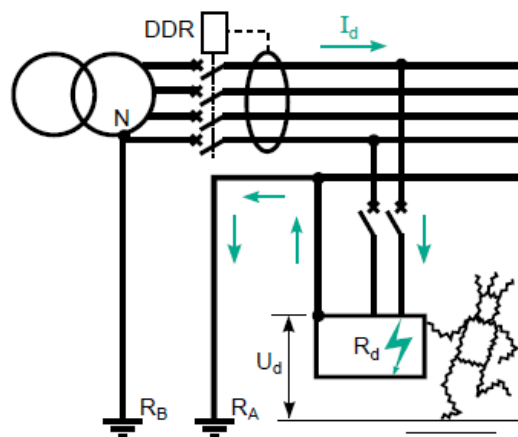


# S8 – CONSTRUCTION ELECTRIQUE

## Schémas de liaison à la terre : SLT



### 1) Protection des personnes contre les chocs électriques

L'usage de la Très Basse Tension de Sécurité (< 25 V) -TBTS- est la solution la plus radicale puisqu'elle supprime le risque électrique, mais elle n'est applicable qu'à la distribution de faible puissance.

Pour l'usage courant de l'électricité, différentes études ont conduit à discerner les chocs électriques selon leur origine, puis à leur apporter des réponses spécifiques.

Les chocs électriques ont deux origines :

- Soit un contact direct, c'est le cas d'une personne, ou d'un animal, qui touche un conducteur nu sous tension.
- Soit un contact indirect, c'est le cas d'une personne qui touche la carcasse métallique d'un récepteur électrique ayant un défaut d'isolement.

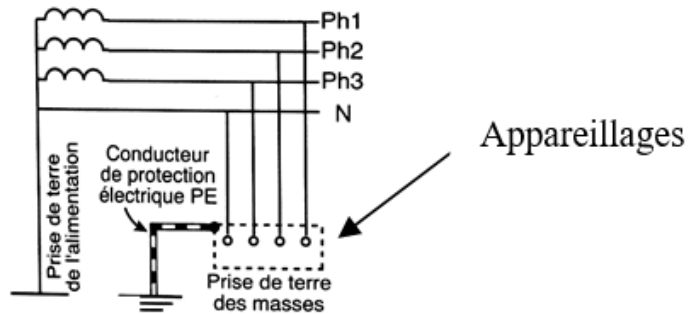
### 2) Les différents SLT normalisés

Les trois SLT normalisés au niveau international (CEI 60364) sont aujourd'hui repris par bon nombre de normes nationales : en France, par la norme d'installation BT NF C 15-100.

- **1ère lettre** : elle représente la situation du neutre de l'alimentation par rapport à la terre
  - T : liaison du neutre avec la terre.
  - I : isolation de toutes les parties actives par rapport à la terre, ou liaison à travers une impédance.
- **2ème lettre** : elle représente la 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.
- **Autres lettres éventuelles** : elles représentent la disposition du conducteur neutre et du conducteur de protection.
  - S (séparé) : on dispose de deux conducteurs séparés. Le conducteur neutre (N) est séparé du conducteur de protection électrique (PE).
  - C (commun) : les fonctions neutres et protections sont combinées en un seul conducteur (PEN).

### 3) Le schéma TT

Le neutre de l'alimentation est relié à la terre. Les masses de l'installation sont aussi reliées à la terre. C'est cette disposition qui est mise en œuvre par EDF pour les réseaux de distribution d'abonnés.

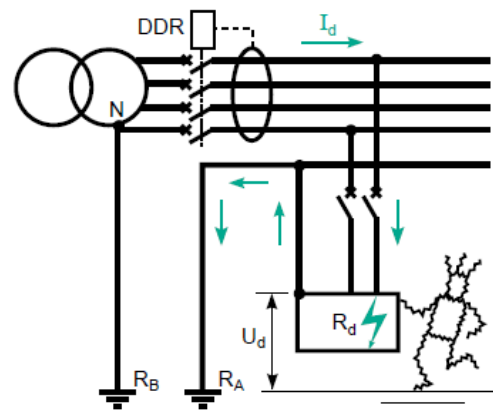


#### a) Son fonctionnement :

Le courant d'un défaut d'isolement est limité par l'impédance des prises de terre.

La protection est assurée par des Dispositifs à courant Différentiel Résiduel -DDR- : la partie en défaut est déconnectée dès que le seuil  $I_{\Delta n}$ , du DDR placé en amont, est dépassé par le courant de défaut, de cette manière :

$$I_{\Delta n} \cdot R_B \leq U_L \text{ avec } U_L = \text{Tension de Ligne}$$

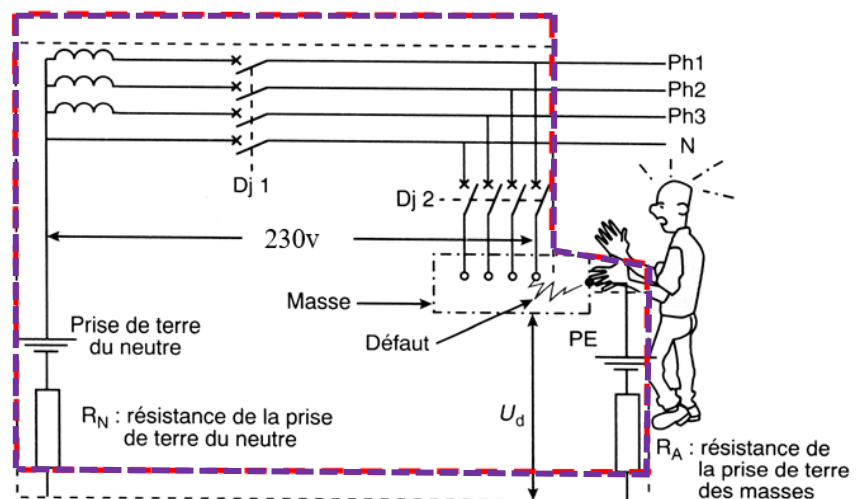


#### b) Exemple de défaut :

Lorsqu'une phase touche la masse, il y a élévation du potentiel de cette masse.

