

Question 1 : Permettez-moi de vous poser quelques questions :

Note 2 : il est possible dans une même installation de type TN de combiner les 2 schémas. Dans cette configuration, le schéma TN-S doit être impérativement situé en aval du schéma TN-C.

1. Pour l'inverse c'est interdit c'est à dire : TN-S → Vers TN-C ?

Réponse : oui c'est interdit.

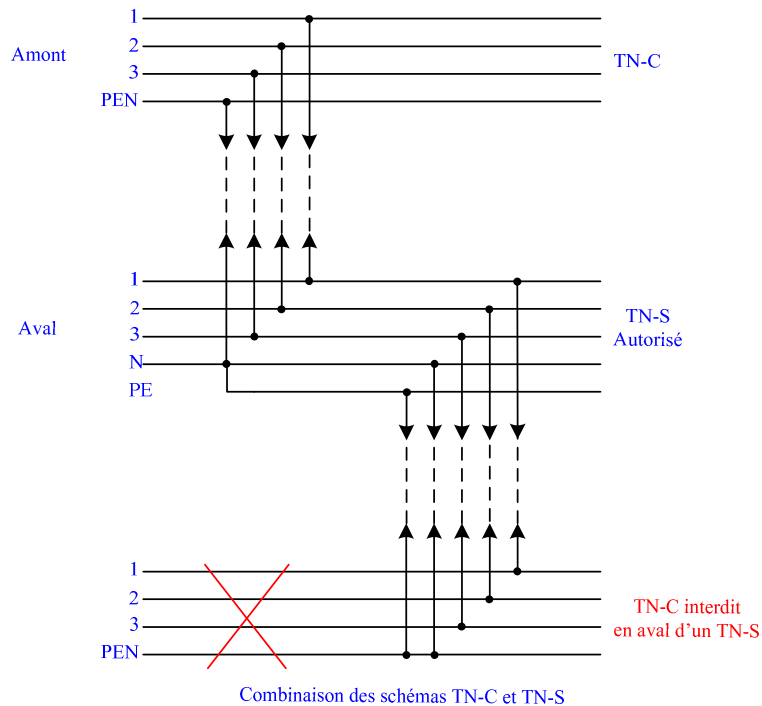


Schéma N°1

Question 2 : Est ce que le régime TN-C ou TN-S est utilisable pour l'éclairage et les prises de courant ?

Réponse : oui

2.1 Illustration d'un circuit PC :

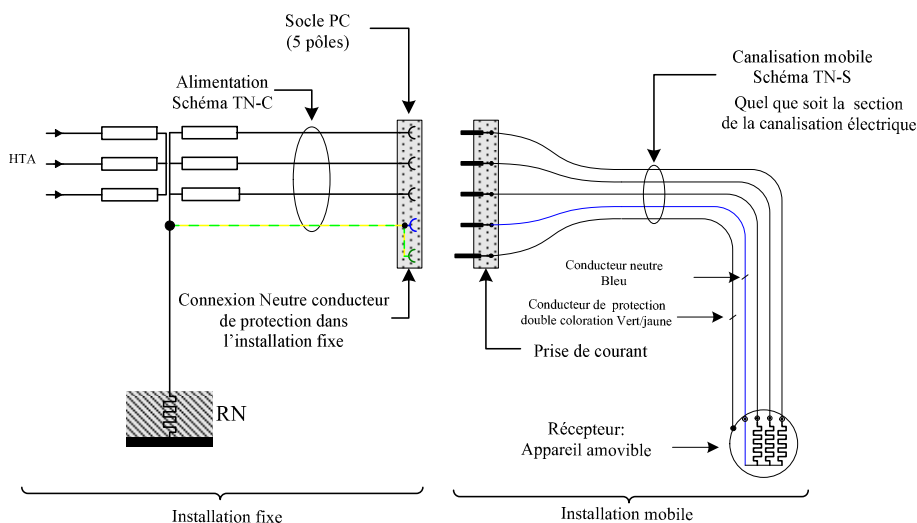


Schéma N°2

Le passage du schéma TN-C au schéma TN-S s'effectue au niveau du socle de la prise de courant. Quel que soit la section des conducteurs, la canalisation mobile sera toujours réalisée en schéma TN-S.

2.2 Circuit éclairage

La règle générale s'applique.

Il convient également de respecter le cas échéant les sections minimales (6mm² cuivre) ainsi que la nature du câble [câble armé constitué de 2 feuillets d'acier (Câble du type U1000 RGPFV)] lorsqu'il s'agit des canalisations enterrées directement dans le sol.

