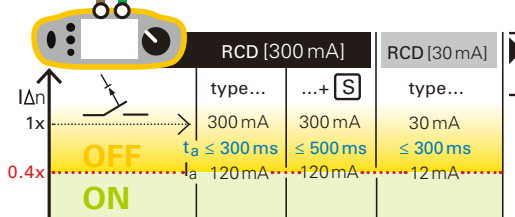
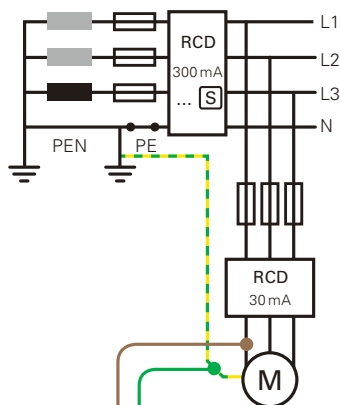
Mesures et vérifications de RCD

1 - Touche d'essai



2 - Mesure

- temps déclenchement t_a [sec]
- courant déclenchement I_a [mA]



Touche d'essai /
 t_a / I_a OK?



vérifier
RCD

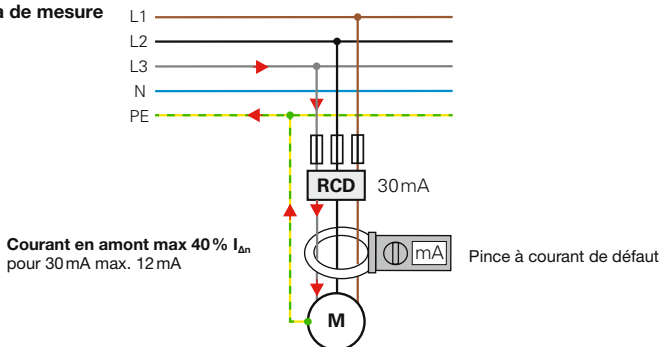
Test RCD

Mesures et vérifications de RCD

Mesures de courant de fuite lors du déclenchement intempestif de RCD

- Procédure**
1. Mesure d'isolement si la valeur d'isolement est suffisante.
 2. Essai de déclenchement avec un courant progressif ou mesure de courant de fuite.

Schéma de mesure



Essais des RCD type B et B+ pour RS

(prendre en compte les indications du fabricant)

1. Mesure du temps de déclenchement avec AC $1 \times I_{\Delta n}$
temps de déclenchement < 0,3 s OK
2. Mesure du temps de déclenchement avec DC $2 \times I_{\Delta n}$
temps de déclenchement < 0,3 s (+/-) OK

Contrôle avec un courant DC progressif, déclenchement de $0,5 \text{ à } 2 \times I_{\Delta n}$.

Essai fonctionnel du RCD

L'essai fonctionnel est effectué par l'actionnement de la touche d'essai du RCD.

L'essai du RCD est important pour un bon fonctionnement du RCD et doit être effectué selon les indications du fabricant, mais ≤ 12 mois. (NBT 5.3.1.3.4)

! Conseil pour mesurer au RCD

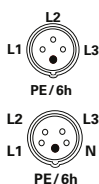
- Marquer avec un point de couleur les RCD qui causent des problèmes d'exploitation au moment de l'essai de déclenchement avec la touche d'essai.
- Contrôler le déclenchement de tous les conducteurs de phase. Avant de faire l'essai actionner la touche d'essai du RCD.
- Le RCD ne rempli pas le temps de déclenchement, faire l'essai avec $5 \times I_{\Delta n}$ (NBT 6.C.3.6) ou essai du RCD avec fonction de test automatique de l'appareil de mesure.
- Contrôler le déclenchement des RCD une fois pour chaque circuit. Pour les autres raccordements il faut contrôler la fonction du conducteur de protection ($< 1 \Omega$).
- Dans les installations méd., ex et avec danger d'incendie, l'essai de déclenchement du RCD doit être effectué sur toutes les prises et récepteurs.

Vérification des prises

1. Contrôle des raccordements (L / N / PE)
2. Vérification de l'absence de tension des raccordements PE ⚡
3. Vérification des conditions de protection (L-PE), déclenchement $\leq 0,4$ s, RCD $\leq 0,3$ s
4. Contrôle du champ tournant ↻
5. Contrôle de fonctionnement et tension (L-N / L-L / N-PE)

Types de prise et champ tournant (champ tournant vers la droite)

Schéma des prises

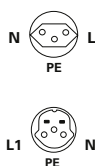


I_N

16 A
32 A
63 A
125 A

16 A
32 A
63 A
125 A

Schéma des prises



I_N /type

10 A type 13
16 A type 23

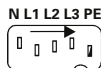
10 A type 15
16 A type 25

en gras = types recommandés

Contrôles périodiques : Champ tournant des prises industrielles



15 A



25 A
40 A
75 A

Les prises I ne sont plus disponibles depuis 01.07.2008, pas de nouvelles inst.

Sécurité des prises

- Fusible amont $\leq$ courant nominal de la prise pour toutes les utilisations.
- Prises 10 A max. LS13A, type CEE 32 A, fusible amont max. 32 A.
- Protéger toutes les prises librement accessibles ≤ 32 A avec un RCD 30 mA.

