

Les installations électriques non résidentielles

Les schémas de liaison à la terre

Guide pratique à l'usage des électriciens



partenaire de

TECNOLEC
Wallonie-Bruxelles



Ce guide a pour objectif de donner une approche pratique pour le choix et la réalisation des installations électriques basse tension en tenant compte du type de réseau de mise à la terre.

Il est destiné aux installateurs électriciens qui réalisent principalement des installations électriques non-résidentielles, tel que les PME, les bâtiments à usages publics, le secteur des commerces et Horéca, ...

Ce guide ne fournit pas tous les éléments pour concevoir et réaliser des installations électriques complexes telles que les grosses entreprises, des équipements électriques des machines industrielles. Pour ce faire, nous vous invitons à consulter les règles et normes en la matière.

Il donne un aperçu de ce que la réglementation actuelle exige et impose dans le choix du réseau de mise à la terre, pour que les installations électriques réalisées soient conformes aux règles de l'art. Il se veut pratique tout en donnant des explications de base nécessaires à la compréhension des divers schémas de liaison de terre rencontrés.

D'aucune manière que ce soit, ce guide ne remplace tous ou partie du texte réglementaire repris dans la législation, à savoir le R.G.I.E. Il y aura lieu de consulter ce dernier pour connaître plus d'éléments pour que les installations électriques soient conformes.

Bonne lecture

INTRODUCTION

C'est dans le souci de la protection des personnes contre les chocs par contacts indirects, que la notion de schéma de mise à la terre est née.

De nombreuses normes étrangères nous proposent déjà des solutions avec des appareils de protection tel que le dispositif de protection à courant différentiel résiduel, appelé communément « le différentiel ». Celui-ci pouvait être associé soit à l'interrupteur ou au disjoncteur de l'installation. Cet appareil est devenu incontournable dans les installations résidentielles, tant son efficacité a été démontrée au fil du temps.

Toutefois, le dispositif différentiel peut présenter quelques inconvénients lors de l'exploitation dans les installations non résidentielles.

- déclenchement intempestif à l'exploitation :
 - par des défauts d'isolation peu dangereux pour les personnes,
 - par retour de courant du point commun de récepteur triphasé, (résistance avec point commun mis à la masse)
 - par double défaut dans les circuits de commande de machines.
- non-déclenchement du dispositif:
 - dans les installations et circuits complètement isolés par rapport à la terre,
 - dans des conditions d'influence externe particulière, par exemple les sources électromagnétiques externes.
- Risque d'incendie :
 - Défaut d'isolement associé à un court-circuit,
 - Ouverture des pôles sur des surtensions.

En Belgique, depuis l'avènement du R.G.I.E. en octobre 1981, les installations de distributions BT et les installations électriques industrielles ont pu être réalisées sur base de techniques plus adaptées en fonction de leur exploitation.

L'article 68 du R.G.I.E impose d'assurer une protection contre les chocs électriques par contacts indirects dans les installations électriques BT :

- en évitant les défauts d'isolation par une construction sûre et une maintenance adéquate,
- en prenant des mesures passives (isolation, impossibilité du contact simultané, liaison équipotentielle,...),
- en prenant des mesures actives avec dispositifs de coupure automatique.

Dans ce dernier cas, le choix du système de protection sera donc étroitement dépendant du régime de neutre retenu. Ainsi, la protection de surintensité fusible ou disjoncteur du circuit présentant un défaut d'isolement pourra assurer elle-même, la protection contre les chocs électriques par contacts indirects.

A ce niveau, il est bon de rappeler qu'un choc électrique par contact indirect est le fait d'être en contact avec des masses métalliques qui sont accidentellement sous tension suite à une défaillance de l'isolation de l'installation électrique.

Aujourd'hui, avec l'ouverture du marché des fournisseurs, la qualité du produit électricité et les services y associés sont devenus les éléments essentiels dans le confort des installations électriques. Dans ce contexte, puisque 80% des défauts sont des courts-circuits avec la terre, le choix du régime de neutre est donc essentiel, au même titre que le choix d'un matériel électrique de qualité.

QU'EST-CE QU'UN SCHÉMA DE LIAISON DE TERRE ?

Le régime de neutre d'une installation électrique à basse tension est l'élément fondamental tant au niveau de la conception et de la réalisation de l'installation que de la protection des personnes et des biens. Connaître et maîtriser le régime de neutre d'une installation, c'est le point de départ d'une installation électrique sécurisée.

Quelques définitions :

Alimentation : il s'agit de l'appareillage électrique fournissant l'énergie électrique à l'installation (ex : transformateur, générateur, groupe de secours,...)

Point de l'alimentation : il s'agit d'une des bornes de l'alimentation (borne de phase, borne de neutre)

Masse : partie conductrice accessible qui n'est pas une partie active mais qui peut être mise sous tension en cas de défaut (ex : les parties métalliques du matériel électrique, les éléments conducteurs étrangers,...)

Il existe trois schémas de liaison à la terre en basse tension, caractérisés chacun par un code constitué au minimum de deux lettres et éventuellement d'une ou deux lettres supplémentaires.

Les tableaux ci-dessous nous donnent la description de chaque lettre caractérisant les régimes de neutre.

1^{ère} lettre : situation d'un point de l'alimentation par rapport à la terre

T	Liaison directe d'un point avec la terre
I	Soit isolation de toutes les parties actives par rapport à la terre ; Soit liaison d'un point avec la terre à travers une impédance élevée.

2^{ème} lettre : situation des masses de l'installation électrique par rapport à la terre

T	Masses reliées directement à la terre, indépendamment de la mise à la terre éventuelle d'un point de l'alimentation.
N	Masses reliées au point de l'alimentation mis à la terre (en courant alternatif, le point mis à la terre est généralement le point neutre).

