

Texte: Ignacio Molina – Conseiller en technologie

Version: 05/2025

Les schémas mis à la terre

Tout d'abord, nous parlerons à l'avenir de « schémas mis à la terre » et plus de « schémas de mise à la terre ». Un nouvel arrêté royal modifiant certaines parties des Livres 1 et 2 du RGIE mentionnera ce remplacement dans sa prochaine mise à jour. Rappel : Pourquoi mettre à la terre ?

Dans les protections prévues dans le RGIE contre les chocs électriques, il faut faire la distinction entre :

- Les mesures de protection contre les **contacts directs**, qui prévoient toute une série de protections afin d'éviter tout contact direct avec les parties actives d'une installation. Par exemple, pour éviter de toucher directement un conducteur ou une borne sous tension, ce contact est rendu impossible ou difficile au moyen d'enveloppes, d'obstacles, par isolation ou éloignement.
- Les mesures de protection contre les **contacts indirects**, qui prévoient également une série de protections mais suite à un défaut dans l'installation conduisant à une mise sous tension accidentelle d'une masse conductrice. Par exemple, un conducteur à l'intérieur d'une machine à laver, suite aux vibrations répétées, s'est détaché de sa connexion et touche la masse métallique de la machine. Lorsque son utilisateur y mettra son linge, il va toucher cette masse métallique et risque donc un choc électrique.



Ce choc électrique sera plus ou moins important selon l'état de la peau de l'utilisateur (mouillée ou non) et son contact avec la terre (pied nus ou avec des chaussures à semelles isolantes). Ce choc électrique peut s'avérer mortel et on parlera alors d'électrocution !

La mise à la terre est donc primordiale comme protection active contre le contact indirect pour toute machine ou appareil disposant d'une seule enveloppe protectrice si des parties métalliques sont présentes. On parle dans ce cas de machine ou d'appareil de Classe I. Tout appareil de Classe I alimenté en basse tension dans une installation électrique doit être mis à la terre, sauf si la séparation des circuits est appliquée. La séparation des circuits étant une protection passive n'est pas le sujet de cet article. Les schémas mis à la terre sont des moyens de protection actifs avec coupure automatique de l'alimentation et avertissement éventuel. Et c'est ici que le type de schéma mis à la terre intervient parce qu'il va déterminer quel(s) type(s) de protection actifs il convient de placer et comment le(s) placer dans l'installation électrique afin d'avoir une protection efficace contre les chocs électriques par contact indirects.

Les types de schémas mis à la terre suivants sont pris en considération dans le RGIE:

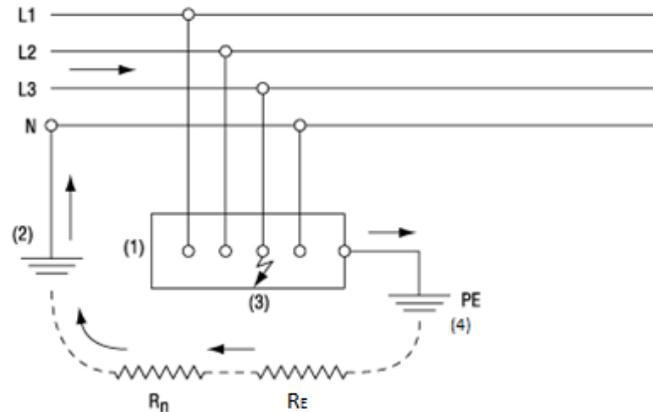
- le schéma TT;
- le schéma TN avec ses trois variantes (TN-S, TN-C et TN-C-S);
- le schéma IT.

Du côté de l'alimentation, le point neutre est généralement mis à la terre mais pas toujours. Dans certains réseaux, il n'y a pas de neutre ou ce dernier n'est pas distribué. Dans ce cas, on met un conducteur de ligne à la terre. Pourquoi ai-je écrit « ligne » et pas « phase » ? Avec ce nouvel arrêté royal les mots « phase » ont en effet été remplacés par « conducteur de ligne ». On ne dira plus, par exemple, « entre phase et terre » mais « entre le conducteur de ligne et la terre ».

Le schéma TT

Dans les **installations domestiques**, la grande majorité des réseaux sont en schéma TT.