Choix de prises et fiches

Utiliser seulement des prises avec collerette de protection. Les prises de type 12 ne sont plus disponibles depuis le 31.12.2016. Seules les prises multiples monophasées sont autorisées (SNG 491000-3036). Depuis le 31.12.2012, les prises T11 et 12 sans isolation partielle ne peuvent plus être mises sur le marché. Les appareils avec des anciennes prises ne peuvent plus être vendus depuis le 31.12.2016. (ESTI Information 7.3.11)

Degré de protection des prises

IP X0	Pas de protection particulière	locaux secs
IP 21	Protection contre les écoulements	locaux humides
IP 44	Protection contre les projections d'eau	chantiers, agriculture, locaux présentant un danger d'incendie sans poussière
IP 67	Étanche à l'eau	protection contre la poussière et immersion

Couleurs des dispositifs conjoncteurs CEE

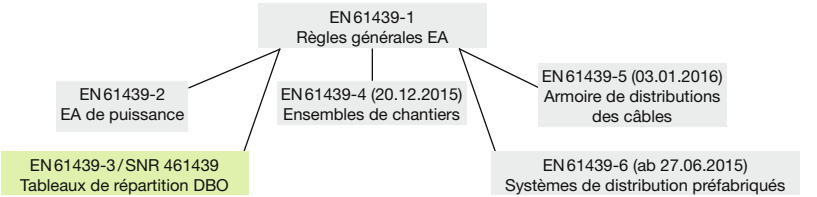
Tension	Couleur
20 – 50 V	violet
40 – 50 V	blanc
100 – 130 V	jaune
200 – 250 V	bleu



Tension	Couleur
380 – 480 V	rouge
500 – 690 V	noir
Fréquence	
60 – 500 Hz	vert

Ensembles d'appareillage (EA)

Depuis le 23.09.2014 la série de normes EN 61439 est en vigueur.



Exigences spécifiques au EA pour personnes ordinaires (DBO) (SNR 461439)

Circuits de départ	Éléments utilisables uniquement par personnes ordinaires (pas de HPC).
Courant assignée	max. 125 A
Construction / installation	Fermé, montage fixe à demeure Local intérieur min. IP2XC Installation en extérieur min. IP23C
Catégorie de surtension	Cat. III (pour 230/400 V) 4 kV
Réglages de protection	Disjoncteur de puissance ou disjoncteur de protection des moteurs uniquement réglable avec un outil ou une clé.
Bornes	Chaque conducteur N et PE doit pouvoir être raccordé individuellement pour chaque groupe (une borne par fil nécessaire).

Plaque signalétique (Données obligatoires)

Fabricant: Muster SA Pakstrasse 439 1439 Schalthausen	Désignation de type ou n° d'identification: SD app. 1 ^{er} étage série 1, Birkensr. 2 CH-5002	Date de fabrication et norme du produit: 24.05.20XX SNR 461439
Valeurs assignées: U _n : 1x230 V _{ac} /3x400 V _{ac} I _{ac} : 25 A	Degré de protection IP: 2XC	Système de mise à la terre: TN-S
Informations sur la tenue aux courts-circuits: Dispositif de protection contre les surintensités en amont: Diazed 25 A gG ou LS 25 A/IL _{sc} 10000	Indications particulières: Actionner 2 fois par an la touche d'essai du RCD. Réparation à effectuer uniquement par des experts. Danger de mort dû au retrait de barrières!	

* soit sur la plaque signalétique ou dans la documentation technique.

Documentation	Exemple
Valeurs assignées	Fréquence assignée F _n Facteur de charge assignée (RDF)
Degré de protection IP	Local intérieur min. IP2XC Installation en extérieur min. IP23C
Tenue aux courts-circuits	En amont: DII 25 A gG LS 25 A/I _{cn} 10000
Indications particulières	- Actionner 2 fois par an la touche d'essai du RCD - Réparation à effectuer uniquement par des experts - Danger de mort dû au retrait de barrières ...
Si nécessaire, documentation relative aux points suivants:	- Manipulation - Transport - Emplacement et montage - Exploitation et maintenance ...

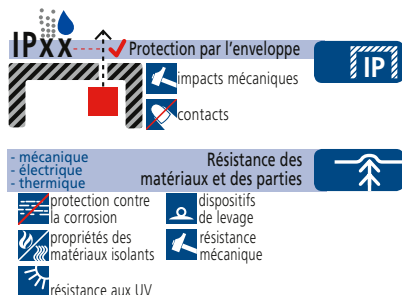
Vérification des ensembles d'appareillage

Tenue aux courts-circuits / Coordination de dispositifs de protection

La coordination (sélectivité/filiation) est à réaliser selon les indications du fabricant.

Exigences de construction : Cadre pour assemblage individuel

Les propriétés doivent être contrôlées ou bien validées par le fabricant !



! Conseils pour ensembles d'appareillage DBO

Les enveloppes préfabriquées conformes à la norme EN 62208 satisfont à ces exigences !

Bornes de départ EN61439-1 et sectionneur de neutre 4.6.2.1

Des sectionneurs N sont nécessaires :

pour les fusibles de raccordements et d'abonnés, ainsi que pour le réseau TN-C-S au moment du sectionnement du conducteur PEN sur N et PE.

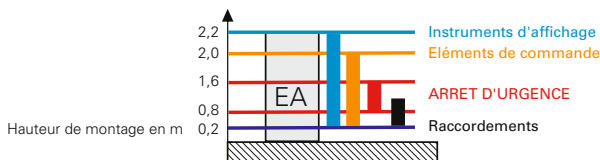
Pour tous les autres sorties ≤ 25 A : un sectionneur N est recommandé.

> 25 A : raccordement N avec connexion détachable, p. ex. des écrous à presser.

L'espace disponible pour le branchement doit permettre le raccordement correct et l'épanouissement des câbles introduits de l'extérieur.

Les raccordements pour les conducteurs N, PE et PEN doivent être placés à proximité du conducteur de phase. Min. une borne N correspondante par départ.

Hauteurs de montage pour les matériels



Montage et essais des EA

Justification par le fabricant selon EN 61439

Justification de la conception

Sert à prouver la conformité aux normes de l'EA.

Correspond à l'essai type.

Justification individuelle de série

Vérification concernant les matériaux, la fabrication et la fonction. Est effectué sur chaque EA.

Justifications

- Justification de la conception
- Justification individuelle de série

Montage d'ensemble d'appareillage (EA) dans des voies d'évacuation

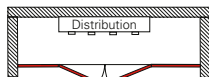
Il est généralement recommandé que les EA ne soient pas disposés dans des voies d'évacuation.

EA dans des voies d'évacuation verticales (escaliers)

Var. 1: Face EA $\leq 1,5 \text{ m}^2$



Var. 2: Face EA $> 1,5 \text{ m}^2$



Obturation coupe-feu AEAI EI30-RF1

A Enveloppe IP4X incombustible

B Barrière EI30 (p. ex. Duripanel 18 mm)

Var. 3: EA dans une enveloppe certifiée IP5X avec résistance au feu EI30 (certificat nécessaire)

Montage d'EA dans les voies d'évacuation horizontales (couloir):

Solutions si l'enfumage de la voie d'évacuation verticale (cage d'escalier) doit être prévu :

Var. A: L'EA correspond aux exigences des voies d'évacuation verticales.

