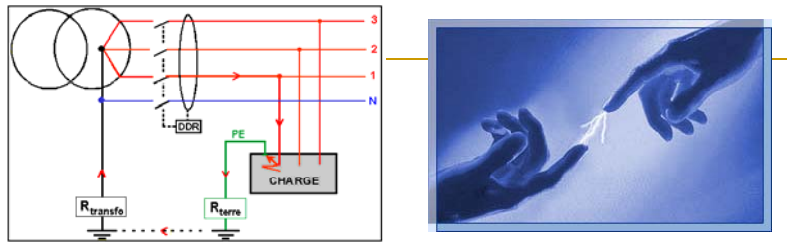


# Systemes de mise à La Terre (SLT)



## Plan du chapitre

- 1. Présentation générale
- 2. Régime TT
- 3. Régime TN
- 4. Régime IT

## Plan du chapitre

- 1. **Présentation générale**
- 2. Régime TT
- 3. Régime TN
- 4. Régime IT

## 1. Présentation générale

### 1.1 Définitions

#### ● A QUOI SERVENT-ILS ? :



A protéger les personnes et les biens contre les défauts d'isolements



Chaque régime offre la même efficacité en ce qui concerne la sécurité des personnes mais différent en terme de disponibilité de l'énergie et de maintenance

# 1. Présentation générale

## 1.1 Définitions

- La norme NF C 15.100 définit trois régimes de neutre qui sont caractérisés par deux lettres :
  - **1 ère Lettre** : Situation de l'alimentation par rapport à la terre.
    - **T** : liaison d'un point avec la terre ;
    - **I** : isolation de toutes les parties actives par rapport à la terre ou liaison d'un point avec la terre à travers une impédance ;
  - **2e Lettre** : Situation des 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.

# 1. Présentation générale

## 1.1 Définitions

- Les 3 régimes :

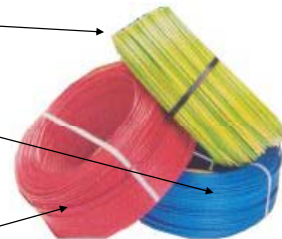
Régime	Connexion du Neutre de l'installation	Connexion des Masses des équipements	Utilisation courante
TT	Neutre relié à la terre	Masses reliées à une prise de terre	Installation domestique
TN	Neutre relié à la terre	Masses reliées au neutre	Installation industrielle
IT	Neutre isolé ou relié à la terre par une impédance	Masses reliées à une prise de terre	Si continuité de service exigée

NB : - si l'utilisateur n'est pas propriétaire du transformateur : régime TT imposé par EDF  
- si l'utilisateur est propriétaire du transformateur : régime TT, TN ou IT

# 1. Présentation générale

## 1.2 Rappel

- Les couleurs utilisées pour chaque câble sont :
  - Jaune-vert pour le câble de terre
  - Bleu pour le neutre
  - N'importe quelles couleurs pour les fils de phases exceptés jaune et vert (bleu déconseillé même lorsqu'il n'y a pas de neutre)



# Plan du chapitre

- 1. Présentation générale
- 2. **Régime TT**
- 3. Régime TN
- 4. Régime IT

## 2. Le Régime TT

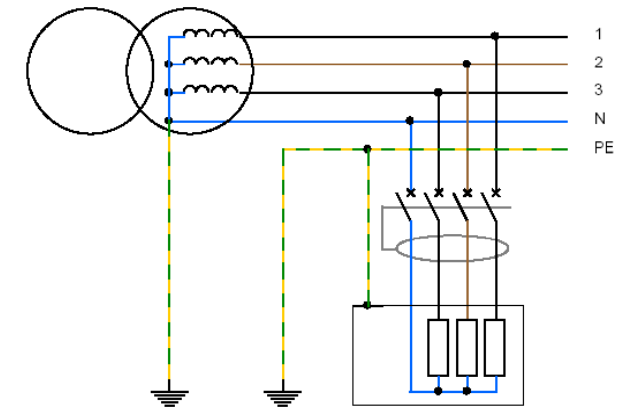
### 2.1 Principe

- Le système de distribution TT est le régime de neutre employé par E.D.F. pour toute la distribution d'énergie publique du réseau basse tension.
- Dans ce système de distribution :
  - Le neutre de la source d'alimentation est mis à la terre ;
  - Les masses de l'installation sont mises à la terre.