Soit par exemple :

- $R_d$  = résistance du défaut =  $0,1 \Omega$
- $R_N$  = résistance de la prise de terre du neutre =  $10 \Omega$  ;
- $R_A$  = résistance de la prise de terre des masses =  $20 \Omega$



Il s'établit dans le circuit en pointillé violet un courant qui parcourt cette boucle de défaut dont la valeur est :

$$I_d = \frac{U_0}{R_d + R_N + R_A} = \frac{230}{0.1 + 10 + 20} = 7,64 \text{ A} \quad (\text{Avec } U_0 = \text{tension simple})$$

La tension de la masse par rapport à la terre est donnée par la loi d'Ohm.  
( $U_d$  = tension de défaut).

$$U_d = R_A \times I_d = 20 \times 7,64 = 152,8 \text{ V qui est une tension mortelle ! } (= U_c \text{ tension de contact})$$

Donc, lorsque dans un réseau TT survient un défaut d'isolement, il y a une élévation dangereuse du potentiel des masses métalliques, qui normalement sont à un potentiel nul (0volt).

c) Règles de protection :

- 1<sup>ère</sup> règle : Coupure automatique de l'alimentation.  
En cas de défaut, il doit y avoir coupure automatique du circuit alimentant l'appareil où s'est produit un défaut (mise à la masse) dans le temps conventionnel prévu par la norme et fonction de la tension du réseau.

**Le temps de coupure ne doit jamais être supérieur à 5 s.**

- 2<sup>ème</sup> règle : Toutes les masses des matériels électriques, protégées par un même dispositif de protection, doivent être interconnectées avec les conducteurs de protection et reliées à une même prise de terre.

- 3<sup>ème</sup> règle : La condition suivante doit être satisfaite :

$R_A \cdot I_{\Delta n} < U_L$  avec  $R_A$  = résistance de la prise de terre des masses,  $I_a = I_{\Delta n}$  courant de fonctionnement du dispositif de protection et  $U_L$  = tension limite de contact, selon les conditions elle peut être de 50V en milieu sec, 25V en milieu humide ou 12 V en milieu immergé.

d) Dispositif de protection contre contacts indirects

Dans les schémas TT, on assure la protection par un dispositif à courant différentiel résiduel. Dans ce cas, le courant  $I_a$  est égal au courant différentiel résiduel du disjoncteur.

- Sensibilité du différentiel  $I_{\Delta n}$

La sensibilité d'un disjoncteur différentiel résiduel est indiquée par le symbole  $I_{\Delta n}$ .

On peut employer selon les cas des disjoncteurs différentiels pour la protection en cas de court-circuit, ou des interrupteurs différentiels dont le pouvoir de coupure est beaucoup plus faible.

### - Emplacement des dispositifs différentiels

Toute installation TT doit être protégée au moins par un dispositif différentiel résiduel à l'origine de l'installation.

Il est possible de protéger différents départs avec des dispositifs différentiels de différentes sensibilités ce qui évite la coupure générale de l'installation en cas de défaut.

Remarque : La tendance est à disposer un maximum d'interrupteurs ou de disjoncteurs différentiels. On risque alors d'avoir des déclenchements intempestifs, qui iraient à l'encontre de la continuité de service.

### 4) Le schéma TN

Le neutre de l'alimentation est mis à la terre et les masses sont reliées au neutre. Dans ces conditions, tout défaut d'isolement est transformé en un défaut entre phase et neutre, ce qui se traduit par un court-circuit entre phase et neutre.

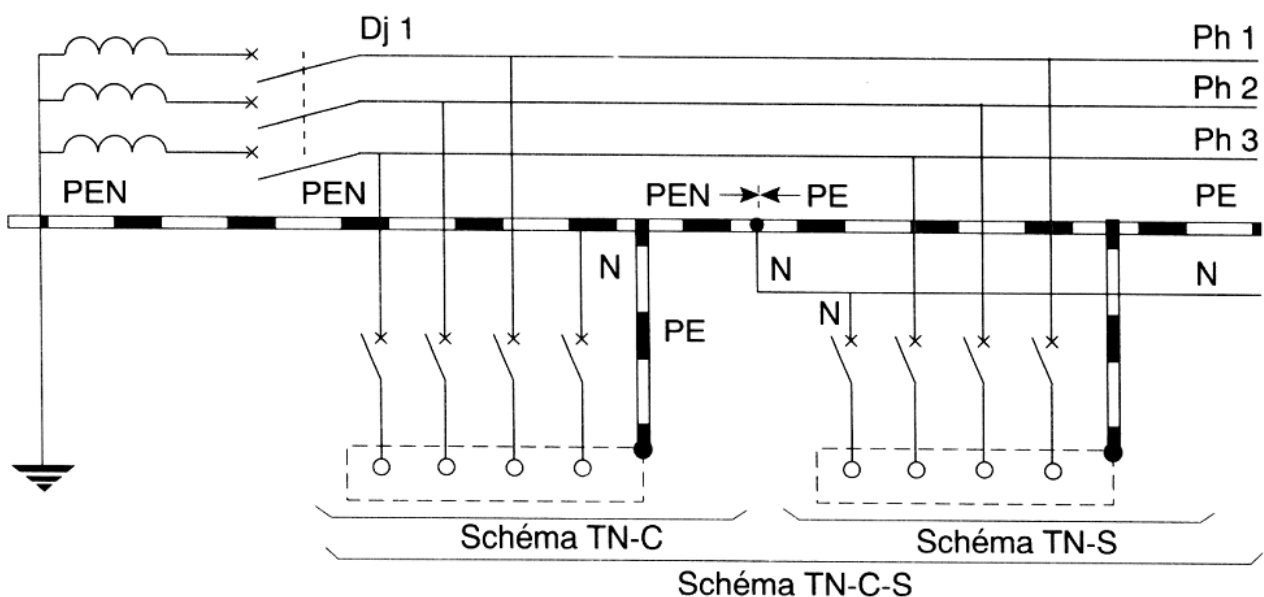
#### a) Schéma électrique

On distingue trois représentations :

TN-C : le conducteur de protection et le neutre sont confondus en un seul conducteur PEN.

