

REGIMES DE NEUTRE TN ET IT

**OBJECTIFS
DU COURS**

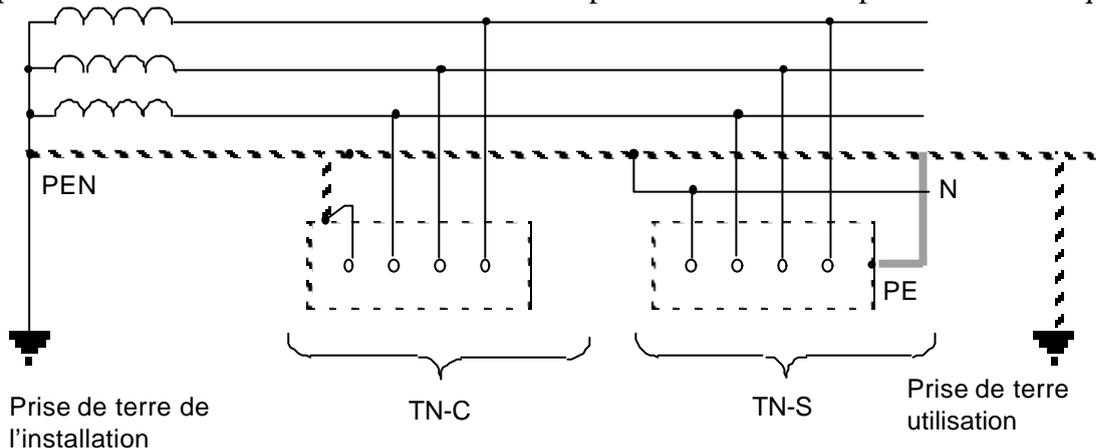
- Connaître le principe de protection des personnes en régime TN et IT.
- Savoir calculer des courants de défauts et des tensions de contacts en régime TN et IT.

A- REGIME TN :

1- Principe :

Le neutre de l'alimentation est mis à la _____ et les masses sont reliées au _____ ; Ainsi, tout défaut d'isolement est transformé en un défaut entre phase et neutre soit un _____ dont la valeur est limitée par _____ des câbles.

Exemple : Le défaut entre C et la masse se referme par le conducteur de protection électrique P.E.N.



On appelle Boucle de défaut le circuit A, B, C, D, E, F. Les fusibles ou disjoncteurs doivent assurer la protection et couper le circuit dans un temps _____ à celui défini par la courbe de sécurité.

On distingue deux types de régime TN : (voir cours A1)

Schéma TN-C : Le conducteur neutre et de protection électrique sont en communs.

Schéma TN-S : Le conducteur neutre est séparé du conducteur de protection électrique.

Explication de la protection :

Lorsqu'un défaut d'isolement survient entre une phase et la masse, le fait que cette masse soit reliée au neutre produit une forte différence de potentiel. Celle ci a tendance à provoquer le _____ de l'isolant et à transformer le défaut d'isolement en _____.

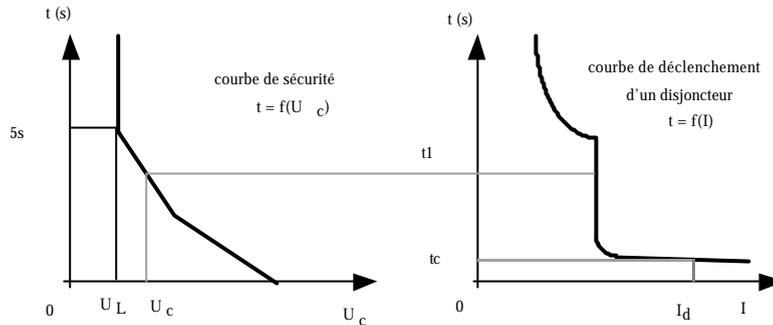
L'élévation de potentiel de la masse devient rapidement dangereuse et les systèmes de protection contre les surintensités (fusibles, disjoncteurs) doivent couper le circuit dans le temps _____ par les courbes de sécurité. Le courant de défaut est _____ seulement par _____ des câbles de la boucle de défaut.

2- Conditions de protection :

La protection est effectuée par disjoncteur ou fusible. Le déclenchement se produit au premier défaut d'isolement.

