

Centre Universitaire Abdelhafidh Boussouf-MILA



Département de GM-ELM
1^{re} Année Master ELM

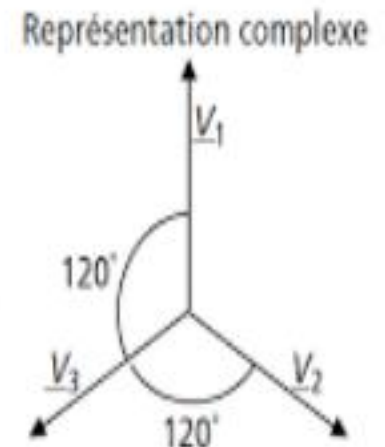
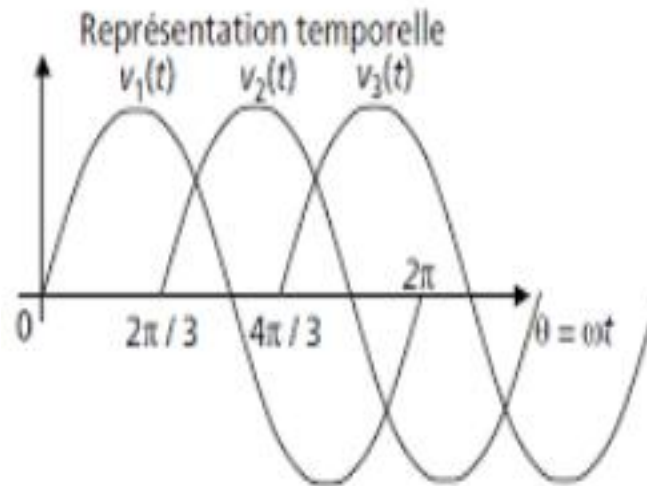
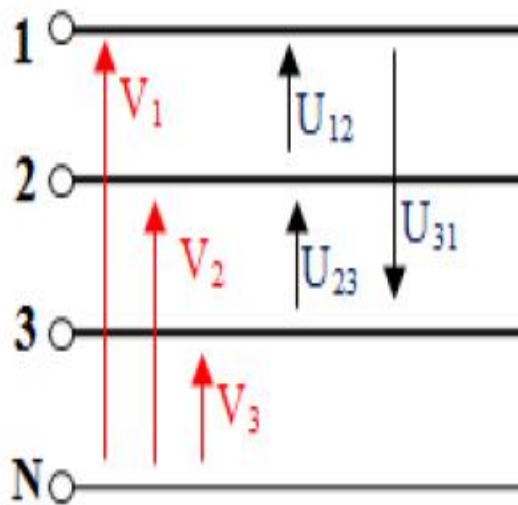


Réseaux électriques Industriels

Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

1. Généralités

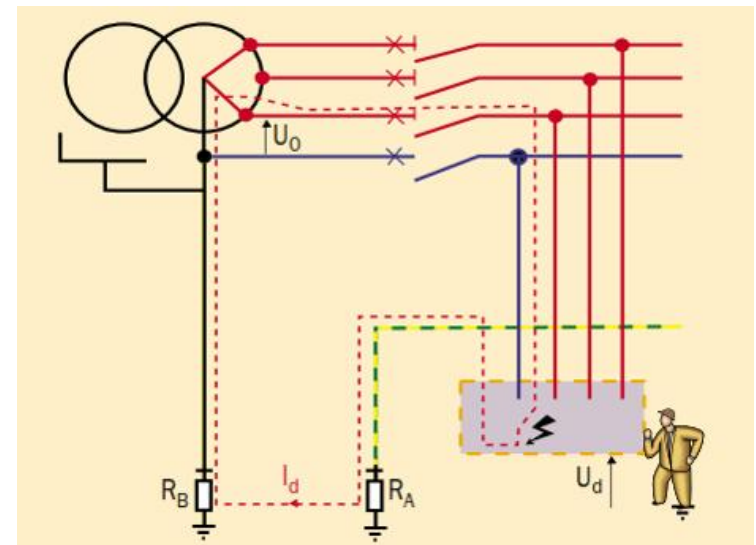
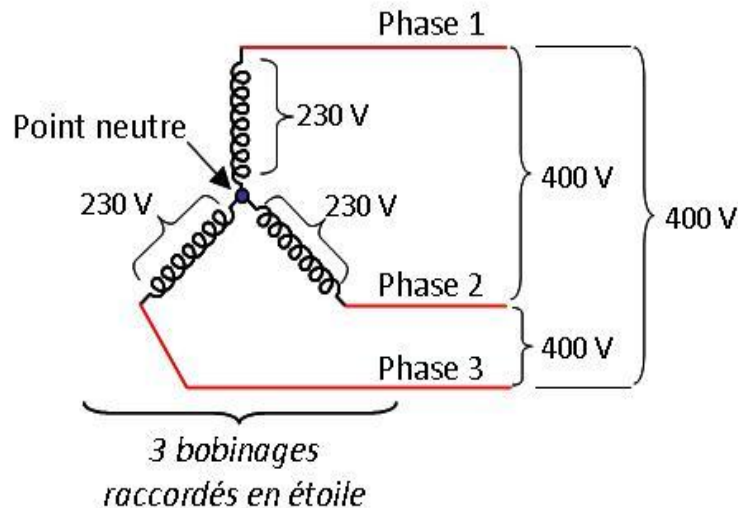
Dans tout système triphasé HTA ou BT, il existe trois tensions simples mesurées entre chaque phase et un point commun appelé « point neutre ». En régime équilibré ces trois tensions sont déphasées de 120° et ont une valeur de $U / \sqrt{3}$. U étant la tension composée mesurée entre phases.



Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

1. Généralités

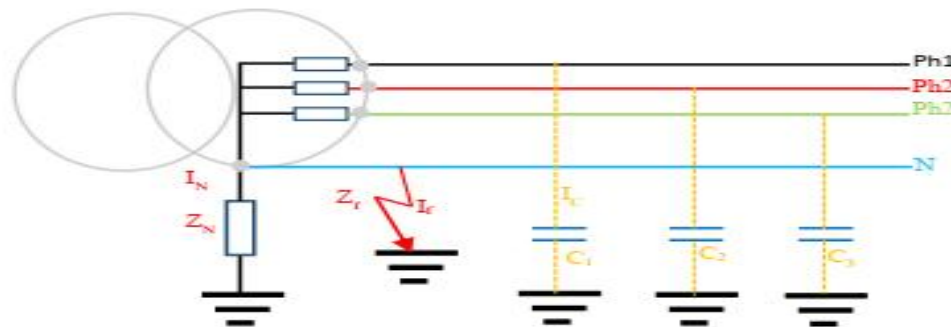
- Pratiquement, le neutre est le point commun de trois enroulements montés en étoile, ce neutre peut être sorti ou non, distribué ou non.
- En moyenne tension, la distribution du neutre n'est pas utilisée en Algérie ; par contre, elle est très fréquente aux USA.
- Dans une installation moyenne ou basse tension, le neutre peut être mis à la terre ou non. Dans ce cas ; on parle de régime du neutre.



Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

2. Définition du régime de neutre

Un régime de neutre définit la manière dont est connecté **le câble de la terre sur la source** de tension tels que un transformateur de distribution, un groupe électrogène ou une éolienne, ...etc. et **les masses côté utilisateur** (machine de production, lave-linge, lave-vaisselle, ...etc).



Le NEUTRE:

Ce sont les points neutres des **transformateurs HT/BT** ainsi que les conducteurs neutres qui, en régime équilibré, ne sont parcourus par aucun courant.

Les MASSES:

Ce sont les parties conductrices accessibles d'un matériel électrique susceptibles d'être mises sous tension en cas de défaut masses métalliques

Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

2. Définition du régime de neutre

Le conducteur de protection PE (Protection Equipotentielle)

C'est un conducteur de couleur **VERT/JAUNE** dont la fonction est de relier toutes les masses métalliques des appareils à la terre.

En cas de défaut, il permet de canaliser le courant électrique provoqué par le défaut.

Le conducteur de protection n'est pas distribué par le fournisseur d'énergie

La TERRE

La terre peut être considérée comme un milieu conducteur .

L'utilisation d'un piquet de terre (ou autre) pour la mise à la terre ne permet pas de réaliser un contact parfait entre ce piquet et la terre. En effet, il existe une résistance de contact, non négligeable, qui peut atteindre quelques dizaines, voire quelques centaines d'Ohms . On l'appelle la **RESISTANCE DE PRISE DE TERRE**.