2.3 Câblage interne d'une machine outil

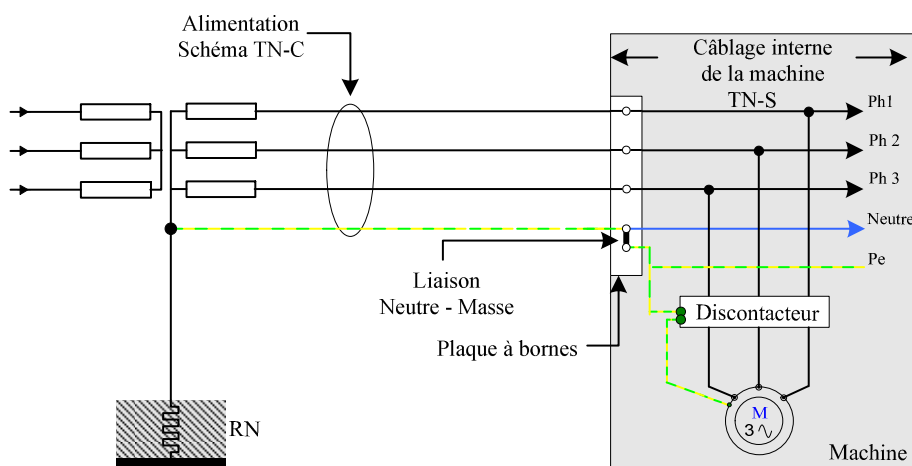


Schéma N°3

Le câblage interne d'une machine (usage général ou usage intensif) doit obligatoirement être du type TN-S.

Dans certain guide technique on peut lire ceci :

Lorsque la section est égale à **6 mm² cuivre** ^{Note 1} ou **10 mm² aluminium** ^{Note 1} ou en présence de canalisations mobiles, séparer le neutre et le conducteur de protection (schéma TN-S).

Note 1 : Sauf erreur d'interprétation de ma part de la norme NFC 15-100, un conducteur PEN ne peut pas être utilisé dans les installations fixes et, pour des raisons de résistance mécanique, lorsque sa section est inférieure à 10 mm² en cuivre ou 16 mm² en aluminium. Dans ce cas, le schéma TN-S est obligatoire.

Remarque : Il me semble qu'il y a une erreur dans votre guide technique (Précisez votre source documentaire).

Les diverses recherches effectuées dans ma documentation personnelle (ouvrages divers, textes législatifs, textes normatifs et documents de stage) vont toutes dans le même sens de ma remarque :

Références documentaires :

- Sous-paragraphe 543.4.1 de la NFC 15-100 (Version 2002 et suivantes).
- Guide UTE C 15-127 publié par l'UTE le 21/11/1972 (Guide provisoire abrogé et intégré dans la norme NFC 15-100 de 1977 et suivantes).
- Documents de stages sur la NFC 15-100 (AIF, APAVE, SOCOTEC, Stage G3 SCHNEIDER, ALSTHOM.)
- Guide NORMELEC.
- Guide de l'ingénierie électrique des réseaux internes d'usines (Technique et Documentation. Collection ELECTRA. Lavoisier) Cette collection diffusée par DOPEE 85 n'est plus disponible.
- Guide de conception des réseaux électriques industriels (SCHNEIDER) Disponible sur le site Schneider.
- Guide expert n°3 SLT
- Guide PROMOTELEC (Locaux recevant des travailleurs – Installations électriques haute et basse tension)

<u>Les SCHEMAS des LIAISONS à la TERRE</u> Réponses à vos questions et compléments concernant les « régimes des neutres »	N° d'ordre :	2019-Elec 107	Rév. :	2
	Classement :	Forum 2012		
	Emetteur :	J.M BEAUSSY		
	Dossier :	Volta		
	Destinataire 1 :	Forum Volta.		
	Destinataire 2 :			
	Rédigé le :	26/08/2019	Page :	3/9
Révisé le :	20/09/2019			

- Intersection : Les SLT (Novembre 1998)
- Guide de l'installation électrique 2010 (Schneider Electric)
- Guide de l'installation électrique 2012 (Schneider Electric)
- Guide de l'installation électrique 2017 (Schneider Electric)
- Termes principaux de l'électrotechnique traditionnelle relatifs à la sécurité. Page 30 [INRS ED 537 5^{ième} édition (1991), réimpression août 1998] Ce fascicule n'est plus diffusé par l'INRS.

Résumé :

Depuis la parution des divers textes concernant la mise au neutre des masses (SLT de type TN) dans les installations électriques à basse tension, énormément de choses ont été écrites. Je vais revenir succinctement sur certaines particularités essentielles du SLT de type TN.