2-1 Protection par disjoncteur :

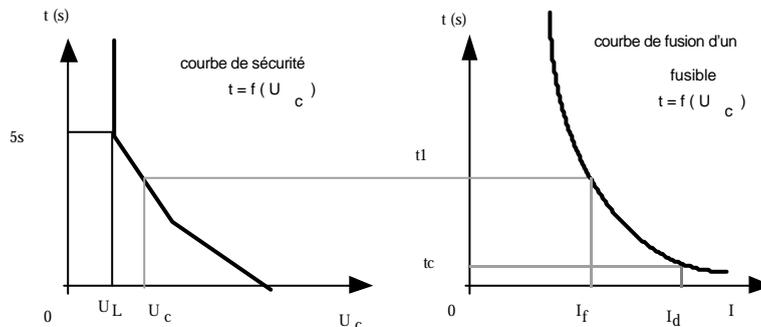
La comparaison des courbes de fonctionnement d'un disjoncteur et des courbes de sécurité montre qu'un disjoncteur assure la protection des personnes dans un schéma TN, à condition que le courant de défaut soit _____ au courant de fonctionnement du déclencheur magnétique. _____



Remarque : Dans le cas d'une protection par disjoncteur, si _____ le temps de coupure t_d est toujours inférieur à t_1 , pour toutes valeurs de U_c et de U_L .

2-2 Protection par fusible :

La comparaison des courbes d'un fusible et des courbes de sécurité montre qu'un fusible assure la protection des personnes dans un schéma TN, à condition que le défaut soit supérieur au courant assurant la _____ du fusible dans le temps t_1 prescrit par la courbe de sécurité.

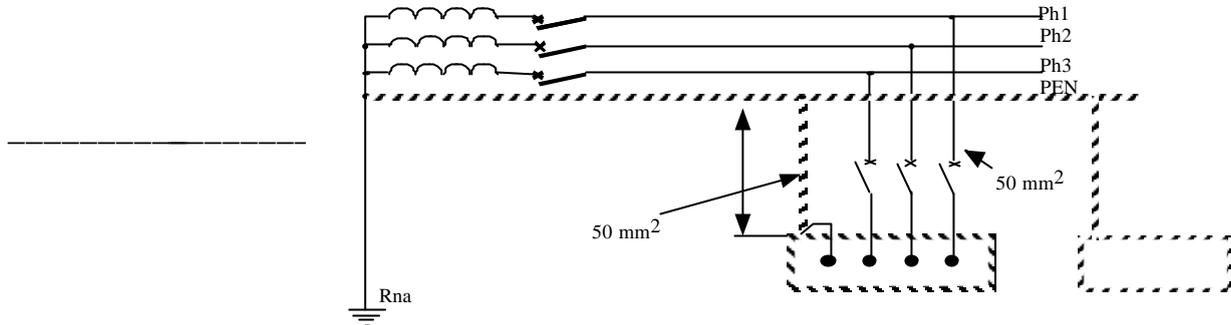


Remarque : La protection des personnes repose essentiellement sur les conditions de fonctionnement des protections du réseau en présence d'un défaut d'isolement. Il faut impérativement :

- Prendre toutes les dispositions pour _____ l'établissement d'un courant de défaut _____, le conducteur PE ou PEN fait partie du même câble que les conducteurs actifs.
- _____ toutes les masses et éléments conducteurs.
- Vérifier par des calculs la bonne adaptation des protections ; Si possible faire des mesures de contrôle.

3- Calcul simplifié :

Dans le schéma ci dessous, qui représente un départ basse tension, la boucle de défaut B, C, D, E est alimentée par une tension estimée à 0,8 fois la tension simple (chute de tension dans le transformateur).



L'impédance de cette boucle de défaut dans un calcul approché est ramenée à la valeur de la _____ des câbles. $Z_d = R_d$ impédance de la boucle de défaut B, C, D, E.

On considère que le conducteur PEN suit le même parcours que le conducteur de phase B, C, donc BC = DE, soit une longueur de 40 m. _____

d'où _____ ($r_{cuivre} = 17,2 m\Omega mm^2 / m$)

Le courant de défaut I_d est donné par la relation : _____

La tension (U_c) peut être considérée comme la moitié de la tension aux bornes de la boucle de défaut, soit : _____

Si la protection du circuit est assurée par un disjoncteur de calibre 160 A avec un relais magnétique qui déclenche à 7 fois l'intensité nominale : _____

_____ provoque le déclenchement du disjoncteur.

Il faut aussi s'assurer que le temps de déclenchement du disjoncteur est inférieur au temps maximal donné par la courbe de sécurité : _____

- # Temps de déclenchement du disjoncteur 160 A donné par le constructeur : 0,025 s soit 25 ms ;
- # Temps donné par la courbe de sécurité pour une tension de contact de 88 V, courbe $U_L = 25 V$:

Les deux conditions (courant de défaut suffisant pour faire déclencher le disjoncteur et temps de déclenchement du disjoncteur suffisamment court) sont réalisées dans ce cas de calcul approché.