Dans la grande majorité des cas, le neutre du transformateur d'alimentation du GRD (Gestionnaire de réseau de distribution) est mis localement à la terre. On n'y touche pas, c'est la propriété du GRD. Et du côté de l'installation, toutes les masses sont mises à la terre par l'intermédiaire des conducteurs de protection jaune-verts. Voici ce qui se passe lors d'une faute à la terre ou, autrement dit, lorsqu'une partie active de l'installation touche accidentellement une masse :



La partie active va toucher la masse de l'appareil ou de la machine (3). Le courant va passer par la masse (1) et circuler par la terre via le conducteur de protection PE mis à la terre (4) jusqu'à la prise de terre de l'alimentation du transformateur alimentant l'installation (2). Nous avons donc un circuit fermé. Appliquons la loi d'Ohm :

$$I = \frac{U}{R_n + R_E} = \frac{230}{33} = 6,97A$$

Si la résistance de la terre locale R_E (4) est de 30Ω et celle de l'alimentation R_n (2) de 3Ω , avec une tension L3-N de 230VAC, nous aurons un courant de défaut de 6,97A, ce qui n'est pas suffisant pour faire déclencher le disjoncteur. La tension appliquée aux masses (3) sera alors de $30\Omega \times 6,97A = 209,1V$. Cette tension est évidemment dangereuse pour les personnes qui risquent de toucher une masse. La coupure du circuit est impérative. Cette coupure doit se faire dans un délai spécifié par la tension limite conventionnelle relative (voir Tableau 2.4. Tension limite conventionnelle relative $UL(t)$ du RGIE L1).

Raison pour laquelle un différentiel (ou plus précisément, un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel) sera impératif afin qu'il détecte le courant résiduel suite à cette fuite par la terre. Le différentiel déclenchera selon sa sensibilité de 10mA, 30mA, 300mA ou plus dans les installations non-domestiques.

Dans les installations non-domestiques, d'autres schémas sont aussi fréquemment utilisés, les voici :

Le schéma TN

Les schémas TN ont un point de l'alimentation, généralement le N, relié directement à la terre et les masses de l'installation sont reliées à ce point par des conducteurs de protection PE. En cas de défaut (3), nous aurons tout de suite un court-circuit. Ce qui va normalement faire déclencher le disjoncteur protégeant le circuit contre les surintensités. On peut en déduire que pour un schéma TN, un disjoncteur devrait suffire pour protéger l'installation contre les contacts indirects. Attention cependant aux installations munies de longues canalisations. Nous risquons alors d'avoir une impédance des conducteurs suffisamment élevée pour réduire le courant de défaut. Le disjoncteur pourrait alors ne plus déclencher dans les temps (très courts) requis par le RGIE. Pour cette raison des notes de calculs de court-circuit sont obligatoires et présentées à l'organisme agréé lors du contrôle de l'installation. Pour des installations avec de longues canalisations, il est souvent nécessaire d'ajouter une protection par différentiel. Pour rappel, concernant les installations domestiques, le différentiel placé en tête de l'installation est toujours obligatoire.

Dans cette famille des schémas TN, nous avons :

- le schéma TN-S (voir figure 1), où les conducteurs neutre N et de protection PE sont séparés.

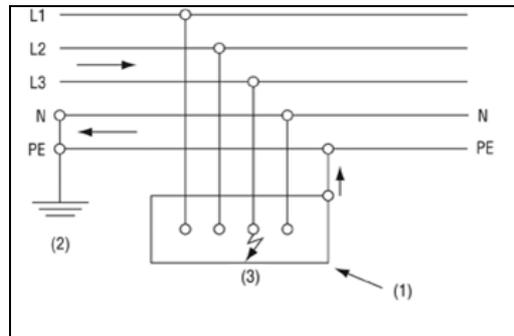


Figure 1 : boucle de défaut dans un schéma TN-S

- le schéma TN-C (voir figure 2), dont le conducteur de protection et le neutre ne font qu'un conducteur nommé PEN. Il doit avoir une section d'au moins 10mm² en cuivre ou 16mm² en aluminium. Ce schéma est interdit dans les installations domestiques, dans les parties communes d'un ensemble résidentiel et dans les installations non-domestiques sans personnel averti (BA4) ou qualifié (BA5);

