

Ok pour la norme, mais je cherche l'explication "électrique"

531 Dispositifs de protection contre les courants de défaut.....page 231

531.2.4 Mise en œuvre selon le schéma de liaison à la terre.....page 234

531.2.4.1 Schéma TN

- Si, pour certains circuits terminaux, les temps de coupure maximaux du **tableau 41A**, ne peuvent être respectés par les dispositifs de protection contre les surintensités de ces circuits, ces derniers peuvent être protégés par un dispositif de protection à **courant différentiel-résiduel**. Sauf contrainte particulière de sélectivité, plusieurs circuits peuvent être protégés par le même dispositif.
- Si certaines masses d'une installation sont reliées à une prise de terre locale électriquement distincte de celle du schéma TN, la partie d'installation correspondante doit être considérée comme une installation en schéma TT, et la protection en cas de défaut doit être assurée par des dispositifs à courant différentiel-résiduel, selon les règles s'appliquant au schéma TT.

La valeur de la résistance de la prise de terre locale et le plus grand courant différentiel-résiduel assigné des dispositifs installés doivent satisfaire à la condition de 411.5.3. (page 73)

411.3.2.2 Selon la tension nominale entre phase et neutre U_0 , le temps de coupure maximal du tableau 41A doit être appliqué à tous les circuits terminaux.

Tableau 41A - Temps de coupure maximal (en secondes) pour les circuits terminaux

Temps de coupure (s)	$50\text{ V} < U_0 \leq 120\text{ V}$		$120\text{ V} < U_0 \leq 230\text{ V}$		$230\text{ V} < U_0 \leq 400\text{ V}$		$U_0 > 400\text{ V}$	
	alternatif	continu	alternatif	continu	alternatif	continu	Alternatif	continu
Schéma TN ou IT	0,8	5	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1
Schéma TT	0,3	5	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1

NOTE - Le courant continu lisse est défini conventionnellement par un taux d'ondulation non supérieur à 10 % valeur efficace; la valeur maximale de crête n'est pas supérieure à 140 V pour une tension nominale de 120 V en courant continu lisse et 70 V pour une tension nominale de 60 V en courant continu lisse.

Guide de l'Installation Electrique 2017_schneider page F14

3.3 Coupure automatique en schéma TN

F - Protection contre les chocs et incendies électriques

3.3.5 Protection au moyen de DDR sur des circuits en schéma TN-S (ou sur la partie TN-S d'un schéma TN-C-S)

L'utilisation de DDR n'est possible qu'en schéma TN-S ou TN-C-S et est interdite en schéma TN-C (norme CEI 60364-4-41 §411.4.5).

En schéma TN-C-S, l'utilisation d'un DDR signifie, bien évidemment, que le conducteur de protection (PE) et le conducteur neutre (N) sont séparés en amont du dispositif. Cette séparation est généralement réalisée au point d'entrée du bâtiment.

Les DDR peuvent être utilisés lorsque :

- l'impédance de boucle ne peut être précisément déterminée (difficulté pour estimer les longueurs de câble, éloignement du conducteur (PE) et/ou interposition d'éléments ferromagnétiques dans la boucle).
- le courant de défaut est trop faible pour que le temps de coupure des dispositifs de protection contre les surintensités respecte le temps maximal de coupure spécifié en schéma TN (cf. Fig. F13).
Les sensibilités des DDR, de l'ordre de quelques milliampères à quelques ampères, sont très largement inférieures à l'intensité du courant de défaut.

De ce fait, les DDR [7] sont toujours parfaitement adaptés à la protection des personnes en schéma TN.

En pratique, les DDR sont souvent installés sur des circuits de distribution et, dans beaucoup de pays, les DDR assurent la protection des personnes des circuits terminaux.

[7] si certains DDR sont à déclenchement retardé, le réglage du temps de fonctionnement retardé de ces DDR doit respecter le temps maximal de coupure spécifié par la norme CEI 60364-4-41 (cf. Fig. F13).

http://fr.electrical-installation.org/frwiki/Coupure_automatique_en_sch%C3%A9ma_TN

Oui, je comprends mais comme je disais précédemment, souvent dans les installations existantes réelles il n'y a pas de V/J intégré au câble ou séparé.