TN-S : le conducteur neutre est séparé du conducteur de protection électrique PE.

TN-C-S : c'est le rassemblement des deux dispositions précédentes, mais on n'a pas le droit de réaliser un schéma TN-C après un schéma TN-S.

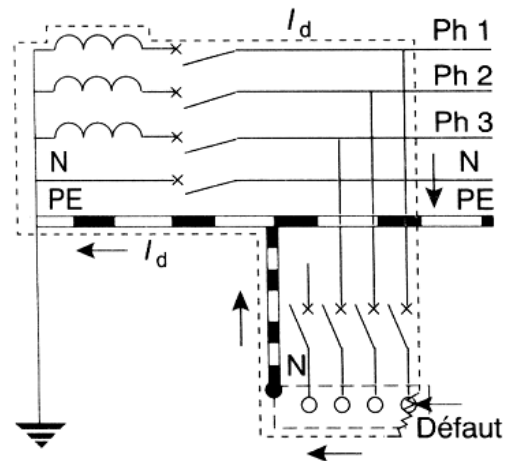


b) Boucle de défaut

Les prises de terre du neutre et des masses sont interconnectées. En cas de défaut, un courant  $I_d$  circule dans le conducteur PE ou PEN.

Il n'y a aucune élévation de potentiel des masses, seule la résistance de la boucle limite le courant dans le circuit.

La résistance de défaut est en général très faible, il y a donc court-circuit.



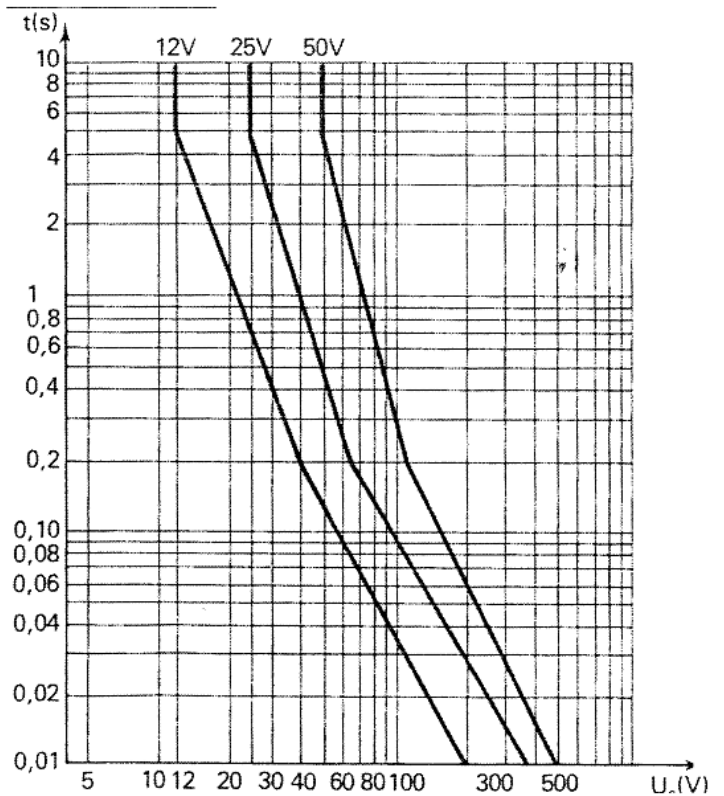
c) Courbes de sécurité

Le normalisateur, utilisant les travaux dans le domaine médical sur les courants dangereux pour le corps humain, a défini des courbes de sécurité qui tiennent compte :

- Des tensions limites à ne pas dépasser
- Des temps maxi supportables par le corps humain
- Des conditions d'environnement relatives à l'humidité
- De la nature du courant continu ou alternatif

Plus la tension est élevée, plus le temps de passage possible du courant doit être court.

La tension  $U_L$  est la tension de contact la plus élevée qui puisse être maintenue sans danger pour les personnes.

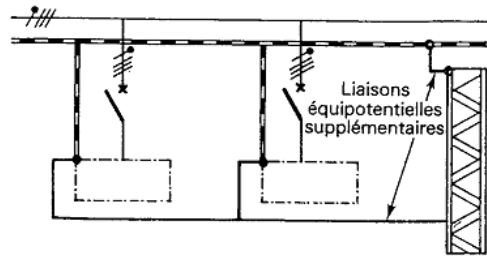


*Courbes de sécurité en courant alternatif*

Tensions limites $U_L$	$U_L = U_2 = 50 \text{ V}$	$U_L = U_3 = 25 \text{ V}$	$U_L = U_4 = 12 \text{ V}$	Temps maximal de fonctionnement de la protection (s)
Conditions	Normales BB1 BB2	Mouillées BB2 + BC4 ou BB3 + BC3	Immergées BB4 ou BB3 + BC4	
Valeur de la tension de contact (V)	< 50 50 75 90 110 150 220 280 350	< 25 25 40 50 65 96 145 195 250	< 12 12 21 27 37 55 82 110 135	Permanente 5 1 0,5 0,2 0,1 0,05 0,03 0,02

### d) Liaisons équipotentielles possibles :

Elles assurent les liaisons électriques entre les masses et permettent de rendre encore moins résistante la boucle de défaut.



### e) Règles de protection

#### - 1<sup>ère</sup> règle :

S'il se produit dans un endroit quelconque un défaut d'isolement, entre phase et masse, ou phase et neutre, la coupure automatique doit être effectuée dans un temps précis.

#### - 2<sup>ème</sup> règle :

La coupure automatique en cas de défaut doit satisfaire à la condition suivante :

-  $Z_d$  = impédance de la boucle de défaut ( $\Omega$ )

$$I_d = \frac{U_0}{Z_d} \geq I_a$$

-  $I_a$  = courant assurant le fonctionnement du dispositif de protection (A)

-  $U_0$  = tension nominale entre phase et terre (V).