Le schéma de type TN-C est interdit :

- En aval d'une partie réalisée en TN-S (Voir schéma N°1 page précédente)
- En aval d'un DDR (**D**ispositif **D**ifférentiel à courant **R**ésiduel). Dans ce cas le DDR est aveugle, il voit passer : $+I_{\text{défaut}} - I_{\text{défaut}} \text{ soit } I_{\text{résultant}} = 0$ d'où l'interdiction car il y a un risque d'électrisation voire d'électrocution.
- Dans les locaux dont les influences externes sont du type BE2 (risque d'incendie). A l'exception des canalisations traversant ces locaux.
- Dans les locaux dont les influences externes sont du type BE3 (risque d'explosion).
- Eviter le schéma TN-C dans les installations comportant des matériels sensibles. Pour les bâtiments qui comportent ou sont susceptibles de comporter de manière significative, des matériels de traitement de l'information. Le schéma TN-C n'est admis qu'entre le point de pénétration et le tableau général de distribution (TGBT). En aval, le schéma TN-S est obligatoire.

Le schéma de type TN-S est obligatoire :

- Pour les circuits dont la section est inférieure à 10 mm² en cuivre ou 16 mm² en aluminium → Résistance mécanique.
- Pour les canalisations mobiles quelles que soit la section des conducteurs actifs (Résistance mécanique jugée trop faible par le normalisateur. En cas de la rupture du conducteur de protection et en présence d'un défaut d'isolement la masse est sous tension.). Cette distinction est obligatoire car elle apporte une plus grande sécurité en cas de rupture accidentelle du conducteur de protection.
- Câblage interne des machines outils d'usage général ou d'usage intensif. Le normalisateur a pris en compte la possibilité d'installer ces équipements dans une installation dont le SLT est du type TT ou IT. Ceci permet de s'adapter sans modification importante à tout autre type de SLT (Souvent, il s'agit de faire pivoter une barrette amovible.)

Extrait de la norme NFC 15-100 (Version 2002 mise à jour en 2005)

Paragraphe 543.4 Conducteurs PEN

Sous-paragraphe 543.4.1 Un conducteur PEN (Schéma TN-C) ne peut être utilisé que dans les installations fixes et, pour des raisons mécaniques, doit avoir une section au moins égale à 10 mm² en cuivre ou 16 mm² en aluminium.

La section du conducteur PEN répond aux conditions imposées en 524 pour le conducteur neutre.

Extrait document : « Les schémas des liaisons à la terre »

La norme impose, pour réduire le risque de rupture d'un PEN de faible section, de séparer le neutre du PE pour des conducteurs de section ≤ 10 mm² Cu, ou ≤ 16 mm² Alu. Le passage en TN-S est donc obligatoire.

Note : Ne pas oublier également de vérifier que la contrainte thermique maximale n'est pas dépassée sur les conducteurs PE ou PEN.

Question N°3 : C'est quoi une canalisation mobile ?

Canalisation mobile : Canalisation électrique ^{Note 2} destinée à l'alimentation en énergie électriques des appareils amovibles ^{Note 3}.

Note 2 : Ensemble constitué par un ou plusieurs conducteurs électriques solidaires, les éléments assurant leur fixation et, le cas échéant, leur protection mécanique → Exemple schéma N°2.

Note 3 : Qualificatif s'appliquant à tout appareil, engin ou machine portatif à main, mobile ou semi-mobile.

Question N° 4 : Quel est le problème entre le régime TN-C et les canalisations mobiles ?

Réponse :