Les lettres supplémentaires, séparées des 1^{ères} lettres par un tiret donnent la disposition du conducteur neutre (N) et du conducteur de protection (PE)

Lettres supplémentaires :

S	La fonction de conducteur de neutre et de conducteur de protection est assurée par des conducteurs séparés
C	La fonction de conducteur de neutre et de conducteur de protection est assurée par un seul conducteur

La combinaison de chaque lettre donne les différents régimes de neutre réalisables dans une installation basse tension :

TT	IT	TN-S	TN-C	TN-C-S
-----------	-----------	-------------	-------------	---------------

Quelques normes :

- R.G.I.E. : Règlement Général des Installations Electriques
- Guide donnant une méthode simplifiée de calcul des longueurs de câbles maximum issu de la norme NFC 15.100 : - installations électriques à basse tension
- EN 61557 : Sécurité électrique dans les réseaux de distributions basse tension jusqu'à 1000V CA et 1500V CC.
- VDE 0100: "Elektrische Anlagen von Gebäuden"

Les différents schémas :

Cette classification des schémas de liaison à la terre consiste à définir les principes de distribution assurant une protection contre les contacts indirects par une coupure automatique de l'alimentation

Le schéma TT.

Le schéma TT a un point de son alimentation relié directement à un dispositif de terre, les masses de l'installation électrique étant reliées à des dispositifs de terre électriquement distincts de la prise de terre de l'alimentation (figure 1)

L'utilisation de ce régime de neutre est souvent imposée par la distribution publique en Belgique.

En cas de défaut d'isolement, il y a coupure de tout ou partie de l'ensemble des récepteurs. La coupure est obligatoire dès le premier défaut, dans ce cas, l'ensemble des circuits doit être équipé d'une protection différentielle à coupure instantanée.

La protection différentielle peut être générale ou bien subdivisée, en fonction des types et de l'importance de l'installation.

Ce régime de neutre se rencontre dans les cas suivants : domestiques, petits tertiaires, petits ateliers, établissements scolaires, lieux publics, ...

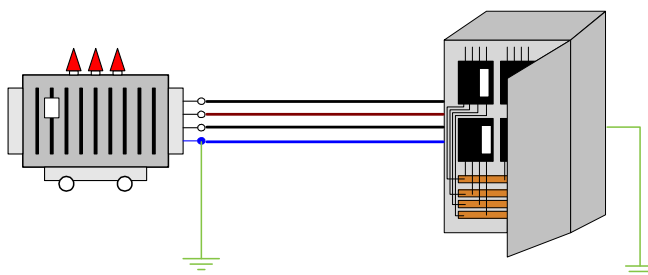


Figure 1

Le schéma TN.

Les schémas TN ont un point d'alimentation relié directement à un dispositif de terre, les masses de l'installation électrique étant reliées à ce même point par des conducteurs de protection.

Ce principe de distribution est adapté à toute installation admettant une coupure au premier défaut d'isolement.

La mise en œuvre et l'exploitation de ce type de réseau est économique mais nécessite une réalisation et une maintenance rigoureuse des circuits de protection.

Trois types de schémas TN sont pris en considération, suivant la disposition du conducteur de neutre et du conducteur de protection. Les conducteurs du neutre (N) et de protection (PE) peuvent être confondus (TNC) (Figure 2) ou séparés (TNS) (Figure 3).

Le schéma TNC.

Le conducteur PEN (Protection et neutre) ne doit jamais être sectionné. Les conducteurs PEN doivent avoir une section supérieure à 10mm^2 en cuivre et 16mm^2 en aluminium. Ce conducteur ne peut-être utilisé dans des installations mobiles munies de câbles souples. La fonction de

protection est prépondérante à la fonction du neutre. Dans ce cas, l'identification du conducteur PEN par la couleur sera toujours la bicolour vert-jaune.

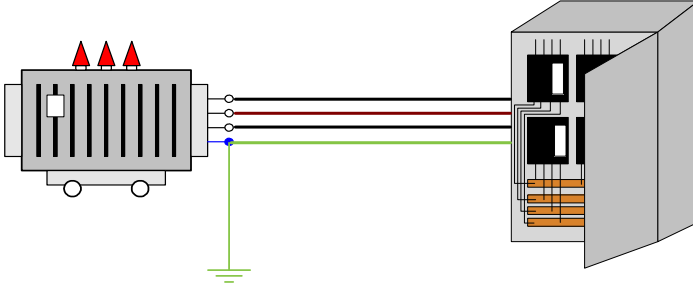


Figure 2

Le schéma TNS.

Dés l'origine de l'installation, le conducteur de neutre reste séparé du conducteur de protection PE. La liaison entre la source principale de courant et le TGBT sera ainsi réalisée à l'aide de canalisations à 5 conducteurs pour l'alimentation tétrapolaire.

Généralement, les conducteurs de neutre en TNS sont sectionnés, non pourvus de dispositifs de protection de surintensité et leurs sections sont souvent égales ou équivalentes à la moitié de celles des phases correspondantes.

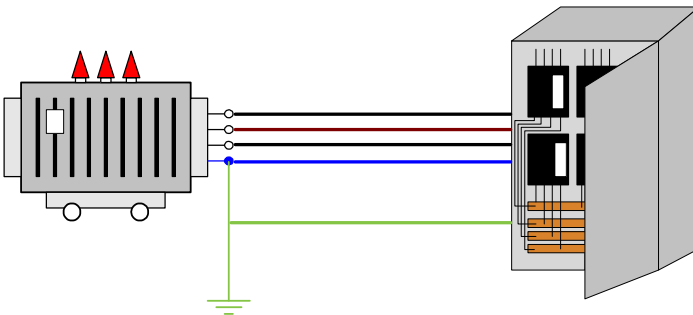


Figure 3

Le schéma TNC-S.

Un réseau TNS peut être créé en aval d'un réseau TNC, mais le contraire est interdit.

L'appellation schéma TNC-S désigne une distribution dans laquelle les conducteurs de neutre et conducteurs de protection sont confondus dans une partie de l'installation et distincts dans le reste de l'installation. Cette configuration est souvent intéressante lors de la réalisation des alimentations principales des installations de puissance.

La liaison entre la source principale de courant, le transformateur HT et le TGBT sera ainsi réalisée à l'aide de canalisations à 4 conducteurs, voire même entre certains tableaux divisionnaires importants. C'est au départ de ces derniers qu'une séparation devra être réalisée entre le conducteur de protection et le conducteur de neutre.