## 2. Le Régime TT

### 2.1 Principe

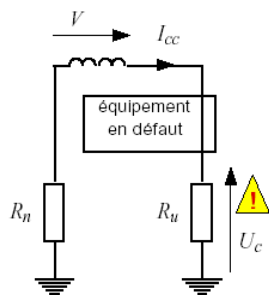
#### ■ Schéma :



## 2. Le Régime TT

### 2.2 Défaut

#### ■ Courant de défaut (une phase est reliée à la carcasse) :



$V$  : tension entre phase et neutre  
 $R_{n,u}$  : résistances des prises de terre

$I_{cc}$  : courant de défaut (court-circuit) : 
$$I_{cc} = \frac{V}{R_n + R_u}$$

$U_c$  : tension de contact entre la masse de l'équipement et le sol

$$U_c = R_u \cdot I_{cc}$$
$$U_c < U_L$$

Il faut :

$I\Delta n$  : seuil de déclenchement du DDR

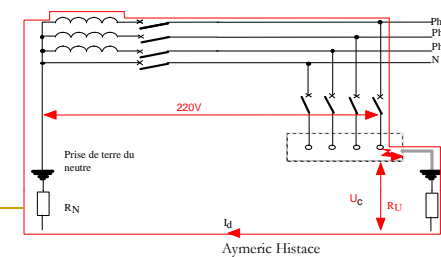
(dispositif différentiel de protection) : 
$$I\Delta n < \frac{U_L}{R_u}$$

## 2. Le Régime TT

### 2.2 Défaut

#### ■ Courant de défaut (une phase est reliée à la carcasse) :

- Lorsqu'une phase touche la masse, il y a élévation du potentiel de cette masse.
- Soit  $R_D$  la résistance de défaut = 0  $\Omega$ ;
- $R_n$  la résistance de la prise de terre du neutre = 10  $\Omega$ ;
- $R_u$  la résistance de la prise de terre des masses = 20  $\Omega$ ;
- Il s'établit un courant en rouge sur le schéma :

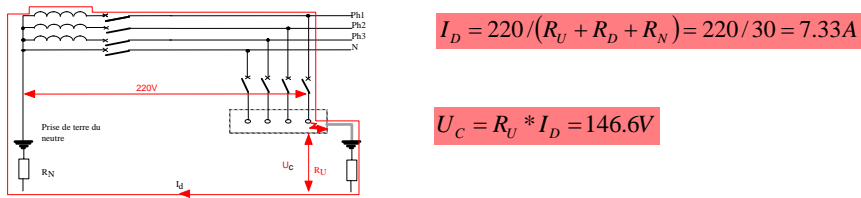


## 2. Le Régime TT

### 2.2 Défaut

#### ■ Courant de défaut (une phase est relié à la carcasse) :

- Lorsqu'une phase touche la masse, il y a élévation du potentiel de cette masse.
- Soit  $R_D$  la résistance de défaut =  $0 \Omega$ ;
- $R_n$  la résistance de la prise de terre du neutre =  $10 \Omega$ ;
- $R_U$  la résistance de la prise de terre des masses =  $20 \Omega$ ;
- Il s'établit un courant en rouge sur le schéma :



## 2. Le Régime TT

### 2.2 Défaut

#### ■ Courant de défaut (une phase est relié à la carcasse) :

- Lorsqu'une phase touche la masse, il y a élévation du potentiel de cette masse.
- Soit  $R_D$  la résistance de défaut =  $0 \Omega$ ;
- $R_n$  la résistance de la prise de terre du neutre =  $10 \Omega$ ;
- $R_U$  la résistance de la prise de terre des masses =  $20 \Omega$ ;
- Il s'établit un courant en rouge sur le schéma :

$$U_D = R_U * I_D = 146.6V$$

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).

## 2. Le Régime TT

### 2.3 Règles d'installation

- **1ère règle :** Toutes les masses des matériels protégés par un même dispositif de protection doivent être interconnectées et reliées par un conducteur de protection (PE) à une même prise de terre.
- **2ème règle :** La condition de protection doit satisfaire à la relation suivante :

$$R_u * I_u < U_C < U_L$$

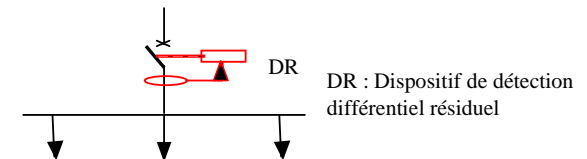
- **3ème règle :** Dans les schémas TT, on assurera la protection par un dispositif différentiel

## 2. Le Régime TT

### 2.3 Règles d'installation

#### ■ Emplacement des dispositifs différentiels :

- Toute installation TT doit être protégée par un dispositif différentiel résiduel placé à l'origine de l'installation (30 mA pour les habitations).