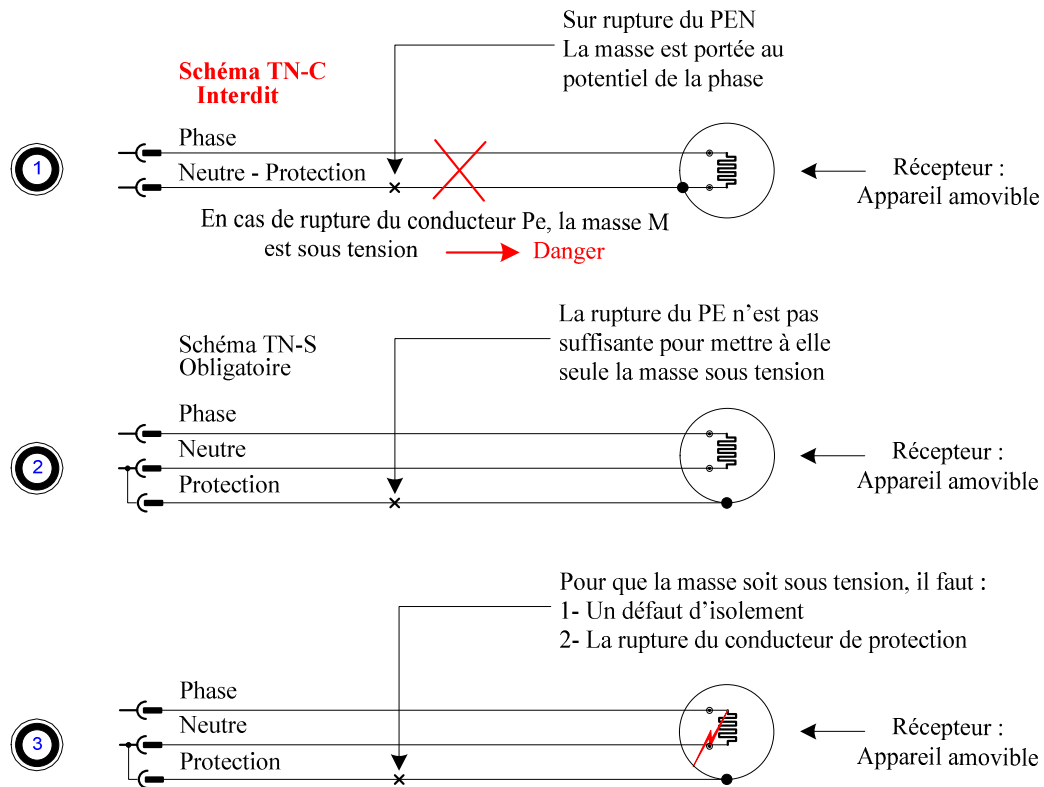


Schéma n°4

Le conducteur PEN ne doit jamais être coupé. S'il est coupé accidentellement, et en présence d'un défaut d'isolement toutes les masses situées en aval du PEN se trouvent portées à la tension simple sitôt qu'un appareil monophasé est connecté au réseau. Les personnes touchant les masses concernées (assimilé à un contact direct) sont donc soumises à la tension simple. Il y a alors risque d'électrisation, voire d'électrocution.

Sous-paragraphe 461.3 de la NFC 15-100.

Dans le schéma TN-C, le conducteur PEN ne doit être ni sectionné ni coupé. (Schéma N°5 → circuit n°3)

Dans le schéma TN-S, le conducteur neutre doit pouvoir être sectionné et coupé. (Schéma N°5 → circuits n°1 et n°4). Le cas échéant, il peut être protégé contre les surintensités, mais il doit être solidaire des conducteurs de phases. (Schéma N°5 circuit n°1)

Note 4 : Il est rappelé que dans tous les schémas de liaison à la terre, le conducteur de protection (PE) ne doit être ni sectionné ni coupé (voir aussi l'article 543. 4 de la NFC 15-100).

Les SCHEMAS des LIAISONS à la TERRE

Réponses à vos questions et compléments concernant les « régimes des neutres »

N° d'ordre : 2019-Elec 107 Rév. : 2
Classement : Forum 2012
Emetteur : J.M BEAUSSY
Dossier : Volta
Destinataire 1 : Forum Volta.
Destinataire 2 :
Rédigé le : 26/08/2019 Page : 5/9
Révisé le : 20/09/2019