Var. B: Si la cage d'escalier est séparée par une porte coupe-feu, une enveloppe incombustible résistant à la fumée est suffisante autour de l'EA.

Essai par des personnes autorisées à contrôler selon l'OIBT

- Documentation sur la protection contre les courts-circuits et les surintensités (genre de protection, valeurs de réglage).
- Désignation des appareils et conducteurs selon le schéma ou la liste, site de montage (p. ex. voie d'évacuation), distance, accessibilité.
- Protection contre les contacts (protection principale), le degré de protection IP correspond à l'environnement.
- Sectionneur N intégré si nécessaire.
- Essai fonctionnel (verrouillages, RCD, etc.).

! Conseils pour ensembles d'appareillage DBO

- Utiliser des barrières avec un comportement au feu amélioré, c.à.d. sans halogène, résistant au feu, auto-extinguible et pas de gouttes enflammées, p. ex. classe de matériau certifiée EN 13501-1.
- Utiliser uniquement des enveloppes certifiées (EN 62208).
- Pas de systèmes de fusibles HPC (uniquement pour personnes instruites).
- Dimensionner le matériel de façon que $IB \leq 80 \% I_N$.
- Ne pas monter l'EA à proximité de chambres à coucher (EN 13.1.6.5) ni sur le mur du fond.

Machines électriques

Identification des conducteurs Couleurs recommandées selon EN 60204-1

Noir	Circuits principaux pour courant alternatif et continu
Jaune-vert	Conducteur de protection
Bleu ciel	Conducteur neutre
Rouge	Circuit de commande pour AC (rouge/rouge après transfo. de commande)
Bleu	Circuit de commande pour DC (autre couleur autorisée pour le « moins »)
Orange	Circuits de verrouillage avec tension étrangère

Dispositifs de protection de transfo. et moteurs EN 60204-1 / 4.3.3.3.1

Les moteurs d'une puissance supérieure à 0,5 kW doivent être protégés contre les surcharges. Dans les emplacements Ex et ceux présentant un danger d'incendie, tous les moteurs doivent être protégés contre les surcharges. Les transformateurs de commande doivent être protégés contre les surcharges (EN 60204-1/7.2.3).

Point de sectionnement du réseau / interrupteur principal

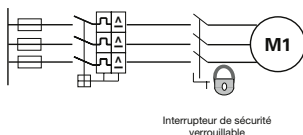
Au moins sectionneur de charge verrouillable; pour les prises > 16 A, combinaisons interrupteurs/prises exigées. Les circuits placés en amont du point de sectionnement doivent être pourvus d'un dispositif de sectionnement séparé et identifiés par un panneau d'avertissement et un symbole en forme d'éclair.

Interrupteur de révision (interrupteur de sécurité) SUVA CE 93-9.f

Exigé lorsqu'il y a des parties mécaniques en mouvement, p. ex. courroie, engins de transport et de levage, etc. montées directement à proximité. Interruption de toutes les énergies dangereuses. Interrupteur verrouillable. Couleur noir ou grise (rouge et jaune, uniquement s'il est utilisé également comme arrêt d'urgence).

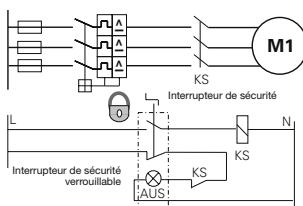
Coupure directe

Sur tous les pôles (jusqu'à 3 kW ou ≤ 16 A aussi autorisé comme prise si accessible).



Coupure indirecte

Déclencher d'abord le convertisseur de fréquence avec l'automate et ensuite déclencher l'interrupteur de sécurité.



Hauteurs de montage pour machines (EN 60204-1)

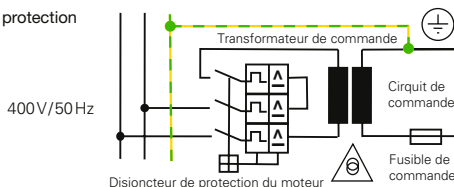
Appareils pour commande et réglage	≥ 0,4 – 2 m
Bornes de raccordement à partir du sol	≥ 0,2 m
Arrêt d'urgence, interrupteur principal	≥ 0,8 – 1,6 m

Circuits de commande

Transformateur de commande nécessaire avec tension max. 277 V. Exception pour commandes simples avec au max. 1 relais et deux appareils de commande.

Mettre à la terre avec un pôle les circuits de commande ou avec une surveillance d'isolement. Protection contre les surintensités nécessaires.

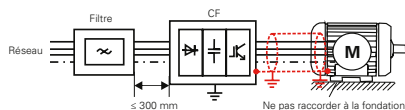
Transfo de commande avec protection contre les surintensités, côté auxiliaire mis à la terre



Fonctions arrêt d'urgence et stop

Cat. 0	Déclenchement de l'apport d'énergie.
Cat. 1	Déclenchement lorsque la position initiale ne présentant aucun danger est atteinte. (Mise à l'arrêt contrôlée)
Cat. 2	Mise à l'arrêt contrôlée, l'apport d'énergie reste.
Arrêt d'urgence	Cat 0 ou 1 (arrêt en cas d'urgence). Arrêter les mouvements causant des dangers.
(Jaune/rouge)	Déclenchement avec du matériel électrique permis.
Coupure d'urgence	Cat. 0 déclenchement en cas d'urgence. Couper l'énergie.
(Jaune/rouge)	Coupure avec des dispositifs de coupure électromécaniques.