#### Conséquences :

Il faut connaître l'impédance de boucle pour savoir si les conditions de coupure automatique sont bien remplies ; on peut le faire :

- Par le calcul, si le conducteur PE suit le même parcours que les conducteurs de phase
- Par mesure de l'impédance de boucle, lorsque le conducteur de protection électrique PE a une disposition différente des conducteurs actifs.

### f) Dispositifs de protection contre contacts indirects.

Le défaut d'isolement étant transformé en un court-circuit entre phase et neutre, ou phase et PE, il faut vérifier que le courant dans la boucle de défaut est suffisant pour provoquer l'ouverture du circuit dans le temps prévu par la norme C 15-100.

#### - Protection par fusible :

Il faut s'assurer que le courant de défaut  $I_d$  provoque la fusion du fusible.

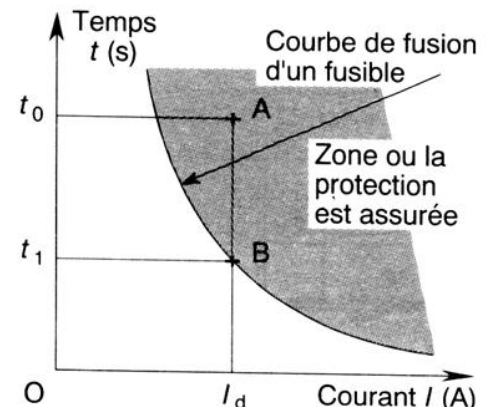
On doit vérifier les courbes de fusion d'un fusible :  $t = f(I)$

$t_1$  = temps de fusion du fusible pour le courant de défaut  $I_d$

$t_0$  = temps de coupure prescrit en fonction de la tension nominale de l'installation.

Trois cas sont alors possibles :

- 1<sup>er</sup> cas :  $t_1 < t_0$ , la protection est assurée
- 2<sup>ème</sup> cas :  $t_0 < t_1 < 5s$ , la protection n'est assurée que si le circuit protégé est un circuit de distribution terminale n'alimentant que du matériel fixe
- 3<sup>ème</sup> cas :  $t_1 > 5s$ , on doit prévoir :
  - soit une protection par dispositif à courant différentiel résiduel DR ;
  - soit des liaisons équipotentielles entre les masses pour réduire l'impédance de défaut et augmenter le courant de défaut ;
  - soit augmenter les sections des conducteurs PE.



$t_0$  = temps de coupure prescrit  
 $t_1$  = temps de fusion fusible

- Protection par disjoncteur :

Il suffit de s'assurer que le courant de défaut  $I_d$  est au moins égal au plus petit courant,  $I_m$  assurant le fonctionnement instantané du disjoncteur.

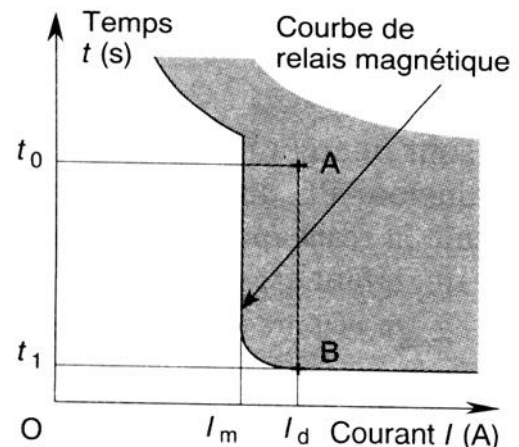
$I_d$  = courant de défaut

$I_m$  = courant de déclenchement du relais magnétique du disjoncteur

$I_d > I_m = I$  magnétique

En effet, les temps de déclenchement des disjoncteurs sont généralement inférieurs aux temps prescrits.

Dans le cas où  $I_d$  est inférieur à  $I_m$ , on peut modifier le réglage de  $I_m$ , sur le disjoncteur, ou on est ramené aux deuxième et troisième cas des fusibles.



### g) Calculs simplifiés.

On peut calculer le courant de défaut  $I_d$  par la formule :

$$I_d = 0,8 \frac{U_0}{R_{ph} + R_{pe}}$$

$U_0$  = tension simple, phase neutre (V)  
 $R_{ph}$  = résistance d'un conducteur de phase }  $Z_d$   
 $R_{pe}$  = résistance du conducteur PE

0,8 signifie qu'en cas de défaut, la tension à l'origine du circuit n'est que de 80 % de la tension nominale.



### h) Calculs des conditions de déclenchement et vérification des longueurs maxi protégées

Connaissant les courbes de fonctionnement des fusibles et disjoncteurs, il a été déterminé pour chaque calibre d'appareil et en fonction de la section des conducteurs, les longueurs maximales de canalisations triphasées protégées en cas de contacts indirects pour le régime TN et IT.

- Fusibles **gG** et **aM** (tableau 1 et 2 documentation 1).
- Disjoncteurs courbes **B, C, D** (documentation 2).

Remarque : Lorsque les conducteurs sont en aluminium au lieu d'être en cuivre, il faut multiplier les longueurs par 0,62.

