

Protection des personnes contre les contacts indirects

La norme NF C 15-100 définit le temps de coupure maximal du dispositif de protection des personnes contre les contacts indirects dans les conditions normales ($U_L = 50 \text{ V}$) et dans les conditions "mouillées" ($U_L = 25 \text{ V}$). Les conditions "mouillées" sont celles de certains locaux ou emplacements spécifiques définis dans la norme.

UL est la tension de contact la plus élevée qui peut être maintenue indéfiniment sans danger pour les personnes.

Ces temps sont rappelés en page K224.

Dans un réseau en schéma TT, la protection des personnes contre les contacts indirects est réalisée par des dispositifs à courant différentiel résiduel (DDR).

Le seuil de sensibilité $I_{\Delta n}$ de ce dispositif doit être tel que $I_{\Delta n} < U_L / R_u$ (R_u : résistance des prises de terre des masses d'utilisation).

Le choix de la sensibilité du différentiel est fonction de la résistance de la prise de terre donnée dans le tableau ci-dessous.

$I_{\Delta n}$	résistance maximale de la prise de terre R_u	
	(50 V)	(25 V)
3 A	16 Ω	8 Ω
1 A	50 Ω	25 Ω
500 mA	100 Ω	50 Ω
300 mA	166 Ω	83 Ω
30 mA	1660 Ω	833 Ω

Lorsque toutes les masses d'utilisation sont interconnectées et reliées à une seule et même prise de terre R_u , le minimum obligatoire est de placer un DDR en tête de l'installation.

Un DDR doit être installé en tête des circuits dont la masse ou le groupe de masses est relié à une prise de terre séparée.

Un DDR à haute sensibilité ($\leq 30 \text{ mA}$) doit être installé impérativement sur les départs alimentant des circuits de socles de prises de courant assigné $\leq 32 \text{ A}$, des départs alimentant des salles d'eaux, piscines, chantiers...

Dans le cas où on installe plusieurs DDR, il est possible d'améliorer la disponibilité de l'énergie en réalisant, soit une sélectivité verticale, soit une sélectivité horizontale.

Sélectivité verticale

Le courant de défaut différentiel n'est pas limité, comme pour un courant de court-circuit, par l'impédance du réseau, mais par la résistance du circuit de retour (prises de terre de la source et des utilisations) ou, dans le cas où toutes les masses sont interconnectées par une liaison équipotentielle principale, par l'impédance de boucle du défaut.

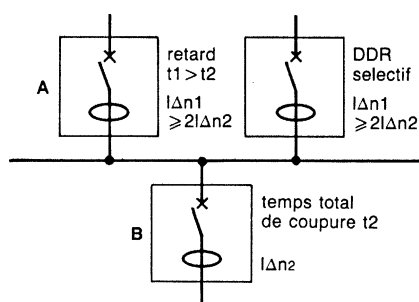
Ceci étant, le courant différentiel sera d'autant plus élevé que le défaut sera franc.

Pour réaliser la sélectivité entre A et B (non-déclenchement de A pour défaut en aval de B), la sélectivité doit être ampèremétrique et chronométrique :

■ en courant, la sensibilité de l'appareil amont doit être au moins le double de celle de l'appareil aval car $I_{\Delta n1} \geq 2 I_{\Delta n2}$

■ en temps, le retard t_1 , apporté au fonctionnement de l'appareil amont doit être supérieur au temps total de coupure t_2 de l'appareil aval.

Lorsqu'on utilise un relais séparé associé à un appareil de coupure, le temps t_2 comporte, non seulement le temps de réponse du relais DR, mais également le temps de coupure de l'appareil associé (généralement inférieur à 50 ms).



sélectivité verticale avec les différentiels Merlin Gerin (1), réglage des retards "amont"

appareil aval	appareil amont		
	disjoncteur ou interrupt. diff. (2) Multi 9 sélectif	Vigicompact NS (3) "cran de temporisation à choisir"	Vigirex RH328A "cran de temporisation à choisir"
disj. ou inter. diff. (2) Multi 9 $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$	$I_{\Delta n} = 300 \text{ mA}$ type S		
disj. ou inter. diff. (2) Minicompact Vigicompact à fonctionnement inst.		cran I	cran I
Vigicompact réglable	cran 0 = instantané cran I = 60 ms	cran I	cran I
Vigirex RH328A	cran 0 = instantané cran I = 90 ms	cran I	cran I
		cran II	cran II

(1) Les DDR Merlin Gerin ont des sensibilités $I_{\Delta n}$ qui, pour les plus courantes, sont toutes 2 à 2 dans un rapport supérieur à 2 (10 - 30 - 100 mA - 300 mA - 1 - 3 - 10 - 30 A).

(2) Choix des interrupteurs différentiels (voir page K16).

(3) Il y a par construction, sélectivité chronométrique entre tous les crans II et I, II et 0.

(4) Les réglages des temporisations sont donnés pour un relais RH328A associé à un disjoncteur Compact NS.

Pour une association avec contacteur, il faut tenir compte du temps d'ouverture du contacteur.

Cela conduit à installer, en amont d'une association contacteur + RH328A, un disjoncteur différentiel réglé au cran II (au lieu du cran I), ou un Vigirex RH328A réglé à 250 ms.

Sélectivité horizontale

Prévue par la norme NF C 15-100 § 536-3-2, elle permet l'économie d'un disjoncteur différentiel en tête d'installation lorsque les divers disjoncteurs sont dans le même tableau.

En cas de défaut, seul le départ en défaut est mis hors tension, les autres dispositifs différentiels ne voyant pas de courant de défaut.

■ ce schéma n'est admis que si les moyens appropriés sont mis en œuvre pour se prémunir contre les défauts à la masse dans la partie d'installation compris entre le disjoncteur général et les dispositifs différentiels.

■ ces moyens appropriés peuvent résulter de l'emploi de matériels de la classe II, ou l'application de la mesure de protection "par isolation supplémentaire" contre les contacts indirects

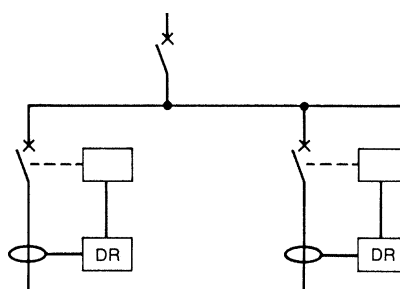
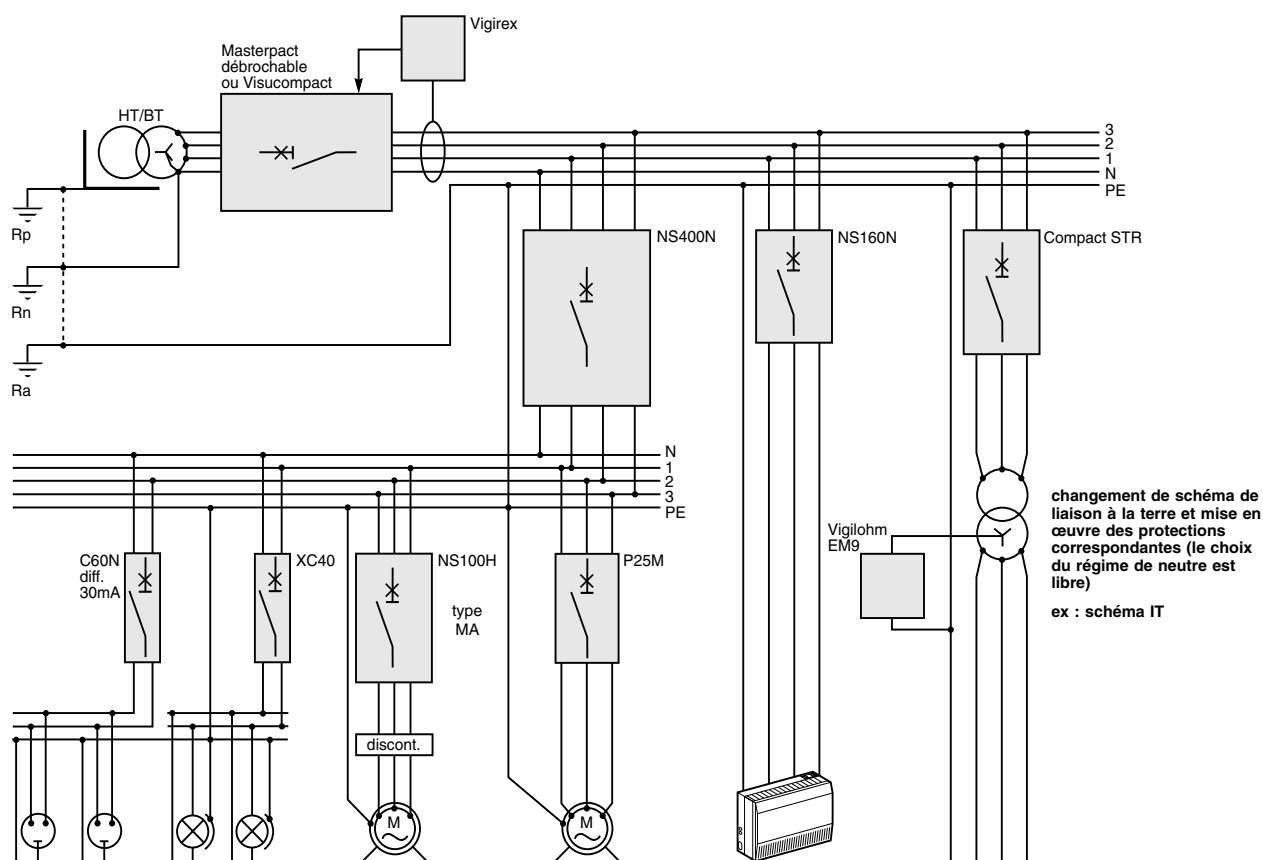


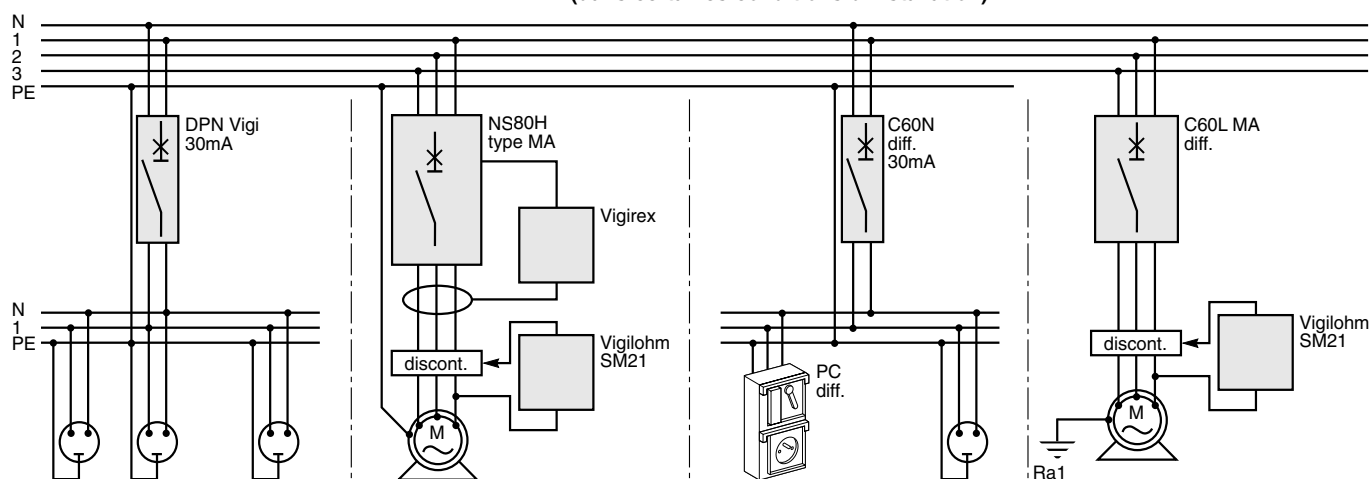
Schéma de liaison à la terre TT

Schéma type minimum imposé

Déclenchement au défaut simple



Mesures particulières nécessaires (dans certaines conditions d'installation)



a) dispositif différentiel haute sensibilité ≤ 30 mA obligatoire pour :

- les circuits de socles de prises de courant assigné ≤ 32 A (NF C 15100 chap. 53 § 532.26)
- les circuits alimentant les salles d'eau et les piscines
- l'alimentation de certaines installations telles que les chantiers etc. comportant un risque de coupure du PE
- etc.

b) locaux présentant un risque d'incendie

Un relais Vigirex, ou disjoncteur Vigicomact ou un disjoncteur Multi 9 avec bloc Vigi (seuil réglé à 300 mA), empêche le maintien d'un courant de défaut supérieur à 300 mA.

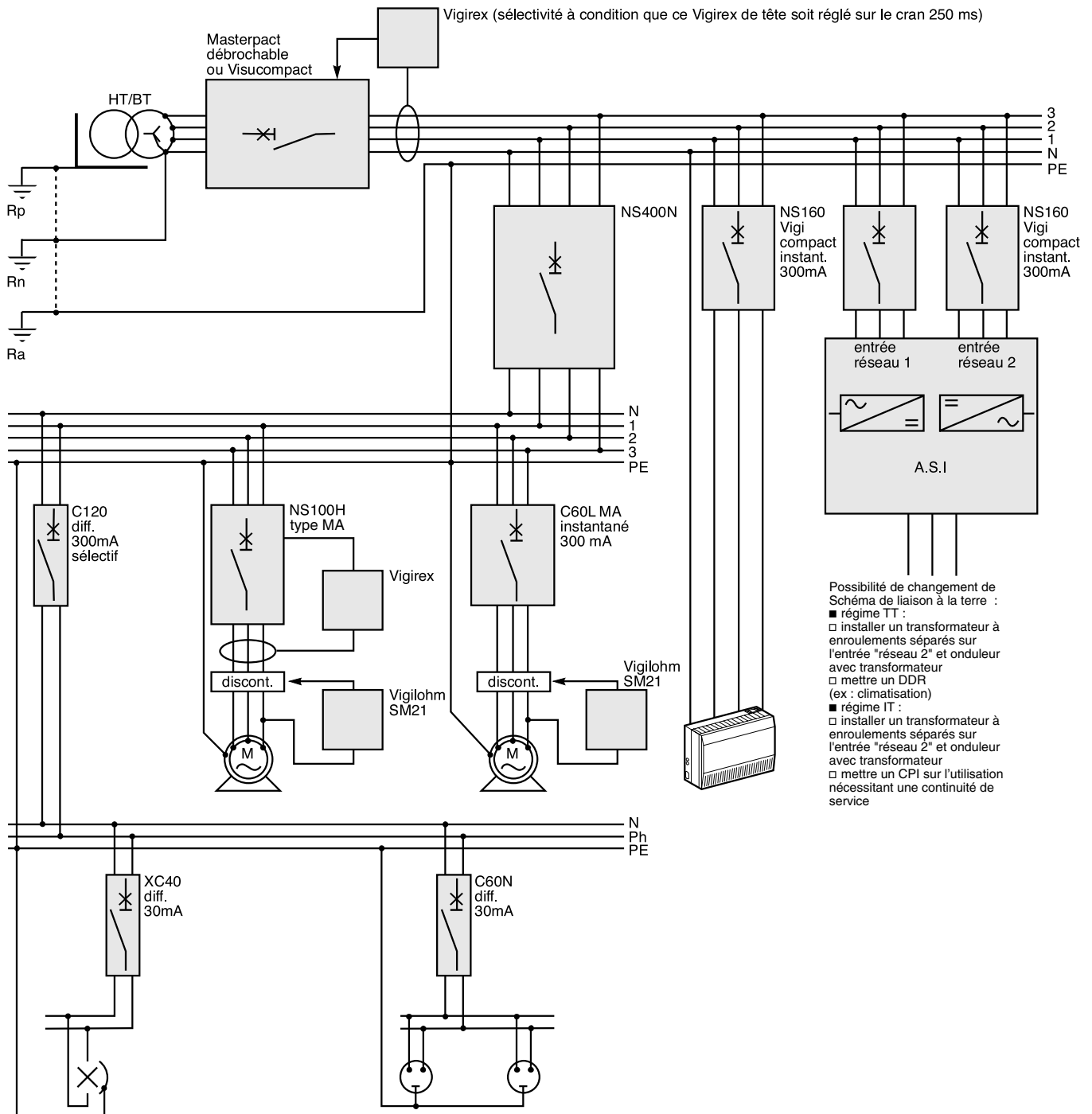
c) cas où un dispositif à très haute sensibilité est demandé

Dispositif différentiel seuil 10 mA.

d) masse éloignée non interconnectée

La tension de défaut risque d'être dangereuse. Un relais Vigirex ou un disjoncteur Vigicomact ou un disjoncteur différentiel Multi 9, seuil $\leq U_L/R_{A1}$, empêche cette tension de persister au-delà du temps imposé par la courbe de sécurité.