EM Mesures de protection avec convertisseur de fréquence EN50174-2



- ☐ Montage du convertisseur de fréquence ouvert vers le moteur (pas dans l'armoire de commande).
- ☐ Si la ligne CF moteur est longue ou le câble CF moteur sans écran, monter un filtre sinusoïdal dans la sortie du CF.
- ☐ Garder les lignes CF – moteur le plus court possible (> pertes et perturbations).
- ☐ Utiliser des câbles blindés en continu (tresse de blindage).
- ☐ Blindage de câbles relié à la masse aux deux extrémités (protection contre le couplage inductif).
- ☐ Poser les câbles de puissance et de commande sur des chemins de câbles séparés.
- ☐ Si le courant de fuite à la terre > 10 mA, section du conducteur PE ≥ 10 mm² ou PA.

CEM et mise à la terre des écrans de câbles aux lignes de données

- ☐ Blinder toutes lignes à signaux.
- ☐ Ne pas raccorder la terre de blindage avec des fils courts, raccorder largement la tresse de blindage à la décharge de traction au presse-étoupe CEM.
- ☐ Poser largement les blindages des câbles aux deux extrémités.
- ☐ En général, ne jamais introduire les blindages par les PIN prise.
- ☐ Les câbles avec tresse de blindage sont meilleurs que les câbles avec feuille de blindage.
- ☐ Si le blindage est un conducteur à signal, il n'y a pas de fonction de blindage.

Essai des machines électriques

L'essai individuel des machines électriques contient selon EN60204-1 :

1. **Système de conducteur de protection**
(vérification des liaisons du conducteur de protection)
Appareil de mesure avec min. 0,2 A – 10 A, 24 VAC ou DC.
2. **Mesure d'isolement**
Mesure avec 500 VDC (1 mA) Valeur limite $\geq 1 \text{ M}\Omega$
La mesure doit se faire entre les conducteurs des circuits de puissance et le circuit de protection. p. ex. entre toutes les parties sous tension et les parties métalliques reliées au PE.
3. **Contrôle de la tension**
Tension d'essai min. $2 \times$ tension assignée ou 1000 VAC, source > 500 VA
Entre les parties sous tension et le circuit de protection (PE)
Attention : les composants et appareils (p. ex. filtres réseau) qui ne sont pas prévus pour cette tension doivent être déconnectés.
4. **Vérification de la tension résiduelle**
Après coupure de la tension d'alimentation, la tension résiduelle ne doit pas dépasser $\geq 60 \text{ V}$ sur les parties actives accessibles après 5 s.
Tension résiduelle pour dispositifs conjoncteurs $\leq 1 \text{ s} < 60 \text{ V}$.
Si les valeurs sont insuffisantes :
 - avertissements fixes et bien visibles,
 - enfichables, barrières IP2X ou IPXXB
5. **Essai fonctionnel**
Vérifier toutes les fonctions y compris toutes les fonctions de sécurité et de protection, p. ex. arrêt d'urgence, RCD, etc.
6. **Mesure de boucle et contrôle du temps de déclenchement max. admissible**
Temps de déclenchement récepteurs enfichables $\leq 0,4 \text{ s}$
Temps de déclenchement récepteurs fixés à demeure $\leq 0,4 \text{ s}$
L'essai individuel est à démontrer avec un protocole d'essai.

La réception sur site comprend :

Documentation technique	Schéma de commande Schéma séquentiel et liste des appareils Instructions d'utilisation et de maintenance Déclaration de conformité Plaque signalétique
Vérification de la ligne d'alimentation	Mesures de protection Coupe-surintensités et sections admissibles Inscriptions et appartenance
Equipements électriques	Séparation de réseau, verrouillable, 0,6 – 1,9 m du sol Interrupteur principal, déclenchement d'urgence, arrêt d'urgence, accessibilité, maniement Degré de protection des installations électriques Ecrans et plaques d'avertissement Interrupteur de sécurité Retour dans le réseau Transfo de commande obligatoire si > 2 appareils de commande ou disjoncteur de protection des moteurs Circuit de commande mis à la terre unipolaire et protégé ou surveillance d'isolement Protection des moteurs et réglages Protection CEM, mesures de blindage p. ex. pour CF Connexions PA

Essai de fonctionnement et contrôle visuel, essai de toutes les fonctions de protection.

Degré de protection IP selon EN 60529

IP **2** **3** **C** **S**

1. Chiffre caractéristique Protection contre les corps étrangers et les contacts

- 0 Pas de protection
- 1 Corps étranger ≥ 50 mm
- 2 Corps étranger ≥ 12 mm
- 3 Corps étranger $\geq 2,5$ mm
- 4 Corps étranger $\geq 1,0$ mm
- 5 Protégé contre la poussière
- 6 Étanche à la poussière

2. Chiffre caractéristique protection contre l'eau

- 0 Pas de protection
- 1 Gouttes d'eau
- 2 Chute de gouttes d'eau inclinée
- 3 Aspersion d'eau
- 4 Projection d'eau
- 5 Jet d'eau
- 6 Protection contre l'inondation
- 7 Protégé contre l'immersion
- 8 Protégé contre la submersion
- 9 Protection contre l'évaporation

Lettres additionnelles pour la protection contre les contacts

(Degré de protection contre l'accès aux parties dangereuses).

Nécessaire que si la protection contre les contacts est plus élevée que la protection du corps étranger.

- A Protection contre le toucher avec dos de la main ou bille > 50 mm Ø
- B Protection contre le toucher avec le doigt, doigt d'épreuve 80 mm > 12 mm Ø
- C Protection avec un outil jusqu'à une longueur de 100 mm > 2,5 mm Ø
- D Protection avec un fil jusqu'à une longueur de 100 mm > 1 mm Ø
- X Chiffre caractéristique non spécifié

Lettres supplémentaires

- H matériel de haute tension
- M vérifié contre les influences néfastes de l'eau pendant l'exploitation
- S vérifié contre les influences néfastes de l'eau en mode stationnaire
- W indiqué pour l'utilisation en conditions atmosphériques spécifiées

Marques et signes de sécurité



Signe de sécurité CH, garantit le respect des prescriptions légales concernant la sécurité électrique et la compatibilité électromagnétique (signe attribué par l'ESTI).



Marque de conformité européenne pour les produits électrotechniques. Le signe signifie la conformité avec les normes européennes de sécurité et est attribué par un organisme de certification p. ex. 13 Suisse / 10 Allemagne.