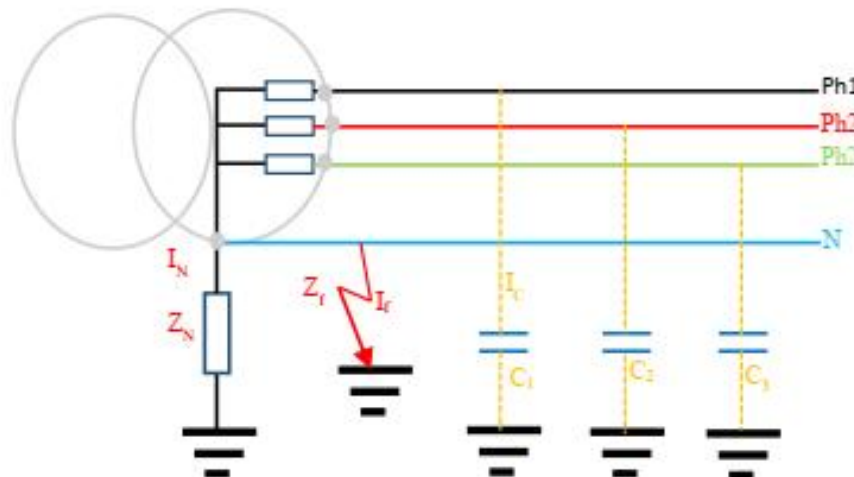


Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

3. Connexion du neutre à la terre

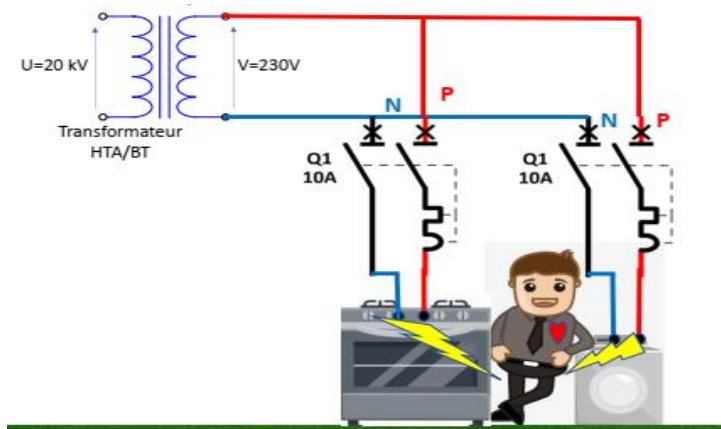
La connexion du neutre à la terre à travers l'impédance Z_N peut être réalisée de cinq (05) façons différentes :

- $Z_N = \infty$: neutre isolé, pas de liaison intentionnelle ;
- $Z_N = R \uparrow$: est une résistance de valeur plus ou moins élevée ;
- $Z_N = jL \omega \downarrow$: est une réactance, de valeur faible en général ;
- Z_N : est une réactance de compensation, destinée à compenser la capacité du réseau ;
- $Z_N = 0$: le neutre est relié directement à la terre



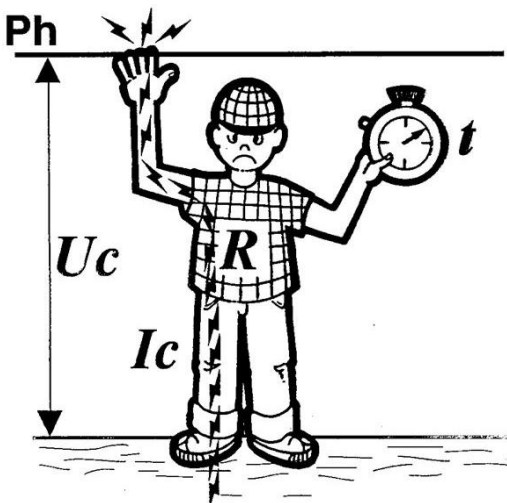
Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

4. Utilités des mises à la terre

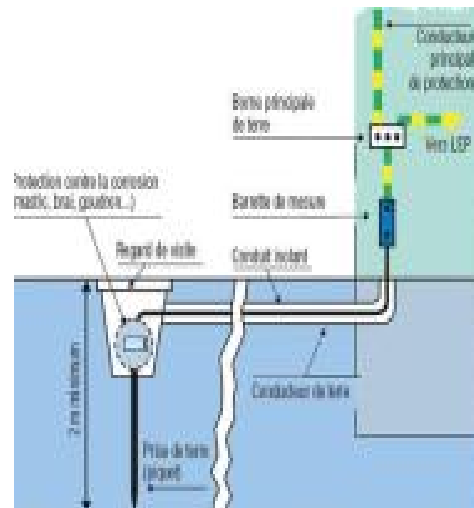


Un défaut d'isolement apparaît si le conducteur de phase entre en contact avec la carcasse métallique Du lave-linge

En cas de défaut d'isolement ou de mise à la terre accidentelle d'une phase, les valeurs obtenues par le courant de défaut, la tension de contact et la surtension sont étroitement liées au mode de raccordement du neutre à la terre.



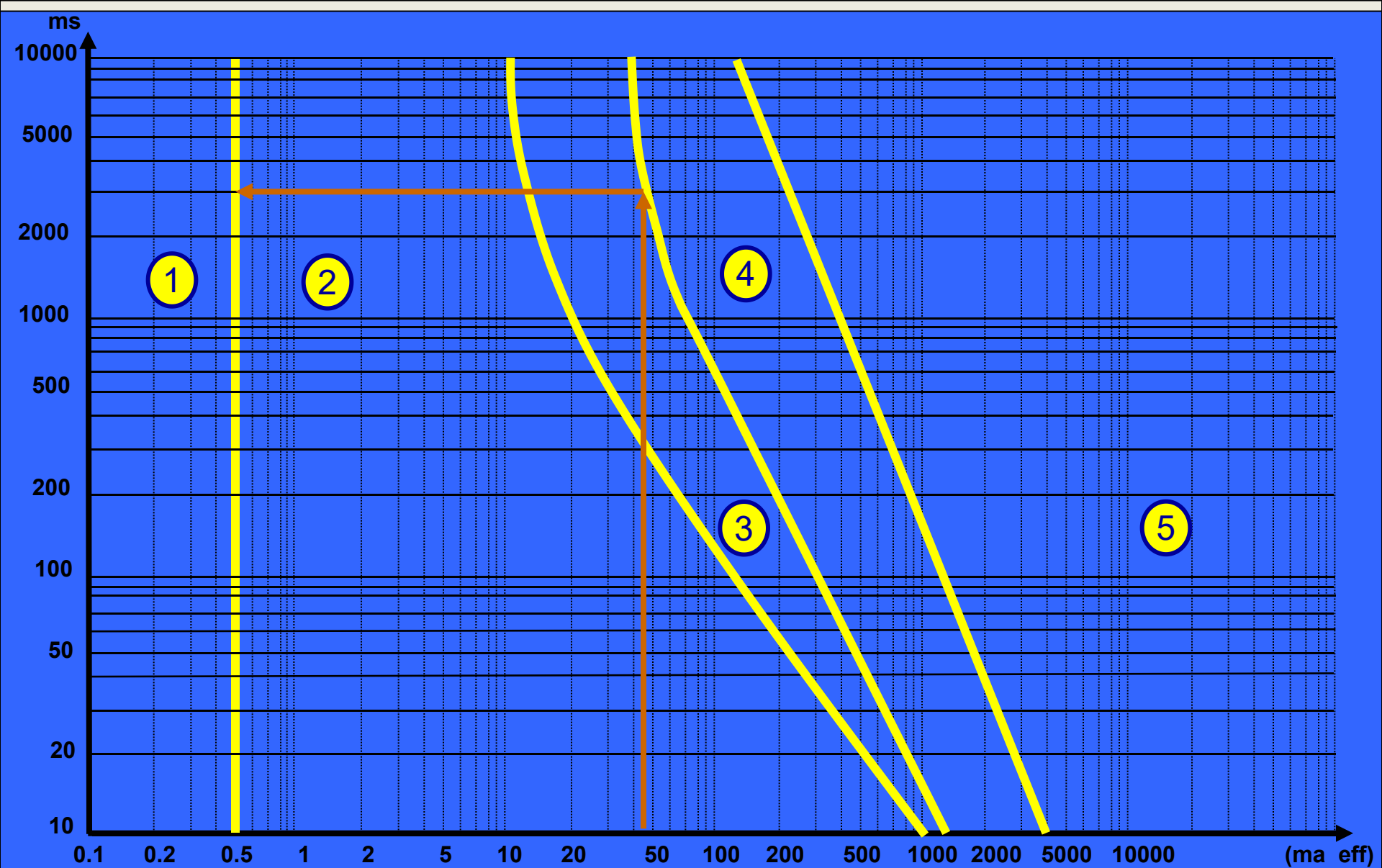
I_c : intensité du courant
 U_c : tension de contact
 R : résistance du corps
 t : durée de passage du courant à travers du corps
 Le trajet du courant



Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

4. Utilités des mises à la terre

- Le point neutre est directement mis à la terre pour aider à limiter les surtensions ; en revanche, il génère des courants de défaut élevés.
- Au contraire, le neutre isolé limite le courant de défaut à une valeur très faible, mais est propice à l'apparition de fortes surtensions
- Un neutre isolé permet la continuité de service en basse tension et même en haute tension, mais les lois applicables en matière de protection des travailleurs doivent être respectées
- Au contraire, un neutre directement mis à la terre ou à faible impédance doit être déclenchée immédiatement lorsqu'un défaut d'isolement se produit pour la première fois.