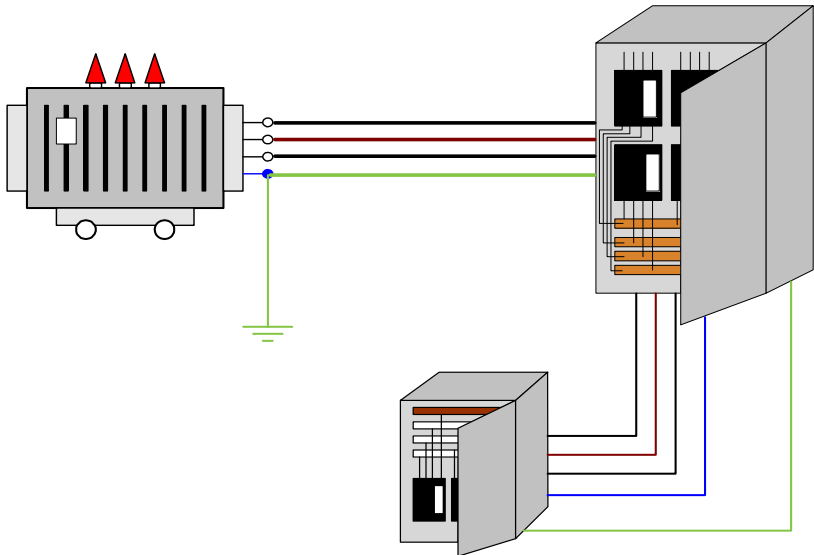


Figure 4

Le schéma IT

Ce régime de neutre est utilisé lorsque la coupure au premier défaut d'isolement est préjudiciable au bon fonctionnement d'une exploitation ou à la sécurité des personnes.

Son exploitation impose la présence de personnel compétent sur le site pour intervenir rapidement lors de l'apparition du premier défaut d'isolement, afin de garantir la continuité d'exploitation avant que ne se développe un éventuel deuxième défaut qui lui, provoquerait une coupure des circuits.

Dans ce cas, la protection des personnes est assurée par :

- l'interconnexion et la mise à la terre des masses
- la surveillance du premier défaut si nécessaire, par un contrôleur permanent d'isolement
- la coupure au deuxième défaut par les organes de protection contre les surintensités ou par les dispositifs différentiels.

Ce type de schéma de liaison de terre se rencontre par exemple, dans les hôpitaux (salles d'opération), dans les circuits de sécurité (moteur de pompe de sprinklage) et dans les industries où la continuité d'exploitation est primordiale, où lorsque le faible courant de défaut réduit considérablement les risques d'incendie et d'explosion.

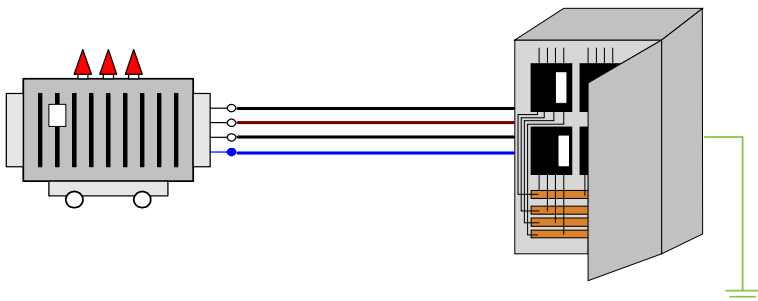


Figure 5

Point pratique

- Comment vérifier le type de schéma de liaison à la terre dans une installation déjà réalisée ?:
 - obtenir l'information dans les schémas électriques
 - obtenir l'information auprès de l'exploitant
 - examiner si une liaison par conducteur existe entre l'un des points d'alimentation de la source (généralement sur les bornes BT du transformateur HT ou dans le tableau TGBT) et un dispositif de mise à la terre. Dans ce cas, le régime de neutre ne peut être que TT ou TN. Dans l'autre cas, il sera IT,
 - ensuite, examiner si la liaison principale de terre des masses métalliques de l'installation est connectée sur le même dispositif que la liaison précédente. Si tel est le cas, le régime de neutre est de type TN
 - pour certaines installations, la liaison du point d'alimentation pourrait être connectée via un parafoudre ou une impédance de limitation. Dans ce cas, le régime de neutre est IT
- Attention, cette recherche doit être réalisée par des personnes habilitées connaissant les risques électriques (ouverture des armoires électriques sous tension ou introduction dans les locaux électriques industriels.)

CALCUL D'UN SCHÉMA DE LIAISON DE TERRE

Le schéma TT :

Le schéma de liaison à la terre TT est le régime de neutre souvent employé par les gestionnaires de réseaux pour toute la distribution d'énergie publique du réseau basse tension.

Soit le réseau de distribution TT ci-dessous :

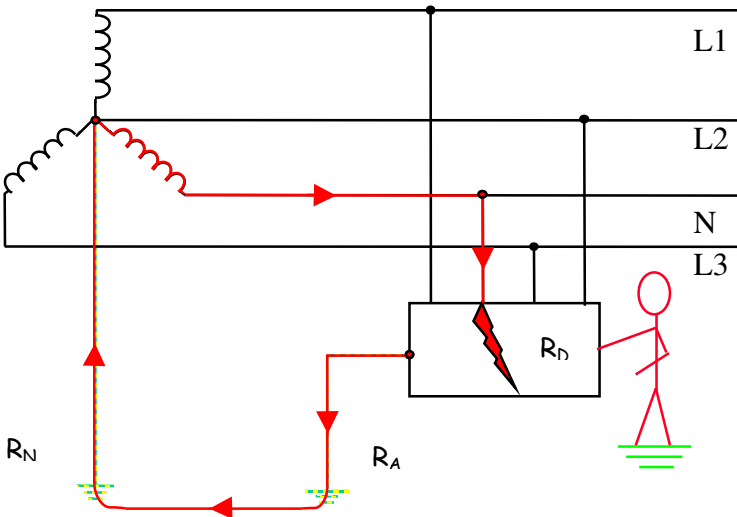


Figure 6

Lorsqu'une phase touche la masse (défaut franc), il y a élévation du potentiel de cette masse.

Soit R_D , La résistance de défaut = 0Ω ; R_N : la résistance de la prise de terre du neutre = 10Ω ; R_A : la résistance de la prise de terre des masses = 20Ω . La tension du réseau est de 230V/400V

La somme des résistances $R_A + R_D + R_N$ forme l'impédance de terre.