Sélectivité différentielle verticale



Nota : le SM21 surveille l'isolement du moteur et interdit l'enclenchement du contacteur en cas de défaut.

Schéma de liaison à la terre TT

Choix d'un dispositif différentiel résiduel (DDR)

Disjoncteurs différentiels avec protection contre les surintensités

Multi 9 avec bloc Vigi	courant nominal (A)	tension nominale CA (50/60 Hz) ⁽¹⁾ (V)	nombre de pôles	sensibilité I Δ n (A) ⁽²⁾	retard intentionnel		classe (fonct. composante continue)
					retard (ms)	temps total de déclench. (ms) ⁽³⁾	
DT40	40 à 30 °C	230/400	2-3-4	HS : 0,03	0	30	se reporter aux pages correspondantes du chapitre A
DT40 Vigi				MS : 0,3	0	170	
XC40 + bloc Vigi Reflex	38 à 20 °C	220 à 380	2-3-4	HS : 0,03	0	30	
				MS : 0,3	0	30	
C60a/N/H/L + bloc Vigi/Si	63 à 30 °C	230 à 400	2-3-4				
	cal ≤ 25			HS : 0,01	0	30	
	tous calibres			HS : 0,03	0	30	
				MS : 0,3	0	30	
				MS : 0,3	S	170	
				MS : 1	S	170	
C120N/H + bloc Vigi/Si	125 à 40 °C	230/400	2-3-4	HS : 0,03	0	30	
				MS : 0,3	0	30	
				MS : 0,3	S	170	
				MS : 1	S	170	
NG125N + bloc Vigi/Si	125 à 40 °C	230/500	3-4	HS : 0,03	0	30	
				MS : 0,3-1-3 ⁽⁴⁾	0 ⁽⁴⁾	30	
NG125L + bloc Vigi/Si	80 à 40 °C		2-3-4	MS : 0,3-1-3 ⁽⁴⁾	S ⁽⁴⁾	170	
Vigicompact							
NS100N/H/L MH	100 à 40 °C	200 à 440	2-3-4	0,03	0	40	A
				0,3	60	140	
				1	150	300	
				3 - 10	310	800	
NSA160N MH	160 à 40 °C	200 à 440	2-3-4	0,03	0	40	A
				0,3	60	140	
				1	150	300	
				3	310	800	
NS160N/H/L MH	160 à 40 °C	200 à 550	2-3-4	0,03	0	40	A
				0,3	60	140	
				1	150	300	
				3 - 10	310	800	
NS250N/H/L MH	250 à 40 °C	200 à 550	2-3-4	0,03	0	40	A
				0,3	60	140	
				1	150	300	
				3 - 10	310	800	
NS400N/H/L MB	400 à 40 °C	200 à 550	2-3-4	0,3	0	40	A
				1	60	140	
				3	150	300	
				10 - 30	310	800	
NS630N/H/L MB	630 à 40 °C	220 à 550	2-3-4	0,3	0	40	A
				1	60	140	
				3	150	300	
				10 - 30	310	800	

(1) Pour utilisation en 400 Hz, voir pages K78 à K80.

(2) Valeur de fonctionnement : déclenchement pour I Δ n, non-déclenchement pour I Δ n/2.

(3) Temps total de déclenchement pour 2I Δ n.

(4) Réglage par commutateurs pour les positions instantanée, sélective ou retardée pour les sensibilités I Δ n.

La protection différentielle est réalisée par l'association d'un disjoncteur, d'un déclencheur voltmétrique et d'un appareil différentiel Vigirex avec tore séparé :

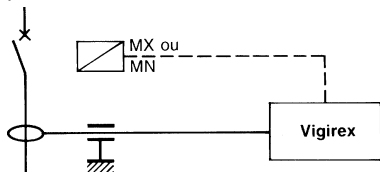
- dans le cas de calibres supérieurs à 630 A
- lorsque la temporisation souhaitée est différente de celles des crans I et II des blocs Vigi pour les départs de calibres inférieurs à 630 A.

Relais différentiels à tores séparés Vigirex

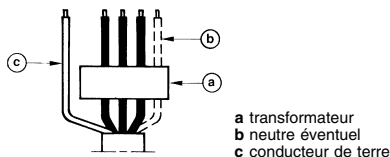
Vigirex	type de réseau	sensibilité I (mA)	temporisation (ms)	classe	type de tore
RH10 M	BT 50-60-400 Hz	1 seuil de 30 ou 1 seuil de 300 ou 1 seuil de 1000	instantané	A	O-OA cadre (*)
RH10 P	BT 50-60-400 Hz	1 seuil de 30 ou 1 seuil de 300 ou 1 seuil de 1000	instantané	A	O-OA cadre (*)
RH21 M	BT 50-60-400 Hz	2 seuils 30 ou 300	instantané ou 60	A	O-OA
RH21 P	BT 50-60-400 Hz	2 seuils 30 ou 300	instantané ou 60	A	O-OA
RH99 A	BT 50-60-400 Hz	9 seuils de 30 à 30000	9 tempos instantané à 4000	A	O-OA cadre (*)
RH99 P	BT 50-60-400 Hz	9 seuils de 30 à 30000	9 tempos instantané à 4000	A	O-OA cadre (*)
RHU	BT 50-60-400 Hz	de 30 à 30000 par pas de 1 à 100 mA préalarme de de 30 à 30000 mA par pas 1 à 100 mA	de 0 à 5000 par pas de 100 ms à 1s Si réglage sur 30 mA tempo = 0s	A	O-OA

tores type A	Ø (mm)	tores type OA	Ø (mm)
TA	30	POA	46
PA	50	GOA	110
IA	80		
MA	120		
SA	200		
GA	300		
		Cadres sommateur (*)	(mm)
		280 x 155	si I _{Δn} ≥ 500 mA
		470 x 160	si I _{Δn} ≥ 500 mA

Type de tore : fermé ou ouvrant liaison tore-Vigirex : par câble blindé



Montage des tores fermés

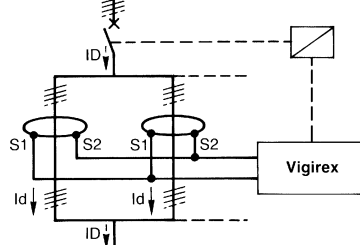


Installation

Montage des tores en parallèle

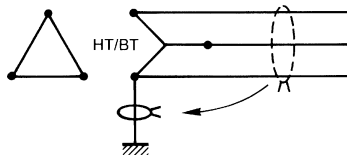
Il est possible d'utiliser plusieurs tores en parallèle sur un Vigirex si les câbles en parallèle ne peuvent passer dans un grand tore, mais cela entraîne une perte de sensibilité du dispositif qui augmente le seuil de déclenchement (ex. : + 10 % pour 2 tores en parallèle) :

- placer un tore par câble (5 au maximum) en respectant le sens d'écoulement de l'énergie : repère ↑ tores fermés, ○ tores ouvrants.
- brancher les bornes S1 ensemble, les bornes S2 ensemble.

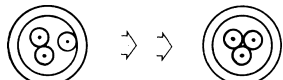


Montage des tores dans le cas de gros jeux de barres

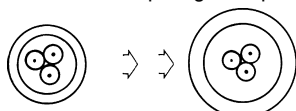
Dans le cas où il est impossible d'installer un tore autour d'un jeu de barres, le mettre sur la liaison à la terre du neutre du transformateur.



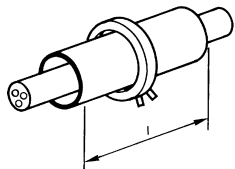
Centrer les câbles dans le tore



Prendre 1 tore plus grand que nécessaire



Mettre un manchon magnétique pour canaliser le flux de fuite



$L = 2 \text{ fois le } \varnothing \text{ du tore}$

Recommandations d'installation

L'installation sans précaution particulière, d'un dispositif DR à tore séparé, ne permet guère un rapport

$$\frac{I_{\Delta n}}{I \text{ phase max.}} < \frac{1}{1000}$$

Cette limite peut être augmentée sensiblement en prenant les mesures ci-dessous :

mesures	gains
centrage soigné des câbles dans le tore	3
surdimensionnement du tore	2
	2
	6
utilisation d'un manchon en acier ou fer doux	4
■ d'épaisseur 0,5 mm	3
■ de longueur équivalente au diamètre du tore	3
■ entourant complètement le câble avec recouvrement des extrémités	2

Ces mesures peuvent être combinées. En centrant soigneusement les câbles dans un tore Ø 200, alors qu'un Ø 50 suffirait, et en utilisant un manchon, le rapport 1/1 000 peut être ramené à (1) $\frac{1}{30000}$.

(1) Attention : les coefficients de réduction donnés ci-dessus ne se multiplient pas exactement.

Schémas de liaison à la terre TN et IT

Protection des personnes contre les contacts indirects

Un défaut entre phase et masse doit être éliminé dans un temps d'autant plus court que la tension de contact U_c (différence de potentiel entre 2 masses simultanément accessibles ou entre la masse et la terre) est plus élevée.

En schéma de liaison à la terre TN ou de neutre impédant IT (défaut double), la protection des personnes contre les contacts indirects se réalise par les dispositifs de protection contre les surintensités.

Le déclenchement du disjoncteur, lorsque la protection est assurée par un ce dernier, doit intervenir :

- au premier défaut avec le schéma de liaison à la terre TN

- en cas de deux défauts simultanés avec le schéma de liaison à la terre IT.

Avec des disjoncteurs, il faut s'assurer que $I_m < I_d$ (I_m : courant de réglage du déclencheur magnétique ou court retard, I_d : courant de défaut phase-masse).

I_d diminue quand la longueur l des câbles installée en aval du disjoncteur augmente. La condition $I_m < I_d$ se traduit donc par $l < l_{\max}$. Les tableaux pages K241 à K246 et K255 à K262 donnent, pour chaque section de câble, la longueur maximale l_{\max} pour laquelle un disjoncteur de calibre donné assure la protection des personnes.

Dans ce cas, la condition de sécurité $t = f(U_c)$ est satisfaite quelle que soit la tension limite $U_L = 50$ ou 25 V car le temps de coupure d'un disjoncteur Multi 9 ou Compact, qui est de l'ordre de 10 à 20 ms, sera toujours suffisamment court.

Le respect de la condition $l < l_{\max}$ n'exclut pas le calcul de la chute de tension ΔU % entre l'origine de l'installation et le point d'utilisation, et la vérification : ΔU % < 5 à 8 % selon les cas. En particulier avec le schéma de liaison à la terre TN, un disjoncteur courbe B ou type G, TM-G ou STR (électronique) ou Micrologic et pour $S_{\text{phase}}/S_{\text{PE}} = 1$, les longueurs maximales de câbles ne peuvent pas toujours être acceptées : la chute de tension est trop importante.

Quand la condition $l < l_{\max}$ n'est pas respectée, on peut :

- choisir un disjoncteur courbe B ou type G, TM-G ou STR (électronique).

En effet, un disjoncteur à magnétique bas permet de réaliser la protection des personnes pour des longueurs plus importantes (dans les mêmes conditions d'installation).

- augmenter la section des câbles

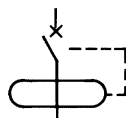


La longueur l_{\max} de câble assurant la protection des personnes augmente avec la section de ce câble (si la section augmente, l'impédance diminue et I_d augmente jusqu'à $I_m < I_d$).

On peut donc, si la longueur de câbles est grande ou si l'installation d'un disjoncteur courbe B ou type G, STR ou Micrologic est insuffisante (récepteurs à pointes de courant⁽¹⁾), augmenter la section du conducteur de protection, si elle est inférieure à celle des phases, ou de l'ensemble des conducteurs dans tous les cas. Cette solution est la plus onéreuse et parfois impossible à réaliser.

(1) Si on a des récepteurs à pointe de courant on devra obligatoirement augmenter la section des conducteurs. Un moteur peut, au démarrage, entraîner une chute de tension de 15 à 30 % ; il y a, dans ce cas, risque de non-démarrage du moteur.

- utiliser un dispositif différentiel



Dans tous les cas où les méthodes précédentes ne permettent pas d'assurer la protection des personnes, la seule solution est d'utiliser un dispositif différentiel à courant résiduel (DDR). La protection différentielle est en effet le seul moyen permettant de détecter et de couper le courant de défaut, de valeur élevée dans ce cas : un dispositif basse sensibilité (1 ou 3 A) est suffisant.

Cette solution permet de s'affranchir de toute vérification. Elle est plus particulièrement recommandée :

- sur les circuits terminaux toujours susceptibles d'être modifiés en exploitation
- sur les circuits terminaux alimentant

des prises de courant sur lesquelles sont raccordés des câbles souples, de longueur et section le plus souvent inconnues.

- réaliser une liaison équipotentielle supplémentaire entre les divers éléments métalliques simultanément accessibles. Cela permet d'abaisser la tension de contact U_c et de rendre le contact non dangereux (vérification obligatoire par des mesures). Mais c'est une solution souvent difficile à réaliser (installations existantes) et coûteuse.

En régime IT, le courant de 1^{er} défaut engendre une tension de contact inoffensive. Cependant la norme NF C 15-100 § 413.1.5.4 impose de signaler l'apparition de ce 1^{er} défaut et de le supprimer.

Pour contrôler l'isolement global et signaler le défaut simple, installer un Vigihom System XM200 ou équivalent. Il faut obligatoirement installer un limiteur de surtension Cardew C entre le neutre du transformateur HT/BT et la terre (ou phase et terre si le neutre n'est pas accessible).

Schémas de liaison à la terre TN et IT

Contrôle des conditions de déclenchement

K239



Le guide UTE C 15-105 donne une méthode de calcul simplifiée dont les hypothèses et les résultats sont indiqués ci-contre.

Signification des symboles

L max	longueur maximale en mètres
V	tension simple = 237 V pour réseau 237/410 V
U	tension composée en volts (400 V pour réseau 237/410 V)
Sph	section des phases en mm ²
S₁	Sph si le circuit considéré ne comporte pas de neutre (IT)
S₁	S neutre si le circuit comporte le neutre (IT)
S_{PE}	section du conducteur de protection en mm ²
ρ	résistivité à la température de fonctionnement normal = 22,5 10 ⁻³ Ω x mm ² /m pour le cuivre
m	$\frac{S_{ph} \text{ (ou } S_1)}{S_{PE}}$
I magn	courant (A) de fonctionnement du déclenchement magnétique du disjoncteur

Condition préalable

Le conducteur de protection doit être à proximité immédiate des conducteurs actifs du circuit (dans le cas contraire, la vérification ne peut se faire que par des mesures effectuées une fois l'installation terminée).

Cas d'un circuit éloigné de la source (départs secondaires et terminaux)

Schéma neutre à la terre TN

Elle consiste à appliquer la loi d'Ohm au seul départ concerné par le défaut en faisant les hypothèses suivantes :

- la tension entre la phase en défaut et le PE (ou PEN) à l'origine du circuit est prise égale à 80 % de la tension simple nominale
 - on néglige les réactances des conducteurs devant leur résistance⁽¹⁾.
- Le calcul aboutit à vérifier que la longueur du circuit est inférieure à la valeur donnée par la relation suivante :

$$L_{\max} = \frac{0,8 \times V \times S_{ph}}{\rho (1 + m) I_{\text{magn}}}$$

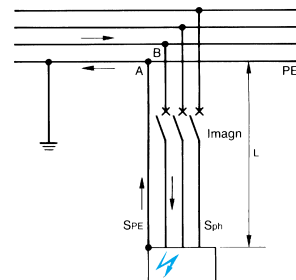


Schéma neutre impédant IT

Le principe est le même qu'en schéma TN : on fait l'hypothèse que la somme des tensions entre le conducteur de protection à l'origine de chaque circuit en défaut est égale à 80 % de la tension normale. En fait, devant l'impossibilité pratique d'effectuer la vérification pour chaque configuration de double défaut, les calculs sont menés en supposant une répartition identique de la tension entre chacun des 2 circuits en défaut (hypothèse défavorable).