Zone 1 : Habituellement aucune réaction

Zone 2 : Aucun effet physiopathologique dangereux

Zone 3 : Aucun risque de fibrillation cardiaque

Zone 4 : Fibrillation cardiaque possible (prob <50%)

Zone 5 : Fibrillation cardiaque (prob >50%)

Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

5. Types du régime du neutre

Les systèmes de mise à la terre sont régis par la norme CEI 60364-3. Il existe trois types de régime de neutre : TT, TN et IT.

1ère Lettre : définit le point neutre par rapport à la terre.

T : neutre directement mis à la terre ;

I : neutre non relié à la terre ou mise à la terre à haute impédance (par exemple $2000\ \Omega$) ;

2ème Lettre : Définit les masses de l'installation par rapport à la terre :

T : masses reliées directement à la terre.

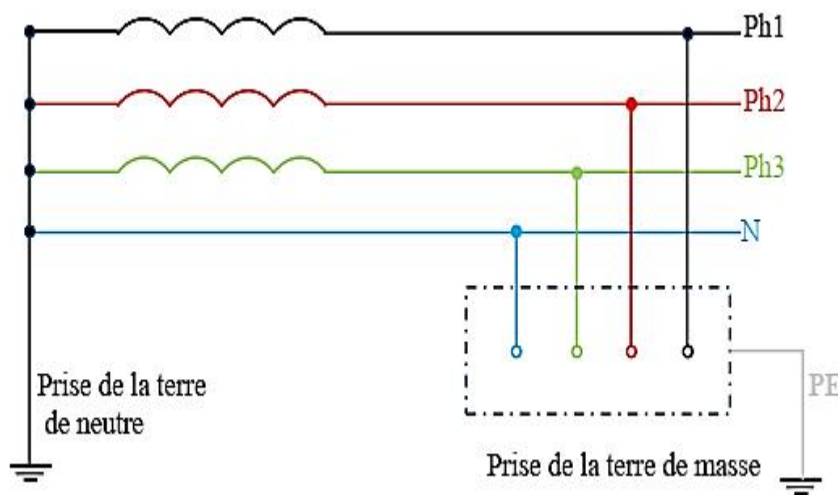
N : masses reliées au neutre de l'installation, lui-même relié à la terre.

Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

5. Types du régime du neutre

5.1. Régime TT

Le neutre de l'installation est directement relié à la terre. Les parties conductrices exposées des charges (les masses) sont interconnectées soit ensemble soit par un groupe de charges. Chaque groupe interconnecté est mis à la terre.



Caractéristiques particulières du régime TT

- L'installation de DDR est obligatoire.
- Toutes les masses protégées par le même dispositif de protection doivent être connectées à la même terre.
- La terre de neutre et la terre de masse peuvent ou non être interconnectées ou combinées.

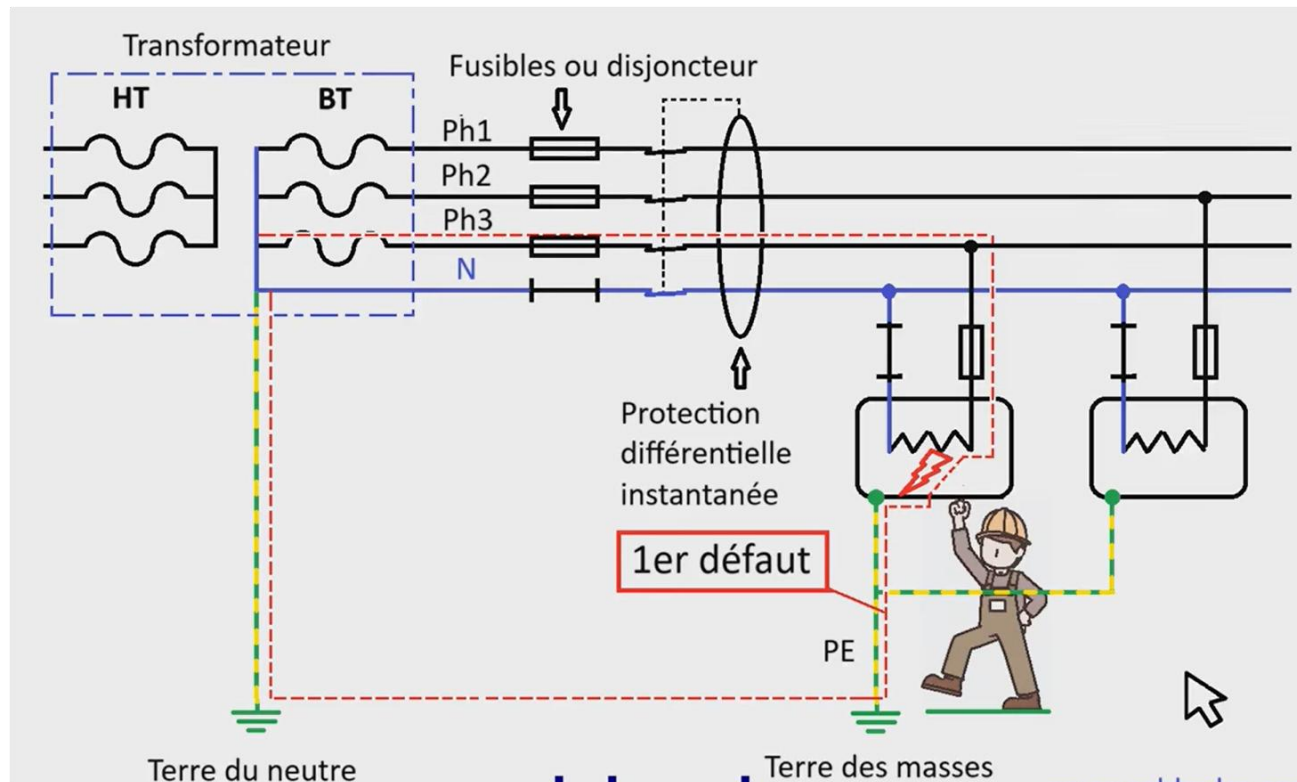
Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

5. Types du régime du neutre

5.1. Régime TT

Le neutre du transformateur est raccordé à la terre et les masses de l'installation sont connectées à des terres indépendantes. (Protection Equipotentielle : PE)

Une protection contre les courts circuits et les surcharges est assurée par des fusibles ou un disjoncteur. Une barrette est installée à la place du fusible sur le neutre.