## Plan du chapitre

- 1. Présentation générale
- 2. Régime TT
- 3. **Régime TN**
- 4. Régime IT

## 3. Régime TN

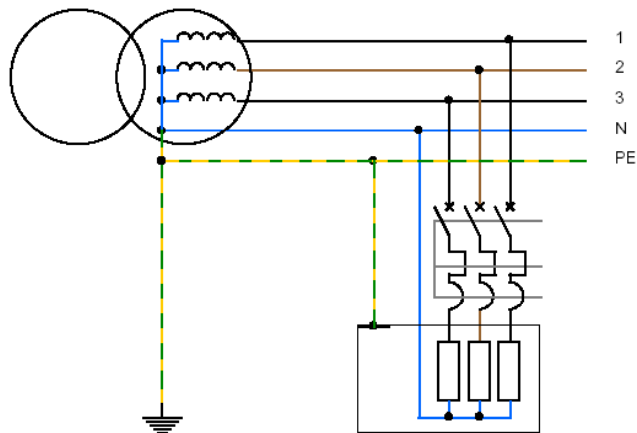
### 3.1. Principe

- Le neutre de l'alimentation est mis à la terre et les masses sont reliées au neutre ;
- Ainsi, tout défaut d'isolement est transformé en un défaut entre phase et neutre soit un court circuit dont la valeur est limitée par l'impédance des câbles.
- On distingue deux types de régime TN :
  - **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.

## 3. Régime TN

### 3.2. Schémas

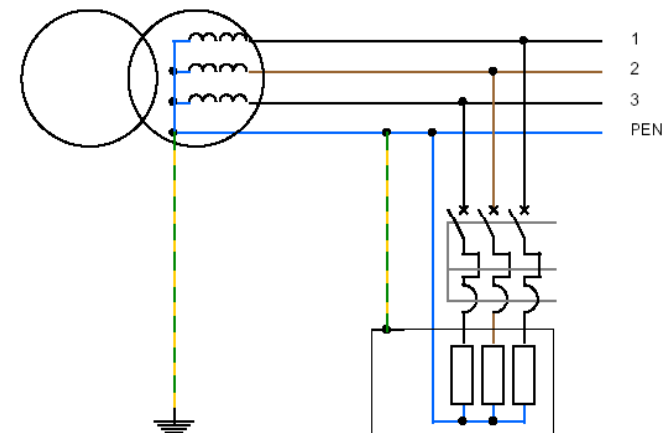
- **Schéma TNS (Terre - Neutre avec N et PE Séparés)**



## 3. Régime TN

### 3.2. Schémas

- **Schéma TNC (Terre - Neutre avec N et PE communs)**



### 3. Régime TN

#### 3.3. Protection

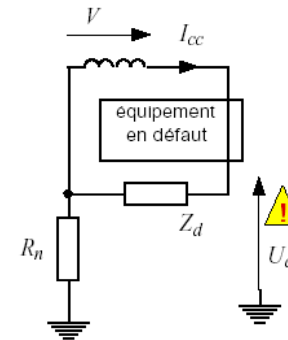
##### ■ Explication de la protection :

- 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 claquage de l'isolant et à transformer le défaut d'isolement **en court circuit phase neutre**.
- 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 défini par les courbes de sécurité.
- Le courant de défaut est limité seulement par l'impédance des câbles de la boucle de défaut.

### 3. Régime TN

#### 3.3. Protection

##### ■ Courant de défaut (une phase est relié à la carcasse) :



$V$ : tension entre phase et neutre

$Z_d$ : impédance de la boucle de défaut (dépend essentiellement de la longueur de la ligne)

$I_{cc}$ : courant de défaut (court-circuit) :  $I_{cc} = \frac{V}{Z_d}$

$U_c$ : tension de contact entre la masse de l'équipement et le sol :  $U_c = V$

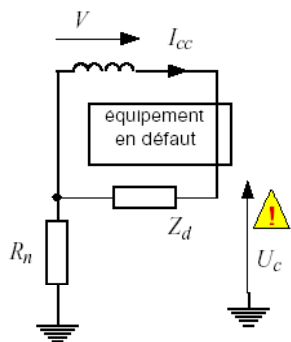
Il faut :  $f(U_c) < h_{limite}$

$I_f$ : courant de fonctionnement du dispositif de protection dans le temps limite  $I_f < I_{cc}$