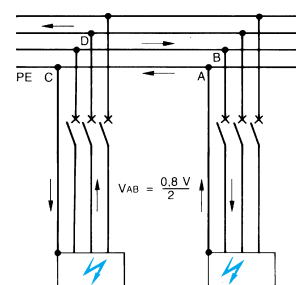
En négligeant, comme en schéma TN, les réactances des conducteurs devant leurs résistances⁽¹⁾, le calcul aboutit à vérifier que la longueur de chaque circuit est inférieure à une valeur maximale donnée par les relations ci-après :

- le conducteur neutre n'est pas distribué

$$L_{\max} = \frac{0,8 U S_{ph}}{2\rho (1 + m) I_{\text{magn}}}$$

- le conducteur neutre est distribué⁽²⁾

$$L_{\max} = \frac{0,8 V S_1}{2\rho (1 + m) I_{\text{magn}}}$$



(1) Cette approximation est considérée comme admissible jusqu'à des sections de 120 mm². Au-delà on majore la résistance de la manière suivante (C 15-100 § 532-321) :
S = 150 mm² R + 15 %, S = 185 mm² R + 20 %, S = 240 mm² R + 25 %, S = 300 mm² R + 30 %
(valeur non considérée par la norme).

(2) La norme C 15-100 recommande de ne pas distribuer le neutre en schéma IT. Une des raisons de ce conseil réside dans le fait que les longueurs maximales sont relativement faibles.

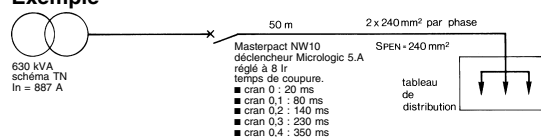
La méthode simplifiée de calcul exposée précédemment donne dans ce cas des résultats très contraignants et très éloignés de la réalité (en particulier, les valeurs de la tension de contact obtenues interdiraient pratiquement toute possibilité de réaliser une sélectivité chronométrique). Il faut alors faire des calculs plus précis utilisant la méthode des composantes symétriques et prenant en compte en particulier les impédances internes des transformateurs.

Ces calculs montrent :

- que la tension de contact est relativement faible dans le cas d'un défaut proche de la source
- qu'il est donc possible de réaliser une sélectivité (on peut retarder les disjoncteurs de tête facilement jusqu'à 300 ou 500 ms et plus)
- que les longueurs de câbles maximales sont importantes et très rarement atteintes à ce stade de la distribution.

Cas d'un circuit proche de la source

Exemple



Résultats

- Courant de défaut :

environ 11,6 kA

Le réglage à 8000 A du magnétique convient donc.

- Tension de contact :

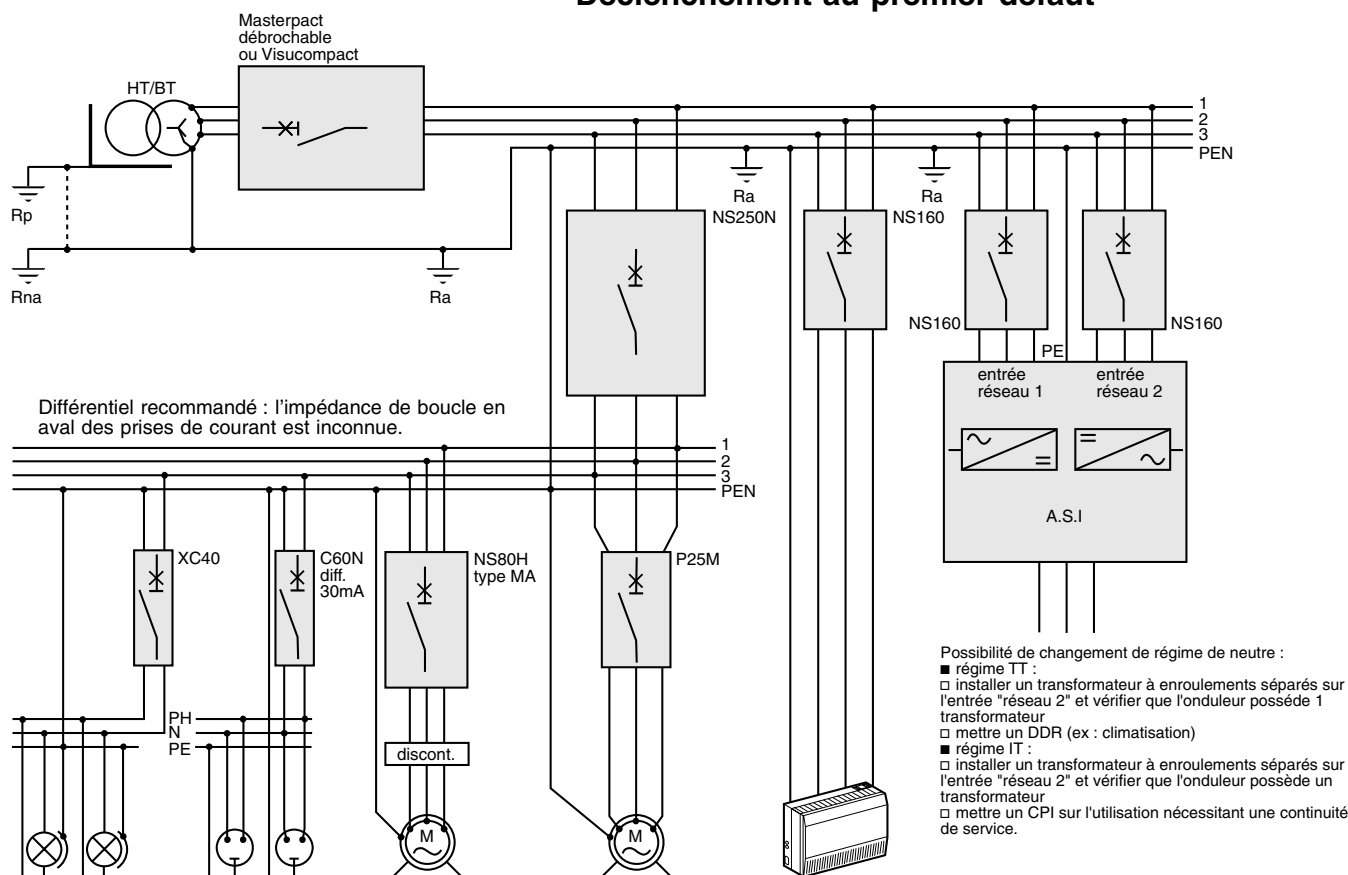
environ 75 V.

Le temps de coupure maxi autorisé par la courbe de sécurité est de 600 ms, ce qui permet d'utiliser sans problème tous les crans de sélectivité du Masterpact.

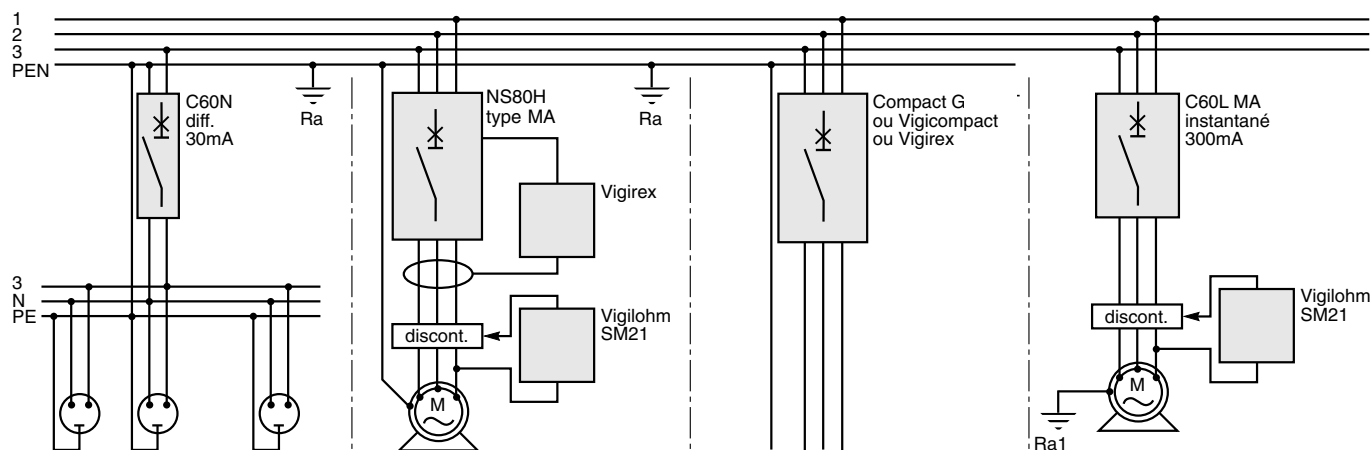
Schéma de liaison à la terre TN

Schéma type minimum imposé

Déclenchement au premier défaut



Mesures particulières nécessaires



a) dispositif différentiel haute sensibilité ≤ 30 mA obligatoire pour :

- les circuits de socles de prises de courant assigné ≤ 32 A (NF C 15-100 chap. 53 § 532.26)
- les circuits alimentant les salles d'eau et les piscines
- l'alimentation de certaines installations telles que les chantiers etc. comportant un risque de coupure du PE
- etc.

b) locaux présentant un risque d'incendie

Un relais Vigirex, ou disjoncteur Vigicompact ou un disjoncteur Multi 9 avec bloc Vigi (seuil réglé à 300 mA), empêche le maintien d'un courant de défaut supérieur à 300 mA.

c) grande longueur de câble

Dans ce cas, le courant de défaut est limité.

Suivant les cas, un disjoncteur Compact G ou STR, Micrologic ou Multi 9 courbe B ; ou un disjoncteur différentiel minicompact ou Vigicompact ou relais Vigirex, seuil $I_{\Delta n} < I$ défaut, réalise le déclenchement.

d) masse éloignée non interconnectée

La tension de défaut risque d'être dangereuse. Un relais Vigirex ou un disjoncteur Vigicompact ou un disjoncteur différentiel Multi 9, seuil $I \leq U_L R_{A1}$, offre la protection contre les contacts indirects.

Nota : le SM21 surveille l'isolement du moteur et verrouille l'enclenchement du contacteur en cas de défaut.

Longueurs maximales
des canalisations

Longueurs maximales (en mètres) des canalisations en schéma TN protégées contre les contacts indirects par des disjoncteurs.

P25M

Réseau triphasé en 400 V, câble cuivre, Sph = S_{PE}, U_L = 50 V, en schéma TN.

C60N/L, C120H**Courbe B**

Réseau triphasé en 400 V, câble cuivre, Sph = S_{PE}, U_L = 50 V, en schéma TN.

C60a/N/H/L, C120H, NG125N/L**Courbe C**

Réseau triphasé en 400 V, câble cuivre, Sph = S_{PE}, U_L = 50 V, en schéma TN.

C60N, C120H, NG125N/L**Courbe D C60L Courbe K**

Réseau triphasé en 400 V, câble cuivre, Sph = S_{PE}, U_L = 50 V, en schéma TN.

C60LMA, NG125LMA**Courbe MA**

Réseau triphasé en 400 V, câble cuivre, Sph = S_{PE}, U_L = 50 V, en schéma TN.

Facteurs de correction à appliquer aux longueurs données par les tableaux de 1 à 22

	$m = \frac{S_{\text{phase}}}{S_{\text{PE}}}$			
	1	2	3	4
réseaux 400 V ⁽¹⁾				
entre phases	câble cuivre	1	0,67	0,50
	câble alu	0,62	0,41	0,31

(1) Pour les réseaux 237 V entre phases, appliquer, en plus, le coefficient 0,57.

Pour les réseaux 237 V monophasés (entre phase et neutre), ne pas appliquer ce coefficient supplémentaire

Sphases	calibre (A)											
mm ²	0,16	0,24	0,4	0,6	1	1,6	2,4	4	6	10	16	20
1,5				694	416	260	173	104	69	41	26	20
2,5					694	434	289	173	115	69	43	34
4						694	462	277	185	111	69	55
5 (2 x 2,5)						868	578	347	231	138	87	69

Sphases	calibre (A)											
mm ²	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100		
1,5	120	75	60	48	38	30	24	19	15	12		
2,5	200	125	100	80	63	50	40	32	25	20		
4	320	200	160	128	100	80	64	51	40	32		
6	480	300	240	192	150	120	96	76	60	48		
10	800	500	400	320	250	200	160	127	100	80		
16		800	640	512	400	320	256	203	160	128		
25				800	625	500	400	317	250	200		
35					875	700	560	444	350	280		
50							800	635	500	400		

Sphases	calibre (A)															
mm ²	1	2	3	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1,5	600	300	200	150	100	60	38	30	24	19	15	12	10	8	6	5
2,5		500	333	250	167	100	63	50	40	31	25	20	16	13	10	8
4			533	400	267	160	100	80	64	50	40	32	25	20	16	13
6				600	400	240	150	120	96	75	60	48	38	30	24	19
10					667	400	250	200	160	125	100	80	63	50	40	32
16						640	400	320	256	200	160	128	102	80	64	51
25							625	500	400	313	250	200	159	125	100	80
35							875	700	560	438	350	280	222	175	140	112
50								800	625	500	400	317	250	200	160	

Sphases	calibre (A)															
mm ²	1	2	3	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1,5	429	214	143	107	71	43	27	21	17	13	11	9	7	5	4	3
2,5	714	357	238	179	119	71	45	36	29	22	18	14	11	9	7	6
4		571	381	286	190	114	71	57	46	36	29	23	18	14	11	9
6			857	571	429	286	171	107	86	69	54	43	34	27	21	14
10				952	714	476	286	179	143	114	89	71	57	45	36	23
16						762	457	286	229	183	143	114	91	73	57	37
25							714	446	357	286	223	179	143	113	89	57
35								625	500	400	313	250	200	159	125	80
50								893	714	571	446	357	286	227	179	143

Sphases	calibre (A)									
mm ²	1,6	2,5	4	6,3	10	12,5	16	25	40	63
1,5	100	100	100	80	42	40	26	17	10	7
2,5	167	167	167	133	69	67	44	28	17	11
4	267	267	267	213	111	107	70	44	28	18
6		400	400	320	167	160	105	67	42	27
10			667	533	278	267	175	111	69	44
16				853	444	427	281	178	111	71
25						667	439	278	174	111
35						933	614	389	243	156
50							877	556	347	222

Dans ces tableaux :

■ il est tenu compte de l'influence des réactances des conducteurs pour les fortes sections, en augmentant la résistance de :

- 15% pour S = 150 mm²
- 20% pour S = 185 mm²
- 25% pour S = 240 mm²
- 30% pour S = 300 mm²

■ 0,023 Ω mm²/m (Cu) = 0,037 Ω mm²/m (Alu)

■ le fonctionnement du magnétique est garanti pour I_m ± 20 %. Les calculs ont été effectués dans le cas le plus défavorable soit pour I_m + 20 %.

Schéma de liaison à la terre TN

Longueurs maximales des canalisations

Facteurs de correction à appliquer aux réseaux 400 V entre phases (1)

m = Sph/Spe	1	2	3	4
câble cuivre	1	0,67	0,5	0,4
câble alu	0,62	0,41	0,31	0,25

(1) : Pour les réseaux 237 V entre phases, appliquer un coefficient 0,57 supplémentaire.
Pour les réseaux 237 V monophasés (entre neutre et phase), ne pas appliquer ce coefficient supplémentaire.

NS80H-MA

Réseau triphasé 400 V, câble cuivre,
Sph = Spe, $U_L = 50$ V en schéma TN.