Car la résistivité du cuivre  $\rho_{\text{cuivre}}=0.0171 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  et  $\rho_{\text{alu}}=0.0279 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

La longueur maximale admissible du conducteur de protection sera :

$$L_{\text{max}} = \frac{0,8 \cdot U_0 \cdot S_{\text{ph}}}{\rho \cdot (1+m) \cdot I_0}$$

- $L_{\text{max}}$  = Longueur maximale protégée en m
- $U_0$  = Tension simple phase/neutre en V
- $S_{\text{ph}}$  = Section du conducteur de phase en  $\text{mm}^2$
- $\rho$  = Résistivité du métal constituant le conducteur en  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
- $m$  = Rapport de la section du conducteur de phase par celle du conducteur de protection =  $S_{\text{PH}}/S_{\text{PE}}$
- $I_0$  = Courant de déclenchement du disjoncteur

## 5) Le schéma IT

### a) Principe

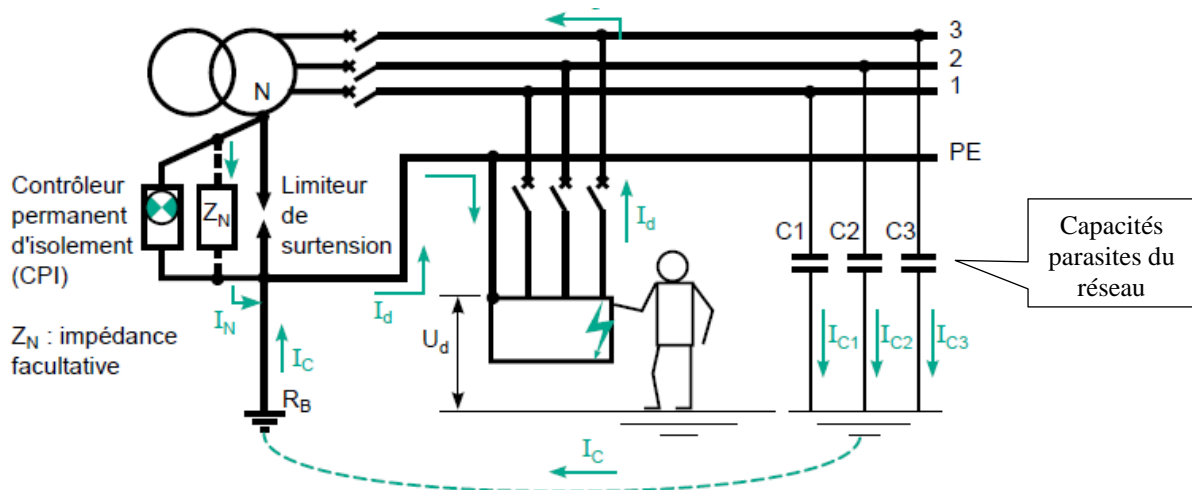
Le neutre du transformateur n'est pas relié à la terre.  
Il est théoriquement isolé de la terre.

En fait, il est naturellement relié à la terre par les capacités parasites des câbles du réseau et/ou volontairement par une impédance de forte valeur d'environ 1 500 à 2000  $\Omega$  (on parle alors de « neutre impédant »).

Les masses des récepteurs électriques sont reliées à la terre.

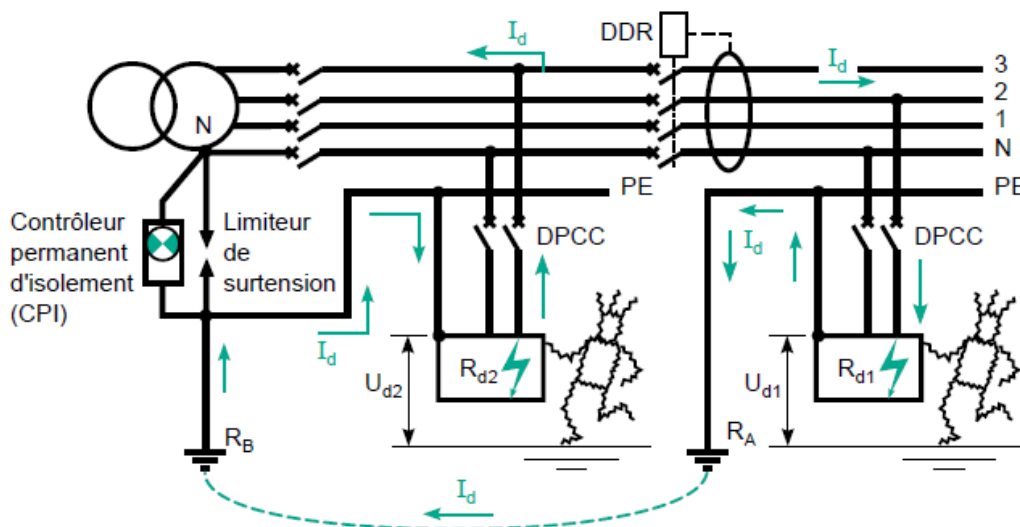
### b) Fonctionnement

Si un défaut d'isolement se produit, un faible courant se développe du fait des capacités parasites du réseau :



La tension de contact développée dans la prise de terre des masses (tout au plus quelques volts) ne présente pas de danger.

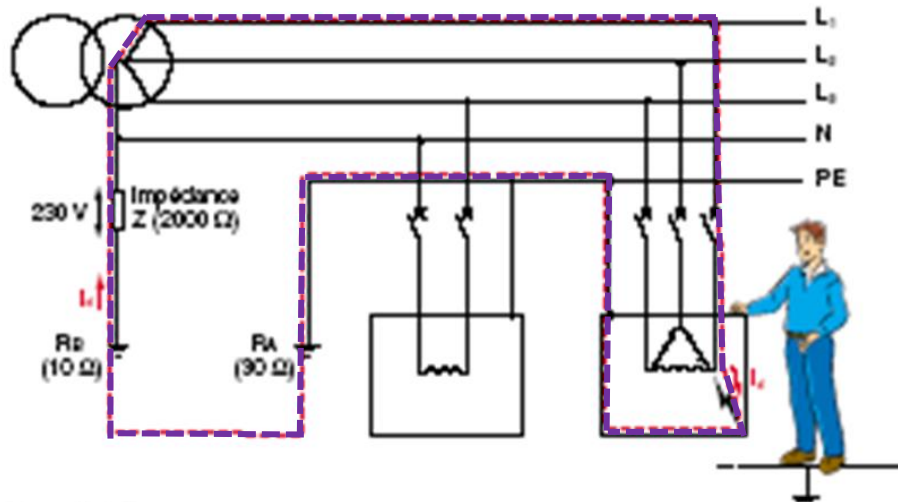
Si un deuxième défaut survient sur une autre phase, alors que le premier n'est pas éliminé, les masses des récepteurs concernés sont portées au potentiel développé par le courant de défaut dans le conducteur de protection (PE) qui les relie :



Ce sont les DPCC (disjoncteurs de protection contre les courts circuits, cas des masses interconnectées par le PE) ou des DDR (disjoncteurs différentiels résiduels, cas des masses ayant des prises de terre distinctes) qui assurent la protection.