### 3. Régime TN

#### 3.3. Protection

##### ■ Courant de défaut (une phase est relié à la carcasse) :



$V$ : tension entre phase et neutre

$Z_d$ : impédance de la boucle de défaut (dépend essentiellement de la longueur de la ligne)

$I_{cc}$ : courant de défaut (court-circuit) :  $I_{cc} = \frac{V}{Z_d}$

$U_c$ : tension de contact entre la masse de l'équipement et le sol :  $U_c = V$

Il faut :  $f(U_c) < h_{limite}$

$I_f$ : courant de fonctionnement du dispositif de protection dans le temps limite  $I_f < I_{cc}$

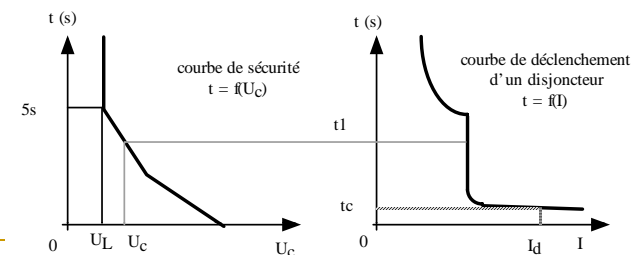
**La protection est effectuée par disjoncteur ou fusible. Le déclenchement se produit au premier défaut d'isolement.**

### 3. Régime TN

#### 3.3. Protection

##### ■ Protection par disjoncteur :

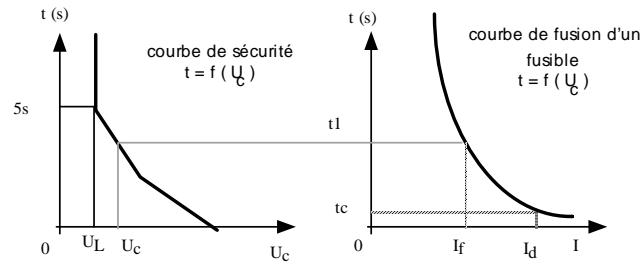
- La comparaison des courbes de fonctionnement d'un disjoncteur et des courbes de sécurité montre qu'un disjoncteur assure la protection des personnes dans un schéma TN, à condition que le courant de défaut soit supérieur au courant de fonctionnement du déclencheur magnétique. Soit  $I_d > I_{mag}$



## 3. Régime TN

### 3.3. Protection

- 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 fusion  $I_f$  du fusible dans le temps  $t_1$  prescrit par la courbe de sécurité.



Aymeric Histace

25

## 3. Régime TN

### 3.3. Protection

- Influence de la longueur du circuit :
  - Si la boucle de court circuit est trop grande, l'impédance équivalente qui lui correspond peut être suffisamment élevée pour empêcher le dispositif magnétique ou le fusible de sectionner l'alimentation.

$$I_d = V / Z_d$$

- Il faut prédéterminer cette longueur maximale avant de procéder à l'installation :

$$L_{\max} < 0,8.V.S_{ph} / (\rho.(1+m).I_{mag}) \quad \text{ou } I_f \text{ pour un fusible}$$

**m** : rapport entre section des phases et section du conducteur de protection électrique

Aymeric Histace

26

## Plan du chapitre

- 1. Présentation générale
- 2. Régime TT
- 3. Régime TN
- 4. **Régime IT**

Aymeric Histace

27

## 4. Régime IT

### 4.1. Principe

- Principe de la protection :
  - Dans le régime de neutre isolé :
    - Le neutre est isolé de la terre ou relié à la terre par une impédance élevée ;
    - Les masses sont reliées à une prise de terre.

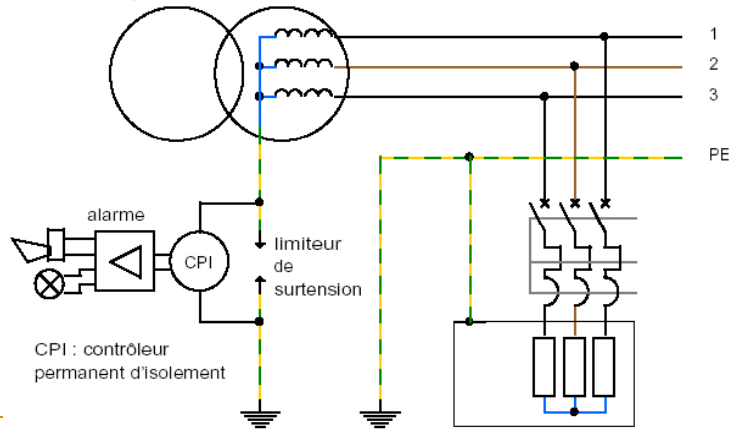
Aymeric Histace

28

## 4. Régime IT

### 4.1. Principe

- Schéma :