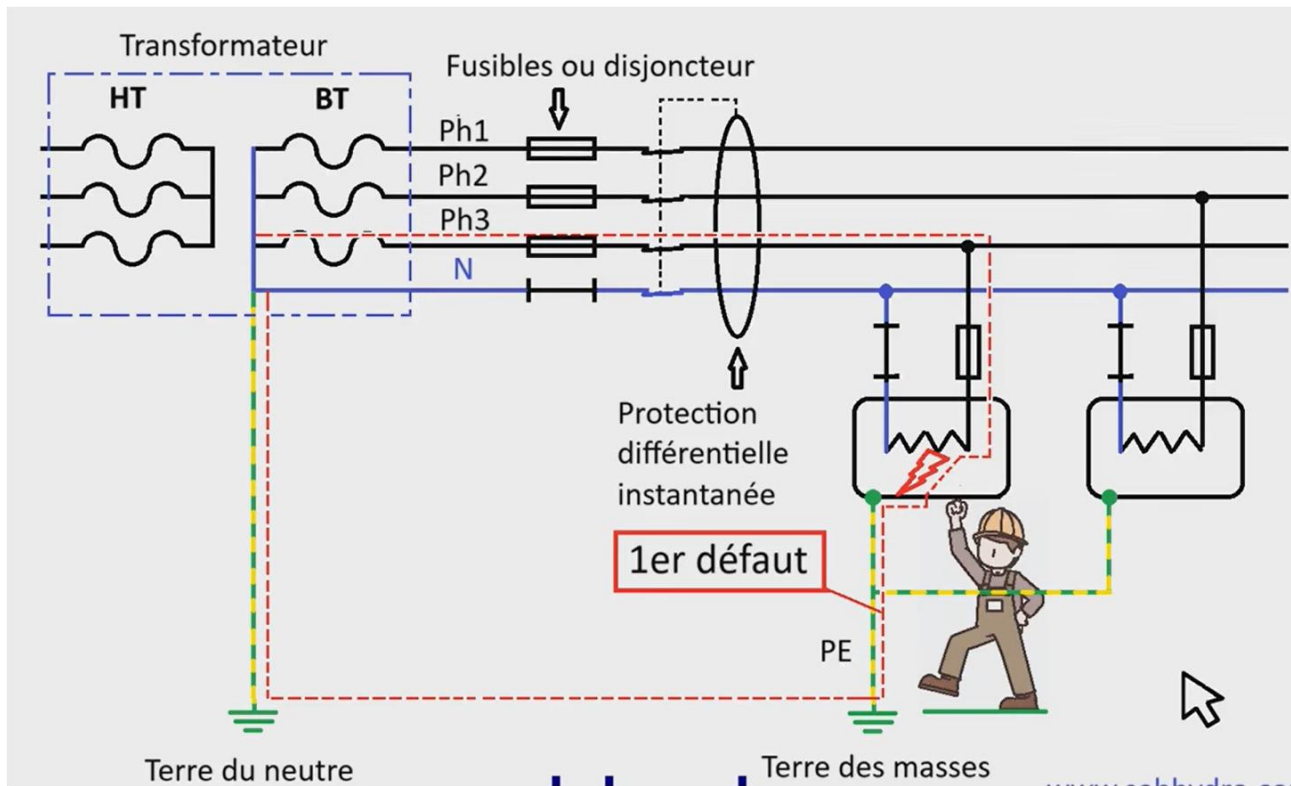
Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

5. Types du régime du neutre

5.1. Régime TT

Une protection différentielle détecte les fuites de courant à la terre causées par un défaut d'isolement.

Au premier défaut d'isolement, la protection différentielle compare en permanence l'intensité entre le neutre et les phases à l'aide d'un tore. La protection déclenche si le courant de fuite atteint la sensibilité du différentiel. (500 mA en tête et 30 mA en cascade pour les abonnés EDF BT)



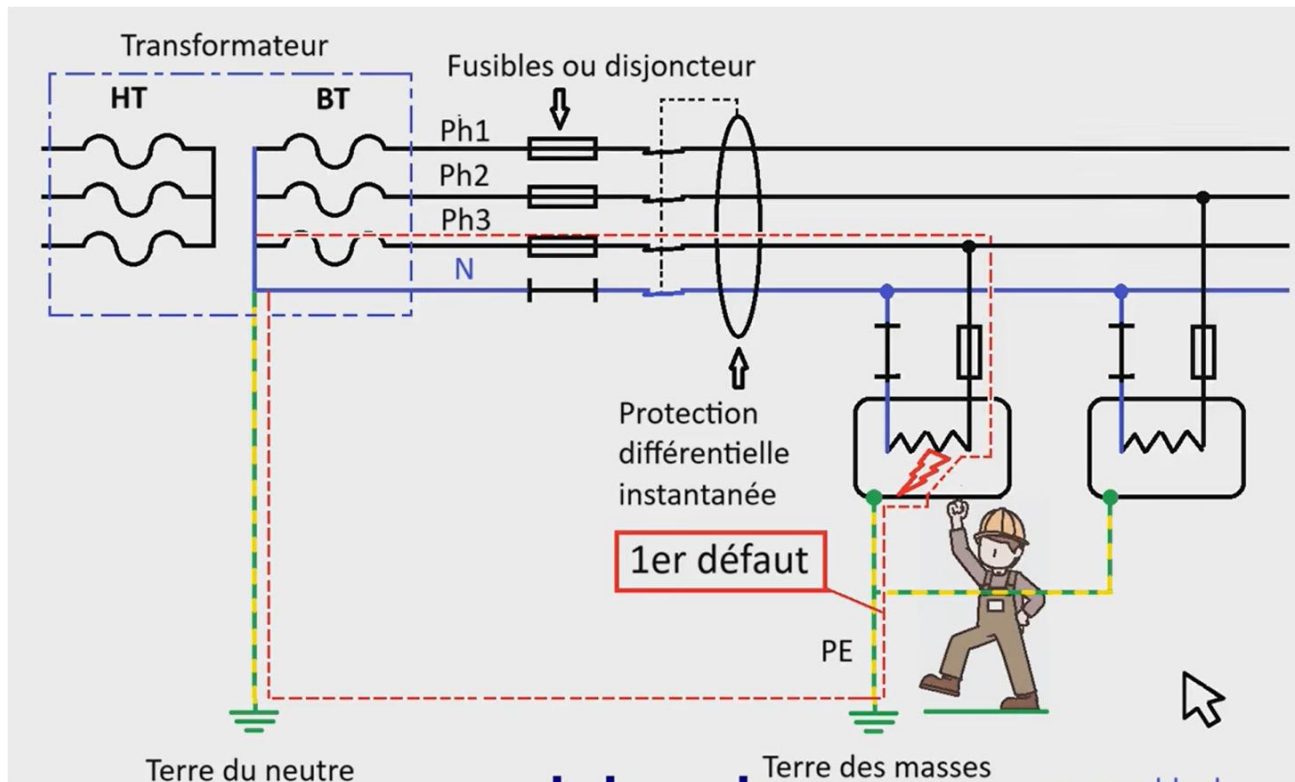
Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

5. Types du régime du neutre

5.1. Régime TT

La protection générale différentielle peut être retardée à condition de n'alimenter que des circuits de distribution. Les circuits terminaux devront être protégés par des différentiels instantanés.

A noter : Le neutre ne doit jamais être coupé seul..



Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

5. Types du régime du neutre

5.1. Régime TT

Une protection différentielle détecte les fuites de courant à la terre causées par un défaut d'isolement.

Au premier défaut d'isolement, la protection différentielle compare en permanence l'intensité entre le neutre et les phases à l'aide d'un tore. La protection déclenche si le courant de fuite atteint la sensibilité du différentiel. (500 mA en tête et 30 mA en cascade pour les abonnés EDF BT)

Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

5. Types du régime du neutre

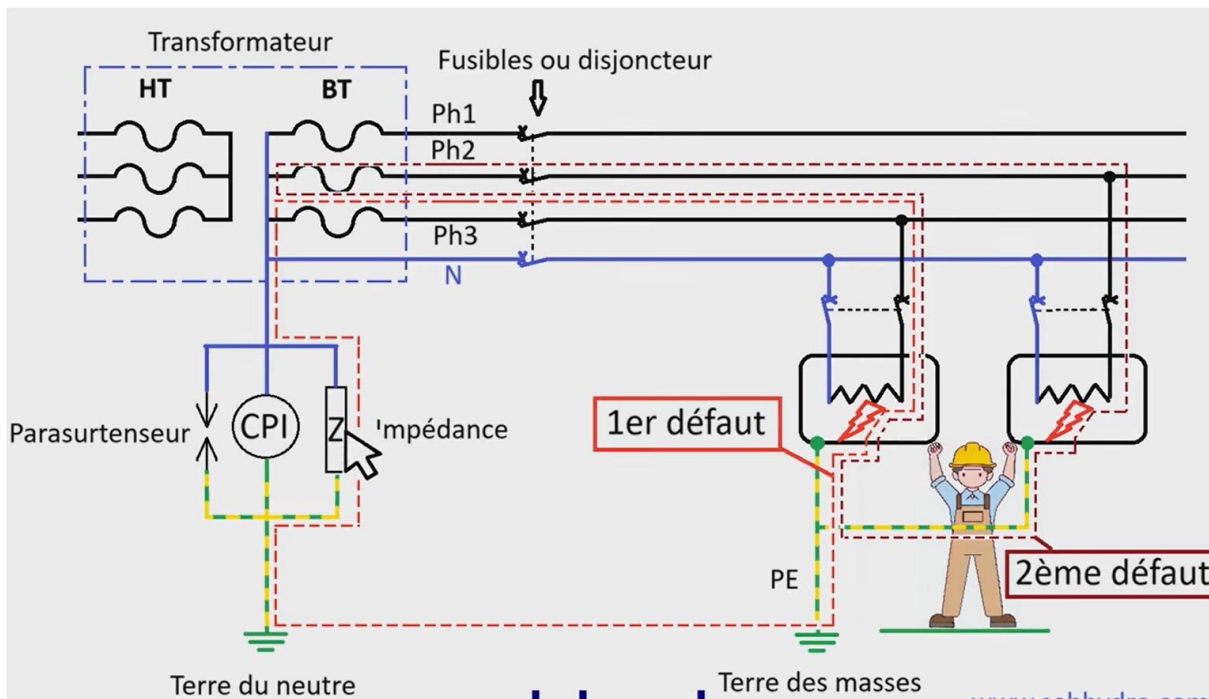
5.3. Régime IT

Caractéristiques particulières du régime IT :

Le neutre du transformateur est isolé de la terre par une impédance de 1000 Ohms.