Extrait d'un schéma explicatif

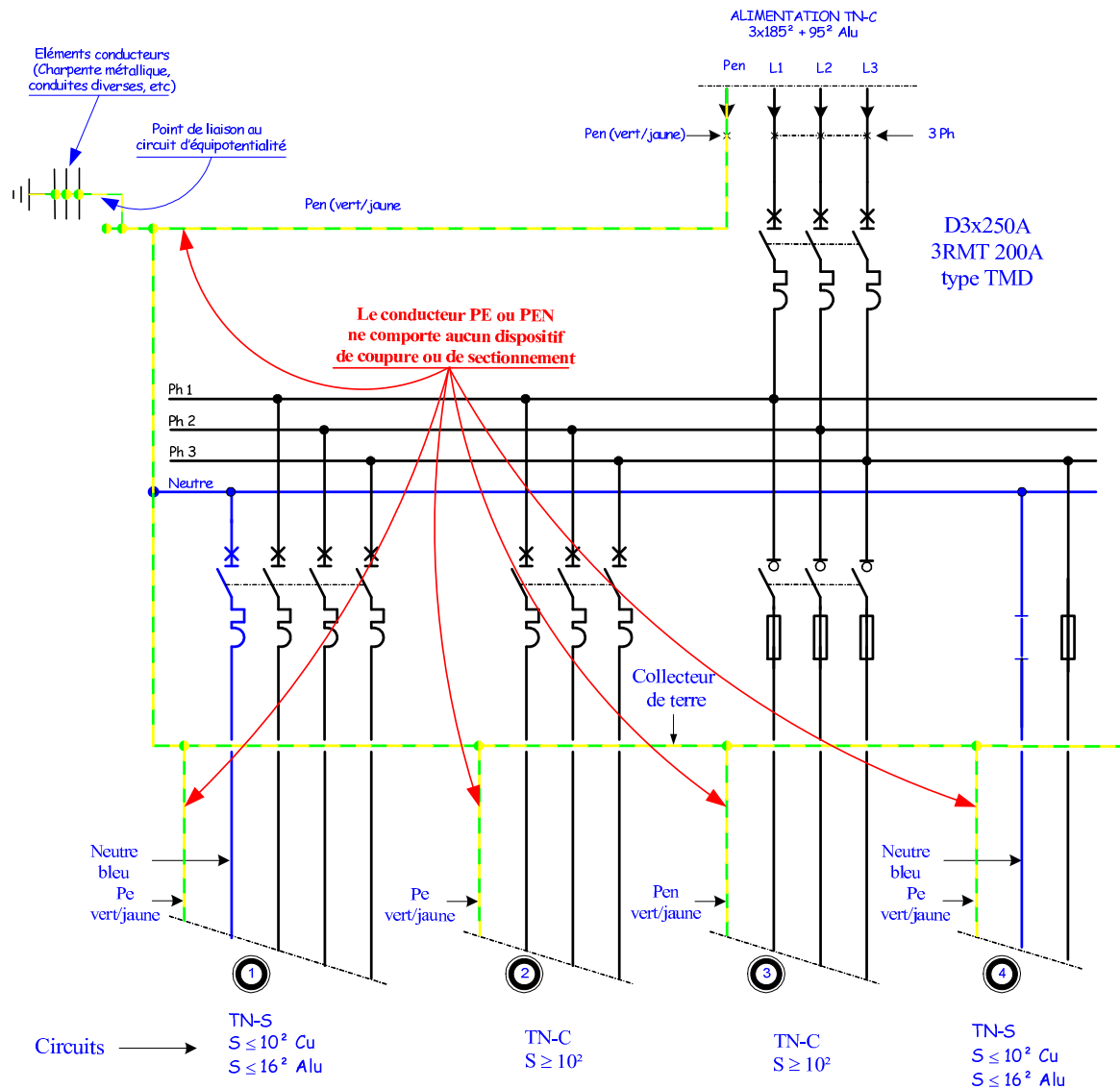


Schéma N°5

Question N° 5 : 3. il y a toujours un contact direct ^{Note 5} entre la personne et la masse ^{Note 6} métallique quelque soit l'état de PEN coupé ou non coupé ? Donc toujours il y a un risque ?

Vous commettez à mon sens quelques erreurs, alors je vous propose de faire peu de vocabulaire.

Note 5 : Définition

Au sens propre de la normalisation, il ne s'agit pas d'un contact direct dont voici la définition exacte. Voir la définition ci-après.

Contact direct :

Contact de personne avec une **partie active** (conducteur neutre ou de phase normalement sous tension) d'un circuit électrique. **Le contact direct ne concerne que les « usagers » qui touchent accidentellement un conducteur actif sous tension.**

Les SCHEMAS des LIAISONS à la TERRE

Réponses à vos questions et compléments concernant les « régimes des neutres »

N° d'ordre : 2019-Elec 107 Rév. : 2
Classement : Forum 2012
Emetteur : J.M BEAUSSY
Dossier : Volta
Destinataire 1 : Forum Volta.
Destinataire 2 :
Rédigé le : 26/08/2019 Page : 6/9
Révisé le : 20/09/2019

Note 6 : Définition

Masse :

Partie conductrice d'un matériel électrique susceptible d'être touchée par une personne qui n'est pas normalement sous tension mais qui peut le devenir en cas de défaut d'isolement des parties actives de ce matériel.

Défaut d'isolement :

Défaillance de l'isolation d'une partie active d'un circuit électrique entraînant une perte d'isolement de cette partie active pouvant aller jusqu'à une liaison accidentelle entre deux points de potentiel différents (défaut franc).

Par mesure de simplification, j'ai opté pour schéma de type TT.