Le marquage CE permet au fabricant, au responsable de la mise sur le marché ou au mandataire dans l'UE de déclarer que le produit satisfait aux exigences en vigueur spécifiées dans la directive de l'UE.



Sécurité vérifiée, basée sur la loi sur la sécurité des appareils et produits qui est reconnue par l'organisme GS. Est toujours en combinaison avec un marquage d'un organisme d'essai.

Mesures dans les locaux à usage médicaux groupe 1 + 2

- 1. Mesures d'isolement** avec 500VDC, L-PE/L-N $\geq 1 \text{ M}\Omega$
 Attention : Surveillance d'isolement, couper avant la mesure
- 2. Essais dans le système IT (groupe 2)**
 Valeur de déclenchement du contrôleur d'isolement $\geq 50 \text{ k}\Omega$
Contrôle des prises avec fiche d'essai, signalisation à $\leq 47 \text{ k}\Omega$
 Comb. d'essai et de signalisation, touche d'essai, alarme visuel et sonore
Déclenchement de sécurité dans le réseau IT avec double défaut à la terre
Variante 1 : Mesure de la résistance de boucle I_k entre L-L/L-PE
 Les résultats de mesure doivent être 2 fois supérieurs à ceux obtenus dans le système
 TN-S. Ex. : TNS : $13 \text{ A} \times 10 = 130 \text{ A}$ IT : $13 \text{ A} \times 10 \times 2 = 260 \text{ A}$
Variante 2 : Pont sur la prise L-PE la plus éloignée (1^{er} défaut) puis mesurer I_k . Par exemple, la valeur suivante est suffisante : LSC 13 A sur 130 A
Courant de fuite transformateur enroulement secondaire-PE (à vide) $\leq 0,5 \text{ mA}$
 Installation sans courant de fuite (valeur pratique) $\leq 3 \text{ mA}$
- 3. Mesures de la tension de contact** avec liaison équipotentielle de protection supplémentaire contre jeux de barres SPA (adaptateur et mètre $V \geq 1 \text{ M}\Omega$) $\leq 10 \text{ mV}$
- 4. Mesure** entre ZSPA / conducteur de protection prises / parties métalliques / jeux de barres ZSPA (mesure à basse impédance) $\leq 0,7 \Omega$
 id. Groupe 1 $\leq 0,2 \Omega$
 id. Groupe 2
- 5. Mesure des revêtements du sol** avec électrode de sol et appareil de mesure d'isolement 100 VDC $\leq 108 \Omega$
 Groupe 1 et 2
 Vérification initiale : 1 mesure par m^2 ou par plaque
 Contrôle périodique : 1 $\times$ par an 50%, si insuffisante, 100%
- 6. Mesure du RCD 30 mA**
 Temps de déclenchement max. $\leq 0,4 \text{ s (0,3s)}$
- 7. Temps de commutation en cas panne du réseau**
 Luminaires opératoires, appareils EM vitaux, si $U < 90\% U_n \rightarrow$ commuter $\leq 0,5 \text{ s}$
 Autres récepteurs à $U < 90\% U_n > 3 \text{ s}$ $\leq 15 \text{ s}$

Mesures de protection dans les locaux à usages médicaux

Selon  7.10.3	Groupe 1	2
Système TNS avec surveillance d'isolement RCM	E	E
Deux alimentations indépendantes (1 $\times$ SSV)	X	X
Ligne d'alimentation (maintien du fonctionnement) depuis la source d'alim. de séc,	X	X
EA sécurisé à proximité en dehors des locaux médicaux		X
EA séparé pour ASS et alimentation électrique générale	X	X
Système IT pour circuits terminaux, appareils et systèmes médicaux		X
Réseau IT pour groupe de locaux avec surveillance d'isolement et alarme	E	X
Transfo. IT 0,5 – 10 kVA, 230 V avec protection contre surcharge et court-circuit		X
Transfo. IT fixé à demeure en dehors des locaux médicaux		X
Circuits terminaux IT, longueur de canalisations max. 25 m		X
Prises IT avec LED vert affichage optique de fonctionnement et désignation		X
Min. 2 prises avec circuit séparé par table de traitement		X
RCD 30 mA pour table d'opération, appareils à rayons X, récepteurs > 5 kVA		X
Pas de canalisations étrangères		X
Tension de contact max. < 25 VAC et < 60 VDC	X	X
ZsPA $\geq 4 \text{ mm}^2$ dans la proximité des patients pour les parties conductrices étrangères	X	X
Dispositifs de raccordements ZSPA à proximité des patients < 1,5 m	X	X
Distance raccordement de gaz - prises > 0,2 m	X	X
RCD 30 mA pour tous les circuits terminaux $\leq 32 \text{ A TNS}$	X	X
Câbles de sécurité, maintien du fonctionnement pour alimentation de sécurité (AS) et alimentation de sécurité supplémentaire (ASS)	X	X
Distance > 6 m transfo dans la zone des patients, moteurs, câbles > 95 mm^2	X	X
Eclairage à partir de deux sources de courant (1 $\times$ circuit de sécurité)	X	X
Eclairage 50 % à partir de l'ASS, un luminaire à partir de 5 V	X	X
Revêtements de sol conducteurs	E	

Légende :

EM : Appareils médicaux

LEP : Liaison équipotentielle de protection

LEPS : LEP supplémentaire

R : Recommandé

AS : Alimentation de sécurité

ASS : Alimentation de sécurité supplémentaire

Locaux à usage médicaux

Couleurs de marquage

Il n'y a pas de conducteur N bleu dans les systèmes IT et tous les conducteurs de phase doivent être protégés. Couleurs recommandées pour prises :