Dès le défaut, il s'établit un courant de:

$$I_D = 230 / (R_A + R_D + R_N) = 230 / 30 = 7.66 A$$

La tension de masse par rapport à la terre est : $U_D = R_A * I_D = 153.3V$

Cette tension est dangereuse pour la personne qui touchera la masse de l'appareillage.

Lorsque dans un réseau TT survient un défaut d'isolement, il y a une élévation dangereuse du potentiel des masses métalliques, qui habituellement sont au potentiel 0V.

Selon les calibres, la protection fusible ou disjoncteur déjà installée ne pourra pas déclencher suffisamment vite et mettre l'installation hors tension dès l'apparition de ce courant de 7,33A.

Dans ce cas de figure, l'adjonction d'un dispositif de protection à courant différentiel sera souvent la solution la plus appropriée.

Le choix de la valeur du seuil de ce différentiel dépendra de la valeur cumulée des impédances du dispositif de terre du neutre et du dispositif de terre basse tension, tout en tenant compte de la limite de tension de contact pouvant être supporter en cas de défaut.

Par exemple, dans la situation d'installation d'un atelier en présence d'eau, il est considéré qu'une tension de contact de 25V AC est une situation limite pour les personnes. Cette situation correspond à la peau mouillée. (influence externe BB2)

Donc, la valeur maximale de l'impédance de terre sera

$$(R_A + R_N) = Ud / \Delta I = 25 / 0,3 = 80\Omega$$

si un différentiel de 300 mA est installé à l'origine de l'installation.

Point pratique

- Ce type de régime de neutre est souvent rencontré dans les parcs artisanaux et industriels de petite dimension. Dans ce cas, une cabine principale alimente, par un réseau BT, les différentes exploitations qui possèdent leur propre mise à la terre. Des installations industrielles à puissance modérée (boulangerie, commerce, ...) pourraient également être raccordées directement sur le réseau de distribution BT comme les unités d'habitation.
- L'utilisation de ce régime de neutre permet d'éviter de longs et fastidieux calculs de boucle de défaut comme le demandent les 2 autres schémas de liaison à la terre. De plus, l'utilisation de prolongateur est possible.
- Pour que les défauts d'isolement soient correctement détectés par le dispositif différentiel, il y a lieu de soigner particulièrement la liaison des conducteurs de protection des circuits et des liaisons équipotentielles. Ces dernières restent une solution passive dans le cas de non-déclenchement.
- L'efficacité du fonctionnement des dispositifs différentiels (bouton de test sur l'appareil) sera vérifiée régulièrement. Une fois par année n'est certainement pas de trop, sauf indication contraire du constructeur.
- En usage industriel, le seuil de sensibilité du dispositif différentiel peut être choisi de 10 mA à 3A, avec également un réglage du temps de fonctionnement.
- Attention, ne pas installer des dispositifs différentiels à proximité d'appareil pouvant influencer son fonctionnement, tels que transformateurs, selfs, variateurs,
- Dans le cas d'utilisation du schéma TT dans les lieux à risques d'explosion, l'installation électrique installée dans les zones 1, 2, 21 et 20 est protégée respectivement par un dispositif différentiel à courant de défaut déterminé selon les règles de l'art, (dans le cas de vapeur ou gaz inflammable), par un dispositif différentiel de 500mA (dans le cas de poussières explosives)
- Il convient de rappeler que ce type de régime de neutre est également rencontré pour l'alimentation des installations électriques des unités d'habitations. Dans ce cas uniquement, le RGIE impose une résistance de terre de 30 ohm maximum et la présence de 2 dispositifs de protection différentielle : un différentiel général de 300mA de sensibilité avec un courant nominal de 40A max et un différentiel de 30 mA de sensibilité pour les circuits alimentant les électro-ménagers (lave-vaisselle, lessiveuse et séchoir) et les circuits de salle d'eau.

Le schéma TN :

Le schéma de liaison à la terre TN est le régime de neutre employé le plus souvent par les industriels. Ceux-ci possèdent la plupart du temps leur propre cabine électrique HT et sont amenés à faire le meilleur des choix en fonction des conditions d'exploitation.

Soit le réseau de distribution TN ci-dessous :

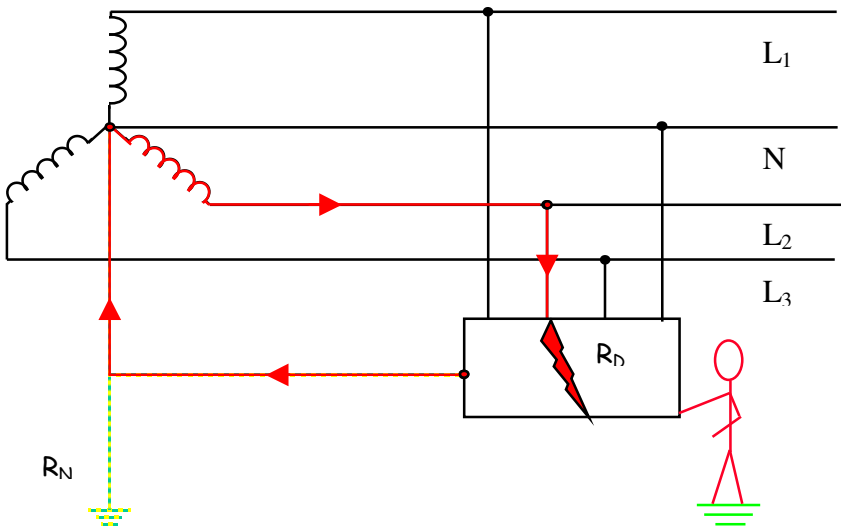


Figure 7

Lorsqu'une phase touche la masse (défaut franc), il y a élévation du potentiel de cette masse.

Soit R_D , La résistance de défaut = 0Ω ; R_N : la résistance de la prise de terre du neutre = 10Ω ; X_A : l'impédance d'un circuit composé de 25 m de câble cuivre de section de $25 \text{ mm}^2 = 45 \text{ m}\Omega$. La tension du réseau est de 230V/400V

Lors du défaut, il s'établit un courant, appelé courant de boucle de défaut (I_d) de:

$$I_D = 230 / (R_D + X_A) = 230 / 0.045 = 5111A$$

Ce courant de défaut est suffisamment important pour actionner dans un temps minimum la protection de surintensité du circuit.