D'ailleurs à quoi servirait le V/J dans la liaison 6 puisque finalement on est en schéma TT ? (un peu comme la liaison abonné / disjoncteur de branchement)

Dans quels cas peut-on ne pas tirer de vert/Jaune dans un câble d'alimentation ?

pour chaque protection il faut un conducteur de protection

NF C15-100

411.5 Schéma TT [page 72](#)

411.5.1 Toutes les masses protégées par un même dispositif de protection doivent être connectées à des conducteurs de protection reliés à une même prise de terre. Si plusieurs dispositifs de protection sont montés en série, cette prescription s'applique séparément à toutes les masses protégées par le même dispositif.

Généralement, le point de l'alimentation mis à la terre est le point neutre. Si le neutre n'existe pas ou n'est pas accessible, un conducteur actif doit être mis à la terre.

Les installations alimentées directement par un réseau de distribution publique à basse tension sont réalisées selon le schéma TT. Il est toutefois possible de réaliser une installation en schéma TN selon les indications de l'annexe D.

Guide de l'Installation Electrique 2017_schneider

http://fr.electrical-installation.org/frwiki/Raccordement_et_choix_des_conducteurs_de_protection

- [Raccordement et choix des conducteurs de protection](#)
- [Section des conducteurs de protection](#)
- [Conducteur de protection entre le transformateur MT/BT et le TGBT](#)
- [Conducteur d'équipotentialité](#)

Guide de l'Installation Electrique 2017_schneider page G46

6.1 Raccordement et choix des conducteurs de protection

Schéma TT

Un conducteur PE peut ne pas cheminer le long des conducteurs actifs de son circuit du fait que, avec ce schéma, les courants de défauts d'isolement sont dans ce cas de faibles valeurs et les seuils des dispositifs de protection (DDR) sont de très faibles valeurs.

Schéma IT et TN

Les conducteurs PE ou PEN, comme il a déjà été mentionné, doivent toujours cheminer le long des conducteurs actifs du circuit correspondant sans interposition d'éléments ferromagnétiques.

Schéma TN-C (neutre et conducteur de protection réunis en un seul conducteur : PEN), la fonction conducteur de protection PE est prioritaire et toutes les règles applicables à ce conducteur sont applicables au PEN. Un conducteur PEN doit toujours être raccordé à la borne de masse du récepteur (fonction PE) avec une boucle de connexion raccordée à la borne du neutre (cf. Fig. G55)

6 Les conducteurs de protection (PE)

6.1 Raccordement et choix des conducteurs de protection

La NFC 15-100 précise comment installer, choisir et dimensionner les conducteurs de protection.

Les conducteurs de protection (symbole PE), ou conducteurs PE, assurent les liaisons équipotentielles (interconnexion) entre toutes les masses des équipements d'une installation pour réaliser un réseau équipotentiel de protection. Les conducteurs PE assurent l'écoulement des courants de défaut à la terre dus à une rupture d'isolement entre une partie sous tension et une masse.

Les conducteurs PE sont raccordés à la borne principale de terre de l'installation.

La borne principale de terre est raccordée à la prise de terre au moyen du [conducteur de terre](#).

Les conducteurs PE doivent être :

- repérés par la double coloration vert-et-jaune lorsqu'ils sont isolés,
- protégés contre les risques mécaniques et chimiques.

Par ailleurs, en schémas IT et TN, il est fortement recommandé de faire cheminer le conducteur de protection dans les mêmes canalisations que les conducteurs actifs du circuit correspondant. Cette disposition garantit une valeur minimale de la réactance de la boucle de défaut à la terre. Il faut noter que cette disposition est naturellement réalisée dans le cas d'une distribution par canalisations électriques préfabriquées.