Sphases (mm ²)	calibre (A)											
	2,5	6,3	12,5	25	50	80						
ln (A)	15	35	35	88	75	175	150	350	300	700	480	1120
lm (A)												
1,5	333	143	143	57	67	29	33	14	17	7	10	4
2,5	556	238	238	95	111	48	56	24	28	12	17	7
4	889	381	381	152	178	76	89	38	44	19	28	12
6	1333	571	571	227	267	114	133	57	67	29	42	18
10		952	952	379	444	190	222	95	111	48	69	30
16		1524	1524	606	711	300	356	152	178	76	111	48
25				947	1111	476	556	238	278	119	174	74
35				1326	1556	667	778	333	389	167	243	104
50						952	1111	476	556	238	347	149
70						1333	1556	667	778	333	486	208

NS100N/H/L

Déclencheur type TM-G

Réseau triphasé 400 V, câble cuivre, Sph = Spe,
 $U_L = 50$ V en schéma TN.

Sphases (mm ²)	calibre (A)							
	16	25	40	63				
ln (A)	63	80	80	125				
lm (A)								
1,5	79	63	63	40				
2,5	132	104	104	67				
4	212	167	167	107				
6	317	250	250	160				
10	529	417	417	267				
16	847	667	667	427				
25		1042	1042	667				
35		1458	1458	933				
50			2083	1333				
70				1867				

NS100N/H/L

Déclencheur type MA

Réseau triphasé 400 V, câble cuivre, Sph = Spe,
 $U_L = 50$ V en schéma TN.

Sphases (mm ²)	calibre (A)											
	2,5	6,3	12,5	25	50	100						
ln (A)	15	35	35	88	75	175	150	350	300	700	600	1400
lm (A)												
1,5	333	143	143	57	67	29	33	14	17	7	8	4
2,5	556	238	238	95	111	48	56	24	28	12	14	6
4	889	381	381	152	178	76	89	38	44	19	22	10
6	1333	571	571	227	267	114	133	57	67	29	33	14
10		952	952	379	444	190	222	95	111	48	56	24
16		1524	1524	606	711	300	356	152	178	76	89	38
25				947	1111	476	556	238	278	119	138	60
35				1326	1556	667	778	333	389	167	194	85
50						952	1111	476	556	238	278	119
70						1333	1556	667	778	333	389	167
95											528	226
120											667	286
150											724	310
185											856	367

NS160N/H/L à NS630N/H/L

Déclencheur type MA

Réseau triphasé 400 V, câble cuivre, Sph = Spe,
 $U_L = 50$ V en schéma TN.

Sphases (mm ²)	calibre (A)											
	100	150	220	320	500							
ln (A)	600	1400	1200	1950	1760	2860	2560	4160	4000	6500		
lm (A)												
1,5	8	4	4	3	3	2	2	1	1	1		
2,5	14	6	7	4	5	3	3	2	2	1		
4	22	10	11	7	8	5	5	3	3	2		
6	33	14	17	10	11	7	8	5	5	3		
10	56	24	28	17	19	12	13	8	8	5		
16	89	38	44	27	30	19	20	13	13	8		
25	139	60	68	43	47	29	33	20	21	13		
35	194	85	97	60	66	41	46	28	29	18		
50	278	119	139	85	95	58	65	40	42	26		
70				120	133	82	91	56	58	36		
95					180	111	124	76	79	49		
120							156	96	100	62		
150									108	67		
185									128	79		

Dans ces tableaux :

■ il est tenu compte de l'influence des réactances des conducteurs pour les fortes sections, en augmentant la résistance de :

- 15% pour S = 150 mm²
- 20% pour S = 185 mm²
- 25% pour S = 240 mm²
- 30% pour S = 300 mm²

■ 0,023 Ω mm²/m (Cu) = 0,037 Ω mm²/m (Alu)

■ le fonctionnement du magnétique est garanti pour $I_m \pm 20$ %. Les calculs ont été effectués dans le cas le plus défavorable soit pour $I_m + 20$ %.

NSA160N

Déclencheur type TM-D

Réseau triphasé 400 V, câble cuivre,
Sph = Spe, $U_L = 50$ V en schéma TN.

Sphases (mm ²)	calibre (A)					
	In (A)	63	80	100	125	160
	Im (A)	1000	1000	1000	1250	1250
1,5	5	5	5	4	4	
2,5	8	8	8	7	7	
4	13	13	13	11	11	
6	20	20	20	16	16	
10	33	33	33	27	27	
16	53	53	53	43	43	
25	83	83	83	67	67	
35	117	117	117	93	93	
50	167	167	167	133	133	
70	233	233	233	187	187	

NS100N/H/L

Déclencheur type TM-D

Réseau triphasé 400 V, câble cuivre,
Sph = Spe, $U_L = 50$ V en schéma TN.

Sphases (mm ²)	calibre (A)						
	In (A)	16	25	40	63	80	100
	Im (A)	190	300	500	500	650	800
1,5	26	17	10	10	8	6	
2,5	44	28	17	17	13	10	
4	70	44	27	27	21	17	
6	105	67	40	40	31	25	
10	175	111	67	67	51	42	
16	281	178	107	107	82	67	
25		278	167	167	128	104	
35		689	233	233	179	146	
50			333	333	256	208	
70				467	359	292	
95					487	396	

NS160N/H/L à NS250N/H/L

Déclencheur type TM-D

Réseau triphasé 400 V, câble cuivre,
Sph = Spe, $U_L = 50$ V
en schéma TN.

Sphases (mm ²)	calibre (A)								
	In (A)	80	100	125	160	200	250	300	350
	Im (A)	1000	1250	1250	1250	1000	2000	1250	2500
1,5	5	4	4	4	5	3	4	2	
2,5	8	7	7	7	8	4	7	3	
4	13	11	11	11	13	7	11	5	
6	20	16	16	16	20	10	16	8	
10	33	27	27	27	33	17	27	13	
16	53	43	43	43	53	27	43	21	
25	83	67	67	67	83	42	67	33	
35	117	93	93	93	117	58	93	47	
50	167	133	133	133	167	83	133	67	
70	233	187	187	187	233	117	187	93	
95	317	253	253	253	317	158	253	127	
120	400	320	320	320	400	200	320	160	
150		348	348	348	435	217	348	174	
185					514	257	411	205	
240							512	256	
300							615	307	

Dans ces tableaux :

■ il est tenu compte de l'influence des réactances des conducteurs pour les fortes sections, en augmentant la résistance de :

- 15% pour S = 150 mm²
- 20% pour S = 185 mm²
- 25% pour S = 240 mm²
- 30% pour S = 300 mm²

■ 0,023 Ω mm²/m (Cu) = 0,037 Ω mm²/m (Alu)

■ le fonctionnement du magnétique est garanti pour $I_m \pm 20$ %. Les calculs ont été effectués dans le cas le plus défavorable soit pour $I_m + 20$ %.

Schéma de liaison à la terre TN

Longueurs maximales
des canalisations

NS100N/H/L à NS250N/H/L

Déclencheur type STR22SE/GE

Réseau triphasé 400 V, câble cuivre,

Sph = Spe, $U_L = 50$ V en schéma TN.Les valeurs de seuil court retard indiquées pour
chaque déclencheur correspondent à : $I_r = 0,4$ et $1 \times I_n$ $I_m = 2, 5$ et $10 \times I_r$.

Exemple

Pour un déclencheur STR22SE 100 A :

■ $I_r = 0,4 \times 100 = 40$ A□ $I_m = 2 \times 40 = 80$ A□ $I_m = 5 \times 40 = 200$ A□ $I_m = 10 \times 40 = 400$ A■ $I_r = 1 \times 100 = 100$ A□ $I_m = 2 \times 100 = 200$ A□ $I_m = 5 \times 100 = 500$ A□ $I_m = 10 \times 100 = 1000$ A.

I_m (A)	32	80	160	200	400	500	1000
STR22SE 40 A	■	■	■	■	■	■	■
STR22SE 100 A		■		■	■	■	■
Sphases (mm ²)							
1,5	163	65	33	26	13	10	5
2,5	272	109	54	43	22	17	9
4	435	174	87	70	35	28	14
6	652	261	130	104	52	42	21
10	1087	435	217	174	87	70	35
16	1739	696	348	278	139	111	56
25	2717	1087	543	435	217	174	87
35	3804	1522	761	609	304	243	122
50	5435	2174	1087	870	435	348	174
70		3043	1522	1217	609	487	243
95			2065	1652	826	661	330
120			2609	2087	1043	835	417
150			2835	2268	1134	907	453
185			3351	2681	1340	1072	535
240			4174	3339	1669	1335	668
300			5017	4013	2006	1605	802

I_m (A)	128	200	320	500	640	800	1000	1250	1600	2500
STR22SE 160 A	■		■		■	■			■	
STR22SE 250 A		■		■			■	■		■
Sphases (mm ²)										
1,5	41	26	16	10	8	7	5	4	3	2
2,5	68	43	27	17	14	11	9	7	5	3
4	109	70	43	28	22	17	14	11	9	6
6	163	104	65	42	32	26	21	17	13	8
10	272	174	109	70	54	43	35	28	22	14
16	435	278	174	111	87	70	56	45	35	22
25	680	435	272	174	136	109	87	70	54	35
35	952	609	380	243	190	152	122	97	76	49
50	1361	870	543	348	272	217	174	139	109	70
70	1905	1217	761	487	380	304	243	195	152	97
95	2585	1652	1035	661	516	413	330	264	207	132
120	3265	2087	1304	835	652	522	417	334	261	167
150	3544	2268	1418	907	709	567	453	363	283	181
185	4189	2681	1675	1072	837	670	536	429	335	214
240		3339	2087	1335	1043	834	667	534	417	267
300		4013	2508	1605	1254	1003	802	642	501	321

NS400N/H/L à NS630N/H/L

Déclencheur type STR23SE/STR53UE

Réseau triphasé 400 V, câble cuivre,

Sph = Spe, $U_L = 50$ V en schéma TN.Les valeurs de seuil court retard indiquées pour
chaque déclencheur correspondent à : $I_r = 0,4, 0,63$ et $1 \times I_n$ $I_m = 2, 5$ et $10 \times I_r$.

I_m (A)	320	504	800	1250	1600	2000	2500	3150	4000	6300
NS400	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
NS630		■	■	■	■	■	■	■	■	■
Sphases (mm ²)										
35	386	242	152	97	76	61	49	39	30	19
50	543	345	217	132	109	87	70	56	43	28
70	761	484	304	195	152	122	97	79	61	38
95	1033	656	413	264	207	165	132	107	83	52
120	1304	829	522	334	261	209	167	135	104	66
150	1417	908	567	363	283	227	181	144	113	72
185	1675	1064	670	429	335	268	214	170	134	85
240	2087	1325	834	534	417	334	267	212	167	106
300	2508	1592	1003	642	501	401	321	254	200	127

Dans ces tableaux :

■ il est tenu compte de l'influence des réactances des conducteurs pour les fortes sections, en augmentant la résistance de :

□ 15% pour $S = 150$ mm²□ 20% pour $S = 185$ mm²□ 25% pour $S = 240$ mm²□ 30% pour $S = 300$ mm²■ $0,023 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ (Cu) = $0,037 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ (Alu)■ le fonctionnement du magnétique est garanti pour $I_m \pm 15\%$. Les calculs ont été effectués dans le cas le plus défavorable soit pour $I_m + 15\%$.

NS100N/H/L à NS250N/H/L

Déclencheur STR22ME

Réseau triphasé 400 V, câble cuivre, $S_{ph} = S_{pe}$, $U_L = 50$ V, en schéma TN.

Les valeurs de seuil court retard indiquées pour chaque déclencheur sont encadrées par les valeurs maxi et mini de I_r correspondantes à :

$I_r = 0,6$ et $1 \times I_n$

$I_m = 13 \times I_r$.

I_m (A)	312	390	520	624	650	780	1040	1300
STR22ME 40A	■		■					
STR22ME 50A		■			■			
STR22ME 80A				■			■	
STR22ME 100A						■		■
Sphases (mm ²)								
1,5	17	13	10	8	8	7	5	4
2,5	28	22	17	14	13	11	8	7
4	45	36	27	22	21	18	13	11
6	67	54	40	33	32	27	20	16
10	111	89	67	56	54	45	33	27
16	178	143	107	89	86	71	54	43
25	279	223	167	139	134	111	84	67
35		312	234	195	187	156	117	94
50		446	334	279	268	223	167	134
70		624	468	390	375	312	234	187
95		847	635	530	508	424	318	254
120			803	669	642	536	401	321
150			872	727	698	581	436	349
185			1031	859	825	687	515	412
240			1284	1070	1027	856	642	514
300			1543	1286	1235	1029	772	617

I_m (A)	1170	1716	1950	2860
STR22ME 150A	■	■	■	
STR22ME 220A		■		■
Sphases (mm ²)				
1,5	5	3	3	2
2,5	8	5	4	3
4	13	8	7	5
6	19	12	11	7
10	32	20	18	12
16	51	32	29	19
25	80	51	45	30
35	112	71	62	43
50	161	101	89	61
70	225	142	125	85
95	305	193	169	116
120	356	243	214	146
150	387	264	232	158
185	458	312	275	187
240	571	389	342	233
300	686	467	411	280

NS400N/H/L à NS630N/H/L

Déclencheur STR43ME

Réseau triphasé 400 V, câble cuivre, $S_{ph} = S_{pe}$, $U_L = 50$ V, en schéma TN.

Les valeurs de seuil court retard indiquées pour chaque déclencheur sont encadrées par les valeurs maxi et mini de I_r correspondantes à :

$I_r = 0,6$ et $1 \times I_n$

$I_m = 13 \times I_r$.

I_m	2665	3900	4160	6500
STR43ME 320A	■	■	■	
STR43ME 500A		■		■
Sphases (mm ²)				
35	46	31	29	19
50	65	45	42	27
70	91	62	59	37
95	124	85	79	51
120	157	107	100	64
150	170	116	109	70
185	201	137	129	82
240	250	171	160	103
300	301	206	193	123

Dans ces tableaux :

■ il est tenu compte de l'influence des réactances des conducteurs pour les fortes sections, en augmentant la résistance de :

□ 15% pour $S = 150$ mm²

□ 20% pour $S = 185$ mm²

□ 25% pour $S = 240$ mm²

□ 30% pour $S = 300$ mm²

■ 0,023 Ω mm²/m (Cu) = 0,037 Ω mm²/m (Alu)

■ le fonctionnement du magnétique est garanti pour $I_m \pm 15\%$. Les calculs ont été effectués dans le cas le plus défavorable soit pour $I_m + 15\%$.

Schéma de liaison à la terre TN

Longueurs maximales des canalisations

NS800N/H/L

Déclencheurs électroniques type

Micrologic 2.0A - 5.0A - 7.0A

Réseau tri 400 V, câble cuivre, $S_{ph} = S_{PE}$, $U_L = 50$ V
en schéma TN.

	Ir = 0,4 (320 A)		Ir = 0,5 (400 A)		Ir = 0,63 (500 A)		Ir = 0,8 (640 A)		Ir = 1 (800 A)	
I magn. (A)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)
Sphases (mm²)	480	3200	600	4000	750	5000	960	6400	1 200	8000
25	181	27	145	22	116	17	91	14	72	11
35	254	38	203	30	162	24	127	19	101	15
50	362	54	290	43	232	34	181	27	145	22
70	507	76	406	61	325	48	254	38	203	30
95	688	103	551	83	441	65	344	52	275	41
120	870	130	696	104	557	82	435	65	348	52
150	945	141	756	113	605	94	472	71	378	56
185	1117	167	893	134	715	107	558	84	446	67
240	1391	208	1113	167	890	133	695	104	556	83
300	1672	251	1338	200	1070	160	836	125	669	100

NS100N/H/L

Déclencheurs électroniques type

Micrologic 2.0A - 5.0A - 7.0A

Réseau tri 400 V, câble cuivre, $S_{ph} = S_{PE}$, $U_L = 50$ V
en schéma TN.