Néanmoins, il y a lieu de vérifier cette condition en tenant compte de la valeur de l'impédance de la boucle de défaut.

Un guide accompagnant la norme NFC15-100 donne une méthode de calcul d'impédance de boucles de défauts et du respect de la courbe de sécurité. Cette méthode dite « simplifiée » permet de résoudre l'équation suivante :

$$L_{\max} = \frac{0.8 * U * S_{ph}}{\rho * (1 + m) * I_m}$$

U = tension entre phase - neutre

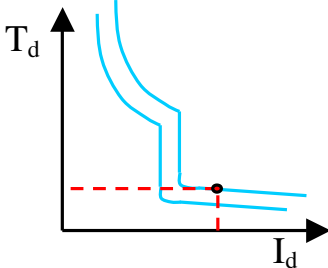
S_{ph} = section du conducteur de phase

ρ = résistivité du conducteur de PE et de phase

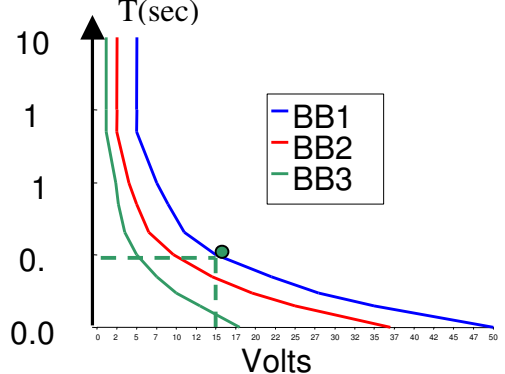
m = rapport entre section de phase et section de PE

I_m = courant assurant le fonctionnement de la protection de surintensité dans un temps maximal permis.

Courbe de protection



Courbe de sécurité



Ainsi, sur base de la formule des courbes de sécurité et des courbes les plus défavorables des protections contre les surintensités (fusible ou disjoncteur), il est établi des tableaux relatifs aux longueurs maximales admises et ce pour une tension, une valeur de « m » et une influence externe BB ⁽¹⁾ données.

Cette méthode amène à faire des calculs pour chaque circuit de l'installation, ou au moins pour les circuits les plus contraignants (conducteur de grosse section, circuits les plus longs,...).

Nous attirons l'attention sur le fait que cette méthode tient compte d'hypothèses limitatives telles que :

- impédance du circuit = résistance du circuit,
- longueur de PE = longueur de phase,
- tension diminuée de 20% à l'origine du circuit,
- tension de défaut = tension de contact, etc.

Vu que cette méthode n'est pas rigoureuse et quelle tient compte d'hypothèses limitatives, l'installation n'est pas pour autant incorrecte si le calcul montre un résultat défavorable. Pour ce faire, il y a lieu de vérifier in-situ si les mesures prises respectent les règles de l'art, en réalisant des mesures de continuité du conducteur PE ou des mesures d'impédance de boucle de défaut. Des mesures passives peuvent également apporter une solution.

Depuis quelques années, cette méthode a permis de développer des procédures de vérification à l'aide de tableaux ou d'abaques montrant les longueurs maximales en fonction des types de protections installées. De par l'avènement de l'informatique, beaucoup ont mis au point des logiciels de calcul, du plus simple au plus complexe. Il y a lieu d'être attentif à la diversité des recommandations et des normes auxquelles le logiciel se réfère.

(1) Le code d'influence externe BB tient compte de l'état de la peau selon la classification suivante : BB1 pour la peau sèche, BB2 la peau mouillée et BB3 la peau immergée.

Point pratique

- Dans les installations non fixes, le risque d'interruption du conducteur PE est relativement important. C'est pourquoi le RGIE (art 80.04a) interdit le TN-C dans le cas d'installations non fixes (chantier, machine mobile, ..).
- En régime de neutre TN, la résistance du dispositif de terre a peu d'importance vu que le courant de défaut parcourt les conducteurs de phase et PE. Néanmoins, la résistance de terre devra être la plus faible possible pour éviter la montée en potentiel lors d'une défectuosité de ce conducteur de protection.
- L'emploi de prolongateurs de prise de courant risque d'augmenter la longueur initiale du circuit. La protection de surintensité ne répondra plus lors d'un défaut d'isolation en extrémité de celui-ci. L'adjonction d'un dispositif de protection différentielle sur ce circuit permettra de surveiller ce défaut et de déclencher.
- Une bonne étude des liaisons équipotentielles (sections, longueurs), leurs maîtrises lors du montage (serrage) et une bonne surveillance lors des maintenances sont les garants d'une bonne protection contre les contacts indirects.
- En régime TN, la section du neutre peut être plus faible que celle des phases (souvent la moitié). Mais il faut répondre simultanément aux 3 conditions :
 - Le courant susceptible de parcourir le conducteur neutre doit être inférieur au courant admissible en tenant compte, par exemple, des harmoniques.
 - La puissance transportée est absorbée par des appareils principalement alimentés en triphasé.
 - La protection de surintensité de phase doit fonctionner avant que le neutre n'atteigne une température dangereuse lors d'un court-circuit phase-neutre. Dans le cas de trop grande longueur, le dispositif différentiel s'impose.
- Contrairement au régime IT, le schéma de liaison de terre TN pose peu de problèmes au niveau des risques de surtension. Le fait d'avoir une terre commune pour le neutre et les masses BT réduit les différences de potentiels qui peuvent apparaître et les risques de claquages qui en résultent.
- Dans le cas de circuit biphasé et triphasé sans neutre, la protection sur l'une des phases peut ne pas être prévue s'il existe une protection différentielle omnipolaire en amont.
- Le type de schéma TNS est recommandé par la norme machine EN 60.204.1. Il permet d'éviter les démarrages intempestifs ou les impossibilités d'arrêts des machines lors de défaillances dans les circuits de commande.
- Il existe actuellement en Belgique une tendance d'avoir un réseau de terre commun entre les installations privées HT et BT. Dans ce cas, le régime de terre est de type TNR selon la norme française NFC13-100.