orange = réseau ASC, noir = réseau de secours, blanc = réseau normal

Locaux à usages médicaux selon 7.10

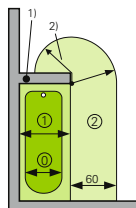
Type de local	Groupe de local			classe		
	0	1	2	A	B	C
Locaux de massage	X	X			X	c
Chambres		X			X	
Salles d'accouchement		X		a	X	
Salle ECG, EEG et EHG		X			X	
Locaux pour endoscopies		b		X	b	
Locaux d'examen et de traitement		X		X	X	
Urologie		b		X	b	
Locaux de radiodiagnostic et de radiothérapie		X			X	
Locaux pour hydrothérapie		X			X	
Physiothérapie		X			X	
Locaux d'anesthésie			X	a	X	
Salles d'opération			X	a	X	
Locaux de préparation aux opérations			X	a	X	
Locaux de pose de plâtres			X	a	X	
Salles de réveil			X	a	X	
Locaux pour cathétérisme cardiaque			X	a	X	
Stations de soins intensifs			X	a	X	
Locaux pour angiographie			X	a	X	
Locaux pour hémodialyse		X			X	
Locaux d'imagerie à résonance magnétique (IRM)		X	X	X	X	
Locaux pour médecine nucléaire		X			X	
Locaux pour enfants prématurés			X	a	X	
Cabinet médical / Centre médical						
Voie d'évacuation						c
Prises de sang / Analyse de sang	d	X				c
Analyse (générale) / Salle de consultation	d	X				c
Analyse avec échographie ou ECG		X				c
Salle de radiologie / Salle d'échographie		X				c
Examen gastro-entérologique		X				c
Examen urologique		X				c
Examen ORL		X				c
Dentiste / traitement	d	X				c
Vétérinaire (cabinet pour petits animaux)						
Salle de consultation	d	X				c
Chirurgie sans appareils EM	d	X				c
Chirurgie avec appareils EM stationnaire		X				c
Salle de radiologie	c	e				c
Salles de réveil	X	e		e	f	

Légende :

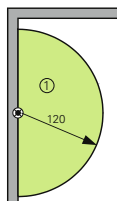
- X Répartition des locaux en catégories et groupes
- a Eclairage et appareils médicaux vitaux
- b En l'absence de salle d'opération
- c Aucune alimentation de sécurité / éclairage de sécurité min.
- d Analyses ou interventions de moindre ampleur sans utiliser d'app. EM.
Les interventions ou les analyses peuvent être interrompues et poursuivies à tout moment.
- e Utilisation de pompes à perfusion, de lampes chauffantes, etc.
- f Alternative à des appareils électriques (lampe chauffante, bouillotte, etc.)
- Cl. A Temps de commutation pour l'alimentation électrique $\leq 0,5$ s
- Cl. B Temps de commutation pour l'alimentation électrique $> 0,5$ s ≤ 15 s
- Cl. C Temps de commutation pour l'alimentation électrique > 15 s

Locaux contenant une baignoire ou une douche

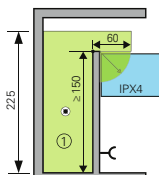
Volumes contenant une baignoire



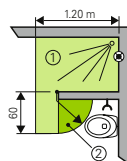
Volumes contenant une douche



Volumes contenant une baignoire



Volumes contenant une douche



Câbles et canalisations	Volumes		
	0	1	2
Pas de canalisations pour locaux externes (sauf pose à une profondeur ≥ 6 cm)	X	X	
Canalisations sous crépi posées min. 6 cm sous crépi (uniquement pour appareils à racc. fixes dans le volume)	X	X	X
Canalisations sur crépi (uniquement pour appareils dans le volume)		X	X
Toutes les canalisations avec conducteur PE (canalisations pour interrupteurs comprises)	X	X	X
Mesures de protection exigées			
TBTS ≤ 12 V pour lampes et appareils dans l'eau, Source de tension hors du volume 0	X		
TBTS ≤ 25 V avec protection contre les contacts		X	
Source de tension hors du volume 1			
LEP (4 mm ² , s'il n'y a pas de liaison équipotentielle principale)	X	X	X
Pour cuves métalliques, canalisations, etc.			
$I_{\Delta n} \leq 30$ mA protec. contre les cour. de défaut pour l'ensemble de l'installation	X	X	X
Appareils			
Appareils et lampes avec très basse tension de protection ≤ 12 V	X		
Source de tension hors du volume 0			
Appareils avec très basse tension de protection ≤ 25 VAC/60 VDC		X	
Luminaires $\geq$ IPX4		X	X
Ventilateur d'aération fixes à demeure		X	X
Radiateurs pour serviettes $\geq$ IPX4		X	X
Appareils de chauffage fixes à demeure $\geq$ IPX2			X
Autre récepteurs			
Prises T13 et RCD 30 mA			
Interrupteur			X
Luminaires		X	X

Contrôle des installations photovoltaïques (PV)

Quelles installations PV sont soumises à un projet à l'ESTI ?

Un dépôt de projets est obligatoire pour les installations PV avec exploitation parallèle au réseau **> 30 kVA polyphasés**.

En cas de plusieurs petites installations, la puissance totale de l'alimentation au réseau compte. Le projet contient l'installation de production d'énergie complète jusqu'à et avec l'interrupteur principal en amont de l'onduleur.

Documentation requise :

- Formulaire de projet www.esti.admin.ch
- Demande d'approbation des plans avec description technique et coût de l'installation
- Section de carte (M 1 :25'000) et plan de situation
- Disposition et plans détaillés (M 1 :10 jusqu'à 1 :200)
- Schéma de l'installation, prise de terre et protection contre la foudre incluses
- Déclaration de conformité pour les modules PV et l'onduleur
- Demande de raccordement signé par le GR

Adresse de remise : Inspection fédérale des installations à courant fort
Luppmenstrasse 1, 8320 Fehraltorf

Déroulement de la procédure d'autorisation et contrôles

Puissance au raccordement au réseau	> 30 kVA	≤ 30 kVA	Tous
Fonctionnement en parallèle du réseau	OUI	OUI	Fonctionnement en îlotage > 2 A
Projet	ESTI	NON	NON
Demande de raccordement	GR	NB	NON
RS + protocole de mesure	Aut. d'installer	Aut. d'installer	Aut. d'installer
Envoyez le RS à	ESTI**	GR	ESTI
Contrôle de réception	ESTI	Office de contrôle*	Office de contrôle*
Archivage rapport de sécurité	GR + Propriétaire	GR + Propriétaire	Propriétaire
Gestion du fichier	GR	GR	Propriétaire
Contrôle périodique	avec bâtiment	avec bâtiment	≤ 10 année

* Contrôle de réception organe de contrôle indépendant

Qui peut installer des installations PV ?