Aymeric Histace

29

## 4. Régime IT

### 4.1. Principe

- **Courant de premier défaut :**

- ❑ Le limiteur de surtension a pour but d'éliminer les surtensions par rapport à la terre en cas de claquage entre enroulements du transformateur : il transforme le régime IT en régime TN en cas de surtension importante.
- ❑ Le premier défaut est signalé par le CPI. Il faut disposer d'un système de localisation du défaut pour pouvoir intervenir sur le champ.

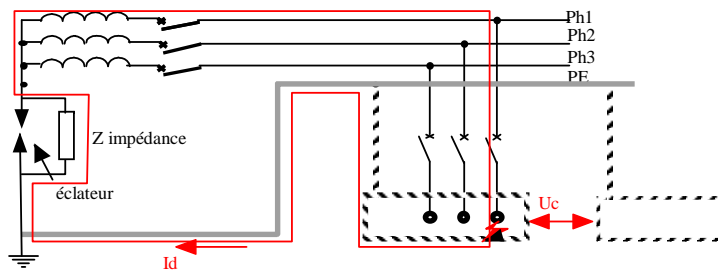
Aymeric Histace

30

## 4. Régime IT

### 4.2. Premier défaut

- Un premier défaut n'est pas dangereux, mais il doit être recherché et éliminé.



Aymeric Histace

31

## 4. Régime IT

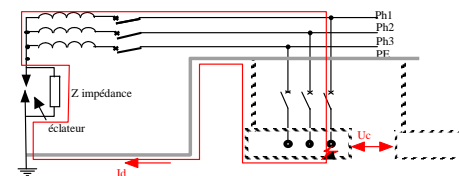
### 4.2. Premier défaut

- Exemple de calcul en premier défaut :

**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  $R_u = 10\ \Omega$ .



Aymeric Histace

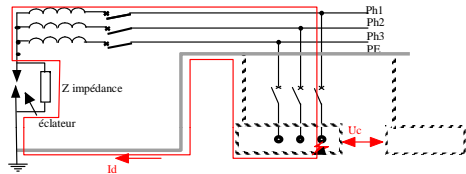
32



## 4. Régime IT

### 4.2. Premier défaut

- Exemple de calcul en premier défaut :



Exemple de calcul sans impédance Z :

Données :

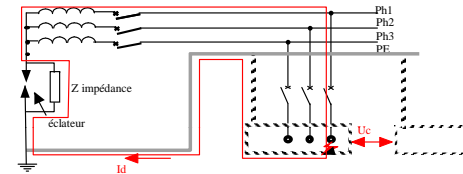
- réseau isolé, impédance d'isolement  $Z_n = 50\,000\ \Omega$ ;
- résistance du défaut  $R_d = 0\ \Omega$ ;
- résistance de terre  $R_u = 10\ \Omega$ .

La loi d'ohm nous donne :  $I_d = 230 / (10 + 0 + 50000) = 0,005\text{A}$

## 4. Régime IT

### 4.2. Premier défaut

- Exemple de calcul en premier défaut :



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  $R_u = 10\ \Omega$ .

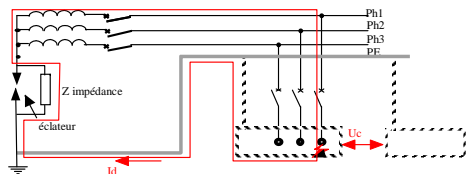
La loi d'ohm nous donne :  $I_d = 230 / (10 + 0 + 50000) = 0,005\text{A}$

La tension de défaut est alors :  $U_c = 0,005 \cdot 10 = 0,05\text{V}$

## 4. Régime IT

### 4.2. Premier défaut

- Exemple de calcul en premier défaut :



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  $R_u = 10\ \Omega$ .