Point pratique (suite)

- En général, l'emploi de l'interrupteur différentiel général en régime TN-C est interdit vu qu'il est opérant. Il n'est toutefois pas exclu qu'il fonctionne lorsque le retour de courant rejoint la source par un autre chemin (masse étrangère).
- La séparation du conducteur PEN sera soignée pour garantir une vraie coupure du neutre sans devoir déconnecter le conducteur de protection PE.
- L'identification du conducteur PEN sera nécessaire lorsqu'il y a confusion avec les conducteurs de protection PE. La combinaison bicolore vert/jaune est imposée lorsque le conducteur est isolé.
- La recherche de défaut dans le schéma de terre TNC est plus que délicate. Dans certains cas, il y aura lieu de découpler le neutre. Cette opération peut présenter des risques d'électrocution et d'apparition d'étincelles.
- L'armature métallique des conducteurs ne peut être utilisée comme conducteur PEN
- Il est également interdit de raccorder les circuits monophasés entre phase et conducteur PEN. Il y a risque d'avoir un potentiel dangereux sur les masses lors d'une déconnection fortuite du conducteur PEN en amont du circuit.
- Dans les installations triphasées avec neutre non équilibrées, une tension dangereuse peut apparaître sur les masses métalliques, lors d'une interruption du conducteur PEN à l'origine du circuit. De plus, le déséquilibre des phases entraînera une surtension sur les consommateurs de faible puissance au risque de provoquer des claquages et des incendies. C'est pour cette raison que le RGIE impose une section minimale de 10mm² cuivre. De même lors des coupures des circuits d'installations en TN-C, l'électricien aura toujours à l'esprit de couper le courant de phase avant la coupure du PEN.
- En schéma TNC, les charpentes métalliques, les canalisations de fluides et masses métalliques sont raccordées au point neutre côté source par les liaisons équipotentielles principales et sont, de ce fait, reliées au conducteur PEN, donc au neutre de l'installation. Il en résulte que ces masses sont mises en parallèle avec le conducteur PEN et peuvent donc véhiculer des courants. C'est pour cette raison que le régime de terre TNC est interdit dans les lieux à risques d'incendie (BE2) et d'explosion (BE3). Il est toutefois accepté de traverser ces lieux par une canalisation TNC pour autant qu'elle ne possède aucun raccordement ou aucune dérivation.
- Dans les lieux à risques d'incendie (BE2), il est imposé une protection par différentiel de max. 500mA.
- Dans le cas d'utilisation du schéma TN-S dans les lieux à risques d'explosion, l'installation électrique installée dans n'importe quelle zone est protégée par un dispositif différentiel de max. 500mA (dans le cas de poussière explosive), par un dispositif différentiel à courant de défaut déterminé selon les règles de l'art, (dans le cas de vapeur ou gaz inflammable)

Le schéma IT :

Le schéma de liaison à la terre IT est utilisé par des cas particuliers là où les installations électriques doivent rester sous tension pour des raisons d'exploitations ou de sécurité.

Soit le réseau de distribution IT ci-dessous :

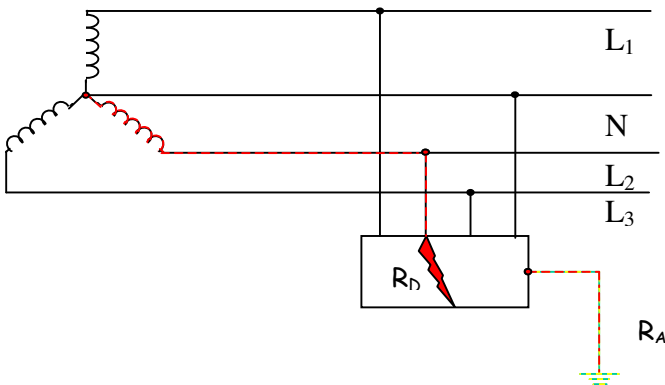


Figure 8

Lors du défaut, le conducteur de phase est porté au potentiel de terre. Aucun courant de défaut ne peut circuler vu que le circuit de boucle de défaut reste ouvert. L'installation reste sous tension et aucun potentiel dangereux n'apparaît sur la masse.

Par contre, lors d'un second défaut apparaissant sur un autre conducteur actif d'un autre circuit ou appareils (figure 9), il y a risque d'élévation de potentiel sur les masses de l'installation.

Soit R_D , La résistance de défaut = 0Ω ; R_A : la résistance de la prise de terre BT = 10Ω ; X_A : l'impédance de la boucle de défaut de 2 circuits de 25 m de câble cuivre de section de $25 \text{ mm}^2 = 45 \text{ m}\Omega$. La tension du réseau est de 230V/400V.

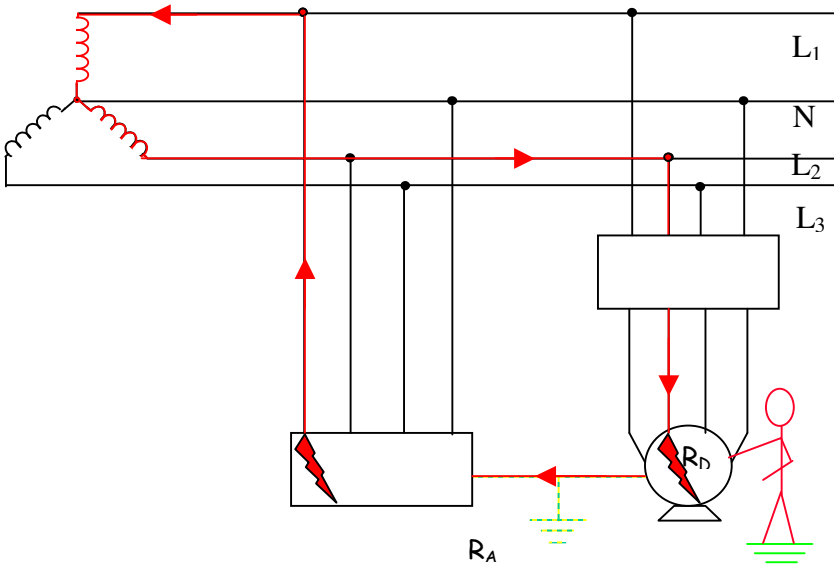


Figure 9

Dès le second défaut, il s'établit un courant, appelé courant de boucle de défaut (I_d) de:

$$I_D = 400 / (R_D + X_A) = 400 / 0.045 = 8888 \text{ A}$$

Ce courant de défaut est suffisamment important pour qu'il fasse fonctionner dans un temps le plus court possible la protection contre les surintensités la plus faible d'un des 2 circuits.