Les masses de l'installation sont raccordées à la terre. (Protection Equipotentielle : PE)

Ce régime de neutre est utilisé par les industriels qui ne peuvent se permettre une coupure en cas de défaut.



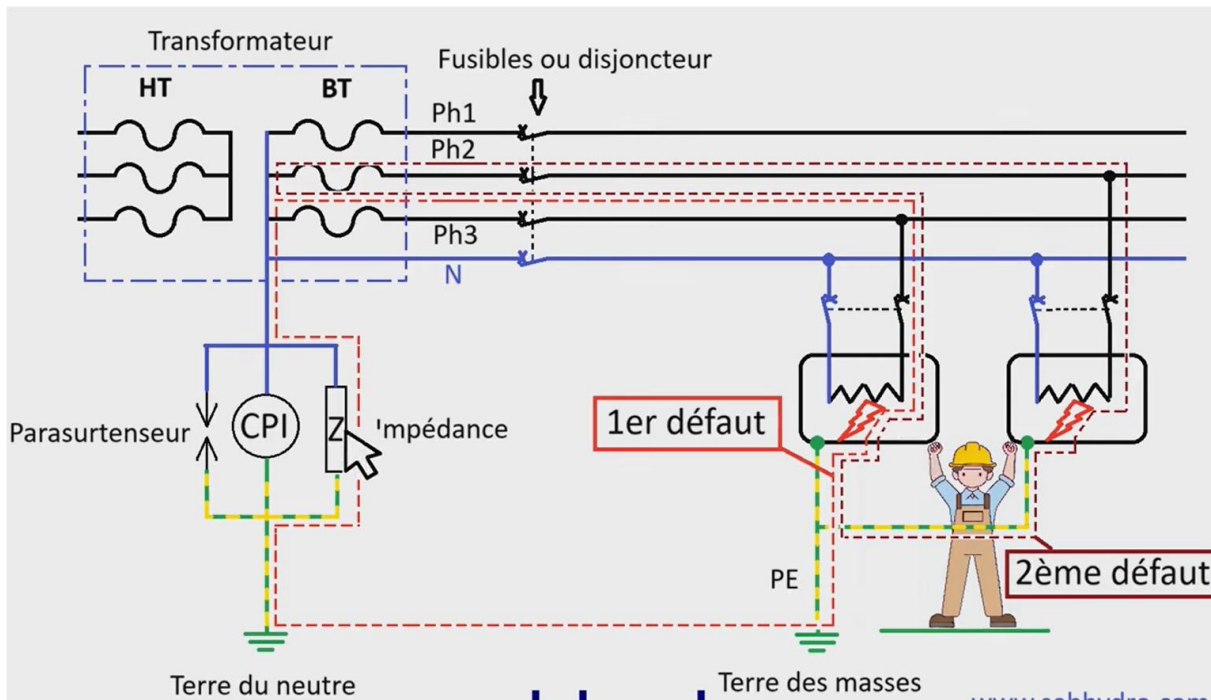
Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

5. Types du régime du neutre

5.3. Régime IT

Caractéristiques particulières du régime IT :

Une protection contre les courts-circuits et les surcharges est assurée par des fusibles ou un disjoncteur omnipolaire. Le neutre est protégé. Au premier défaut d'isolement, le courant de fuite est limité par l'impédance du neutre. Il ne se passe rien car le courant de fuite est très faible.



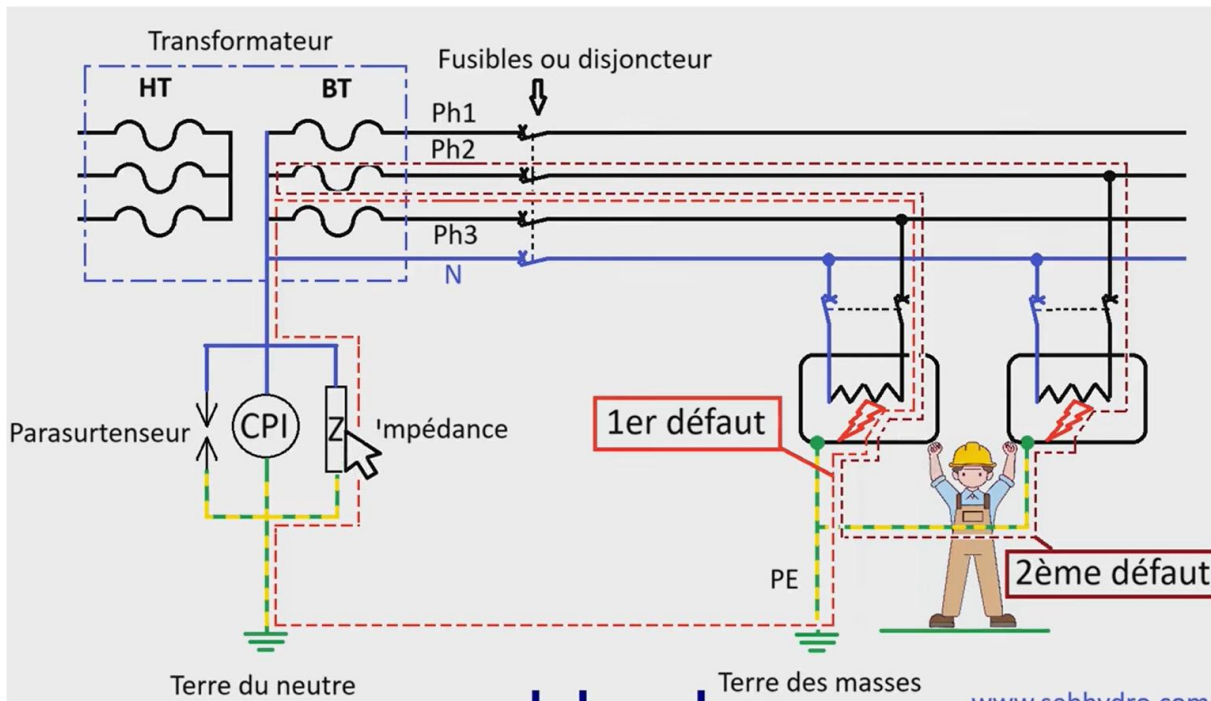
Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

5. Types du régime du neutre

5.3. Régime IT

Caractéristiques particulières du régime IT :

Un CPI (contrôleur Permanent d'Isolément) est relié en parallèle de l'impédance pour détecter la fuite de courant et la signaler à l'équipe de maintenance à l'aide d'un voyant ou d'une alarme. Il faut rechercher la fuite de courant au premier défaut.



Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

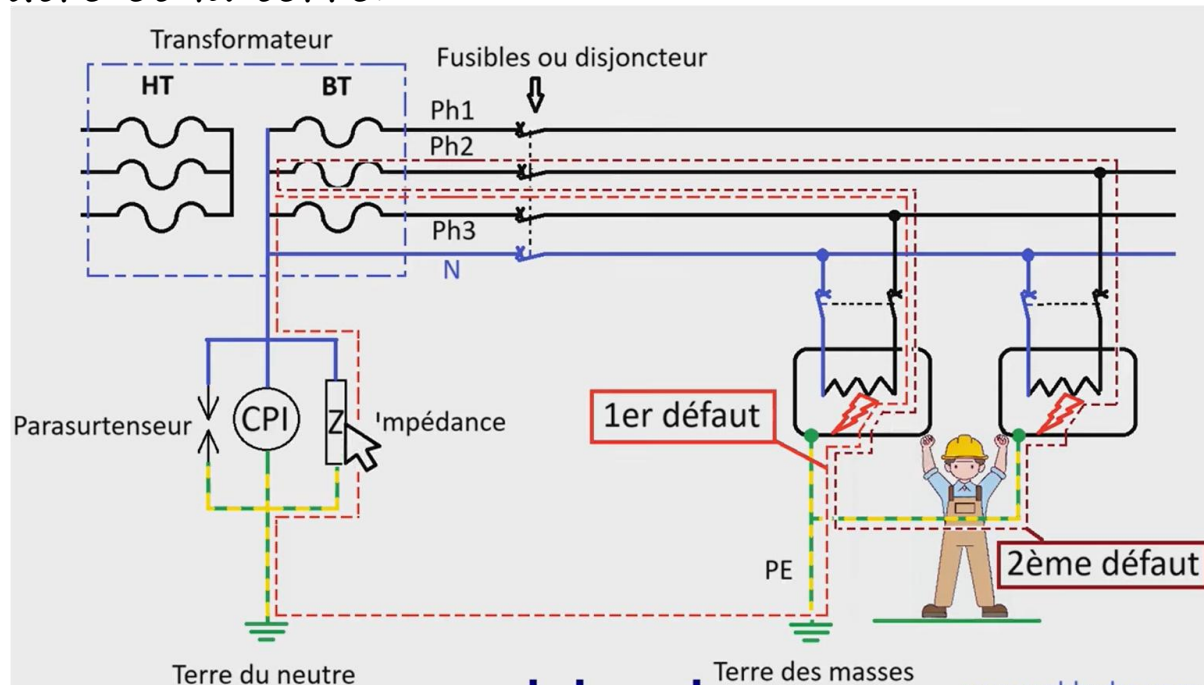
5. Types du régime du neutre

5.3. Régime IT

Caractéristiques particulières du régime IT :

Au deuxième défaut d'isolement (s'il se produit sur une phase différente ou entre phase et neutre), un court-circuit se produit entre 2 conducteurs. La protection contre les courts-circuits va couper l'alimentation dès l'apparition du 2ème défaut.

Un parasurtenseur est installé pour protéger l'installation en cas de foudre. Le parasurtenseur ou éclateur limite la surtension en réalisant un court-circuit en le neutre et la terre.

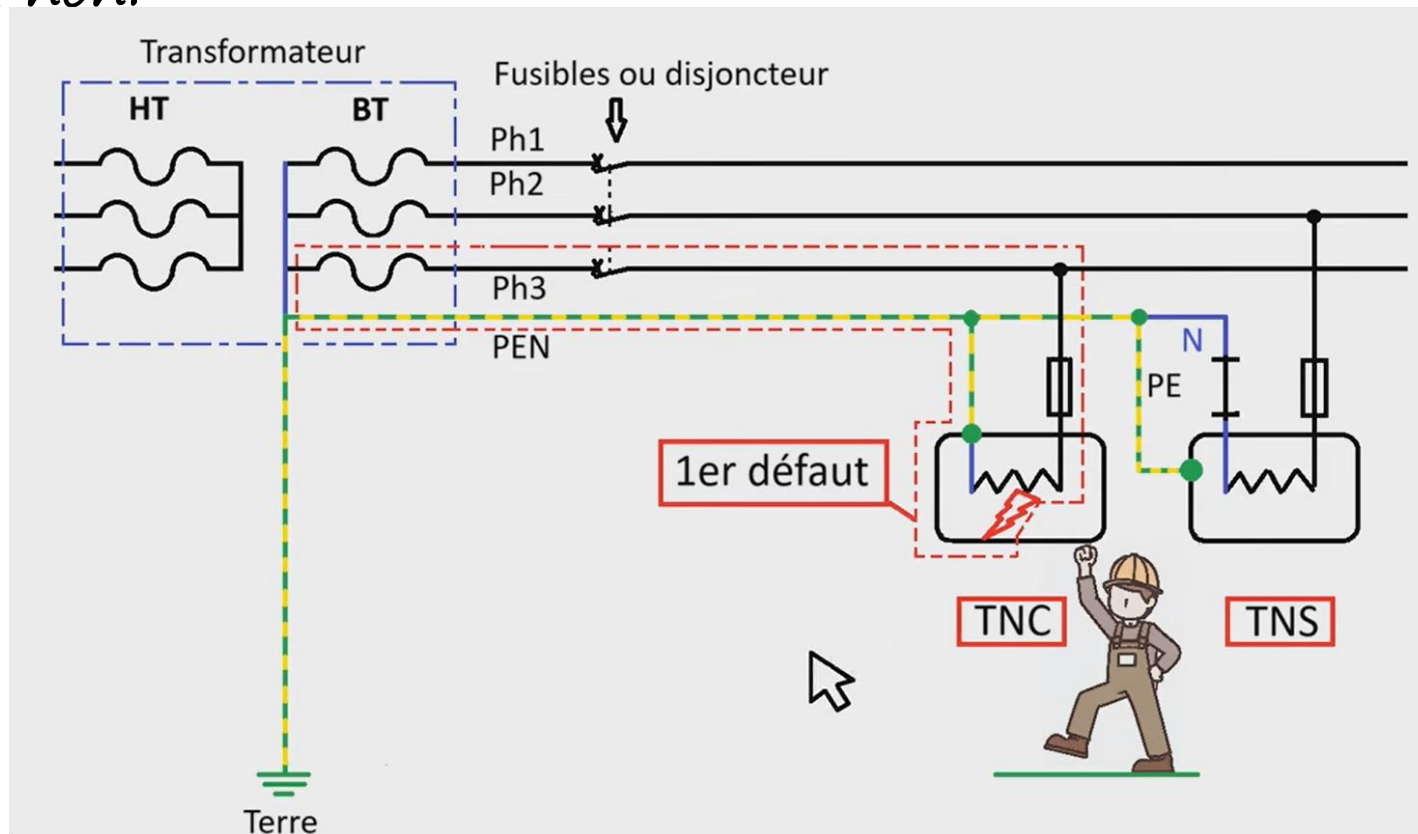


Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

5. Types du régime du neutre

5.2. Régime TN

- Dans ce régime le neutre est mis à la terre et les masses sont reliées au neutre par un conducteur de protection
- Il existe deux types de systèmes, selon que le conducteur du neutre et le conducteur de protection (PE) sont confondus ou non:

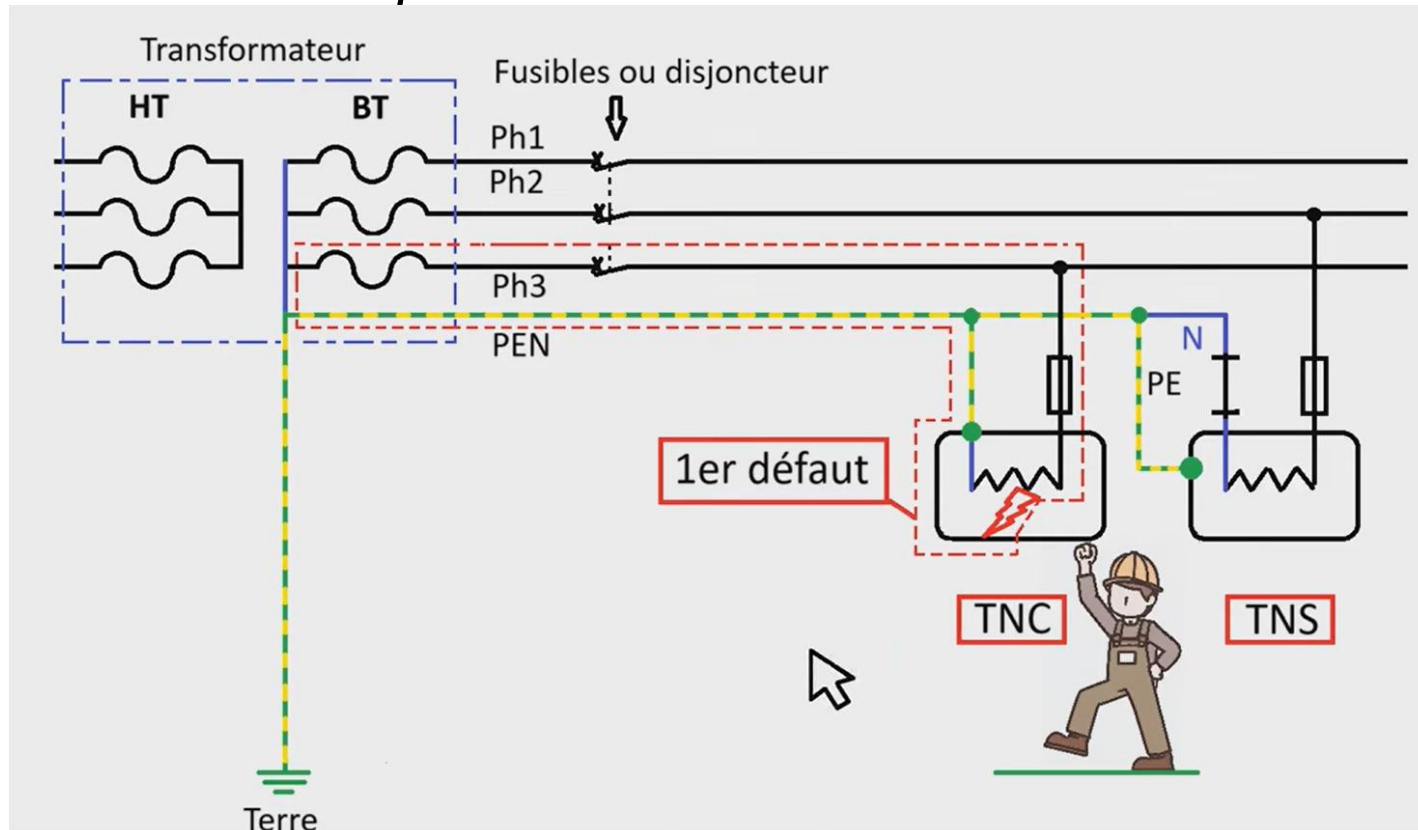


Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

5. Types du régime du neutre

5.2. Régime TN

- *Ce régime de neutre est utilisé dans les installations à faible isolement avec des courants de fuite importants.*
- *On distingue 2 types de régime TN :*
- *TNC : PE et N confondu*
- *TNS : PE et N séparé.*