Si les conditions de déclenchement n'étaient pas assurées, il y aurait lieu :

- _____ la section des conducteurs ;
- de réaliser des _____ équipotentielles supplémentaires ;
- d'agir sur le _____ du calibre du relais magnétique.

4- Calcul des conditions de déclenchement :

Le calcul exact du courant s'établissant en cas de défaut d'isolement est assez complexe, car il fait intervenir les impédances, directes, inverses et homopolaires, des composants du circuit.

La norme NF C 15-100 prévoit une méthode simplifiée qui donne les longueurs maximales des circuits, en fonction :

- du type de protection (fusibles gG, AD, UR, aM, ou petits disjoncteurs) ;
- du calibre de la protection ;
- du régime de neutre.

Hypothèses simplificatrices :

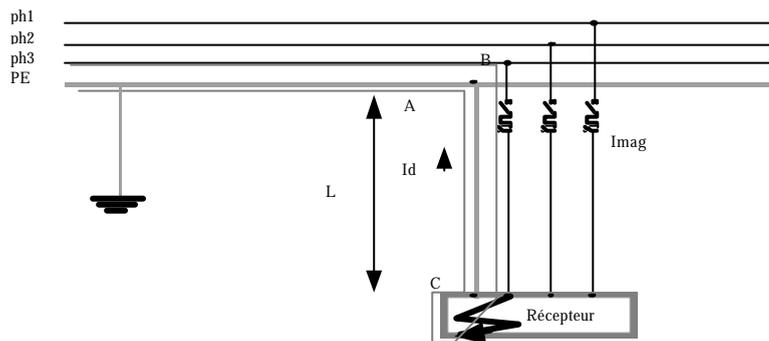
Pour le départ à calculer, on applique la loi d'ohm, en faisant les hypothèses suivantes :

- La tension entre la phase de défaut et le conducteur PEN ou PE à l'origine du circuit est prise égale à 80 % de la tension simple nominale ;

- On néglige les réactances des conducteurs devant leur résistance, sauf pour les sections supérieures à 120 mm². Au-delà, on majore les résistances des valeurs suivantes :

S = 150 mm², prendre R + 15 % # S = 185 mm², prendre R + 20 % # S = 240 mm², prendre R + 25 %

- Le conducteur de protection chemine à coté des conducteurs de phase correspondants.



_____ et _____ par définition

on pose _____

d'où _____

sachant que $I_d > I_{mag}$, pour que la protection des personnes soit assurée, on en déduit :

d'où _____

Méthode de calcul :

Le calcul conduit à vérifier que la longueur du circuit est inférieure à la valeur donnée par la relation :

- L_{max} : longueur maximale de la canalisation (en m) ;
- V : tension simple nominale (en V) ;
- S_{ph} : section des conducteurs de phase
- r : résistivité des conducteurs à température normale de fonctionnement.
Soit : $17,2 \times 10^{-3} \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ pour le cuivre ;
 $26,9 \times 10^{-3} \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ pour l'aluminium.
- m : rapport entre section des phases et section du conducteur de protection électrique ;
- I_{mag} : courant (en A) de fonctionnement du déclencheur magnétique ;
- I_f : courant (en A) assurant la fusion du fusible correspondant, sur les courbes de sécurité, à la tension de contact calculée par la relation : _____

Résumé : En régime TN-C ou TN-S, le défaut d'isolement est transformé en défaut phase neutre. Le courant de défaut a pour valeur : _____

La coupure est effectuée par la protection contre les surintensités.