	Ir = 0,4 (400 A)		Ir = 0,5 (500 A)		Ir = 0,63 (630 A)		Ir = 0,8 (800 A)		Ir = 1 (1000 A)	
I magn. (A)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)
Sphases (mm²)	600	4000	750	5000	945	6300	1200	8000	1500	10000
25	145	22	116	17	92	14	72	11	58	9
35	203	30	162	24	129	19	101	15	81	12
50	290	43	232	34	184	28	145	22	116	17
70	406	61	325	48	258	39	203	30	162	24
95	551	83	441	65	350	52	275	41	220	33
120	696	104	557	82	442	66	348	52	278	42
150	756	113	605	92	480	72	378	56	302	45
185	893	134	715	107	567	85	446	67	357	53
240	1113	167	890	133	706	106	556	83	445	66
300	1338	200	1070	160	849	127	669	100	535	80

NS1250N/H

Déclencheurs électroniques type

Micrologic 2.0A - 5.0A - 7.0A

Réseau tri 400 V, câble cuivre, $S_{ph} = S_{PE}$, $U_L = 50$ V
en schéma TN.

	Ir = 0,4 (500 A)		Ir = 0,5 (625 A)		Ir = 0,63 (787,5 A)		Ir = 0,8 (1000 A)		Ir = 1 (1250 A)	
I magn. (A)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)
Sphases (mm²)	750	5000	937	6250	1181	7875	1500	10000	1875	12500
35	162	24	130	19	103	15	81	12	65	10
50	232	34	186	28	147	22	116	17	93	14
70	325	48	260	39	206	31	162	24	130	19
95	441	65	353	53	280	42	220	33	176	26
120	567	82	445	67	353	53	278	42	223	33
150	605	94	484	72	384	57	302	45	242	36
185	715	107	572	86	454	68	357	53	286	43
240	890	133	712	107	565	85	445	66	356	53
300	1070	160	856	128	679	102	535	80	428	64

Dans ces tableaux :

■ il est tenu compte de l'influence des réactances des conducteurs pour les fortes sections, en augmentant la résistance de :

□ 15% pour $S = 150$ mm²

□ 20% pour $S = 185$ mm²

□ 25% pour $S = 240$ mm²

□ 30% pour $S = 300$ mm²

■ $0,023 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ (Cu) = $0,037 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ (Alu)

■ le fonctionnement du magnétique est garanti pour $I_m \pm 15$ %. Les calculs ont été effectués dans le cas le plus défavorable soit pour $I_m + 15$ %.

Schéma de liaison à la terre IT

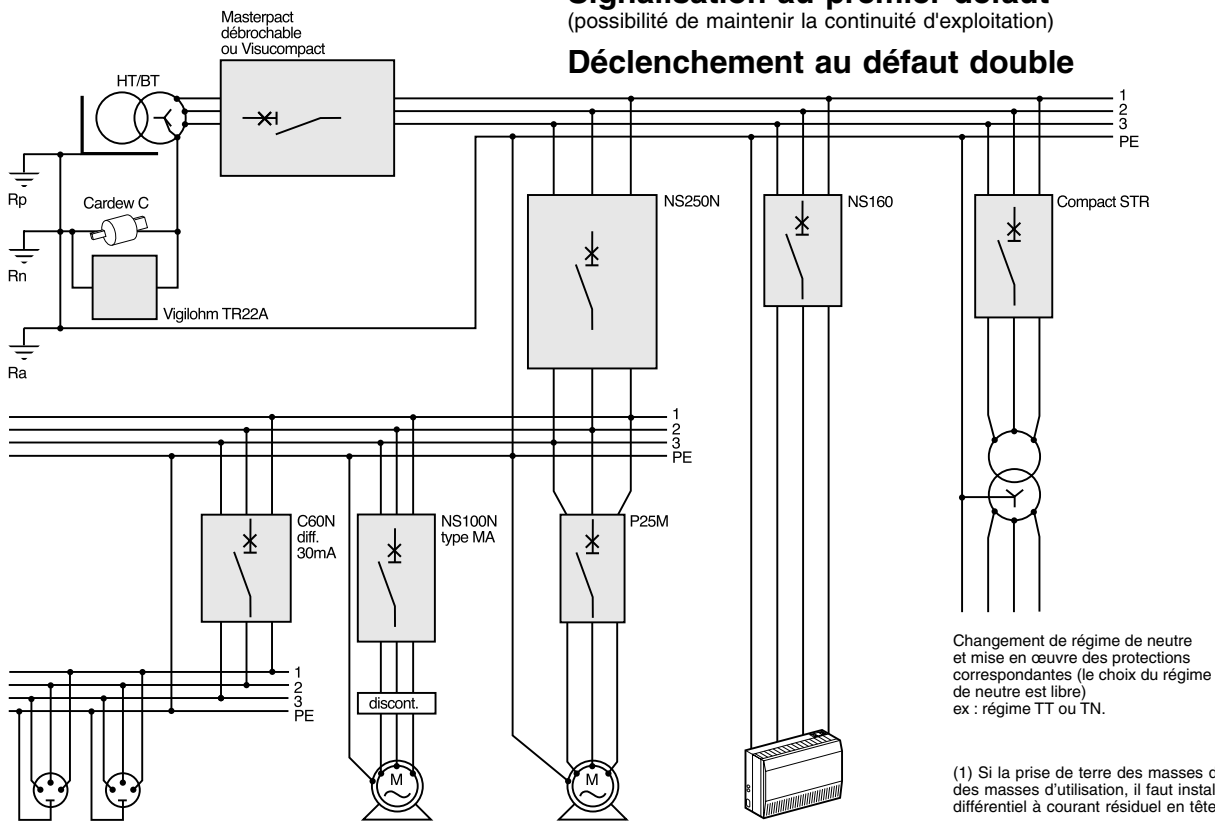
Schéma type minimum imposé

K247
1j

Signalisation au premier défaut

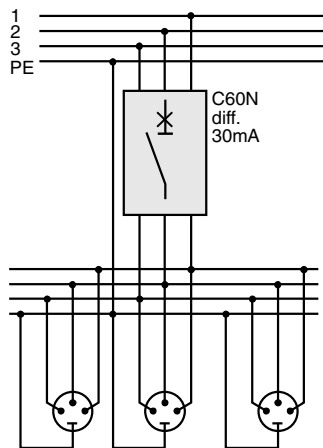
(possibilité de maintenir la continuité d'exploitation)

Déclenchement au défaut double

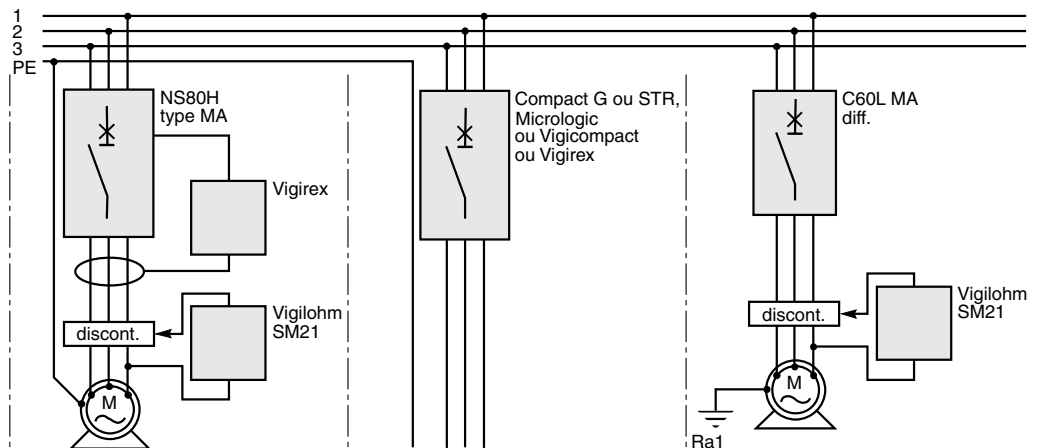


Mesures particulières nécessaires

Permanentes



Pour réaliser le déclenchement au double défaut en fonction du type d'installation



a) dispositif différentiel haute sensibilité ≤ 30 mA obligatoire pour :

- les circuits de socles de prises de courant assigné ≤ 32 A (NF C 15-100 chap. 53 § 532.26)
- les circuits alimentant les salles d'eau et les piscines
- l'alimentation de certaines installations telles que les chantiers etc. comportant un risque de coupure du PE
- etc.

b) locaux présentant un risque d'incendie

Un relais Vigirex, ou disjoncteur Vigicomact ou un disjoncteur Multi 9 avec bloc Vigi (seuil réglé à 300 mA), empêche le maintien d'un courant de défaut supérieur à 300 mA.

c) grande longueur de câble

Dans ce cas, le courant de défaut est limité. Suivant les cas, un disjoncteur Compact G ou STR ou Micrologic ou Multi 9 courbe B ; ou un disjoncteur différentiel minicomact ou Vigicomact ou relais Vigirex, seuil $I_{\Delta n} < I$ défaut, réalise le déclenchement.

d) masse éloignée non interconnectée

La tension de défaut risque d'être dangereuse. Un relais Vigirex ou un disjoncteur Vigicomact ou un disjoncteur différentiel Multi 9, seuil $I_{\Delta n} \leq U_0/R_{A1}$, offre la protection contre les contacts indirects.

Nota : le SM21 surveille l'isolement du moteur et verrouille l'enclenchement du contacteur en cas de défaut.

Schéma de liaison à la terre IT

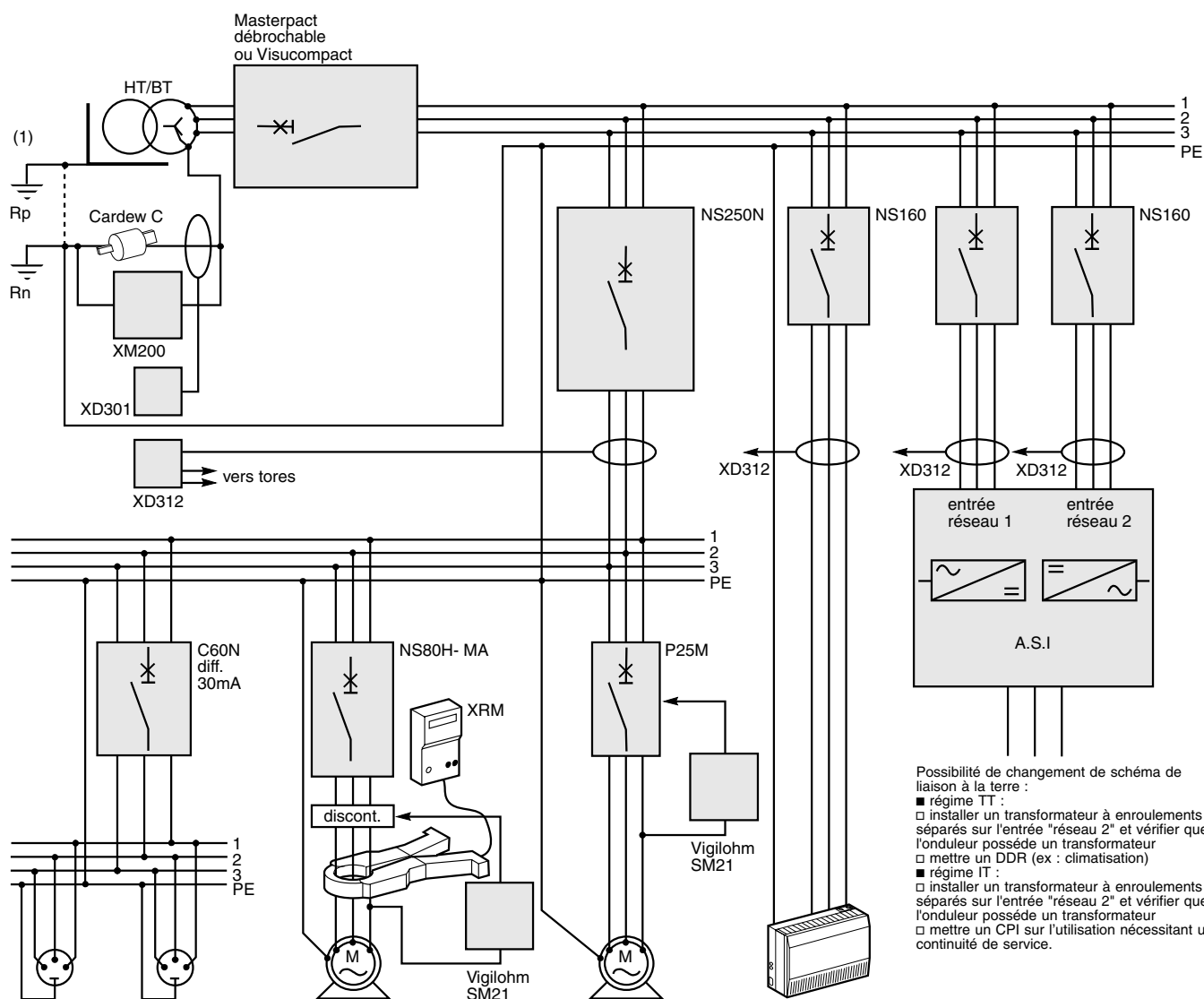
Schéma type pour améliorer les conditions d'exploitation

Recherche sous tension des défauts d'isolement

Pour détecter sous tension le premier défaut simple, utiliser Vigilohm System

Le Vigilohm System XM200, associé à des détecteurs locaux XD301 unitaires ou XD312 pour groupe de 12 départs, permet de détecter automatiquement et immédiatement le départ en défaut et par conséquent de réparer au plus tôt pour éviter le déclenchement sur défaut double.

Associé à un récepteur mobile XRM avec pince ampèremétrique, il permet de localiser manuellement le départ en défaut.



(1) si la prise de terre des masses du poste est séparée des masses d'utilisation, il faut installer un dispositif différentiel à courant résiduel en tête d'installation.

Nota : le SM21 surveille l'isolement du moteur et verrouille l'enclenchement du contacteur en cas de défaut.

Schéma de liaison à la terre IT

Choix d'un contrôleur permanent d'isolement (C.P.I.)

Le choix du contrôleur permanent d'isolement doit se faire en fonction des quatre critères suivants :

- mesures et signalisations locales ou déportées (GTC)
- tension du réseau et type de réseau à surveiller (alternatif, continu ou mixte)
- étendue du réseau et types de récepteurs (linéaires ou non)
- mesures globales ou réparties (départ par départ).

Tableau des fonctions réalisées par les C.P.I.

	signal défaut	affichage mesure isolement	détection défaut recherche mobile	détection fixe	mesure répartition localisation défaut	GTC transmission mesure et départ en défaut
EM9, EM9B-EM9T, TR5A, SM21	■		XRM + pinces + XGR			
TR22A-TR22AH	■	R* générale	XRM + pinces + XGR			
XM200	■	R* et C* générales	XRM + pinces	XD301 XD312		
XM300	■	R* et C* générales	XRM + pinces	XD301 XD312 XD308	XL 308 XL 316 8 et 16 départs R et C départ par départ	interfaces XLI XTU
XML308 XML316	■	R* et C* générales et réparties	XRM + pinces	XD308	XL 308 XL 316 8 et 16 départs R et C départ par départ	interfaces XLI ou XTU

R* : résistance d'isolement
C* : capacité de fuite

C.P.I. pour réseau complet

La contrainte de continuité d'exploitation peut être générale pour l'ensemble d'un réseau (process d'une usine chimique par exemple). L'installation est, dans ce cas, réalisée en schéma IT (neutre impédant). La surveillance permanente du niveau d'isolement doit être réalisée pour l'ensemble du réseau avec les appareils adéquats.