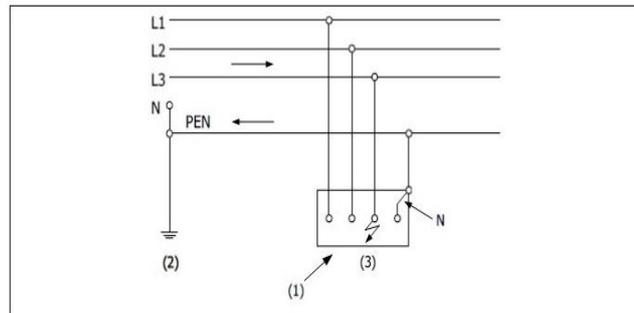


Figure 2 : boucle de défaut dans un schéma TN-C

- le schéma TN-C-S (voir figure 3) qui, près de la source, est un TN-C et donc muni d'un PEN et qui, plus en aval dans l'installation, est dédoublé selon ses deux fonctions de conducteur N et de conducteur PE. Une fois dédoublé, il est interdit d'à nouveau relier le conducteur PE et le conducteur N.

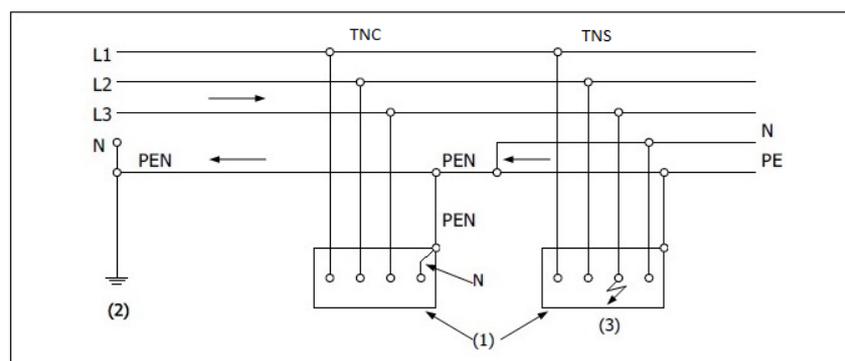


Figure 3 : boucle de défaut dans un schéma TN-C-S

Le schéma IT

Le schéma IT a la particularité que la source (transformateur, convertisseur, ...) n'est pas reliée à la terre ou l'est à travers une impédance dont la valeur est élevée. Par contre, les masses de l'installation sont, elles, bien mises à la terre. Ce schéma a l'avantage qu'en cas de 1^{er} défaut, le courant de faute est tellement faible qu'il n'est pas considéré comme dangereux. On utilise souvent ce schéma dans des installations qui doivent absolument

continuer à fonctionner, même en cas de défaut à la terre comme par exemple, des salles d'opération médicales, des data center, etc (voir figure 4).

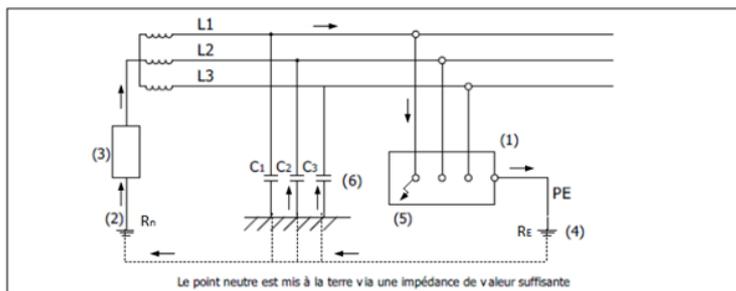


Figure 4 : boucle de 1^{er} défaut dans un schéma IT avec impédance

Reprenons la même analyse que celle faite pour le schéma TT et voyons le phénomène en IT. En cas de faute, la partie active va donc toucher la masse de l'appareil ou de la machine (5). Le courant va passer par la masse (1) et circuler par la terre RE via le conducteur de protection (4) jusqu'à la prise de terre Rn de l'alimentation du transformateur alimentant l'installation (2). Mais dans ce cas-ci, nous trouvons une résistance avec une grosse valeur (3) sur notre chemin. Nous avons donc un circuit fermé. Appliquons la loi d'Ohm :