Fusibles : _____ Disjoncteur : _____

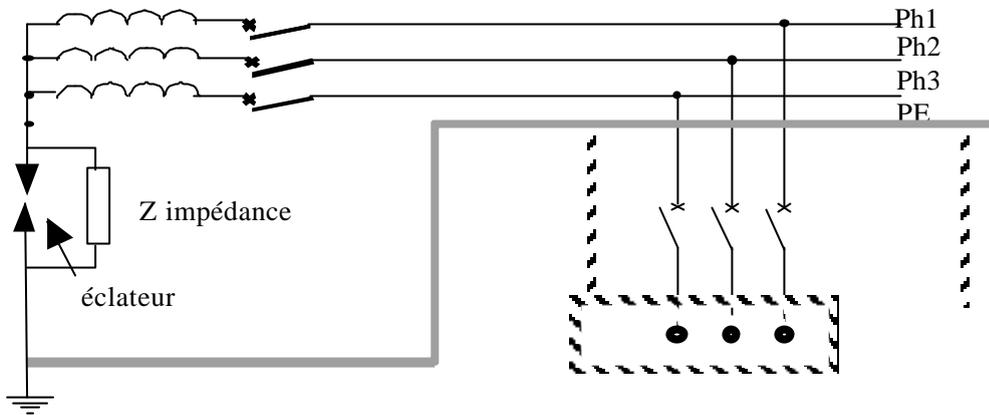
Dans ces deux cas, le temps de coupure doit être inférieur au temps donné par la courbe de sécurité.

B- REGIME IT :

1- Principe de la protection :

Dans le régime de neutre isolé :

- Le neutre est _____ de la terre ou relié à la terre par une impédance élevée ;
- Les masses sont _____ à une prise de terre.



1-1 Premier défaut :

Un premier défaut n'est pas dangereux, mais il doit être recherché et éliminé. Au deuxième défaut, il faut impérativement couper le circuit en défaut.

a) exemple de calcul sans impédance Z :

- Données :
- réseau isolé, impédance d'isolement $Z_n = 50\ 000\ \Omega$;
 - résistance du défaut $R_d = 0\ \Omega$;
 - résistance de terre $R_a = 10\ \Omega$.

La loi d'ohm nous donne _____

Le courant est très faible du fait de la forte impédance d'isolement du neutre.

La tension de défaut est alors _____; elle est inoffensive.

Tout se passe comme si on se trouvait devant un réseau avec une phase à la terre, et les deux autres phases ainsi que le neutre isolé.

Remarque : Dans une installation à neutre isolé (IT), l'impédance équivalente ramenée entre neutre et terre est d'environ $3\ 500\ \Omega$ par km de ligne ; elle est due aux capacités et aux fuites à la terre qui se font par les isolants.

b) exemple de calcul avec impédance :

Le réseau comporte une impédance $Z_n = 2\ 200\ \Omega$; $R_d = 2\ \Omega$; $R_n = 10\ \Omega$; $R_a = 10\ \Omega$.

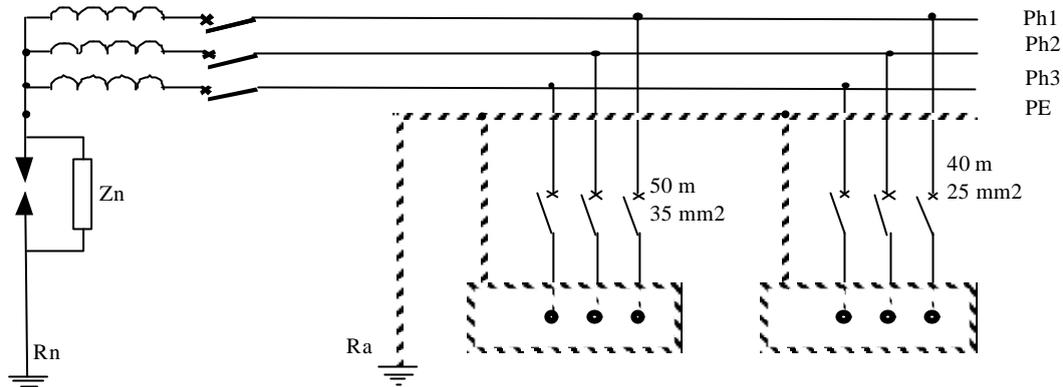
Le courant de défaut est : _____.

La tension de défaut est : _____.

Le potentiel est _____.

1-2 Cas d'un deuxième défaut :

Soit le jeu de barre ci dessous qui alimente deux départs, et sur lequel il existe deux défauts. L'un sur la phase 1, l'autre sur la phase 3.



Calcul simplifié :

En cas de défaut double, il s'établit un courant de défaut I_d dans la boucle A, B, C, D, E, F, G, H, J, K.