G46

6.1.1 Connexion

Les conducteurs de protection (symbole PE) doivent :

- ne pas comporter d'appareillage ou d'organe de coupure (coupe-circuit, disjoncteur, interrupteurs, relais, etc.),
- relier les masses en parallèle et non en série (voir [Figure G54](#)),
- avoir une borne de connexion pour chaque conducteur PE dans les tableaux.

Fig. G54
Une mauvaise connexion série des conducteurs PE laisse tous les récepteurs en aval sans protection

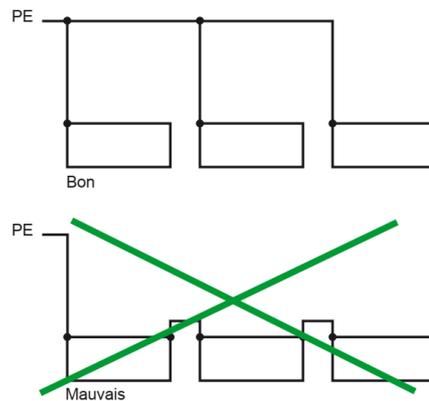


Schéma TT

Un conducteur PE peut ne pas cheminer le long des conducteurs actifs de son circuit du fait que, avec ce schéma, les courants de défauts d'isolement sont dans ce cas de faibles valeurs et les seuils des dispositifs de protection (DDR) sont de très faibles valeurs.

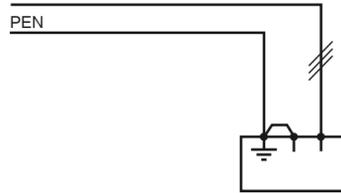
Schéma IT et TN

Les conducteurs PE ou PEN, comme il a déjà été mentionné, doivent toujours cheminer le long des conducteurs actifs du circuit correspondant sans interposition d'éléments ferromagnétiques.

- Schéma TN-C (neutre et conducteur de protection réunis en un seul conducteur : PEN), la fonction conducteur de protection PE est prioritaire et toutes les règles applicables à ce conducteur sont applicables au PEN. Un conducteur PEN doit toujours être raccordé à la borne de masse du récepteur (fonction PE) avec une boucle de connexion raccordée à la borne du neutre (cf. [Fig. G55](#)).

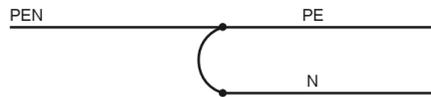
6 Les conducteurs de protection (PE)

Fig. G55
Raccordement du PEN à la borne de masse du récepteur



- Passage du schéma TN-C au schéma TN-S.
Le conducteur PE est raccordé à la borne ou à la barre PEN (cf. **Fig. G56**) (généralement à l'origine de l'installation). En aval de ce point de séparation, il est interdit de raccorder de nouveau un conducteur neutre et un conducteur PE.

Fig. G56
Schéma TN-C-S



G47

6.1.2 Type de conducteurs de protection

Les éléments métalliques mentionnés dans le tableau de la **Figure G57** ci-dessous peuvent être utilisés comme conducteurs de protection, mais en respectant les conditions de mise en œuvre qui y sont précisées.

Fig. G57
Choix du conducteur de protection

Type de conducteur de protection		Schéma IT	Schéma TN	Schéma TT	Condition de mise en œuvre
Conducteur supplémentaire	Appartenant au même câble que les phases ou empruntant la même canalisation	Fortement recommandé	Fortement recommandé	Bon	Le conducteur de protection doit être isolé de la même manière que les phases
	Indépendant des conducteurs de phase	Possible ^[a]	Possible ^{[a][b]}	Bon	<ul style="list-style-type: none"> ● Le conducteur de protection peut être nu ou isolé^[b] ● La continuité électrique doit être assurée de façon à être protégée contre les détériorations mécaniques, chimiques et électrochimiques ● Leur conductibilité doit être suffisante
Enveloppe métallique d'une canalisation préfabriquée ou d'une autre gaine préfabriquée précâblée ^[e]		Possible ^[c]	PE possible ^[c] PEN possible ^[b]	Bon	
Gaine extérieure des conducteurs blindés à isolant minéral (par exemple câbles de sécurité incendie isolé au Pyroténax)		Possible ^[c]	PE possible ^[c] PEN déconseillé ^{[b][c]}	Possible	
Certains éléments conducteurs ^[i] tels que <ul style="list-style-type: none"> ● Charpentes ● Bâti de machines ● Conduites d'eau^[a] 		Possible ^[d] PEN interdit	PE possible ^[d]	Possible	
Chemins de câbles métalliques, tels que : conduits ^[h] , gaines, canalisations, tablettes, échelles, etc.		Possible ^[d]	PE possible ^[d] PEN déconseillé ^{[b][d]}	Possible	