L'on constate que, en cas de double défaut dans un schéma IT, l'on obtient le même schéma de boucle de défaut que dans un réseau TN au premier défaut. Tout comme dans le régime TN, on peut établir la formule

approximative suivante pour l'un des circuits:

$$L_{\max} = \frac{0.8 * U' * S_{ph}}{2 * \rho * (1 + m) * I_m}$$

U' = tension entre phase ou entre phase et neutre selon que le conducteur neutre est ou n'est pas distribué

S_{ph} = section du conducteur de phase

ρ = résistivité du conducteur de PE et de phase

m = rapport entre section de phase et section de PE

I_m = courant assurant le fonctionnement de la protection de surintensité dans un temps maximal permis.

Tout comme le régime de neutre TN, il est possible d'établir des tableaux relatifs aux longueurs maximales admises et ce pour une tension, une valeur de « m » et l'influence externe BB données.

Vu que cette méthode est pratiquement identique à celle du régime TN, il y a lieu de vérifier in-situ si les mesures prises respectent les règles de l'art, en réalisant des mesures de continuité du conducteur PE ou des mesures d'impédance de boucle de défaut. Des mesures passives peuvent également apporter une solution.

Particularité :

Ce schéma de liaison de terre IT est assez particulier et demande des conditions sévères d'utilisation.

S'il est nécessaire de signaler le premier défaut, l'installation doit être pourvue d'un dispositif de surveillance d'isolement. (CPI : contrôle permanent d'isolement) Cet appareil doit, soit avertir la présence de ce défaut, soit au besoin, couper automatiquement l'installation. Dans le premier cas, il sera nécessaire de rechercher et d'éliminer le défaut avant que le second n'apparaisse.

Point pratique

- La nécessité de placer ou non le contrôleur permanent d'isolement dans l'installation relève principalement de la responsabilité de l'exploitant de l'installation électrique. Lui seul peut dire si l'installation doit rester sous tension pour des raisons de sécurité ou d'exploitation.
- Le sectionnement des circuits tripolaires avec neutre devra être réalisé avec des appareils tétrapolaires. Dans certains cas, l'appareil devra être pourvu d'une protection contre les surintensité sur le pôle neutre. Il en est de même pour les circuits bipolaires.
- L'emploi de différentiel général ne se justifie pas dans le schéma de liaison IT, excepté dans le cas de circuit de trop grande longueur. Le différentiel peut encore déclencher par l'effet capacitif et résistif des canalisations par rapport à la terre.
- Pour réaliser le schéma IT avec neutre impédant, l'on choisira une impédance de valeur très élevée en général de 1500 à 4000 ohms, de façon à limiter le courant de défaut à une valeur très faible.
- Il sera peut-être nécessaire de placer un limiteur de surtension pour ne pas propager un potentiel HT vers la BT en cas de claquage au niveau du transformateur.
- Vu le maintien de l'installation sous tension pour des raisons impérieuses, la recherche du premier défaut d'isolement devra être effectuée par du personnel BA4-BA5 compétent et connaissant correctement les installations électriques. Des mesures de protection individuelles devront être nécessaires.
- Dans le cas de double défaut entre phase, le dispositif de protection fusible ou disjoncteur s'ouvrira sous une tension maximale composée. Par exemple, dans le réseau 230V/400V, un seul des pôles du disjoncteur s'ouvrira sous 400V. Il conviendra de choisir des appareils de protection dont le pouvoir de coupure unipolaire sera approprié à la tension entre phase.
- Le circuit de commande des machines est alimenté par un transformateur d'isolement. Si la probabilité de double défaut est importante, il convient de réaliser le schéma de mise à la terre TN pour éviter des défaillances intempestives des machines.
- Dans le cas d'utilisation du schéma IT dans les lieux à risques d'explosion, l'installation électrique installée dans les zones 1,2 21 et 22 est protégée respectivement par un dispositif CPI déterminé selon les règles de l'art, (dans le cas de vapeur ou gaz inflammable), par un dispositif CPI de 500mA (dans le cas de poussière explosive) qui signale le défaut. Dans les lieux de zone 0 ou 20, le dispositif CPI doit déclencher l'installation.

CHOIX D'UN SCHÉMA DE LIAISON DE TERRE

En général, il conviendra de dire que le réseau de mise à la terre TN est de loin le schéma le plus avantageux entre les 3 types de régime de neutre. Mais il ne faut pas oublier que pour certaines installations électriques, le régime de neutre pourra être imposé soit :

- par le distributeur de courant (réseau résidentiel ou assimilé)
- par le cahier des charges d'un exploitant
- par le respect d'une réglementation (hôpitaux, salles de spectacles, industries à risques,...)

Le choix du type de schéma de liaison à la terre dépendra de plusieurs paramètres qui peuvent être classés selon 3 critères :

- le critère technique
- le critère financier
- le critère fonctionnel

Le critère technique:

Les caractéristiques intrinsèques de l'installation devront être les premiers critères techniques : tension, fréquence et puissance d'alimentation, valeur des courants de court-circuit.

A la suite, nous trouvons une liste non exhaustive d'autres critères pour permettre de faire le choix.

- Installation industrielle très étendue, demandant une association de plusieurs schémas de mise à la terre
- Présence de machines industrielles

- Utilisation régulière de prolongateurs de prise de courant
- Présence d'équipements électriques peu isolés
- Installation susceptible d'être perturbée par la foudre ou les surtensions externes
- Problématique des effets de la CEM, compatibilité électromagnétique
- Type de dispositif de terre : piquets, boucle de terre, boucle de terre commune avec point de connection d'équipotentielle reportée,
- Valeur de la résistivité de la terre
- Etendue de l'installation
- Nombre de tableaux divisionnaires et coffrets de répartition
- Choix des canalisations électriques et de leurs modes de pose
- Facilité du calcul des installations : méthode par tables, abaques, logiciels
- Présence d'un service technique équipé d'appareils de mesure
- Influence externe BB : état de la peau du personnel
- Influence externe BE : risque d'incendie et d'explosion

Le critère financier

Il paraît évident de penser à faire des économies dès la conception des installations électriques. Il est tout autant intéressant de concevoir l'installation en tenant compte des problèmes et surcoûts qui peuvent subvenir lors des phases de maintenance ou de réparation de celle-ci. Dans le coût initial, il est souvent conseillé de prévoir des emplacements ou conduits de réserve, pour permettre une évolution de l'installation sans surcoût.