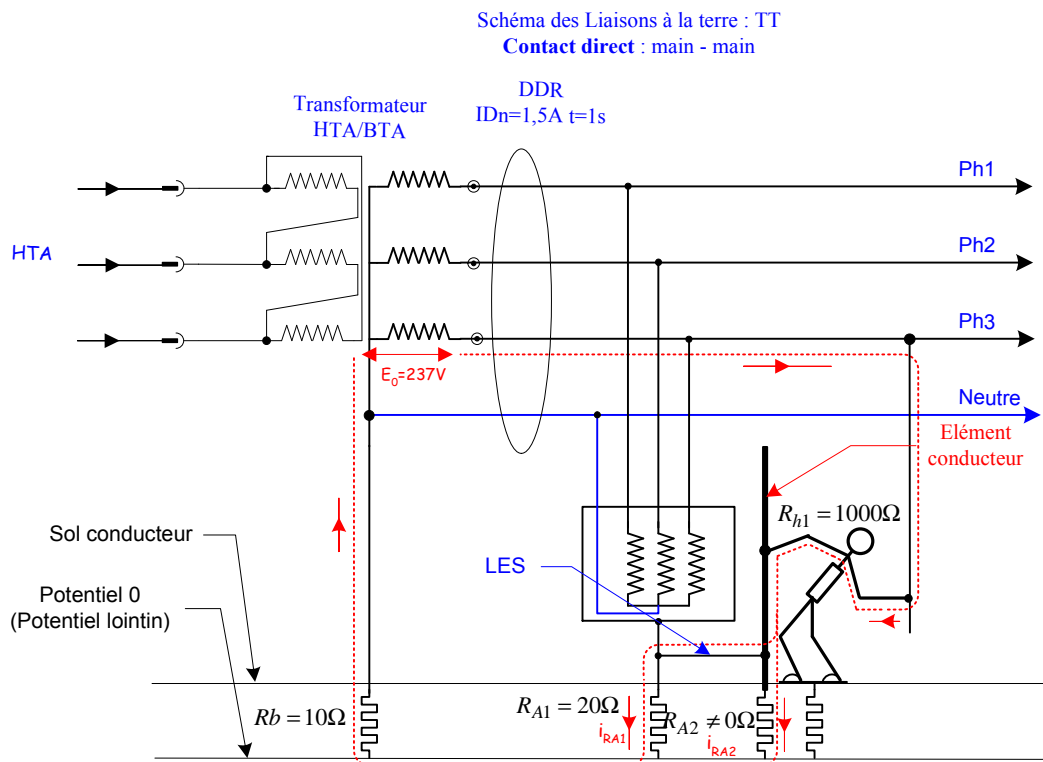


Schéma N°6

Selon la norme internationale CEI 479-1, il s'agit ici d'un contact main/main. Supposons que l'opérateur isolé du sol, touche accidentellement un conducteur de phase et un élément conducteur en contact intime avec le sol soit, au potentiel 0.

L'opérateur est soumis à la tension simple du réseau. L'étude des phénomènes physiologiques liés au passage du courant électrique à travers le corps humain montre que l'opérateur risque d'être électrisé, voire au pire d'être électrocuté. Si les muscles fléchisseurs de l'opérateur sont concernés ce dernier risque de rester collé entraînant l'électrocution de l'opérateur, dans le cas de muscles extenseurs, l'opérateur sera violemment rejeté entraînant un risque de chute.

Calcul du courant circulant à travers le corps humain.

Hypothèses :

- Résistance du corps humain $R_h = 1000\Omega$,
- Tension simple $E_0 = 237V$,
- Prise de terre du neutre $R_b = 10\Omega$,

Les SCHEMAS des LIAISONS à la TERRE Réponses à vos questions et compléments concernant les « régimes des neutres »	N° d'ordre :	2019-Elec 107	Rév. :	2
	Classement :	Forum 2012		
	Emetteur :	J.M BEAUSSY		
	Dossier :	Volta		
	Destinataire 1 :	Forum Volta.		
	Destinataire 2 :			
	Rédigé le :	26/08/2019	Page :	7/9
Révisé le :	20/09/2019			

- Prise de terre des masses $R_{A1} = 20\Omega$

$$I_h = \frac{U_{(Volts)}}{\Sigma R_{(\Omega)}} = \frac{237}{1030} \approx 0,237A \text{ soit } 237mA$$

Le seuil de sécurité de non lâcher étant fixé à 10mA, il y a de fortes chances que l'opérateur subisse un choc électrique dont les conséquences peuvent être graves.

Vous remarquerez que le seuil de déclenchement du DDR fixé à 1,5A n'est pas atteint et d'autre part temporisé à 1s.