C.P.I. pour réseau complet		TR22A	XM200	XM300C	XML308/316
tension entre phases du réseau à surveiller	CA neutre accessible	20 à 1 000 Hz ≤ 760 V	45 à 400 Hz ≤ 760 V	45 à 400 Hz ≤ 760 V	45 à 400 Hz ≤ 760 V
	CA neutre non accessible	20 à 1 000 Hz ≤ 440 V	45 à 400 Hz ≤ 440 V	45 à 400 Hz ≤ 440 V	45 à 400 Hz ≤ 440 V
	CC				
étendue du réseau		CA ≤ 50 km	CA ≤ 30 km	CA ≤ 30 km	CA ≤ 30 km
principe de détection :	injection de	CC	CA	CA	CA
seuils de fonctionnement	1 ^{er} seuil de signal.	0,7 à 100 kΩ	10 à 100 kΩ	1 à 299 kΩ	1 à 299 kΩ
	2 ^e seuil de déclenc.		0,1 à 200 kΩ	0,2 à 100 kΩ	0,2 à 100 kΩ
affichage numérique		■	■	■	■
tensions auxiliaires CA		110 à 525 V	115 à 525 V	115 à 525 V	115 à 525 V
montage	débrochable				
	déconnectable	■	■	■	■
degré de protection	encastré	IP40	IP30	IP30	IP30
	en saillie	IP40			
charges non linéaires		pas conseillé	conseillé	conseillé	conseillé

C.P.I. pour réseau îloté

La continuité de service étant parfois difficile à assurer du fait de certains départs présentant des capacités de fuite importantes, il faut alors îloter ces départs en les alimentant à partir de transformateur BT/BT. Au secondaire, il faut recréer le schéma de liaison à la terre IT et surveiller l'isolement avec un CPI. La continuité de service au secondaire du transformateur BT/BT ne pourra être assurée que si le primaire de ce transformateur est en schéma IT.

C.P.I. pour réseau îloté		EM9	EM9T	EM9B	TR5A
tension entre phases du réseau à surveiller	CA neutre accessible	50 à 1 000 Hz ≤ 760 V	50 à 1 000 Hz ≤ 380 V	50 à 1 000 Hz ≤ 760 V	
	CA neutre non accessible	50 à 1 000 Hz ≤ 440 V	50 à 1 000 Hz ≤ 440 V	50 à 1 000 Hz ≤ 220 V	
	CC				≤ 420 V
					CC ≤ 50 km
étendue du réseau		CA ≤ 50 km	CA ≤ 50 km	CA ≤ 50 km	détection de déséquilibre de tension
principe de détection :	injection de	CC	CC	CC	
seuil de fonctionnement		10 à 150 kΩ	10 à 150 kΩ	1 à 100 kΩ	24/48 V : 5 à 25 kΩ 120 V : 10 à 50 kΩ 220 à 500 V : 30 à 150 kΩ
lecture directe		non	non	non	non
tensions auxiliaires		115 à 480 V	24 à 240 V	115 à 480 V	sans source auxiliaire
montage	débrochable				
	déconnectable	■	■	■	■
degré de protection	encastré	IP30	IP30	IP30	IP30
	en saillie	IP20	IP20	IP20	IP20

Schéma de liaison à la terre IT

Choix d'un contrôleur permanent d'isolement (C.P.I.)

C.P.I. pour réseau complet et îloté

Le Vigilohm System XM200, associé aux détecteurs XD301 et XD312, marque une première étape dans l'amélioration de la recherche du défaut.
Le XM200 sert à la fois de contrôle d'isolement et de générateur de recherche de défaut.
Les détecteurs XD301 (pour 1 départ) et XD312 (pour 12 départs) sont les récepteurs détecteurs de défaut qui analysent les informations provenant des capteurs tores type A et permettent d'identifier, localement, le départ en défaut.
Une nouvelle étape est franchie avec les contrôleurs permanents d'isolement Vigilohm System XM300C et XML308/XML316.

Vigilohm System XM300

Vigilohm System XM300 offre, en plus des fonctions réalisées par le XM200, des possibilités de transmission des données vers un superviseur par l'intermédiaire d'une liaison RS485 et d'une interface dédiée.

■ Associé à des localisateurs XL308 et 316 (8 et 16 départs) la mesure répartie (c'est-à-dire au niveau de chaque départ) est possible. Les localisateurs, grâce à des tores placés dans les départs, permettent d'avoir les mêmes fonctions que le CPI.
L'exploitation des données de ces appareils permet d'envisager une maintenance préventive.

■ Associé aussi à des détecteurs communicants XD308 (8 départs) avec des tores, il est possible d'obtenir les mêmes fonctions que pour les détecteurs XD301 et XD312.

Ces appareils transmettent au CPI les départs en défaut.

■ L'interface dédiée récupère toutes les informations des CPI, des localisateurs et détecteurs communicants pour transmettre les données vers une GTC (Protocole JBUS)

■ Les XML308 et XML316 cumulent dans le même boîtier toutes les fonctions du CPI et des localisateurs XL308 ou 316.

C.P.I. pour réseau étendu et réseau îloté		XM300C	XML308/316
tension entre phases du réseau à surveiller	CA, neutre accessible	45 à 400 Hz ≤ 1700 V ⁽¹⁾	45 à 400 Hz ≤ 1700 V ⁽¹⁾
	CA, neutre non accessible	45 à 400 Hz ≤ 1000 V ⁽¹⁾	45 à 400 Hz ≤ 1000 V ⁽¹⁾
	CC	≤ 1200 V ⁽¹⁾	≤ 1200 V ⁽¹⁾
principe de détection : injection de		CA : 2,5 Hz	CA : 2,5 Hz
seuils de fonctionnement	1 ^{er} seuil de signal.	1 à 299 kΩ	1 à 299 kΩ
	2 ^e seuil de déclenc.	0,2 à 99,9 kΩ	0,2 à 99,9 kΩ
lecture directe		affichage numérique	affichage numérique
tensions auxiliaires CA		115 à 525 V	115 à 525 V
montage	débrochable		
	déconnectable	■	■
degré de protection		IP30	IP30

(1) Avec platine PHT 1000

Choix d'un limiteur de surtension Cardew C

Il est obligatoire de brancher un limiteur de surtension Cardew C au secondaire du transformateur MT/BT. Ce limiteur permet l'écoulement correct à la terre des surtensions issues de la MT ou de coup de foudre indirect sur la MT. Il est conforme à la norme de fabrication NF C 63-150.

Le tableau ci-dessous indique le type de limiteur de surtension de la tension nominale entre phases Un du réseau.

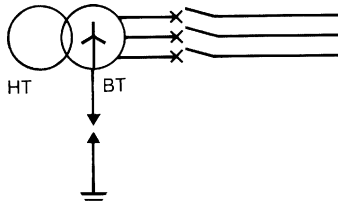
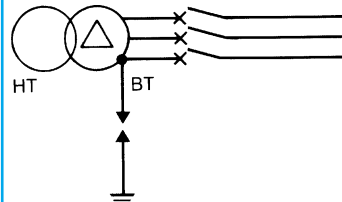
Un (V)	neutre accessible	neutre non accessible
≤ 230		
230 < U < 400	modèle "250 V"	modèle "250 V"
400 < U < 660	modèle "250 V"	modèle "440 V"
660 < U < 1000	modèle "440 V"	modèle "660 V"
1000 < U < 1560	modèle "660 V"	modèle "1000 V"
	modèle "1000 V"	

Tableau de choix du câble de liaison du Cardew C

puissance du transfo. (kVA)	≤ 63	100	160	250	400	630	800	1 000	1 250	1600	2000	2500	3150
section (mm²) Cu	neutre accessible	25	25	25	35	35	70	70	95	95	95	120	185
	neutre non accessible	25	25	25	70	70	95	95	120	150	150	185	300

Note : Pour câble en aluminium multiplier la section cuivre indiquée par 1,5.

Schéma de liaison à la terre IT

Impositions des normes sur les C.P.I.

Selon la norme NFC 15-100, au § 532.4, les CPI doivent être connectés entre terre et conducteur neutre (si celui-ci est accessible) et le plus près possible de l'origine de l'installation.

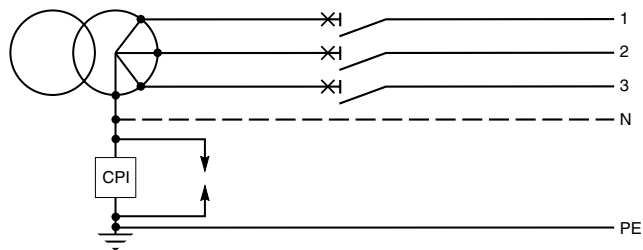
La borne terre doit être la plus proche possible des prises de terre des masses de l'installation.

Alimentation par un seul transformateur HT/BT

En cas d'alimentation par un transformateur HT-A/BT nous conseillons de raccorder le CPI entre le "point" neutre du transformateur s'il existe et la boucle d'équipotentialité des masses d'utilisation.

Cette configuration offre en plus l'avantage suivant : en cas d'ouverture du disjoncteur général d'arrivée BT, le CPI continue de surveiller en permanence les enroulements secondaires du transformateur, les câbles d'arrivée, ainsi que le limiteur de surtension (cardew C). Il est donc possible d'éviter la refermeture du disjoncteur général d'arrivée de l'installation BT si un défaut d'isolement est apparu en amont de ce disjoncteur.

Ce type de connexion nécessite 1 CPI par transformateur.



Alimentation par plusieurs transformateurs en parallèle et couplables

Dans le cas où plusieurs transformateurs peuvent être couplés en parallèle, plusieurs CPI peuvent donc injecter simultanément sur le même réseau BT. Ceci est à éviter absolument, car chaque CPI considère les autres CPI comme un défaut d'isolement. Il y a aveuglement mutuel des CPI. Il y a lieu "d'interverrouiller" les CPI connectés sur chacune des sources. Les solutions qui suivent peuvent être envisagées.

Ce type de schéma peut devenir vite compliqué, lorsque le nombre de sources augmente et lorsque le jeu de barres peut être divisé en plusieurs tronçons par des disjoncteurs de couplage de barres.

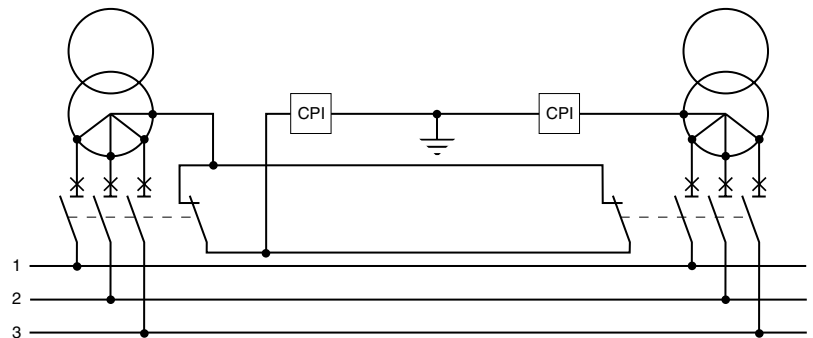


Schéma de liaison à la terre IT

Impositions des normes sur les C.P.I.

Alimentation par plusieurs transformateurs en parallèle et couplables (suite)

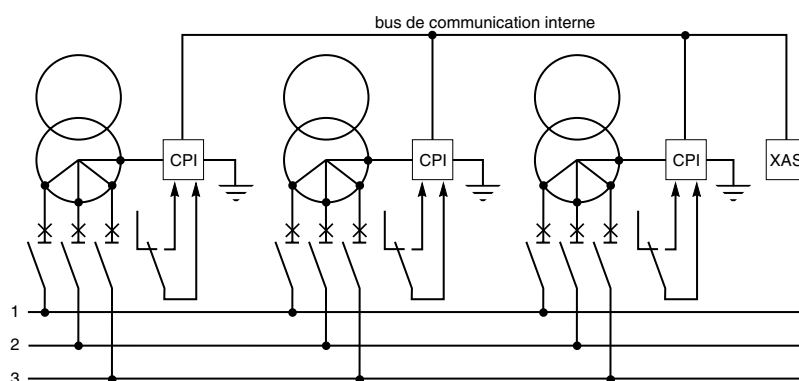
Solution automatique

Ce type d'interverrouillage peut être intégré aux CPI, moyennant une information transmise au CPI sur l'état du disjoncteur de tête associé.

Les CPI communicants peuvent dialoguer entre eux et arrêter l'injection de leur signal à 2,5 Hz s'il y a risque d'aveuglement. C'est le cas des **CPI communicants** de la gamme Vigilohm System (XM300 - XML308/316).

La limite de ce système utilisant la communication interne aux CPI est de 4 CPI.

L'interface XAS sert à alimenter le bus de communication. Il est possible de gérer des réseaux dont le jeu de barres principal peut être divisé en plusieurs tronçons par des disjoncteurs de couplage.



Solution économique

Il est possible de connecter le CPI directement sur le jeu de barres principal.

Ce cas de figure ne permet pas de contrôler les enroulements secondaires des transformateurs, les câbles d'arrivée, et les limiteurs de surtension en cas d'ouverture d'un ou de plusieurs disjoncteurs d'arrivée.

D'autre part, en cas de coupleur de jeu de barres, le problème d'exclusion des CPI se repose de la même façon.

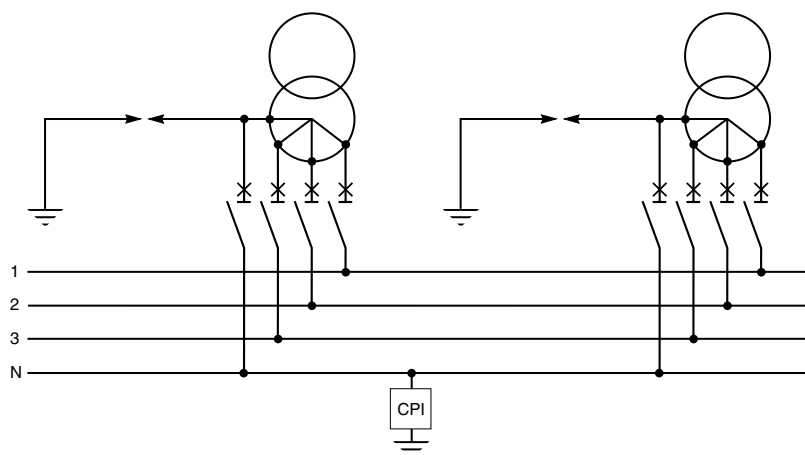


Schéma de liaison à la terre IT

Emploi des C.P.I. avec des alimentations sans interruption (A.S.I.)

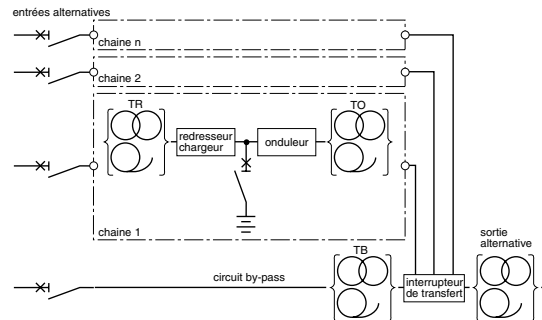
K253



Les alimentations statiques sans interruption (A.S.I.) peuvent présenter quelques particularités quant à l'emploi des contrôleurs permanents d'isolement (C.P.I.). En effet, 2 cas peuvent se produire :

- A.S.I. sans isolement galvanique entre entrées et sorties
- A.S.I. avec isolement galvanique entre entrées et sorties.

L'isolement galvanique peut être obtenu par des transformateurs à enroulements séparés soit à l'entrée soit à la sortie de l'A.S.I.



Configuration d'une A.S.I. et emplacement des transformateurs éventuels nécessaires pour l'adaptation de tension et/ou l'isolement galvanique

A.S.I. sans isolement galvanique

2 cas sont à envisager

Cette configuration existe chaque fois que les chaînes ou le by-pass sont à liaison directe ou ne comportent qu'un auto-transformateur entre les installations amont et aval. Il faut alors considérer deux cas d'absence de tension :

- sans interruption des circuits qui assurent la continuité du neutre de l'installation d'alimentation
- avec interruption de circuit provoquant la coupure de neutre dans l'installation d'alimentation.

Absence de tension sans interruption des circuits qui assurent la continuité du neutre de l'installation d'alimentation

Dans ce premier cas, le schéma des liaisons à la terre initial est maintenu et certains dispositifs de protection de l'installation d'utilisation (amont) peuvent être utilisés pour la protection de l'installation d'utilisation (aval).

Absence de tension avec interruption de circuit provoquant la coupure de neutre dans l'installation d'alimentation générale

Dans ce deuxième cas, pendant la période de coupure du neutre, il convient de :

- reconstituer provisoirement le schéma de liaison à la terre du neutre en aval de l'ASI, et selon la "position du neutre par rapport à la terre" de mettre en service des dispositifs de contrôle
- prendre les dispositions destinées à assurer le contrôle des circuits CC si besoin est (voir page suivante).