$$I = \frac{U}{R_n + R_E} = \frac{230}{10033} = 0,023A, \text{ soit } 23mA$$

Si la résistance de la terre locale RE (4) est de 30Ω et celle entre l'alimentation et la terre Rn (2) de 3Ω + la grosse résistance de 10000Ω (3), avec une tension de ligne de 230VAC, nous auront un courant de défaut de 23mA, ce qui n'est pas considéré comme dangereux. Malgré le défaut, l'installation peut sans problème continuer à fonctionner. Le souci est que si un 2^{ème} défaut apparaît, la configuration change totalement. Le courant de fuite va trouver un autre chemin et sa valeur sera, avec ce 2^{ème} défaut, dangereuse. En effet, la configuration est illustré dans la figure 5.

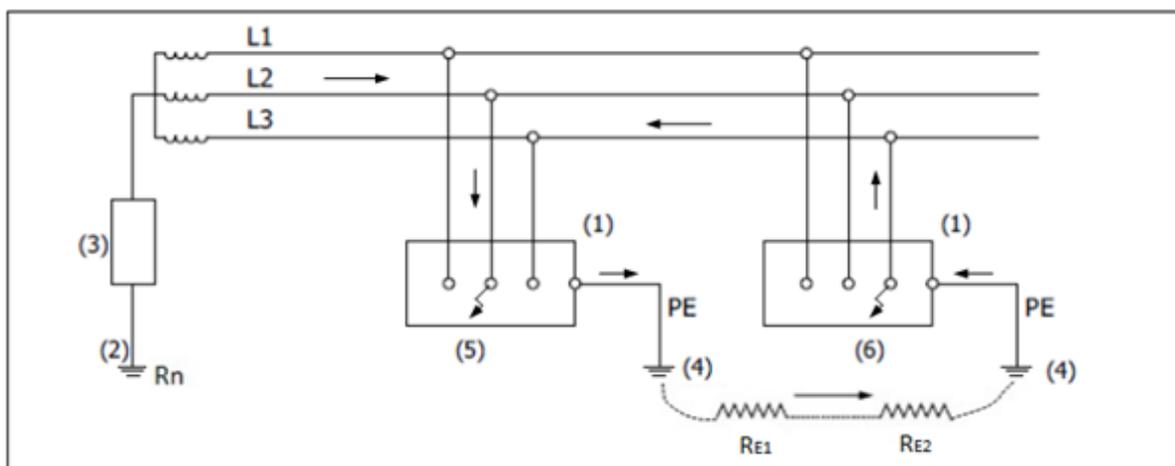


Figure 5 : boucle de 2 défauts simultanés en schéma IT (masses non interconnectées)

Reprenons la même analyse. La partie active va donc toucher la masse de l'appareil ou de la machine (5). Le courant va passer par la masse (1) mais, dans ce cas-ci, le courant va choisir le chemin dont la résistance est la plus faible et circuler par la terre (4) en passant par les résistances locales RE1 et RE2 dont la valeur est de 30 Ω chacune. Ce même courant passera par la 2^{ème} masse et faute (6) pour fermer le circuit. Appliquons la loi d'Ohm :

$$I = \frac{U}{R_{E1} + R_{E2}} = \frac{400}{60} = 6,7A$$

La tension n'est ici plus de 230VAC mais de 400VAC parce qu'elle passe par 2 bobines du transformateur. Il est donc primordial de faire une recherche de défaut dès que le 1^{er} défaut apparaît. Pour cela, nous utilisons généralement un appareil qui s'appelle un CPI, abréviation de contrôleur permanent de l'isolement (en Anglais, IMD- Isolation Monitoring Device). Cet appareil va émettre un signal (sonore, lumineux, tél., sms, message, etc.) à définir par son utilisateur dès qu'il aura détecté un défaut d'isolement dans l'installation.

Si la continuité des activités doit être garantie (salles d'opérations médicales, data center, ...) les techniciens responsables présents seront avertis et feront le nécessaire afin d'éliminer ce défaut. Le schéma IT requerra donc dans ce cas la présence de personnes BA4 (averties) ou BA5 (qualifiées). Cette exigence n'est pas explicitement prescrite dans le RGIE mais, dès le 1^{er} défaut, il stipule que « *les mesures nécessaires pour la recherche et l'élimination de ce défaut sont prises* ». Si la continuité des activités n'est pas impérative, la coupure automatique peut également s'envisager.