Résumé des effets physiologiques du courant électrique

En ce qui concerne le courant électrique circulant dans le corps humain, les expérimentations menées par des spécialistes (médecins, chercheurs, etc.), soit sur des animaux, soit sur des êtres morts ont permis de dresser le tableau suivant :

Intensité du courant	Durée de passage du courant	Effets du courant électrique sur le corps humain (50/60 Hz)
0,02mA		Seuil de perception au niveau de la rétine de l'œil.
0,045mA		Seuil de perception au niveau de la langue.
1mA		Seuil de perception cutané.
1 à 3mA		Sensation sans douleur.
3 à 10mA		Sensation douloureuse.
10mA		Seuil de non-lâcher (CEI 479-1)
25mA	3mn	Tétanisation des muscles respiratoires (paralysie respiratoire)
30mA 40mA 80mA	t indéterminé 5s 1s	Déclenchement de la fibrillation ventriculaire. Le cœur bat de façon anarchique, ce dernier ne jouant plus son rôle de pompe aspirante/refoulante, le sang ne circule plus, les cellules du cerveau ne sont plus irriguées et le décès intervient dans un délai de quelques minutes. L'accidenté étant en état de fibrillation ventriculaire, le retour à la normale peut s'effectuer en utilisant avant ce délai soit un défibrillateur, soit en pratiquant un massage cardiaque et en pratiquant une ventilation pulmonaire adaptée.
2A		Inhibition des centres nerveux.
4A		Seuil de paralysie cardiaque avec arrêt du cœur.
> 5A		brûlures des tissus organiques.

D'après les expérimentations des docteurs HAUF et DALZIEL

Définition d'un contact indirect

Contact de personne avec une masse reliée à la terre (prise de terre ou conducteur de protection) mise accidentellement sous tension suite à un défaut d'isolement. Lire le complément en note 7 à la fin de mes commentaires.

Sous-paragraphe 231.3 de la NFC 15-100

Contact indirect (826-03-04) Contact électrique de personnes ou d'animaux domestiques ou d'élevage avec des masses (reliées à la terre) mises sous tension à la suite d'un défaut d'isolement.

Schéma des Liaisons à la terre : TT
Contact indirect
Masse M1 mise sous tension accidentellement

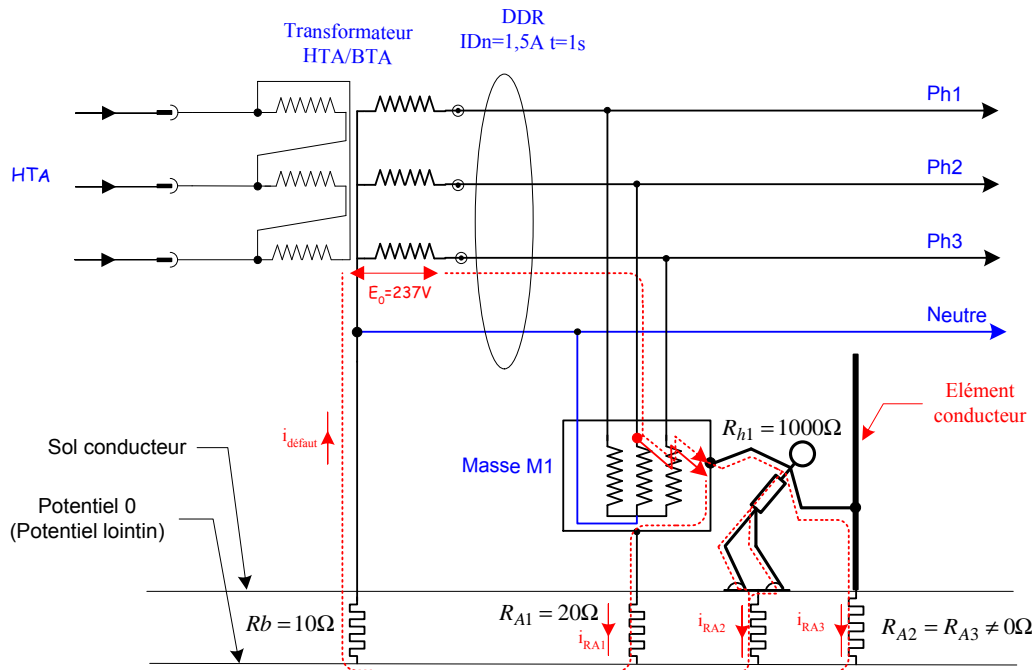


Schéma N°7

Hypothèses :

- Résistance du corps humain $R_h = 1000\Omega$,
- Tension simple $E_0 = 237V$,
- Prise de terre du neutre $R_b = 10\Omega$,
- Prise de terre des masses $R_{A1} = 20\Omega$

Calcul du courant de défaut

$$I_{\text{défaut}}(A) = \frac{U(\text{Volts})}{\Sigma R(\Omega)} = \frac{237}{30} \approx 7,9A$$

Remontée en potentiel de la masse M1

$$U_{\text{défaut}} = R_{A1} \times I_{\text{défaut}} = 20 \times 7,9 = 158\text{Volts}$$

L'homme est donc soumis à cette tension de défaut.