Sont interdits : les conduits métalliques^[i], les canalisations de gaz et de chauffage, les armures de câbles, les tresses de blindage des câbles^[i].

[a] En schémas TN et IT, l'élimination des défauts d'isolement est généralement assurée par les dispositifs de protection contre les surintensités (disjoncteurs ou fusibles) et l'impédance des boucles de défaut doit être aussi faible que possible. Le meilleur moyen pour arriver à ce résultat est encore d'utiliser comme conducteur de protection un conducteur supplémentaire appartenant au même câble (ou empruntant la même canalisation que les phases). Cette solution minimise la réactance de la boucle et de ce fait son impédance.

[b] Le conducteur PEN est à la fois un conducteur neutre et un conducteur de protection (PE). Cela signifie qu'il peut être parcouru en permanence par des courants (en l'absence de courant de défaut). De ce fait, il est recommandé que le conducteur PEN soit isolé.

[c] Le constructeur indique les valeurs des composantes R et X des impédances nécessaires (phase/PE, phase/PEN). Cela

6 Les conducteurs de protection (PE)

permet de s'assurer des conditions pour le calcul des composantes de boucle.

[d] Possible mais déconseillé car l'impédance des boucles de défaut ne peut pas être connue au moment de l'étude. Seules des mesures sur le site, une fois l'installation terminée, permettront de s'assurer de la protection des personnes

[e] Elle doit permettre le raccordement d'autres conducteurs de protection. **Attention** : ces éléments doivent comporter une indication visuelle individuelle vert-et-jaune de 15 à 100 mm de long (ou des lettres PE à moins de 15 cm de chaque extrémité).

[f] Ces éléments ne doivent pouvoir être démontés que s'il est prévu des mesures compensatrices pour assurer la continuité de protection.

[g] Sous réserve de l'accord du distributeur d'eau.

[h] Dans les canalisations préfabriquées et équipements similaires, l'enveloppe métallique peut être utilisée comme conducteur PEN, en parallèle avec la barre correspondante, ou un autre conducteur PE dans l'enveloppe (cf. guide France C15-107 Fig.1).

[i] Interdit seulement dans quelques pays. Universellement utilisé comme conducteur supplémentaire d'équipotentialité.

6.2 Section des conducteurs de protection

Le tableau de la Figure G58 indique :

- la formule de calcul de la section d'un conducteur PE ou PEN par la méthode adiabatique,
- les valeurs de la section d'un conducteur PE ou PEN en fonction de la section des conducteurs de phase (méthode simple).

G48

Fig. G58
Sections minimales des conducteurs de protection (d'après tableau 54-3 de la norme CEI 60364-5-54)

	Section des conducteurs de phase S _{ph} (mm ²)	Section du conducteur PE (mm ²)	Section du conducteur PEN (mm ²)	
			Cu	Al
Méthode adiabatique	Quelconque	$S_{PE/PEN} = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t_{c[d]}}}{k}$		
Méthode simple ^[a]	S _{ph} ≤ 16	S _{ph} ^[b]	S _{ph} ^[c]	S _{ph} ^[c]
	16 < S _{ph} ≤ 25	16	16	25
	25 < S _{ph} ≤ 35	S _{ph} / 2	S _{ph} / 2	
	35 < S _{ph} ≤ 50			
	S _{ph} > 50		S _{ph} / 2	S _{ph} / 2

[a] Valeurs dans le cas où le conducteur de protection est du même métal que celui des phases. Sinon un facteur de correction doit être appliqué.