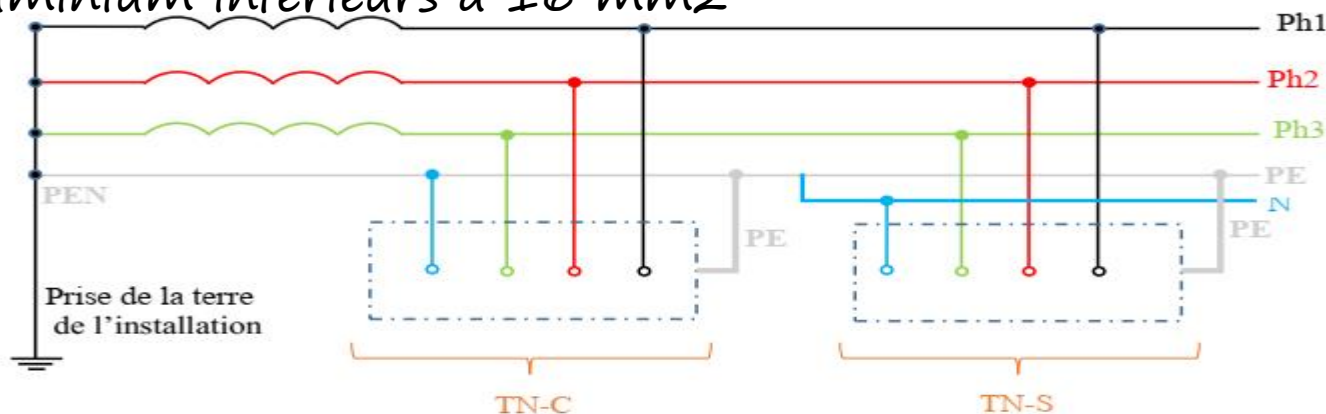
Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

5. Types du régime du neutre

5.2. Régime TN

Schéma TN-C (Mise au neutre confondus)

- Le neutre et le conducteur de protection sont **CONFONDUS** en un seul conducteur appelé PEN.
- Ce système est identifié par une troisième lettre C est appelé TN-C.
- Les connexions de mise à la terre doivent être placées uniformément sur la longueur du conducteur PEN pour éviter les augmentations de potentiel dans les masses en cas de défaut.
- Ce type de schéma est interdit pour des sections de conducteurs en cuivre inférieurs à 10 mm² et les sections de conducteurs en aluminium inférieurs à 16 mm²



Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

5. Types du régime du neutre

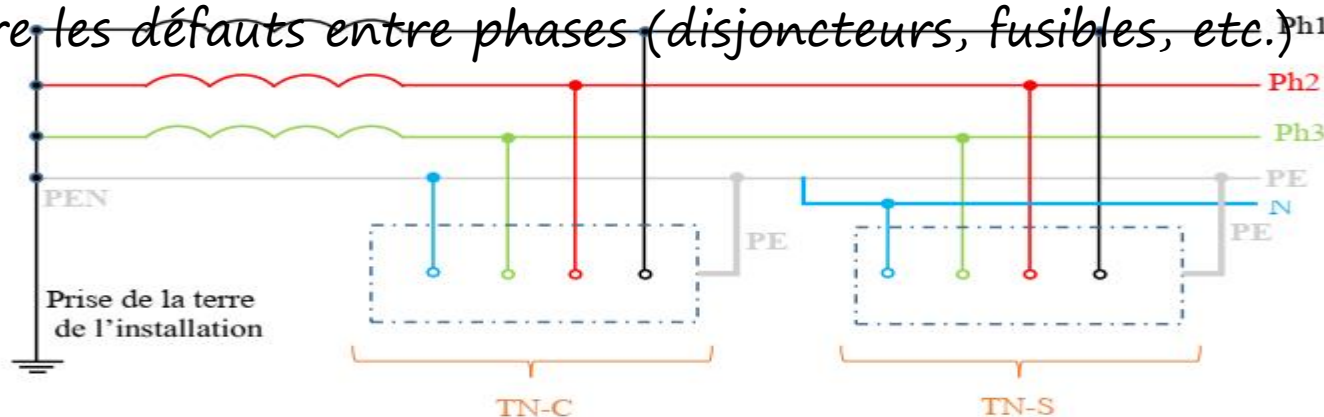
5.2. Régime TN

Schéma TN-S (Mise au neutre séparés)

- Le neutre et le conducteur de protection sont **SEPARÉS**. Le système est identifié par une troisième lettre S et est appelé TN-S.
- Les connexions de mise à la terre doivent être placées uniformément sur la longueur du conducteur de protection PE pour éviter les augmentations de potentiel dans les masses en cas de défaut.
- Ce système ne doit pas être utilisé en amont d'un système TN-C.

Caractéristiques particulières du régime TN :

- La commutation de défaut est obtenue par des dispositifs assurant une protection contre les défauts entre phases (disjoncteurs, fusibles, etc.)



Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

5. Types du régime du neutre

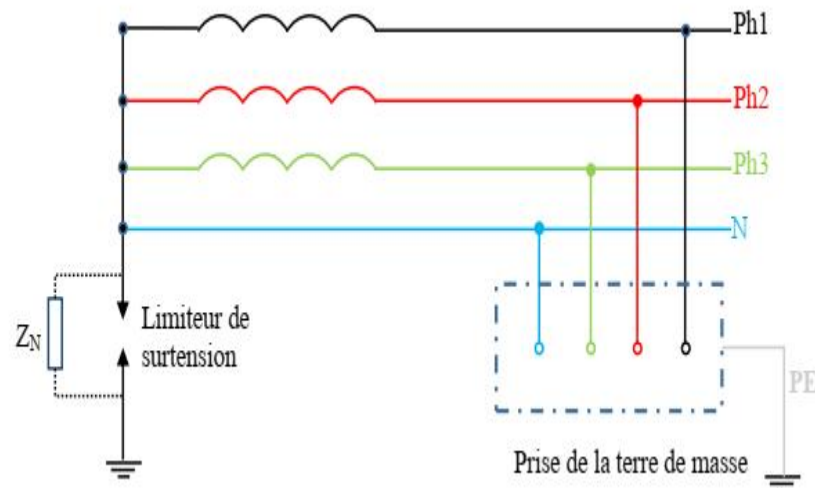
5.3. Régime IT

Caractéristiques particulières du régime IT :

Le neutre du transformateur est isolé de la terre par une impédance de 1000 Ohms.

Les masses de l'installation sont raccordées à la terre. (Protection Equipotentielle : PE)

Ce régime de neutre est utilisé par les industriels qui ne peuvent se permettre une coupure en cas de défaut.



Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

6. Comparaison entre les SLT en BT

Régime

IT

Les avantages :

- *Système assurant la meilleure continuité de service pendant l'utilisation.*
- *Lorsqu'un défaut d'isolement se produit, le courant de court-circuit est très faible.*

Les inconvénients :

- *Nécessite du personnel de maintenance pour surveiller le système pendant son utilisation.*
- *Nécessite un bon niveau d'isolation du réseau.*
- *Les contrôles de déclenchement pour deux défauts simultanés doivent être effectués si possible lors de la conception du réseau à l'aide de calculs, et doivent être effectués lors de la mise en service à l'aide de mesures.*
- *Des limiteurs de surtension doivent être installés.*
- *Nécessite une liaison équipotentielle de toutes les masses de l'installation ; si cela n'est pas possible, des DDR doivent être*

Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

6. Comparaison entre les SLT en BT

Régime TT

Les avantages :

- Le système le plus simple à concevoir, mettre en œuvre, surveiller et utiliser.
- Ne nécessite pas de surveillance permanente pendant l'utilisation (seul un test d'inspection périodique des DDR peut être nécessaire).
- De plus, la présence de DDR évite le risque d'incendie lorsque leur sensibilité est inférieure ou égale à 500 mA.