Données : Z_d = impédance de la boucle B, C, D, E, F, G, H, J.
Réseau 400 V triphasé.

Calculs :

U_{BJ} = tension entre phases estimée à 0,8 U comme en TN d'où _____.

Si l'on néglige la réactance, l'impédance de la boucle de défaut peut être égale à :

L'intensité de défaut est alors de : _____.

La tension de contact est alors de : _____.

C'est une tension de contact _____.

A travers ces résultats, on voit qu'en cas de défaut double, en régime de neutre IT, on est en présence d'un _____ courant de court circuit et d'une tension de contact _____.

2- Protection en cas de défaut double :

Protection par disjoncteurs et Protection par fusible :

Dans le cas d'un défaut double deux disjoncteurs sont concernés : D_1 et D_2 . Il s'agit comme en régime TN d'un court circuit mais entre phases. Il faut que le courant de défaut réponde aux conditions suivantes :

3- Calcul des conditions de déclenchement :

Dans une installation à neutre isolé (IT), en cas de deuxième défaut, on est ramené au cas du schéma TN avec deux particularités :

- Le neutre n'est pas forcément _____ ;
- Il est impossible d'effectuer la vérification pour tous les cas de défaut double ; On suppose une répartition identique de la tension entre chacun des deux défauts.

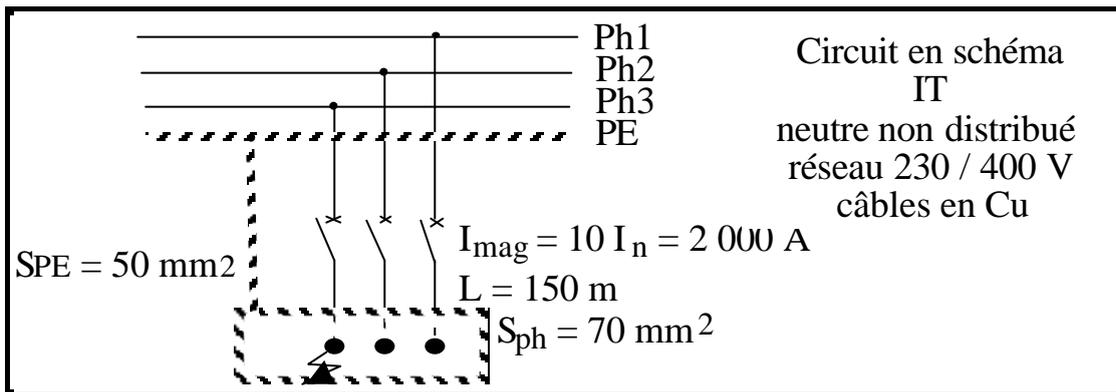
a) le neutre n'est pas distribué

b) le neutre est distribué

- L_{max} : longueur maximum du départ (en m) ;
- V : tension entre phase et neutre (en V) ;
- U : tension entre phases(en V) ;
- S_{ph} : section de phase (en mm²) ;
- S_1 : section de neutre (en mm²) ;
- r : résistivité
- I_{mag} : courant de déclenchement du relais magnétique ;
- I_f : courant de fusion du fusible, dans le temps calculé par les courbes de sécurité ;
- m : rapport S_{ph} (ou S_1) / S_{pe} .

La norme NF C 15 100 recommande de ne pas distribuer le neutre dans un schéma IT car il diminue considérablement les longueurs protégées et pénalise ce mode de distribution.

3-2 Exemple de calcul :



La protection contre les contacts indirects n'est pas assurée car _____.
 Par contre, en réglant le disjoncteur magnétique à _____, on sera protégé _____

3-3 Cas des masses séparées :

Dans le cas d'un défaut double, si les masses sont séparées, on se retrouve dans la situation du régime _____.

Il faut alors installer une protection différentielle à courant résiduel de défaut en tête de chaque groupe de masse relié à une prise de terre distinct.