Conséquence pour le schéma IT

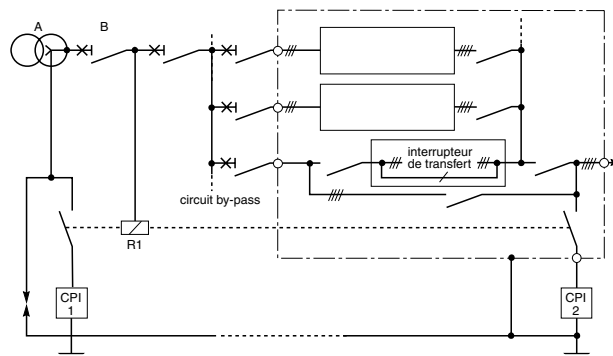
Sans isolement galvanique à l'entrée des onduleurs et sur le réseau secours et "by-pass", le CPI 1 placé à l'origine de l'installation contrôle tout, y compris l'aval des onduleurs du fait de la non-coupure du neutre au niveau de l'interrupteur de transfert ou du by-pass lorsque cet interrupteur est fermé. En cas de disparition de la tension sur les entrées en amont de l'ASI ou de l'ouverture du disjoncteur B, le CPI 1 a son injection coupée par le contact du relais R1 et le CPI 2 en aval des onduleurs a son injection activée grâce au contact du relais R1. Le CPI 2 contrôle l'isolement de l'aval des ASI et, par le neutre non coupé au niveau de l'interrupteur de transfert, l'amont des ASI.

En cas de maintenance le by-pass est fermé et le CPI 2 contrôlera aussi l'amont des ASI. L'isolement des batteries des ASI ne sera contrôlé par les CPI 1 ou CPI 2 que si les entrées des ASI sont dépourvues de transformateur.

Dans le cas où les CPI 1 ou CPI 2 ne peuvent pas contrôler l'isolement des batteries, il est possible d'installer un CPI sur la batterie, mais il ne faut pas que ce dernier fasse redondance avec CPI 1 ou CPI 2.

Notes :

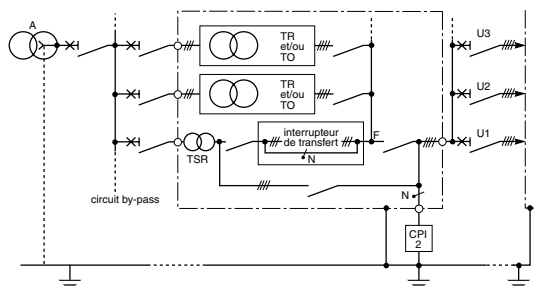
- le CPI 2 doit être raccordé de telle manière que son fonctionnement soit assuré, même pendant la maintenance d'une des chaînes en parallèle
- le CPI 2, lorsqu'il est en service, surveille alors l'ensemble des installations aval et amont, jusqu'aux organes de coupure ouverts de l'amont
- en pratique, les chaînes redresseur-onduleur sont identiques et comportent très souvent au moins un transformateur d'isolement, TR, TO, ou les deux. Aussi la mise en service du CPI 2 ne dépend que de l'absence de tension en amont du by-pass et son contrôle s'étend alors à l'installation amont sauf quand il y a ouverture d'un appareil de coupure sur le by-pass.



Dispositifs de protection des personnes dans une installation comportant une A.S.I. sans isolement galvanique

Schéma de liaison à la terre IT

Emploi des C.P.I. avec des alimentations sans interruption (A.S.I.)



A.S.I. avec isolement galvanique

Les schémas de liaison à la terre amont et aval peuvent être distincts ou non. La séparation galvanique est nécessaire chaque fois que les conditions de fonctionnement de l'aval ne sont pas compatibles avec le schéma de liaison à la terre de l'amont, et inversement. Elle est assurée par des transformateurs à enroulements séparés placés dans chacune des voies redresseur / onduleur (TR ou TO) et dans le by-pass (TSR) ou par un transformateur à enroulement séparé placé en aval de l'ASI.

Nota :

SLT amont avec neutre à la terre et SLT aval en neutre impédant

Le CPI 2 contrôle l'isolement de l'utilisation sortie onduleur, mais aussi l'isolement du réseau aval par le neutre non coupé de l'interrupteur de transfert de l'onduleur (contacteur statique).

Ceci impose l'utilisation d'un transformateur (TSR : Transformateur Source de Remplacement) dans la branche de l'entrée «réseau secours» du ou des onduleurs

Surveillance de l'isolement du circuit courant continu et de la batterie

Seul un CPI à balance Voltmétrique (TR5A) permet de contrôler l'isolement de cette zone

Remarque :

les transformateurs TR et TO sont obligatoires.

Utilisation d'un C.P.I. à injection de courant à basse fréquence (2,5 Hz)

Son principe : il applique une source de tension alternative basse fréquence entre une des polarités des circuits CC et la terre ; l'apparition d'un défaut d'isolement sur les circuits CC fait circuler un courant qui est détecté par les circuits de mesure (Vigilohm XM200 par exemple).

Ces contrôleurs qui surveillent aussi bien les réseaux à courants alternatifs mixtes et continus, permettent aussi la recherche des défauts d'isolement (Vigilohm System XM200) ; ils sont donc préconisés si :

- il existe un véritable réseau courant continu (plusieurs utilisateurs)
- il n'y a pas isolement galvanique entre la batterie et l'installation aval à l'ASI (cas rare).

Interaction entre les dispositifs de contrôle des circuits courant continu et ceux des installations amont et aval

Cette interaction est directement liée au schéma de l'ASI.

Elle dépend en particulier :

- de la présence ou non d'un contacteur statique
- du nombre d'ASI, une seule ou plusieurs en redondance passive ou active
- de la présence ou non de transformateur d'isolement galvanique TR ou TO.

Cette interaction est directement dépendante des dispositifs de protection choisis et du schéma de liaison du neutre des installations amont et aval. On peut avoir :

Interaction totale

Par exemple le dispositif de protection amont surveille également les circuits à courant continu.

Interaction partielle

■ entre deux CPI :

comme sur les circuits en alternatif, deux appareils de même type raccordés sur deux installations non séparées électriquement se perturbent mutuellement. Il faut donc empêcher cette éventualité avec un relais par exemple tel que R1

■ entre un CPI à injection et un CPI à balance voltmétrique :

un CPI à injection de courant continu ou basse fréquence mesure la résistance interne ($R/2$) d'un dispositif à balance voltmétrique. Placés de part et d'autre d'un convertisseur de puissance (redresseur ou onduleur) sans isolement galvanique, la perturbation de l'un par l'autre sera directement dépendante du taux de conduction des semi-conducteurs du convertisseur.

Interaction nulle

- s'il y a isolement galvanique entre la batterie et les installations (en alternatif) amont et aval
- entre CPI et DDR ou disjoncteur.

Règles

- l'injection continue ou alternative d'un CPI ne peut pas passer à travers un transformateur.
- gérer les exclusions de CPI lorsqu'il y a plusieurs CPI sur une même installation (sauf Vigilohm System avec les interfaces).
- l'injection continue n'est pas opérationnelle sur du continu.
- l'injection d'un CPI ne peut pas provoquer des réactions de dispositifs DDR ou disjoncteur.

Schéma de liaison à la terre IT

Longueurs maximales des canalisations

K255
7i

Longueurs maximales (en mètres) des canalisations en schéma IT protégées contre les contacts indirects par des disjoncteurs.

Facteurs de correction à appliquer aux longueurs données par les tableaux 23 à 44

	Sphase S _{PE}		1	2	3	4
réseaux triphasés 400 V ⁽¹⁾	câble	neutre non distribué	1	0,67	0,5	0,4
	cuivre	neutre distribué		0,6	0,4	0,3
	câble	neutre non distribué	0,62	0,41	0,31	0,25
	aluminium	neutre distribué		0,37	0,25	0,19

(1) Pour les réseaux 237 V entre phases, appliquer, en plus le coefficient 0,57.
Pour les réseaux 237 V monophasés (entre phase et neutre), ne pas appliquer ce coefficient supplémentaire.

P25M

Réseau triphasé en 400 V, câble cuivre,
Sph = S_{PE}, U_L = 50 V
en schéma IT, neutre non distribué.

Sphases mm ²	calibre (A)													
	0,16	0,24	0,4	0,6	1	1,6	2,4	4	6	10	16	20	25	
1,5			905	603	362	226	151	90	60	36	22	18	14	
2,5				1006	603	377	251	151	100	60	37	30	24	
4					966	603	402	241	161	96	60	48	38	
5 (2 x 2,5)						754	503	302	201	120	75	60	48	

C60N/L, C120N/H

Courbe B

Réseau triphasé en 400 V, câble cuivre,
Sph = S_{PE}, U_L = 50 V
en schéma IT, neutre non distribué.

Sphases mm ²	calibre (A)													
	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100				
1,5	104	65	52	42	33	26	21	17	13	10				
2,5	174	109	87	70	54	43	35	28	22	17				
4	278	174	139	111	87	70	56	44	35	28				
6	417	261	209	167	130	104	83	66	52	42				
10	696	435	348	278	217	174	139	110	87	70				
16		696	556	445	348	278	223	177	139	111				
25			870	696	543	435	340	276	217	174				
35					761	608	487	386	304	243				
50						870	695	552	435	348				

C60a/N/H/L, C120N/H, NG125N/L

Courbe C

Réseau triphasé en 400 V, câble cuivre,
Sph = S_{PE}, U_L = 50 V
en schéma IT, neutre non distribué.

Sphases mm ²	calibre (A)																			
	1	2	3	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125				
1,5	522	261	174	130	87	52	33	26	21	16	13	10	8	7	5	4				
2,5	870	435	290	217	145	87	54	43	36	27	22	17	14	11	8	7				
4		696	464	348	232	139	87	70	56	43	35	28	22	17	14	11				
6			696	522	348	209	130	104	83	65	52	42	33	26	21	17				
10				870	580	348	217	174	129	109	87	70	55	43	35	28				
16					556	348	278	223	174	139	111	88	70	55	44					
25					870	543	435	348	272	217	174	138	109	87	69					
35						761	609	487	380	304	243	193	152	122	97					
50							870	696	543	435	348	276	217	174	139					

C60N, C120N/H, NG125N/L

Courbe D C60L Courbe K

Réseau triphasé en 400 V, câble cuivre,
Sph = S_{PE}, U_L = 50 V
en schéma IT, neutre non distribué.

Sphases mm ²	calibre (A)																			
	1	2	3	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125				
1,5	373	186	124	93	62	37	23	19	15	12	9	7	6	5	4	3				
2,5	621	311	207	155	104	62	39	31	25	19	16	12	10	8	6	5				
4		497	331	248	166	99	62	50	40	31	25	20	16	12	10	8				
6			745	497	373	248	149	93	75	60	47	37	30	24	19	15	12			
10				828	621	414	248	155	124	99	78	62	50	39	31	25	20			
16					662	397	248	199	159	124	99	79	63	50	40	32				
25						621	388	311	248	194	155	124	99	78	62	50				
35						870	543	435	348	272	217	174	138	109	87	70				
50							776	621	497	388	311	248	197	155	124	100				

C60LMA, NG125LMA

Courbe MA

Réseau triphasé en 400 V, câble cuivre, Sph = S_{PE},
U_L = 50 V
en schéma IT, neutre non distribué.

Sphases mm ²	calibre (A)																			
	1,6	2,5	4	6,3	10	12,5	16	25	40	63	80									
1,5	87	87	87	58	36	29	23	14	9	5	4									
2,5	145	145	145	96	60	48	38	24	15	9	7									
4	232	232	232	154	96	77	61	38	24	15	12									
6			348	348	232	145	116	91	58	36	23	18								
10				579	386	241	193	152	96	60	38	30								
16					618	386	309	244	154	96	61	48								
25						604	483	381	241	151	96	75								
35						845	676	534	338	211	135	105								
50								763	483	302	193	151								

Dans ces tableaux :

■ il est tenu compte de l'influence des réactances des conducteurs pour les fortes sections, en augmentant la résistance de :

- 15% pour S = 150 mm²
- 20% pour S = 185 mm²
- 25% pour S = 240 mm²
- 30% pour S = 300 mm²

■ 0,023 Ω mm²/m (Cu) = 0,037 Ω mm²/m (Alu)

■ le fonctionnement du magnétique est garanti pour I_m ± 20 %. Les calculs ont été effectués dans le cas le plus défavorable soit pour I_m + 20 %.

Schéma de liaison à la terre IT

Longueurs maximales des canalisations

Facteurs de correction à appliquer aux réseaux 400 V entre phases (1)

m = Sph/Spe		1	2	3	4
câble cuivre	neutre non distribué	1	0,67	0,5	0,4
	neutre distribué	0,6	0,4	0,3	0,24
câble alu	neutre non distribué	0,62	0,41	0,31	0,25
	neutre distribué	0,37	0,25	0,19	0,15

(1) Pour les réseaux 237 V entre phases, appliquer un coefficient 0,57 supplémentaire.
 Pour les réseaux 237 V monophasés (entre neutre et phase), ne pas appliquer ce coefficient supplémentaire.

NS80H-MA

Réseau triphasé 400 V, câble cuivre, Sph = Spe, $U_L = 50$ V
 en schéma IT, neutre non distribué.

Sphases (mm ²)	calibre (A)	2,5		6,3		12,5		25		50		80	
	In (A)	15	35	35	88	75	175	150	350	300	700	480	1120
	Im (A)	290	124	124	49	58	25	29	12	14	6	9	4
1,5		483	207	207	82	97	41	48	21	24	10	15	6
2,5		773	331	331	132	155	66	77	33	39	17	24	10
4		1159	497	497	198	232	99	116	50	58	25	36	16
6		1932	828	828	329	386	166	193	83	97	41	60	26
10		3092	1325	1325	527	618	265	309	132	155	66	97	41
16			2070	2070	823	966	414	483	207	242	104	151	65
25			2898	2898	1153	1353	580	676	290	338	145	211	91
35				4140	1647	1932	828	966	414	483	207	302	129
50					2305	2705	1159	1353	580	676	290	423	181
70													

NS100N/H/L

Déclencheur type TM-G

Réseau triphasé 400 V, mise au neutre, câble cuivre,
 Sph = Spe, $U_L = 50$ V en schéma IT, neutre non distribué.

Sphases (mm ²)	calibre (A)	16		25		40		63	
	In (A)	63	80	80	125	125	159	159	200
	Im (A)	69	54	54	35	35	58	58	73
1,5		115	91	91	58	58	93	93	116
2,5		184	145	145	93	93	139	139	172
4		276	217	217	139	139	232	232	289
6		460	362	362	232	232	371	371	458
10		736	580	580	371	371	580	580	725
16			906	906	580	580	812	812	1015
25			1268	1268	812	812	1159	1159	1440
35				1811	1159	1159	1623	1623	2000
50									
70									

NS100N/H/L

Déclencheur type MA

Réseau triphasé 400 V, câble cuivre, Sph = Spe, $U_L = 50$ V
 en schéma IT, neutre non distribué.

Sphases (mm ²)	calibre (A)	2,5		6,3		12,5		25		50		100	
	In (A)	15	35	35	88	75	175	150	350	300	700	600	1400
	Im (A)	290	124	124	49	58	25	29	12	14	6	9	3
1,5		483	207	207	82	97	41	48	21	24	10	12	5
2,5		773	331	331	132	155	66	77	33	39	17	19	8
4		1159	497	497	198	232	99	116	50	58	25	29	12
6		1932	828	828	329	386	166	193	83	97	41	48	21
10		3092	1325	1325	527	618	265	309	132	155	66	77	33
16			2070	2070	823	966	414	483	207	242	104	121	52
25			2898	2898	1153	1353	580	676	290	338	145	169	72
35				4140	1647	1932	828	966	414	483	207	242	104
50					2305	2705	1159	1353	580	676	290	338	145
70												459	197
95												580	248
120												630	270
150												744	319
185													

NS160 à NS630N/H/L

Déclencheur type MA

Réseau triphasé 400 V, câble cuivre, Sph = Spe, $U_L = 50$ V
 en schéma IT, neutre non distribué.