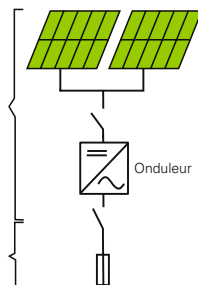
À partir de la canalisation de la chaîne, l'OIBT s'applique aux installations PV. Basse tension

Installation DC : à partir du point de sectionnement en amont de l'onduleur

Installation avec autorisation générale d'installer avec RS ou avec autorisation art. 14 avec protocole de mesure

Installation AC : jusqu'au point de sectionnement en amont de l'onduleur

Installation avec autorisation générale d'installer avec RS.



Mesures sur les installations photovoltaïques

Bases:	Directive de l'ESTI 233. EN 62446
Appareils de mesure:	Appareil de mesure d'installation pour installations solaires
Protocoles de mesure:	Protocole de mesure selon EN 62446, voir electrosuisse.ch

Ligne d'alimentation AC jusqu'au point de sectionnement de l'onduleur (RS séparé)

Ligne d'alimentation TN-S avec un coupe-surintensité et panneau d'avertissement		
Mesure d'isolement :	L1/L2/L3/N-PE avec 500VDC	> 1 MΩ
Cond. d'équip. prot. :	SPA-PE mesure à basse impédance	< 1 Ω
Conditions de prot. :	Mesure d'impédance de boucle L-PE à la fin de la canalisation	≤32 A ≤0,4 s >32 A <5 s
RCD nécessaire ?	RCMU intégré dans l'onduleur	

Installation DC à partir de l'interrupteur AC jusqu'à l'installation PV (RS séparé)

Canalisations AC et DC posées séparément.

Hauteur de montage WR: 0,4 – 1,6 m, avec panneau d'avertissement, hauteur du local min. 2 m.

Continuité SPA	Mesure à basse impédance 200 mA	< 1 Ω
Mesure / Chaîne	Multimètre DC min. 1000 V	en amont
Contrôle de la polarité		d'IBS
Tension à vide	Multimètre DC min. 1000 V plus-moins	U_{oc}
Courant de court-circuit	Appareil de mesure solaire / Interrupteur DC et pince Différence entre les chaînes max.	I_{sc} < 5 %
I_{MPP} et U_{MPP}	Mesure pendant l'exploitation avec pince ampèremétrique DC et tension à partir de l'affichage de l'onduleur	
Mesure d'isolement	Tension du système PV < 120 VDC Tension du système PV > 120 – 500 VDC Tension du système PV > 500 VDC	250 VDC 500 VDC 1000 VDC
Appareil de mesure		
Appareil de mesure solaire	+/- court-circuité contre PE	> 1 MΩ
Appareil de mesure d'isolement	+ contre PE / - contre PE +/- court-circuité contre PE	> 1 MΩ > 1 MΩ
Interruption du réseau	Déclenchement de l'onduleur lors d'une interruption du réseau	< 5 s

Mesures supplémentaires (option)

Mesures des caractéristiques avec un analyseur de caractéristiques

Mesure de la courbe caractéristique effective et comparaison avec la courbe caractéristique standard STC (avec mesures du rayonnement et de la température).

Mesure thermographique à 400 W/m² min. (option)

Pour la clarification d'anomalies thermiques aux modules.

Désignations:

U_{oc}	Open Circuit = Tension à vide
I_{sc}	Short Circuit = Courant de court-circuit

Exploitations agricoles

Quels sont les matériels admissibles ?

Les granges sont des locaux présentant un danger d'incendie avec poussières combustibles.

Matériel protégé et étanche à la poussière

En présence de poussière et d'humidité

Matériels en général

Luminaires écuries et granges IP54 (jusqu'au 12.04.2012)

Rails avec contacts glissants

NIBT et AEA1

min. IP5X ou IP6X

min. IP54

min. IP44



ne sont pas admis.

Quelles sont les mesures de protection nécessaires ?

Mesures de protection

Système de protection depuis le raccordement d'immeuble, maison d'habit. incl.

Circuits terminaux Tous les circuits 300 mA

Prises

Protection contre surcharge et court-circuit au départ

de la canalisation

Protection contre les surtensions

Matériels électriques montés de façon inaccessibles pour les animaux de rente

TN-S

300mA RCD

30 mA RCD

OUI

Selon analyse des risques

Liaison équipotentielle de protection

Liaison équipotentielle supplémentaire

Appareils transportables classe de protection II / transfo. de séparation ou TBTS

Tension de défaut max. admissible

Protection mécanique des canalisations

Clôtures électriques 230 V

Canalisations mobiles

Protection méc. supplémentaire des canalisations

Raccordements d'objets transportables lourds

Distance protection contre la foudre (NIBT) 4.2.2.3)

Coupe-surintensité général

Annonces de fonct. chauffage / lumière

Ecuries

OUI

OUI

≤ 25 VAC

protection renforcée

montage fixe

renforcés mécan., manteau

de câble non conducteur

OUI

≥ 2,5 mm²

OUI

NON

OUI

Granges

OUI

OUI

≥ 2,5 mm²

≥ 2,5 mm²

OUI

OUI

NON

OUI

Conseil

Les applications PNC provoquent des courants de fuite. Le conducteur de prise de terre est donc à raccorder en-dehors de la zone sensible.

Installations électriques de chantiers

(NBT) 7.04 et EN 61439-4)

Canalisations

Les canalisations doivent être protégées mécaniquement aux croisements avec des routes ou chemins.

Les canalisations flexibles correspondent à H07-RN-F, p. ex. Gdv, PUR/PUR, PUR/Gi.