Calcul du courant circulant dans le corps humain

$$I_h(A) = \frac{U_{\text{défaut}}(\text{Volts})}{R_h(\Omega)} = \frac{158}{1000} = 0,158A \text{ soit } = 158mA$$

Comme dans le cas précédent ce courant est dangereux, mais dans ce cas, le DDR va déclencher avant que ce courant de défaut soit établi. Pour que la sécurité soit totale, il faudra abaisser le temps de déclenchement à 0,5 seconde par exemple ou installer un DDR instantané (sélectivité oblige) à l'origine du circuit inclus la masse M1.

Note 7 : Rappel important

Protection contre les contacts indirects

<u>Les SCHEMAS des LIAISONS à la TERRE</u> Réponses à vos questions et compléments concernant les « régimes des neutres »	N° d'ordre :	2019-Elec 107	Rév. :	2
	Classement :	Forum 2012		
	Emetteur :	J.M BEAUSSY		
	Dossier :	Volta		
	Destinataire 1 :	Forum Volta.		
	Destinataire 2 :			
	Rédigé le :	26/08/2019	Page :	9/9
Révisé le :	20/09/2019			

Rappelons que la protection contre les contacts indirects (Mise sous tension accidentelle des masses) comprend deux grandes familles de mesures :

- Celles qui comportent la coupure automatique de l'alimentation associée à la mise à la terre des masses,
- Celles qui ne comportent pas la coupure automatique de l'alimentation, tel l'emploi de matériel de la classe II ou l'isolation équivalente, la classe III, la séparation électrique.

Protection par coupure automatique de l'alimentation associée à la mise à la terre des masses

Dans cette famille de mesures de protection, le point important est le temps de coupure automatique de l'alimentation, temps qui dépend de la valeur du courant de défaut, lui-même dépendant du schéma des mises à la terre.

En schéma TT, le courant de défaut est le plus souvent faible, et son élimination, donc la coupure de l'alimentation, ne peut généralement être assurée dans un temps satisfaisant, que par la mise en œuvre de **Dispositifs Différentiels à courant Résiduels (DDR)**, ceci à tous les niveaux de l'installation. La seule disposition nouvelle apportée par la norme est l'autorisation, pour les circuits de distribution, d'un temps de fonctionnement maximal de 1 seconde, Si la sélectivité le rend nécessaire. (Ce temps n'étant pas précisé dans l'ancienne norme, on se référait au retard intentionnel maximal de 400 ms figurant dans la norme UTE 60-130).

En schéma TN ou IT, le courant de premier défaut ou de défaut double (Deux défauts d'isolement simultanés) est généralement éliminé par les dispositifs de protection contre les surintensités (fusibles HPC, disjoncteurs), dans le temps maximal fixé par la norme.

Dans la norme précédente (celle de 1977 nommée aussi « La grenat »), ce temps était fonction de la tension de contact, laquelle devait donc être prédéterminée.

Dans les nouvelles versions de la norme, une tension de contact moyenne a été implicitement définie, en fonction de la tension d'alimentation de l'installation électrique et du schéma des mises à la terre, la tension de contact réelle fluctuant autour de la tension de contact moyenne en fonction des variations de la tension de réseau, de l'emplacement du défaut dans l'installation, du rapport entre les sections des conducteurs de phase et de protection. Il en résulte que la norme indique des temps de coupures maximaux ne dépendant plus que de la tension nominale de l'alimentation et du schéma des mises à la terre : par exemple, en schéma TN, dans une installation 230/400 V, le temps de coupure maximal est 0,4s. Pour ceux qui sont accroc à la norme, je vous invite à lire le tableau 41A.

Le respect de ce temps maximal garantit la sécurité quelle que soit la tension de contact réelle.

Les nouveaux temps indiqués sont très peu différents des temps déterminés selon la méthode de la norme précédente.

Par ailleurs, un temps de coupure maximal de 5 secondes est admis pour les circuits de distribution.

Ces quelques modifications n'ont eu aucune incidence, lorsque le dispositif de protection était un disjoncteur, puisque, dans ce cas, la condition à respecter est que le courant de défaut assure le fonctionnement du relais magnétique (ou du dispositif instantané) du disjoncteur.

Pour le point 3

Si le PEN est coupé et tu viens de toucher la masse :

Vous, la terre et la masse du récepteur ne sont plus au même potentiel Le courant va faire le retour vers la source " le transformateur" à travers votre corps et pas à travers le PEN qui est coupé "voilà le risque" et cela sans défaut d'isolement "un cas normal".

Point 2

Et c'est pour cela et afin d'éviter la coupure du neutre, on évite avoir un TNC "PEN" si la section du conducteur est inférieure ou égale à 6mm² Cu ou 10mm² Alu (section qui risque d'être coupé facilement).

Cordialement