### c) Calculs des défauts

- Exemple de calcul du 1<sup>er</sup> défaut :



En cas d'un seul défaut, à la masse ou à la terre, le courant de défaut est faible, la coupure n'est pas impérative.

Le courant de 1<sup>er</sup> défaut est limité par la somme des résistances des prises de terre de l'alimentation ( $R_B$ ), des masses ( $R_A$ ) et de l'impédance ( $Z$ ). Soit dans l'exemple ci-dessus :

$$I_d = \frac{U_0}{R_A + R_B + Z} = \frac{230}{30 + 10 + 2000} = 0,113 \text{ A}$$

La condition de non coupure est vérifiée, en s'assurant que le courant n'élèvera pas les masses à un potentiel supérieur à la tension limite  $U_L$ , on doit donc avoir :

$$R_A \times I_d < 50 \text{ v}$$

$$U_L = 30 \times 0,113 = 3,38 \text{ v}$$

Les masses n'atteindront pas une tension dangereuse et la non coupure est autorisée.

- Calcul du 2<sup>ème</sup> défaut :

Après l'apparition d'un premier défaut, les conditions de coupure de l'alimentation au deuxième défaut sont les suivantes :

- Lorsque les masses sont interconnectées (conducteur PE) on applique les règles du schéma TN
- Lorsque les masses sont mises à la terre séparément on applique les règles du schéma TT.

Il est à noter que cette situation de double défaut est totalement indépendante de la situation du neutre par rapport à la terre, isolé ou impédant.

Le courant de double défaut IT est souvent plus faible qu'il ne serait en TN. Les longueurs de ligne protégées s'en trouvent réduites d'autant.

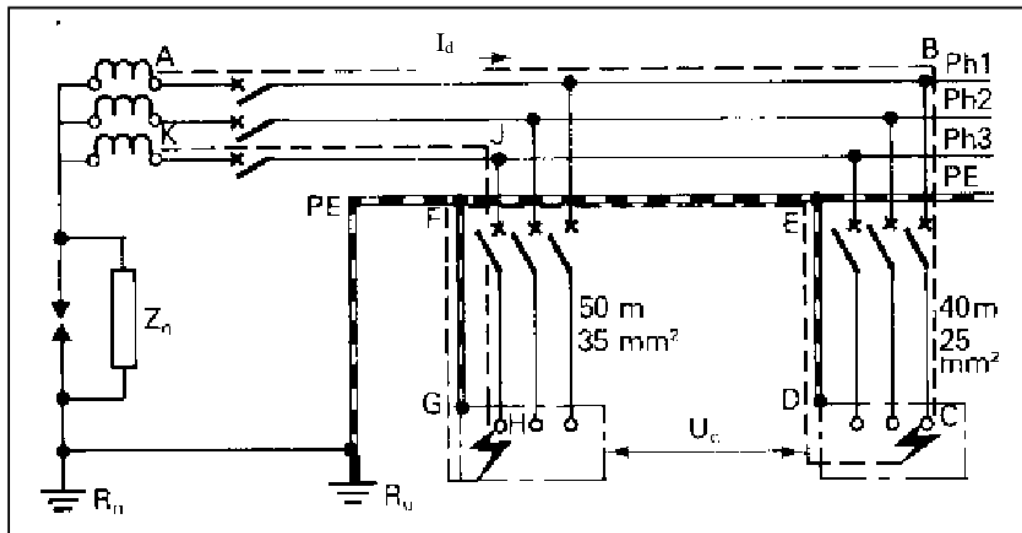
En cas de défaut, le potentiel du neutre pourra s'élever jusqu'au potentiel de la phase en défaut (tension simple).

Le potentiel des autres phases tendra à monter vers la valeur de la tension composée.

*C'est pourquoi il est conseillé de ne pas alimenter d'appareils entre phase et neutre en schéma IT et donc de ne pas distribuer le neutre.*

- Calcul simplifié du 2<sup>ème</sup> défaut :

Soit la distribution alimentant deux départs avec un défaut sur la phase 1, l'autre sur la phase 3. En cas d'un défaut double, il s'établit un fort courant de défaut ( $I_d$  dans la boucle A,B,C,D,E,F,G,H,J,K).



On donne : Réseau 400v et  $U_c = U_{bj}/2$  (tension de contact) et conducteurs en cuivre.

▪ Calcul de la tension de contact :

$$U_{BJ} = 0,8 \times 400 = 320 \text{ V} \quad \text{tension estimée à } 0,8 \text{ comme en TN}$$

$$\text{Donc } U_c = 160 \text{ V}$$

▪ Calcul de l'impédance de boucle :

$Z_b = R_{BC} + R_{DE} + R_{EF} + R_{FG} + R_{HJ} = 2 \cdot (R_{BC} + R_{HJ})$  si on néglige la longueur EF par rapport BC ou HJ et si le conducteur de protection est identique au conducteur de phase.

$$R_{BC} = \rho_{\text{cuivre}} \cdot L_{BC} / S_{BC} = 0,0171 \times 40 / 25 = 0,027 \Omega$$

$$R_{HJ} = \rho_{\text{cuivre}} \cdot L_{HJ} / S_{HJ} = 0,0171 \times 50 / 35 = 0,024 \Omega$$

$$Z_b = 0,102 \Omega$$

- Calcul de l'intensité de défaut :

$$I_d = U_{BT}/Z_b = 320/0,102 = 3137 \text{ A}$$

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

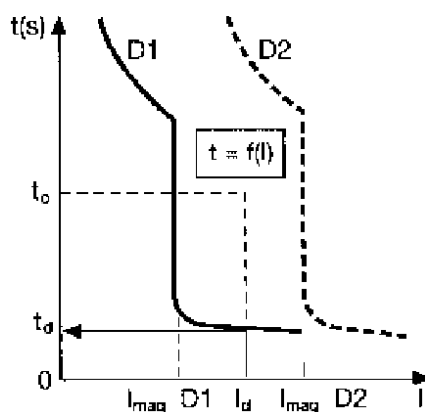
- Dispositifs de protection contre les contacts indirects de 2<sup>ème</sup> défaut

### Protection par disjoncteur :

Dans le cas d'un deuxième défaut, deux disjoncteurs sont concernés D1 et D2.