Prises

$\geq 10\text{ A}$, $\leq 32\text{ A}$ avec RCD 30 mA

$\geq 16\text{ A}$ CEE utiliser des prises types CEE

Protection par fusibles

Courant nominal max. de la prise

Transfo de séparation

un seul récepteur par transfo autorisé

Ensembles de chantiers

Exécution selon EN 61439, partie 4

Construction

avec anneau de levage et bâti de support

Portes

verrouillables, clé normale ou clé à 4 pans

Type de protection

IP44, interne IP21 (IP2XB recommandé)

Point de séparation du réseau

Interrupteur principal verrouillable ou placé derrière la porte

Prises

$\leq 32\text{ A}$, 30 mA RCD

Nombre de prises

max. 6 prises par RCD

Distributeur de prises $\leq 63\text{ A}$ (Info Bulletin 3/06 et Info 2071)

Aliment. pour distrib. de prises

CEE 63 A ou utiliser des prises pas librement utilisable, p. ex. CEE 32 A 9/11 h

Surveillance d'isolement pas nécessaire pour groupe de secours portable avec réseau IT.

! Conseil

Lignes d'alimentations avec RCD 300 mA ou protéger contre les dommages mécaniques ainsi que pose fixe.

Vérification de stations de charge pour véhicules électriques

Normes en vigueur: CEI 61439-7, EN 61851-1:2011, EN 61851-22:2002 NIBT 2020, chapitre 7.22

Puissance de raccordement

≥ 2 kVA Vérifier si la demande de raccordement est nécessaire: PDIE 8.3, Tab. 4
 ≥ 3,6 kVA Raccordement triphasé uniquement admis (PDIE 2018)

Ligne d'alimentation par raccordement

Fusible séparé par raccordement (véhicule)

Dimensionnement de la canalisation avec facteur de simultanéité 1
 (sauf en cas de système de gestion de charge)

Recommandation: Conduit de protection M25, dans les zones public 80 mm Ø

Point de raccordement

Hauteur de montage 0,4 à 1,5 m (normal 1 m)

Disjoncteur de canalisation séparé et RCD 30 mA par véhicule / prise.

En cas d'alimentation monophasé RCD au minimum type A. En cas d'alimentation du véhicule électrique à partir d'un dispositif conjoncteur conforme à la norme EN 62196 (prise ou câble de charge sur une Wallbox ou une borne de recharge). Dispositif de protection à courant différentiel-résiduel sensible à tous les courants RCD de type B, de type EV ou détection DC max. 6 mA combinée avec un RCD de type A.

Dans le garage

(pas accessible d'une manière générale)
 Degré de protection IP41
 Résistance aux chocs IK07

En plein air

(accessible d'une manière générale)
 Degré de protection IP44
 Protection contre les contraintes mécaniques IK08

Prises CEE 16A ou 32A (mode de charge 2).

pour charge non commandée Vérification de la prise: raccordement correct, mesure d'isolement, déclenchement du RCD, champ tournant, vérification du conducteur de protection.

Wallbox ou borne de recharge (mode de charge 3)

Vérification initiale selon la NIBT 2020 facultative: simulation d'un véhicule avec un appareil d'essai spécial, p. ex. Hensel EWT 12 / Gebr. Bauer EV-simbox. Box d'essai Mennekes.

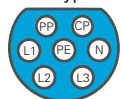
Etendue de la vérification

- Etat de fonctionnement A opérationnel (ouvert) B véhicule raccordé 2700 Ω (résistance CP-PE) C Véhicule charge 880 Ω D aér. ext. dem. 240 Ω
- Déclenchement Control-Pilot et interruption du conducteur PE
- Verrouillage de la fiche (en cas de prise de charge)
- Essai de déclenchement du RCD
- Lancement de la charge

Courant de charge maximal: résistance PP-PE

Type 2 1500 Ω courant de charge 13 A 680 Ω courant de charge 20 A
 220 Ω courant de charge 32 A 100 Ω courant de charge 63 A

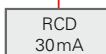
Fiche type 2



CP: Libération pour chargement et arrêt
 PP: Défini le courant de charge



TN-S
 3 ou 5 âmes



Prise CCE
 ou
 Wallbox ICCB



! Conseil

Observer les informations du fabricant du véhicule et de la station de charge concernant le type de RCD pour le raccordement de charge avec prises.

Tableaux et marquage des matériaux

Unités et grandeurs

p Piko	10^{-12}	da Dekka	10^1
n Nano	10^{-9}	h Hekto	10^2
μ Mikro	10^{-6}	k Kilo	10^3
m Milli	10^{-3}	M Mega	10^6
c Centi	10^{-2}	G Giga	10^9
d Dezi	10^{-1}	T Tera	10^{12}

Marquage des âmes de câbles d'installation

Valable pour les câbles rigides et flexibles < 1kV, pas pour les câbles de réseau.

Marquage des âmes

PE	N	L1	L2	L3
vert-jaune	bleu bleu ciel	brun	noir	gris



Couleur d'âme bleu = conducteur N, ne pas utiliser pour conducteur de phase ou à d'autres fins.

Couleur d'âme jaune-vert = conducteur PE, ne pas utiliser à d'autres fins.

Câble de commande: Pour les câbles numérotés sans âme bleu, le plus petit chiffre est utilisé comme conducteur N. (Marquer en bleu selon 5.1.4.3.5)

Les câbles de commande sans conducteur de mise à la terre sont admis.

Câble à un fil $\geq 25 \text{ mm}^2$: Une couleur peut être utilisée pour tous les conducteurs. Vert-jaune, bleu ou vert ne sont pas admis. Les extrémités des conducteurs sont à marquer comme conducteur N, PE ou PEN.

Marquage de matériel d'installation

Désignation

Propriétés



Orange

Boîte pour paroi creuse pour interrupteur et prises dans des parois creuses.



Les boîtes et armoires sont indiquées pour une installation dans le béton.

Lined area for notes, consisting of multiple horizontal lines.

Lined area for notes, consisting of multiple horizontal lines.



Siège principal

Hager SA

Sedelstrasse 2
6020 Emmenbrücke
Tél. 041 269 90 00

Filiales commerciales

Hager SA

Chemin du Petit-Flon 31
1052 Le Mont-sur-Lausanne
Tél. 021 644 37 00

Hager SA

Glattalstrasse 521
8153 Rümlang
Tél. 044 817 71 71

Hager SA

Ey 25
3063 Ittigen/Bern
Tél. 031 925 30 00

hager.ch