La loi d'ohm nous donne :  $I_d = 230 / (10 + 0 + 50000) = 0,005\text{A}$

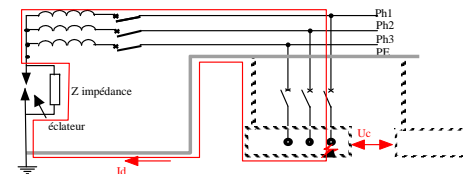
La tension de défaut est alors :  $U_c = 0,005 \cdot 10 = 0,05\text{V}$

**Elle est inoffensive.**

## 4. Régime IT

### 4.2. Premier défaut

- Exemple de calcul en premier défaut :



Exemple de calcul sans impédance Z :

Données :

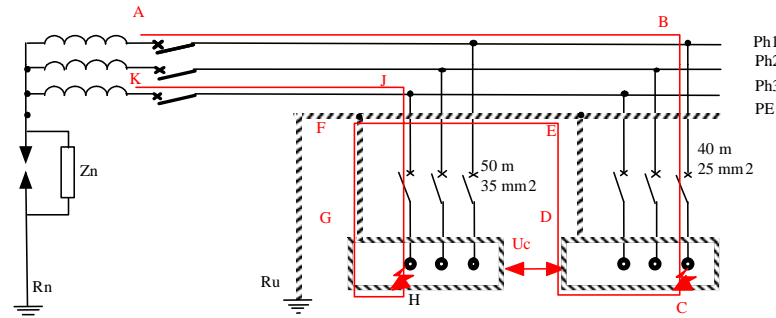
- réseau isolé, impédance d'isolement  $Z_n = 50\,000\ \Omega$ ;
- résistance du défaut  $R_d = 0\ \Omega$ ;
- résistance de terre  $R_u = 10\ \Omega$ .

**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 isolés.**

## 4. Régime IT

### 4.3. 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.

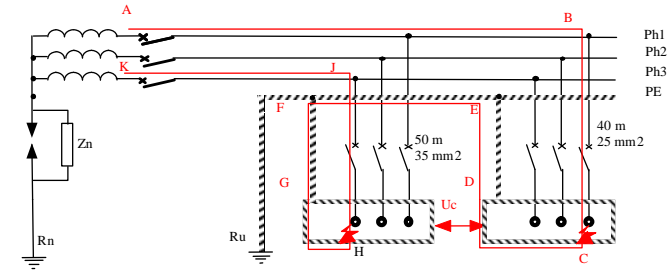


Aymeric Histace

37

## 4. Régime IT

### 4.3. Deuxième défaut



- 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.

Aymeric Histace

38

## 4. Régime IT

### 4.3. Deuxième défaut

- **Calculs** :  $U_{BJ} = Z_d \cdot I_d$ 
  - $U_{BJ}$  = tension entre phase estimée à 0,8 U (chute de tension) comme en TN d'où :  $U_{BJ} = 0,8 \cdot 400 = 320V$
- Si l'on néglige la réactance, l'impédance de la boucle de défaut peut être égale à :  
 $Z_d = 2 \cdot (R_{BC} + R_{HJ}) = 2 \cdot \rho \cdot (40/25 + 50/35) = 2 \cdot 17,2 \cdot (1,6 + 1,4) = 103,2m\Omega$ 
  - L'intensité de défaut est alors de :  $I_d = U_{BJ} / Z_d = 320 / 0,1032 = 3100A$
  - La tension de contact est alors de :  $U_c = U_{BJ} / 2 = 320 / 2 = 160V$

Aymeric Histace

39

## 4. Régime IT

### 4.3. Deuxième défaut

- A travers ces résultats, on voit qu'en cas de défaut double, en régime de neutre IT, on est en présence d'un fort courant de court circuit et d'une tension de contact dangereuse.
- Il faut donc protéger les utilisateurs.

Aymeric Histace

40

## 4. Régime IT

### 4.4. Protection

#### ■ Protection par disjoncteurs et Protection par fusible :

- Dans le cas d'un défaut double deux disjoncteurs sont concernés : D1 et D2.
- 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 :

$$I_d > I_{mag1} \text{ ou } I_d > I_{mag2} \quad I_d > I_{f1} \text{ ou } I_d > I_{f2}$$

- Il faut également vérifier la condition sur la longueur de câble maximum.

## 4. Régime IT

### 4.4. Protection

#### ■ Cas des masses séparées :

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

$$R_u < U_L / I_{\Delta n}$$

## 4. Régime IT

### 4.5. Conclusion

#### ■ 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 alimentée par un poste de transformation privé ;
- Un service d'entretien électrique compétent est présent pour la recherche du premier défaut ;
- L'installation est munie d'un ensemble de détection du premier défaut ;
- Protection au deuxième défaut assurée sur chaque départ.

# FIN

à suivre...