La protection des personnes est assurée si l'un des disjoncteurs ouvre le circuit sous l'effet du relais magnétique pour que l'on soit ramené au cas du premier défaut.

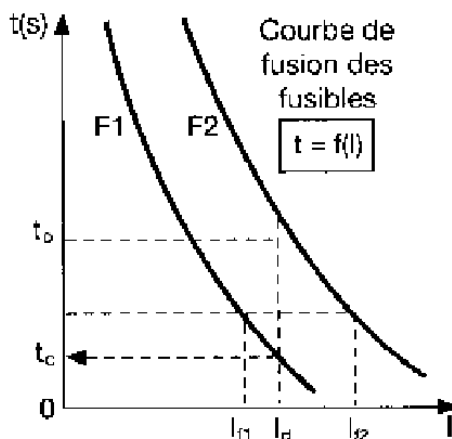
Il faut que ce courant de défaut soit supérieur au courant magnétique des disjoncteurs (magnétothermiques) :  $I_d > I_{mag1}$  ou  $I_d > I_{mag2}$



Le temps  $t_0$  représente le temps maximum donné par la courbe de sécurité de la page 6

### Protection par fusible :

La protection est assurée au deuxième défaut si  $I_d$  est supérieur à l'un ou l'autre des courants assurant la fusion des fusibles dans le temps prescrit par le tableau temps de coupure en IT.

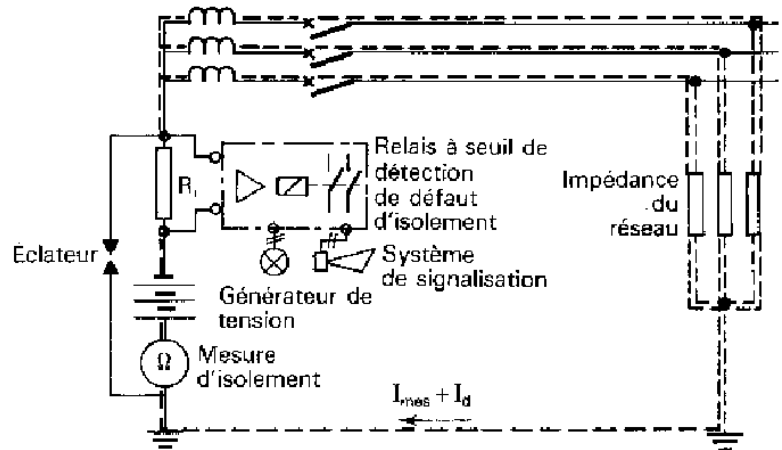
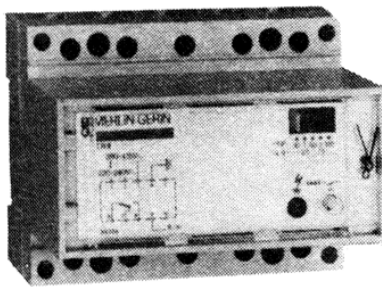


Le temps  $t_0$  représente le temps maximum donné par la courbe de sécurité de la page 6

### d) Le contrôleur permanent d'isolement (CPI)

- Cet appareil permet de contrôler en permanence l'isolement général d'un réseau à neutre isolé (IT). Son principe de fonctionnement est basé sur l'injection d'une tension continue entre le réseau et la terre. Cette tension crée un courant de fuite correspondant à la résistance d'isolement.
- Fonctionnement : en l'absence de défaut, aucun courant ne circule dans le réseau. Dès qu'un défaut survient, un faible courant indique la valeur d'isolement, ce courant amplifié actionne les alarmes (Visuelle ou sonore).

Cet appareil permet de signaler l'apparition d'un premier défaut. Une installation ne doit comporter qu'un seul CPI :



### 6) Avantages et inconvénients de chaque schéma

Régime TT			
Principe général	Avantages	Inconvénients	Commentaires
Détection d'un courant de défaut passant par la terre et coupure de l'alimentation par dispositif à courant différentiel	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Simplicité (peu de calculs à l'installation)</li> <li>-Extension sans calcul des longueurs</li> <li>-Courants de défauts faibles (sécurité contre l'incendie)</li> <li>-Peu de maintenance (sauf tests réguliers des différentiels)</li> <li>-Sécurité des personnes en cas d'alimentation d'appareils portatifs ou de mise à la terre déficiente (avec différentiels 30 mA)</li> <li>-Fonctionnement sur source à loc présumé réduit (groupe électrogène).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pas de sélectivité si disjoncteur unique en tête d'installation</li> <li>-Nécessité de différentiels sur chaque départ pour obtenir la sélectivité horizontale (coût)</li> <li>-Risque de déclenchements intempestifs (surtensions)</li> <li>-Interconnexions des masses à une seule prise de terre (installations étendues) ou différentiel nécessaire par groupe de masses</li> <li>-Niveau de sécurité dépendant de la valeur des prises de terre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Parafoudres à prévoir si distribution aérienne</li> <li>-Possibilité de relier la prise de terre de l'alimentation et celle des masses si transformateur HTA/BT privé (vérifier pouvoir de coupure des différentiels)</li> <li>-Nécessité de gérer des équipements à courants de fuite élevé (séparation, îlotage)</li> <li>-Importance de l'établissement et de la pérennité des prises de terre (sécurité des personnes)</li> <li>-Prévoir des vérifications périodiques des valeurs des terres et des seuils de déclenchement des différentiels.</li> </ul>