Les inconvénients :

- Localisation facile des défauts.
- Lors de l'apparition d'un défaut d'isolement, le courant de court-circuit est faible.
- Commutation à l'apparition du premier défaut d'isolement.
- Utilisation d'un DDR sur chaque départ

Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

6. Comparaison entre les SLT en BT

Régime TN

Les avantages :

- Le système TNC peut être moins coûteux lors de l'installation (élimination d'un pôle d'appareillage et d'un conducteur).
- Utilisation de dispositifs de protection contre les surintensités pour assurer la protection contre les contacts indirects.

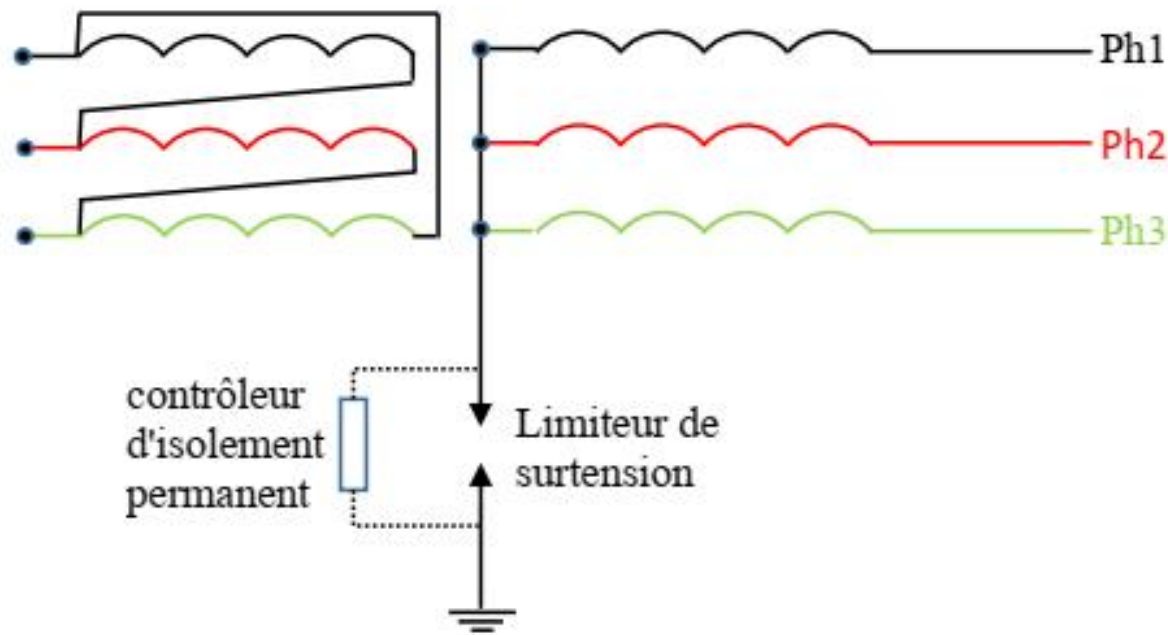
Les inconvénients :

- Commutation à l'apparition du premier défaut d'isolement.
- Le système TNC implique l'utilisation de goulottes fixes et rigides.
- Passage du conducteur de protection dans les mêmes goulottes que les conducteurs sous tension des circuits correspondants.
- Des harmoniques d'ordre 3 et multiple d'ordre 3 circulent dans le conducteur de protection (système TNC).
- Le risque d'incendie est plus élevé et, de plus, il ne peut pas être utilisé dans des endroits présentant un risque d'incendie (système TNC).
- En cas de défaut d'isolement, le courant de court-circuit est élevé et peut endommager l'équipement ou provoquer des perturbations électromagnétiques.

Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

7. Caractéristiques d'installation spécifiques dans les systèmes BT non mis à la terre

le système BT mis à la terre nécessite une surveillance permanente de l'isolement, la localisation du premier défaut et un limiteur de surtension



Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

7. Caractéristiques d'installation spécifiques dans les systèmes BT non mis à la terre

Installation d'un contrôleur d'isolement permanent

- Dans un système non mis à la terre, un appareil doit surveiller en permanence le niveau d'isolement afin qu'un défaut soit décelé et localisé à temps.
- Ceci est nécessaire pour éviter toute détérioration partielle des équipements au cours du temps et éviter le déclenchement si un second défaut d'isolement survient.
- Le premier défaut doit être localisé et éliminé.



Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

7. Caractéristiques d'installation spécifiques dans les systèmes BT non mis à la terre

Installation d'un contrôleur d'isolement permanent

- Le contrôleur d'isolement permanent assure la surveillance de l'isolement.
- Il applique une tension continue entre le neutre et la terre, ou sur une phase si le neutre n'est pas accessible, ce qui crée un courant de fuite dans les résistances d'isolement quelles que soient les capacités du câble
- En cas de défaut d'isolement, un courant continu traverse le contrôleur et déclenche une alarme

Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

7. Caractéristiques d'installation spécifiques dans les systèmes BT non mis à la terre

Installation d'un limiteur de surtension

- Le travail d'un limiteur de surtension est de mettre à la terre les surtensions dangereuses susceptibles de se produire, telles qu'un coup de foudre ou un contournement entre les enroulements HTA et BT d'un transformateur.
- Il est installé entre le neutre et la terre d'un transformateur ou entre une phase et la terre si le neutre n'est pas accessible



Chapitre IV: Mise à la terre et sécurité dans une installation

8. Choix du régime du neutre

Nature des Récepteurs	Régime de neutre			Observations
	TT	IT	TN	
Récepteur sensible au grand courant de défaut (moteurs)	P	C	D	le courant de défaut en TN peut atteindre plusieurs fois la valeur du courant nominal
Récepteur à faible isolement: - Fours électrique - Thermo plongeur - Soudeuses	P	P	C	Pour la sécurité et la continuité de service, un transfo d'isolement permet de séparer ces récepteurs du reste du réseau
Nombreux récepteurs monophasé entre phase et neutre	C	D	D	Risque de diminution de l'isolement avec le temps
Récepteur à risque - Palans - Convoyeurs - Récepteurs avec alimentation mobile	P	D	C	Alimentation par un transformateur de séparation avec mise au neutre locale
Nombreux auxiliaires Machines-outils Pour le circuit de Commande	D	P	C	Emploi de transformateur de séparation avec mise au neutre locale

*P: possible
conseillé*

D: déconseillé

C:

- Q1** Etudiez la plaque signalétique ci-dessous.
- Quelle est la puissance nominale du moteur ?
 - Quelle est sa vitesse de rotation ?
 - Quelle est à la puissance nominale, l'intensité absorbée sur chaque phase s'il est raccordé à un réseau TRI 400 [V] ?
 - Jusqu'à quelle température ambiante, ce moteur peut-il fonctionner sans problème ?



16015 ANGOULÊME
FRANCE

MOTEUR ASYNCHRONE - NFC 51-111 NOV.79

Type	LS 90 Lz		595257/3				
kW	1,5	cos φ	0,78	ΔV	230	A	6,65
		rd ^{to} %	76	λY	400	A	3,84
t/min	1440	isol ^t classe		amb ^{ce} °C	40		
Hz	50	ph	3	S. ^{ce}	S1		

Roulements Made in
Autres Pièces Made in FRANCE

LEROY-SOMER		MOT. 3 ~ FLSB 180 M		CE	
N° 596 059 GH 001		kg : 208			
IP 55	IK 08	I cl. F	40 °C	S3	40 %
				6 d/h	
V	Hz	min ⁻¹	kW	cos φ	A
Δ 220	50	1427	17	0.88	60
Y 380	50	1427	17	0.88	35
U _R 250					I _R 42
GRAISSE ESSO UNIREX N3					
DE 6310 C3	15 cm ³		11000 /	H 50/60 Hz	
NDE 6310 C3	15 cm ³		11000 /	H 50/60 Hz	
Couplage adopté		Vitesse nominale	Puissance utile	Facteur de puissance	Intensité du courant en ligne

Plaque signalétique
du moteur

230V-400 V

400V-690 V

Réseau

230 V

400 V

400 V

690 V

Couplage

Triangle (Δ)

Etoile (Y)

Triangle (Δ)

Etoile (Y)