[b] Lorsque le conducteur PE ne fait pas partie de la canalisation d'alimentation, les valeurs minimales suivantes doivent être respectées :

- 2,5 mm² si le PE a une protection mécanique,
- 4 mm² si le PE n'a pas de protection mécanique.

[c] Pour des raisons de tenue mécanique, un conducteur PEN doit avoir une section toujours ≥ 10 mm² en cuivre ou ≥ 16 mm² en aluminium.

[d] Voir le tableau de la Figure G53 pour l'utilisation de cette formule.

Deux méthodes peuvent être utilisées :

- méthode adiabatique (qui correspond avec celle décrite dans la norme CEI 60724 et NF C 15-100)

Cette méthode, bien qu'étant économique assure la qualité de la protection mais conduit à des sections minimales en général faibles par rapport à la section des phases. Ce résultat est souvent incompatible avec la nécessité en schéma IT ou TN de rendre aussi faibles que possibles les impédances des boucles de défaut, pour permettre un déclenchement sûr (instantané) des dispositifs de protection contre les surintensités. Cette méthode est en revanche couramment utilisée en schéma TT pour le calcul des sections des conducteurs de terre^[8].

- méthode simplifiée

Cette méthode est basée sur une section du conducteur PE rapportée à celles des conducteurs de phase du circuit correspondant, en faisant l'hypothèse que les conducteurs utilisés sont de même nature :

D'où la section du conducteur PE S_{PE} en fonction de la section des conducteurs de phase S_{ph} :

S _{ph} ≤ 16 mm ²	S _{PE} = S _{ph}
16 < S _{ph} ≤ 35 mm ²	S _{PE} = 16 mm ²
S _{ph} > 35 mm ²	S _{PE} = S _{ph} / 2

6 Les conducteurs de protection (PE)

Note : si dans un schéma TT, les prises de terre des utilisateurs sont en dehors de la zone d'influence de la prise de terre de la source (voir [Réalisation et mesure des prises de terre](#)), la section du conducteur de protection peut être limitée à 25 mm² (Cu) ou 35 mm² (Al).

Le neutre et le conducteur de protection ne peuvent être confondus que si la section du conducteur PEN est ≥ 10 mm² (Cu) ou ≥ 16 mm² (Al). Un conducteur PEN est également interdit en câble souple.

La section du PEN ne peut être inférieure à celle des phases que si :

- la puissance des récepteurs monophasés ne dépasse pas 10% de la puissance totale,
- I_{max} susceptible de parcourir le neutre en service normal est $< I$ admissible.

D'autre part, dans le cas d'un conducteur PEN, la protection doit être assurée obligatoirement par les dispositifs de protection contre les surintensités des conducteurs de phase (voir [Protection du conducteur neutre](#)).

6.2.1 Valeurs du coefficient k à retenir dans les formules

De nombreuses normes nationales y compris la NF-C 15-100 ont adopté les valeurs définies dans la CEI 60724 (dont l'objet est "Limites de température de court-circuit des câbles électriques de tensions assignées de 1 kV") pour :

- les valeurs du coefficient k,
- les limites de température admissibles pour les différentes natures d'isolants.

Les données du tableau de la **Figure G59** sont celles les plus couramment retenues pour la conception des installations BT.

G49

Fig. G59
Valeurs du coefficient k pour les conducteurs BT les plus couramment utilisés dans les normes nationales conformes à la norme CEI 60724 (à partir des tableaux A.54-2 à -5 de la norme CEI 60364-5-54 repris pour la France dans les tableaux A.54B à F de la NF C 15-100)

	Nature de l'isolant		
	Polychlorure de vinyle (PVC)	Polyéthylène réticulé (PR) Éthylène propylène (EPR)	
Température finale (°C)	160	250	
Température initiale (°C)	30	30	
Valeur de k			
Conducteurs isolés non incorporés aux câbles ou nus en contact avec le revêtement des câbles	Cuivre	143	176
	Aluminium	95	116
	Acier	52	64
Conducteurs constitutifs d'un câble multiconducteurs	Cuivre	115	143
	Aluminium	76	94