Sphases (mm ²)	calibre (A)	100		150		220		320		500	
	In (A)	600	1400	1200	1950	1760	2860	2560	4160	4000	6500
	Im (A)	7	3	4	2	2	2	2	1	1	1
1,5		12	5	6	4	4	3	3	2	2	1
2,5		19	8	10	6	7	4	5	3	3	2
4		29	12	14	9	10	6	7	4	4	3
6		48	21	24	15	16	10	11	7	7	4
10		77	33	39	24	26	16	18	11	12	7
16		121	52	60	37	41	25	28	17	18	11
25		169	72	84	52	58	35	40	24	25	16
35		241	104	121	74	82	51	57	35	36	22
50					104	115	71	79	49	51	31
70						156	96	108	66	69	42
95								136	84	87	54
120										94	58
150										111	68
185											

Dans ces tableaux :

■ il est tenu compte de l'influence des réactances des conducteurs pour les fortes sections, en augmentant la résistance de :

- 15% pour S = 150 mm²
- 20% pour S = 185 mm²
- 25% pour S = 240 mm²
- 30% pour S = 300 mm²

■ 0,023 Ω mm²/m (Cu) = 0,037 Ω mm²/m (Alu)

■ le fonctionnement du magnétique est garanti pour $I_m \pm 20$ %. Les calculs ont été effectués dans le cas le plus défavorable soit pour $I_m + 20$ %.

NSA160N

Déclencheur type TM-D

Réseau triphasé 400 V, mise au neutre, câble cuivre,
Sph = Spe, $U_L = 50$ V en schéma IT, neutre non distribué.

Sphases (mm ²)	calibre (A)					
	In (A)	63	80	100	125	160
	Im (A)	1000	1000	1000	1250	1250
1,5	4				3	3
2,5	7				6	6
4	12				9	9
6	17				14	14
10	29				23	23
16	46				37	37
25	72				58	58
35	101				81	81
50	145				116	116
70	203				162	162

NS100N/H/L

Déclencheur type TM-D

Réseau triphasé 400 V, mise au neutre, câble cuivre,
Sph = Spe, $U_L = 50$ V en schéma IT, neutre non distribué.

Sphases (mm ²)	calibre (A)						
	In (A)	16	25	40	63	80	100
	Im (A)	190	300	500	500	650	800
1,5	23		14	9	9	7	5
2,5	38		24	14	14	11	9
4	61		39	23	23	18	14
6	92		58	35	35	27	22
10	153		97	58	58	45	36
16	244		155	93	93	71	58
25			242	145	145	111	91
35			338	203	203	156	127
50				290	290	223	181
70					406	312	254
95						424	344

NS160N/H/L à NS250N/H/L

Déclencheur type TM-D

Réseau triphasé 400 V, mise au neutre, câble cuivre,
Sph = Spe, $U_L = 50$ V en schéma IT, neutre non distribué.

Sphases (mm ²)	calibre (A)							
	In (A)	80	100	125	160	200	250	
	Im (A)	1000	1250	1250	1250	1000	2000	1250 2500
1,5	4	3	3	3	3	4	2	3 2
2,5	7	6	6	6	6	7	4	6 3
4	12	9	9	9	9	12	6	9 5
6	17	14	14	14	14	17	9	14 7
10	29	23	23	23	23	29	14	23 12
16	46	37	37	37	37	46	23	37 19
25	72	58	58	58	58	72	36	58 29
35	101	81	81	81	81	101	51	81 41
50	145	116	116	116	116	145	72	116 58
70	203	162	162	162	162	203	101	162 81
95	273	220	220	220	220	275	138	220 110
120	348	278	278	278	278	348	174	278 139
150						378	189	302 151
185						446	223	357 178
240								445 222
300								535 267

Dans ces tableaux :

■ il est tenu compte de l'influence des réactances des conducteurs pour les fortes sections, en augmentant la résistance de :

- 15% pour S = 150 mm²
- 20% pour S = 185 mm²
- 25% pour S = 240 mm²
- 30% pour S = 300 mm²

■ 0,023 Ω mm²/m (Cu) = 0,037 Ω mm²/m (Alu)

■ le fonctionnement du magnétique est garanti pour $I_m \pm 20$ %. Les calculs ont été effectués dans le cas le plus défavorable soit pour $I_m + 20$ %.

Schéma de liaison à la terre IT

Longueurs maximales
des canalisations

NS100N/H/L à NS250N/H/L

Déclencheur STR22SE/GE

Réseau triphasé 400 V, câble cuivre, Sph = Spe, $U_L = 50$ V
en schéma IT, neutre non distribué.

Les valeurs de seuil court retard indiquées pour chaque
déclencheur correspondent à :

$I_r = 0,4$ et $1 \times I_n$

$I_m = 2, 5$ et $10 \times I_r$.

Exemple

Pour un déclencheur STR22SE 100 A :

■ $I_r = 0,4 \times 100 = 40$ A

□ $I_m = 2 \times 40 = 80$ A

□ $I_m = 5 \times 40 = 200$ A

□ $I_m = 10 \times 40 = 400$ A

■ $I_r = 1 \times 100 = 100$ A

□ $I_m = 2 \times 100 = 200$ A

□ $I_m = 5 \times 100 = 500$ A

□ $I_m = 10 \times 100 = 1000$ A.

I_m (A)	32	80	160	200	400	500	1000
STR22SE 40 A	■	■	■	■	■		
STR22SE 100 A		■		■	■	■	■
Sphases (mm ²)							
1,5	142	54	28	23	11	9	5
2,5	236	91	47	38	19	15	8
4	378	145	76	60	30	24	12
6	567	217	113	91	45	36	18
10	945	362	189	151	76	60	30
16	1512	580	302	242	121	97	48
25	2363	906	473	378	189	151	76
35	3308	1268	662	529	265	212	106
50	4726	1811	945	756	378	302	151
70		2536	1323	1059	529	423	212
95		3442	1796	1437	718	575	287
120		4348	2268	1815	907	726	363
150			2465	1972	986	789	394
185			2914	2331	1165	932	466
240			3629	2903	1452	1161	580
300			4362	3490	1745	1396	698

I_m (A)	128	200	320	500	640	800	1000	1250	1600	2500
STR22SE 160 A	■		■		■	■			■	
STR22SE 250 A		■	■	■	■	■	■	■		■
Sphases (mm ²)										
1,5	35	23	14	9	7	6	5	4	3	2
2,5	59	38	24	15	12	9	8	6	5	3
4	94	60	38	24	19	15	12	10	8	5
6	141	91	57	36	28	23	18	15	11	7
10	236	151	95	60	47	38	30	24	19	12
16	377	242	151	97	76	60	48	39	30	19
25	589	378	236	151	118	95	76	60	47	30
35	825	529	331	212	165	132	106	85	66	42
50	1179	756	473	302	236	189	151	121	95	60
70	1651	1059	661	423	331	265	212	169	132	85
95	2240	1437	898	575	449	359	287	230	180	115
120	2830	1815	1134	726	567	454	363	290	227	145
150	3082	1972	1232	789	616	493	394	315	246	157
185	3642	2331	1757	932	728	582	466	373	291	186
240		2903	1814	1161	907	726	580	464	363	232
300		3490	2181	1396	1090	872	698	558	436	279

NS400N/H/L à NS630N/H/L

Déclencheur STR23SE/STR53UE

Réseau triphasé 400 V, câble cuivre, Sph = Spe, $U_L = 50$ V
en schéma IT, neutre non distribué.

Les valeurs de seuil court retard indiquées pour chaque
déclencheur correspondent à :

$I_r = 0,4$, $0,63$ et $1 \times I_n$

$I_m = 2, 5$ et $10 \times I_r$.

I_m (A)	320	504	800	1250	1600	2000	2500	3150	4000	6300
déclencheurs STR23SE / STR53UE										
NS400	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
NS630	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Sphases (mm ²)										
35	331	210	132	85	66	53	42	34	26	17
50	473	300	189	121	95	76	60	49	38	24
70	662	420	265	169	132	106	85	68	53	34
95	898	570	359	230	180	144	115	93	72	46
120	1134	720	454	290	227	181	145	117	91	58
150	1233	782	493	315	246	197	158	125	98	62
185	1457	925	583	373	291	233	186	148	116	74
240	1814	1152	726	464	363	290	232	184	145	92
300	2181	1385	872	558	436	349	279	221	174	111

Dans ces tableaux :

■ il est tenu compte de l'influence des réactances des conducteurs pour les fortes sections, en augmentant la résistance de :

□ 15% pour $S = 150$ mm²

□ 20% pour $S = 185$ mm²

□ 25% pour $S = 240$ mm²

□ 30% pour $S = 300$ mm²

■ $0,023 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ (Cu) = $0,037 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ (Alu)

■ le fonctionnement du magnétique est garanti pour $I_m \pm 15\%$. Les calculs ont été effectués dans le cas le plus défavorable soit pour $I_m + 15\%$.

NS100N/H/L à NS250N/H/L

Déclencheur STR22ME

Réseau triphasé 400 V, câble cuivre, $S_{ph} = S_{pe}$, $U_L = 50$ V en schéma IT, neutre non distribué.

Les valeurs de seuil court retard indiquées pour chaque déclencheur sont encadrées par les valeurs maxi et mini de I_r correspondantes à :

$$I_r = 0,6 \text{ et } 1 \times I_n$$

$$I_m = 13 \times I_r.$$

I_m	312	390	520	611	715	780	1040	1300
STR22ME 40 A	■		■					
STR22ME 50 A		■		■				
STR22ME 80 A				■	■		■	
STR22ME 100 A						■		■
Sphases (mm ²)								
1,5	15	11	9	7	6	6	4	3
2,5	24	19	15	12	11	18	7	6
4	39	30	23	20	17	16	12	9
6	58	46	35	30	25	23	17	14
10	97	76	58	49	42	39	29	23
16	155	121	93	79	68	62	47	37
25	242	190	145	124	106	97	73	58
35	339	265	204	173	148	136	102	81
50	485	379	291	247	212	194	145	116
70	679	531	407	346	296	271	204	163
95	921	721	553	470	402	368	276	221
120	1163	910	698	594	508	465	349	279
150	1264	1011	758	645	551	505	379	303
185		1195	896	763	652	597	448	358
240			1116	950	812	744	558	446
300			1342	1142	976	894	671	537

I_m	1170	1716	1950	2860
STR22ME 150 A	■	■	■	
STR22ME 220 A		■	■	■
Sphases (mm ²)				
1,5	4	3	2	2
2,5	6	4	4	3
4	10	7	6	4
6	16	11	9	6
10	26	18	16	11
16	41	28	25	17
25	65	44	39	26
35	90	62	54	37
50	129	88	78	53
70	181	123	109	74
95	246	167	147	100
120	310	211	186	127
150	337	239	202	138
185	398	271	239	163
240	496	338	297	203
300	596	406	358	244

NS400N/H/L à NS630N/H/L

Déclencheur STR43ME

Réseau triphasé 400 V, câble cuivre, $S_{ph} = S_{pe}$, $U_L = 50$ V en schéma IT, neutre non distribué.

$$I_r = 0,6 \text{ et } 1 \times I_n$$

$$I_m = 13 \times I_r.$$

I_m	2496	3900	5330	6500
STR43ME 320 A	■	■		
STR43ME 500 A		■	■	■
Sphases (mm ²)				
35	42	27	20	16
50	61	39	28	23
70	85	54	40	33
95	115	74	54	44
120	145	93	62	56
150	158	101	74	60
185	187	119	87	71
240	232	149	109	89
300	279	179	131	107

Dans ces tableaux :

■ il est tenu compte de l'influence des réactances des conducteurs pour les fortes sections, en augmentant la résistance de :

□ 15% pour $S = 150$ mm²

□ 20% pour $S = 185$ mm²

□ 25% pour $S = 240$ mm²

□ 30% pour $S = 300$ mm²

■ 0,023 Ω mm²/m (Cu) = 0,037 Ω mm²/m (Alu)

■ le fonctionnement du magnétique est garanti pour $I_m \pm 15$ %. Les calculs ont été effectués dans le cas le plus défavorable soit pour $I_m + 15$ %.

Schéma de liaison à la terre IT

Longueurs maximales des canalisations

NS800N/H/L

Déclencheurs électroniques type

Micrologic 2.0A - 5.0A - 7.0A

Réseau tri 400 V, câble cuivre, $S_{ph} = S_{PE}$, $U_L = 50$ V
en schéma IT, neutre non distribué.

	Ir = 0,4 (320 A)		Ir = 0,5 (400 A)		Ir = 0,63 (500 A)		Ir = 0,8 (640 A)		Ir = 1 (800 A)	
I magn. (A)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)
Sphases (mm²)	480	3200	600	4000	750	5000	940	6400	1200	8000
25	158	24	126	19	101	15	80	12	63	9
35	221	33	176	26	141	21	113	17	88	13
50	315	47	252	38	202	30	161	24	126	19
70	441	66	353	53	282	42	225	33	176	26
95	599	90	479	72	383	57	306	45	239	36
120	756	113	605	91	484	73	386	57	302	45
150	822	123	657	98	526	79	419	61	328	49
185	971	145	777	116	621	93	496	73	388	58
240	1209	181	968	145	774	116	617	90	484	79
300	1454	218	1163	174	930	139	738	109	581	87

NS1000N/H/L

Déclencheurs électroniques type

Micrologic 2.0A - 5.0A - 7.0A

Réseau tri 400 V, câble cuivre, $S_{ph} = S_{PE}$, $U_L = 50$ V
en schéma IT, neutre non distribué.

	Ir = 0,4 (400 A)		Ir = 0,5 (500 A)		Ir = 0,63 (630 A)		Ir = 0,8 (800 A)		Ir = 1 (1000 A)	
I magn. (A)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)
Sphases (mm²)	600	4000	750	5000	945	6300	1200	8000	1500	10000
25	126	19	101	15	80	12	63	9	50	5
35	176	26	141	21	112	17	88	13	71	11
50	252	38	202	30	160	24	126	19	101	15
70	353	53	282	42	224	34	176	26	141	21
95	479	72	383	57	304	46	239	36	192	29
120	605	91	484	73	384	58	302	45	242	36
150	657	98	526	79	417	62	328	49	263	39
185	777	116	621	93	493	74	388	58	310	46
240	967	145	774	116	614	92	484	72	387	58
300	1163	174	930	139	738	110	581	87	465	69

NS1250N/H

Déclencheurs électroniques type

Micrologic 2.0A - 5.0A - 7.0A

Réseau tri 400 V, câble cuivre, $S_{ph} = S_{PE}$, $U_L = 50$ V
en schéma IT, neutre non distribué.

	Ir = 0,4 (500 A)		Ir = 0,5 (625 A)		Ir = 0,63 (787,5 A)		Ir = 0,8 (1000 A)		Ir = 1 (1250 A)	
I magn. (A)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)	mini (1,5 Ir)	maxi (10 Ir)
Sphases (mm²)	750	5000	937	6250	1181	7875	1500	10000	1875	12500
35	141	21	113	17	90	13	71	11	56	8
50	202	30	161	24	128	19	101	15	81	12
70	282	42	226	34	179	27	141	21	113	17
95	383	57	307	46	243	36	192	29	153	23
120	484	73	387	58	307	46	242	36	194	29
150	526	79	421	63	334	50	263	39	210	31
185	621	93	497	74	394	59	310	46	248	37
240	774	116	619	93	491	73	387	58	309	46
300	930	139	745	111	591	88	465	69	372	55

Dans ces tableaux :

■ il est tenu compte de l'influence des réactances des conducteurs pour les fortes sections, en augmentant la résistance de :

- 15% pour $S = 150$ mm²
- 20% pour $S = 185$ mm²
- 25% pour $S = 240$ mm²
- 30% pour $S = 300$ mm²

■ $0,023 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ (Cu) = $0,037 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ (Alu)

■ le fonctionnement du magnétique est garanti pour $I_m \pm 15$ %. Les calculs ont été effectués dans le cas le plus défavorable soit pour $I_m + 15$ %.