Le choix du matériel électrique devra tenir compte de la qualification initiale du personnel. Il est quelquefois constaté que le personnel est peu qualifié pour réajuster les réglages d'appareils de protection, ce qui peut

entraîner des surcoût suite aux déclenchements intempestifs et des dépannages fréquents.

A la suite, nous trouvons une liste non exhaustive d'autres critères pour établir un choix.

- Réseau de terre IT souvent exigé pour les installations hospitalières. Dans ce cas, le réseau est souvent réalisé avec une connection du point neutre à la terre via une impédance calculée (tenant compte de la valeur du dispositif de terre), avec un dispositif de contrôle permanent d'isolement.
- Le calcul de l'installation peut être un souci du choix de l'entrepreneur ou bureau d'étude.
- Facilité de mise en œuvre de l'installation
- Facilité de la maintenance de l'installation ; doit-on mettre l'installation hors tension pour intervenir ?
- Exploitation sans personnel qualifié : pas de formation à exiger
- Multiplication des protections différentielles
- Utilisation de la protection de surintensité déjà en place
- Utilisation d'appareil tripolaire plutôt que tétrapolaire.
- Choix de câble 3xphases + PEN plutôt que 3xphase + N + PE
- Courant de court-circuit sous tension pleine dans le schéma IT : le matériel sera plus cher.

Le critère fonctionnel

Le choix du critère fonctionnel est lié à l'exploitation de l'entreprise dans laquelle se trouve l'installation électrique.

Il dépendra du type d'exploitation, de la fonctionnalité de l'entreprise et aussi de la formation du personnel vis à vis des risques électriques.

Une installation électrique qui alimente des bureaux dans une entreprise bancaire ne sera pas réalisée de la même manière qu'une installation

alimentant des machines dans une brasserie. Le choix du réseau de terre dépendra dans un premier temps du choix de l'exploitant entre la nécessité du maintien de l'outil de travail et la sécurité du personnel par rapport aux risques électriques. Il devra également tenir compte de la priorité nécessaire des circuits alimentant les organes de sécurité de l'entreprise.

A la suite, nous trouvons une liste non exhaustive d'autres critères pour permettre le choix.

- Présence permanente ou non du personnel BA4-BA5 pour la recherche des défauts selon le type d'entreprise.
- Entreprise avec des risques d'incendie ou d'explosion.
- Entreprise avec des risques de contamination de l'environnement
- Contrôle aisé des appareils de protection différentielle
- Calcul permettant la sélectivité des circuits lors des déclenchements
- Installation temporaire de foire, de chantier

Résumé : Aide-mémoire

Selon la nature des réseaux

	TT	TN	IT
1) Réseau très étendu	C	P	D
2) Risque de foudre	P	C	D
3) Courant de fuite important	P	C	D
4) Lignes aériennes extérieures	C	P	D
5) Groupe électrogène de secours	P	D	C

Selon la nature des récepteurs

	TT	TN	IT
1) Moteurs coûteux	P	D	C
2) Récepteurs à isolement faible	P	C	P
3) Nombreux petits récepteurs	C	D	D
4) Machines outils	D	C	P

Selon des caractéristiques diverses

	TT	TN	IT
1) Risques d'incendie	C	D	D
2) Modifications importantes	C	D	D
3) Chantiers	C	D	D
4) Salles d'opérations	D	D	C
5) Installations vétustes	C	-	-
6) Structures métalliques	-	C	-

C = Conseillé P = Possible D = Déconseillé

RÈGLEMENT GÉNÉRAL SUR LES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES.

Un environnement de travail parfaitement sûr, tel est notre objectif ! Le RGIE (Règlement général sur les installations électriques) s'adresse aux électriciens-installateurs, bureaux d'études, services d'entretien, experts en sécurité, enseignants et étudiants, électriciens industriels et vendeurs de matériel électrique.

Petit RGIE

Cette publication vise à mettre à disposition les textes relatifs au RGIE sous une forme correcte. Afin d'installer, de réaliser, de contrôler et d'entretenir correctement une installation électrique, il convient de disposer de règles précises.

Les prescriptions stipulent, à juste titre, que cette réglementation doit être présente dans les entreprises et les institutions (article 54 quater 5.3 du R.G.P.T.), doit pouvoir être consultée par le personnel (article 268-4 du RGIE) et doit être transmise aux personnes compétentes, chargées de travailler aux installations électriques ainsi qu'aux délégués chargés des inspections périodiques des installations de haute tension.(article 268-5 du RGIE)

Grand RGIE

Les experts de notre organisme de contrôle agréé Vincotte Belgium ont ajouté au Règlement général sur les Installations électriques des commentaires et des exemples pratiques. Les différents arrêtés, différentes notes officielles et directives d'application interprètent ou complètent les textes de base. Une révision (prix par page) est envoyée chaque année. Le grand RGIE reste ainsi à jour. Le grand RGIE se compose de 3 parties séparées par des feuilles intercalaires et rangées dans des classeurs.

Pour toute commande de l'une de ces publications, veuillez contacter le siège de Vincotte Academy au 02/6745857 ou academy@vincotte.be.



TECHNIFUTUR

CENTRE DE COMPETENCES

TECHNIFUTUR ASBL

Liège Science Park • Rue Bois Saint-Jean 15-17
B 4102 Seraing

Tél : +32(0)4 382 45 00

Fax : +32(0)4 382 45 46

info@technifutur.be

www.technifutur.be

Service Tecnolec Wallonie – Bruxelles

Tél : +32(0)4 382 45 56

Fax : +32(0)4 382 45 46

www.tecnolec-fr.be

En collaboration avec :



AIB-VINCOTTE BELGIUM ASBL - Siège régional Wallonie

Parc Scientifique Créalys
5032 Les Isnes - Gembloux, Belgique

Tel: +32 (0)81 432.611

Fax: +32 (0)81 432.615

wallonie@vincotte.be