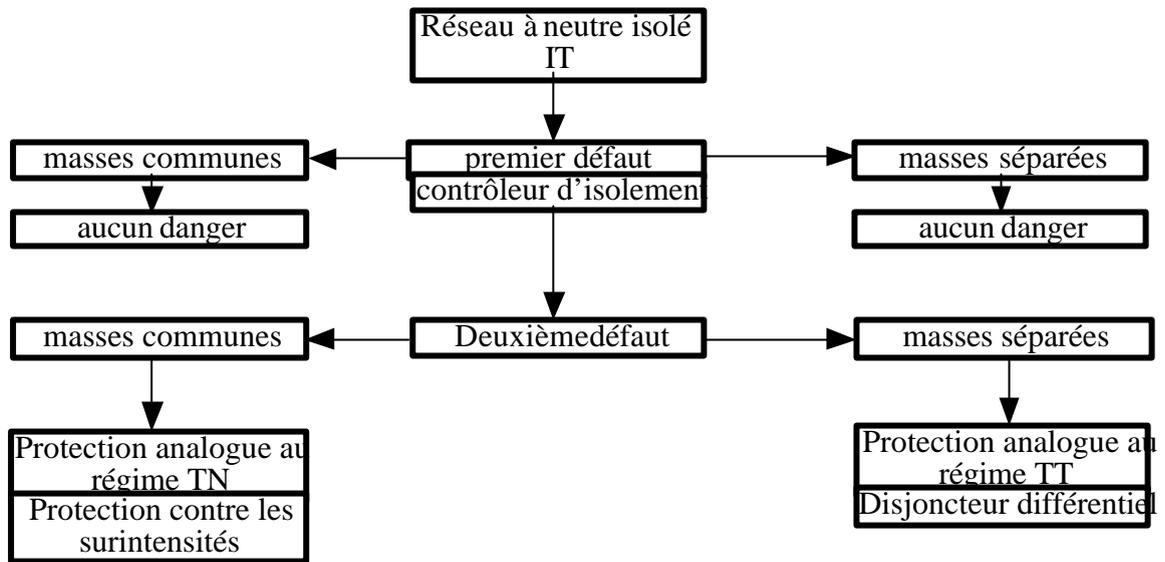
La sensibilité doit être adaptée à la résistance de la prise de terre ; on applique la relation : _____

4- Caractéristiques du régime IT :

Ce type de régime de neutre permet surtout d'assurer une bonne continuité de service, mais il nécessite impérativement que les conditions suivantes soient respectées :

- L'installation est _____ par un poste de transformation privé ;

- Un _____ d'entretien électrique compétent est présent pour la recherche du premier défaut ;
- L'installation est munie d'un ensemble de _____ du premier défaut ;
- Protection au _____ défaut assurée sur _____ départ.



5- Contrôleur permanent d'isolement :

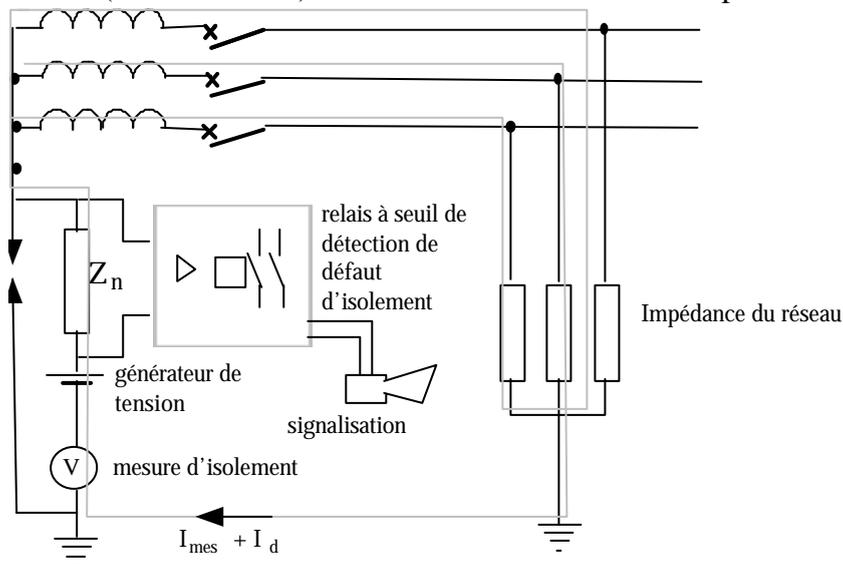
Ce dispositif est utilisé pour contrôler et mesurer l'isolement global des réseaux alternatifs à neutre isolé ou impédant.

5-1 Principe :

Un générateur de courant injecte une tension continue entre le réseau et la terre ; Cette tension crée un courant de fuite connu dont la mesure donne la résistance d'isolement.