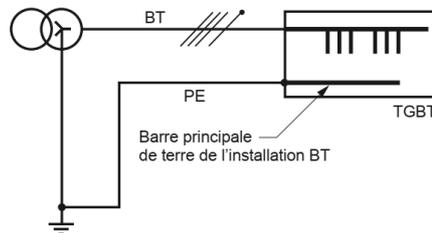
6.3 Conducteur de protection entre le transformateur MT/BT et le TGBT

Les conducteurs de phase et de neutre en amont du disjoncteur général d'arrivée du TGBT sont protégés au primaire du transformateur par les dispositifs de protection MT. Ces conducteurs ainsi que le conducteur PE, doivent être dimensionnés en conséquence.

Le dimensionnement des conducteurs de phase et de neutre à partir du transformateur est analysé dans l'exemple ([circuit C1](#) du schéma de la **Figure G64**).

Le tableau de la **Figure G61** indique les sections recommandées pour des conducteurs de protection PE nus et isolés entre le point neutre du transformateur et le TGBT (voir **Figure G60**). La puissance à considérer est la somme des puissances de tous les transformateurs (s'il y en a plusieurs) connectés au TGBT.

Fig. G60
Conducteur PE entre la mise à la terre du point neutre du transformateur et la borne principale de terre dans le TGBT



Le tableau de la **Figure G61** indique la section du conducteur de protection PE en fonction :

- de la puissance nominale des transformateurs MT/BT (P en kVA),

je parle par exemple de la cablette de terre de 35 mm² ou 29 mm² Cu qui chemine dans la tranchée le long du fourreau du câble d'alimentation.

Cette cablette doit être reliée aux terre des masses des 2 bâtiments ?

Elle interconnecte donc les masses.

Ca change quoi ?

difficile de comprendre cette installation sans un schéma du circuit de terre de l'ensemble des bâtiments.

voir la figure F45 prise de terre séparée

F - Protection contre les chocs et incendies électriques

6 Mise en oeuvre du schéma TN

Cas particulier où une masse ou un groupe de masses est relié à une prise de terre séparée

Protection contre les contacts indirects par DDR en tête de chaque groupe de masses relié à **une prise de terre distincte.**

La sensibilité doit être adaptée à la résistance RA_2 de la prise de terre.

En aval du DDR, le schéma de liaison à la terre ne peut être le TN-C (à remplacer par le TN-S) (RA_2 en Figure F45)

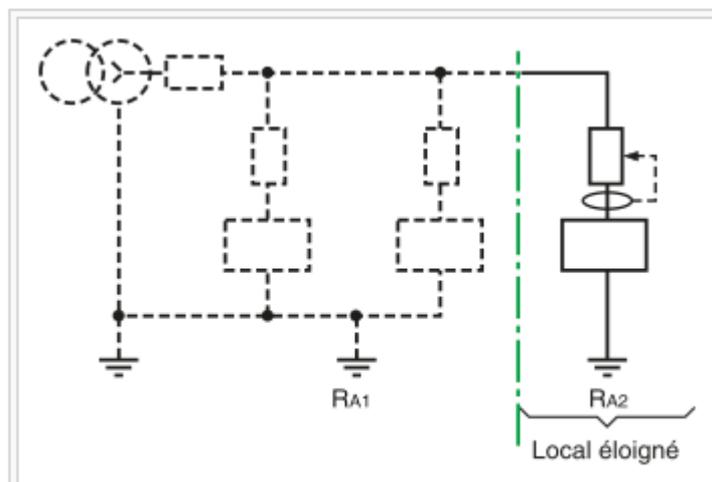


Fig. F45: Prise de terre séparée

Mise en oeuvre du schéma TN

- Conditions préalables
- Protection contre les contacts indirects
- Dispositif différentiel à haute sensibilité
- Prévention dans les locaux à risques d'incendie et d'explosion
- Cas où l'impédance de boucle est particulièrement élevée