Schémas mis à la terre en courant continu (DC)

Des schémas mis à la terre en courant continu seront également rajoutés dans le RGIE, si tout va bien, encore en 2025. La particularité des schémas en courant continu (DC), est qu'il existe des réseaux DC en 2 conducteurs actifs, L+ et L-, mais aussi en 3 conducteurs actifs, L+, L- et le conducteur M relié au point milieu. En voici quelques exemples :

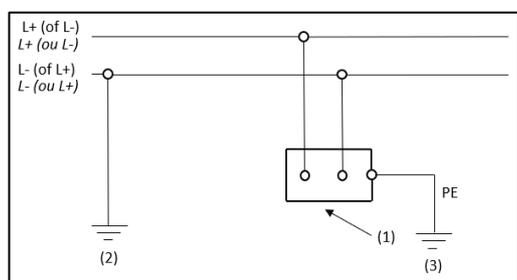


Schéma TT avec deux conducteurs actifs

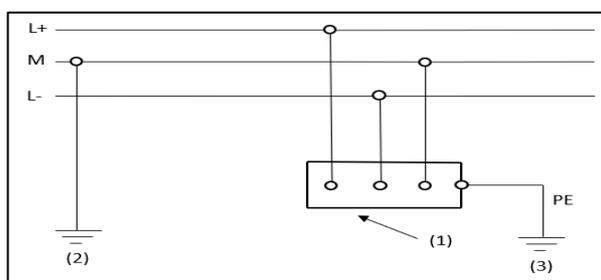


Schéma TT avec trois conducteurs actifs

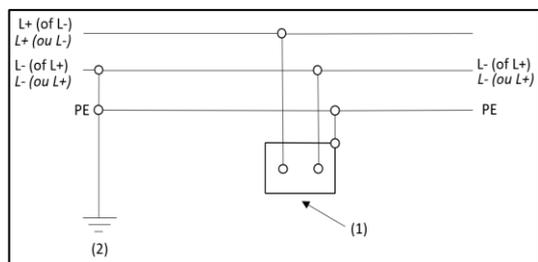


Schéma TN-S avec deux conducteurs actifs

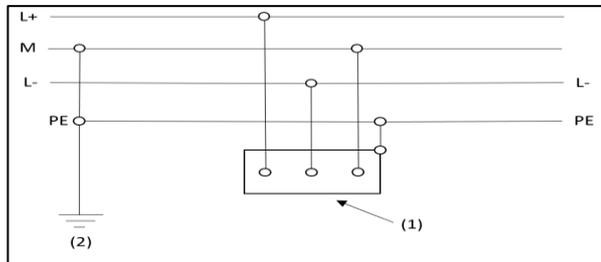


Schéma TN-S avec 3 conducteurs actifs

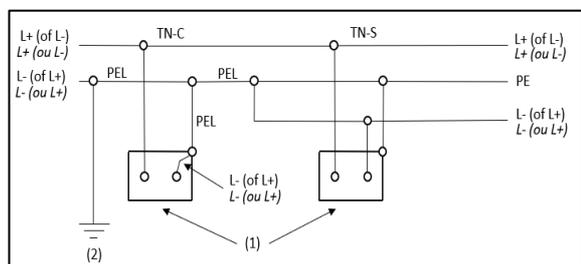


Schéma TN-C-S avec deux conducteurs actifs

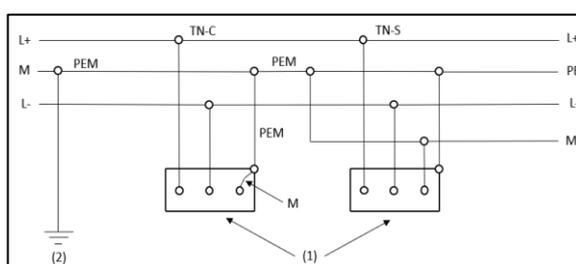


Schéma TN-C-S avec trois conducteurs actifs

L'information dans cet article est exacte au moment de la publication et est basée sur les lois et l'état de la technologie à ce moment-là.