5-2 Constitution :

Il comprend essentiellement un générateur de tension continu (réseau alternatif) ou un générateur de tension alternative à 10 Hz (réseau continu) et un relais de détection à seuil pour le courant de défaut.



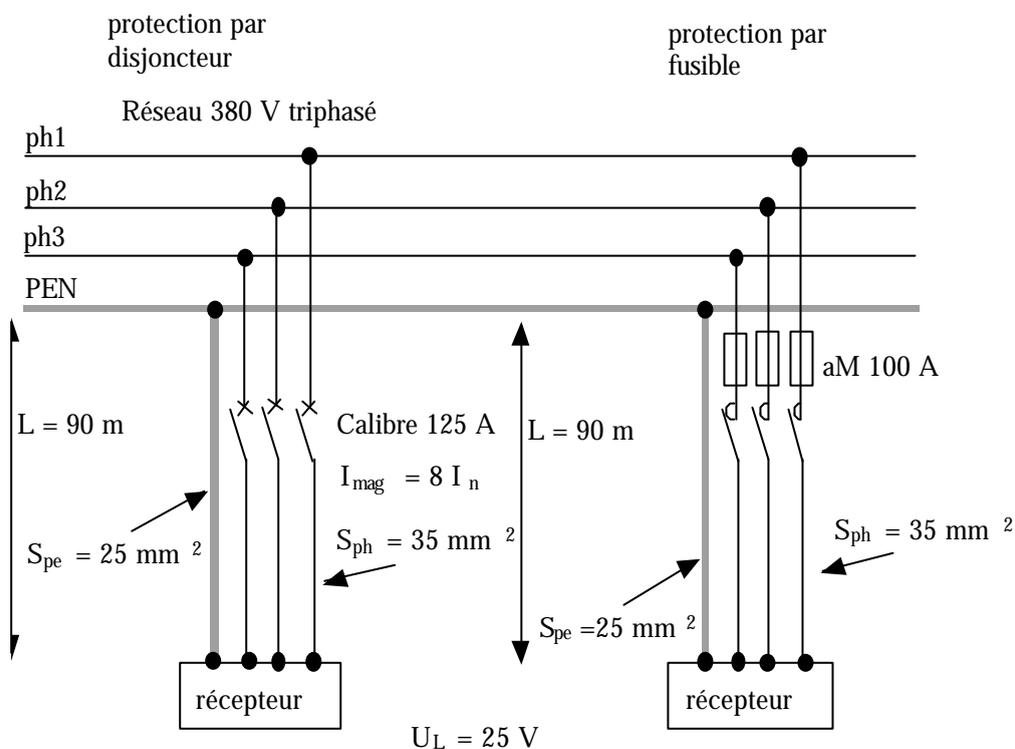
Fonctionnement : En l'absence de défaut, l'isolement de l'installation fait qu'aucun courant continu ne circule dans le réseau. Dès qu'un défaut survient, un faible courant indique dans l'appareil de mesure la valeur de l'isolement ; La tension aux bornes de l'impédance Z_d est amplifiée et enclenche le relais à seuil qui indique, par une signalisation visuelle et sonore, la présence d'un premier défaut.

5-3 Recherche d'un défaut :

Le défaut d'isolement doit être éliminé le plus rapidement possible. Pour le localiser, on peut :

- Couper successivement chacun des départs jusqu'à la disparition de l'alarme ; Le départ concerné fait alors l'objet d'une réparation ;
- Injecter dans l'installation un courant basse fréquence (environ 10 Hz) qui est détecté dans le circuit en défaut par un système à tores magnétiques fixes ou mobiles.

REGIME TN : EXERCICE :



a) Application : protection par disjoncteur.

Un réseau 230 / 400 V, de régime TN, alimente un récepteur situé à 90 m de la dérivation ; Ce départ est protégé par un disjoncteur de calibre 125 A ($I_{mag}=8 I_n$). Section de phase 35 mm^2 , section PE 25 mm^2 .

Vérifier les conditions de protection du récepteur.

b) Application : protection par fusibles :

On a remplacé le disjoncteur par des fusibles aM 100 A, les sections et longueurs de câble sont identiques ; $U_L = 25 \text{ V}$; le réseau TN 230 / 400 V. Vérifions la condition de protection.

Rechercher le courant de fusion du fusible. Calculer en premier lieu la tension de contact théorique.

Vérifier la conformité de la protection en calculant la longueur maximale de la canalisation