Autre avantage : simplicité de mise en œuvre, d'exploitation et de contrôle

Régime TN			
Principe général	Avantages	Inconvénients	Commentaires
Le courant de défaut est transformé en courant de court-circuit coupé par les dispositifs de protection contre les surintensités, les masses sont maintenues au potentiel de la terre	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Coût réduit (les protections sont utilisées pour les courants de défaut et les surintensités)</li> <li>-La prise de terre n'a pas d'influence sur la sécurité des personnes</li> <li>-Faible susceptibilité aux perturbations (bonne équipotentialité, neutre relié à la terre)</li> <li>-Peu sensible aux courants de fuite élevés (appareils chauffants, à vapeur, informatiques).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Courants de défauts élevés (génération de perturbations et risques d'incendie particulièrement en TN-C)</li> <li>-Nécessité de calculs de lignes précis</li> <li>-Risque en cas d'extensions de rénovation ou d'utilisations non maîtrisées (personnel compétent).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La vérification des conditions de protection doit être effectuée :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- à l'étude (calcul)</li> <li>- à la mise en service</li> <li>- périodiquement</li> <li>- en cas de modification de l'installation</li> </ul> </li> <li>-La vérification pratique nécessite un matériel de test spécifique (mesure de l'icc en bout de ligne)</li> <li>-L'utilisation de différentiels permet de limiter les courants de défauts (vérifier le pouvoir de coupure) et de pallier aux risques non prévus par les calculs (rupture conducteurs de protection, longueurs de ligne de charges mobiles ...).</li> </ul>

Autre avantage : économie d'un pôle et d'un conducteur de protection dans les circuits de section > 10mm<sup>2</sup> en cuivre.

Régime IT			
Principe général	Avantages	Inconvénients	Commentaires
<p>La maîtrise du courant de 1<sup>er</sup> défaut à une valeur très faible limite la montée en potentiel des masses. Il n'y a alors pas nécessité de coupure.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Continuité de service (pas de coupure au 1<sup>er</sup> défaut)</li> <li>- Courants de 1<sup>er</sup> défaut très faible (protection contre l'incendie)</li> <li>- Courant de défaut peu perturbateur</li> <li>- Fonctionnement sur sources à Icc présumé réduit (groupe électrogène)</li> <li>- Alimentation de récepteurs sensibles aux courants de défaut (moteurs).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût d'installation (neutre protégé, CPI, parasurtenseurs)</li> <li>- Coût d'exploitation (personnel compétent, localisation des défauts)</li> <li>- Sensibilité aux perturbations (mauvaise équipotentialité avec la terre)</li> <li>- Risques au 2<sup>e</sup> défaut :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- surintensités de court-circuit</li> <li>- perturbations (montée en potentiel de la terre)</li> <li>- apparition d'une tension composée (si neutre distribué).</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La signalisation du 1<sup>er</sup> défaut est obligatoire et sa recherche doit être immédiatement entreprise</li> <li>- La situation de 2<sup>e</sup> défaut doit être évitée compte tenu de ses risques</li> <li>- Protection par parafoudres indispensable (risque de montée en potentiel de la terre)</li> <li>- Il est conseillé de limiter l'étendue des installations IT au strict nécessaire (ilotage).</li> </ul>

Autre avantage : le fait de ne pas distribuer le neutre facilite le choix des dispositifs de protection contre les surintensités et la recherche de défauts, systèmes obligatoires dans les milieux hospitaliers.



### Documentation n°1 (fusibles)

**Tableaux des longueurs maximales** (en mètres) triphasées 230/400 V, ou monophasées en schéma TN et IT protégées contre les contacts indirects par des coupes circuits à fusibles (**section phase = section PE**)

### TABLEAU 1

#### Coupe-circuit à fusibles aM

S (mm <sup>2</sup> )	Courant assigné des coupe-circuits à fusibles aM (en A)																			
	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250
1,5	28	23	18	14	11	9	7	6	5	4										
2,5	47	38	30	24	19	15	12	9	8	6	5									
4	75	60	48	36	30	24	19	15	12	10	8	6	5	4						
6	113	90	72	57	45	36	29	23	18	14	11	9	7	6	5	4				
10	188	151	121	94	75	60	48	36	30	24	19	15	12	10	8	6	5	4		
16	301	241	193	151	121	96	77	60	48	39	30	24	19	15	12	10	6	6	5	4
25	470	377	302	236	188	151	120	94	75	60	47	38	30	24	19	15	12	9	8	6
35	658	627	422	330	264	211	167	132	105	84	66	53	42	33	26	21	17	13	11	8
50	891	714	572	447	357	286	227	179	144	115	90	72	57	46	36	29	23	18	14	11
70			845	660	527	422	335	264	211	169	132	105	84	67	53	42	33	26	21	17
95				895	716	572	454	358	286	229	179	143	115	91	72	67	45	36	29	23
120					904	723	574	452	362	289	226	181	145	115	90	72	57	45	36	29
150						794	630	496	397	317	248	198	159	126	99	79	63	50	40	32
185							744	586	469	375	293	234	188	149	117	94	74	59	47	38
240								730	584	467	365	292	234	185	146	117	93	73	58	47
300									702	582	439	351	281	223	175	140	111	88	70	66

### TABLEAU 2

#### Coupe-circuit à fusibles gG

S (mm <sup>2</sup> )	Courant assigné des coupe-circuits à fusibles gG (en A)																				
	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	
1,5	53	40	32	22	18	13	11	7	6	4	3										
2,5	88	66	53	36	31	21	18	12	9	7	6	4									
4	141	106	85	58	49	33	29	19	15	11	9	8	6	4							
6	212	159	127	87	73	60	43	29	22	16	14	10	8	6	4						
10	353	265	212	145	122	84	72	48	37	27	23	16	14	10	7	6	4				
16	566	424	339	231	196	134	116	77	69	43	36	25	22	15	12	9	7	6	4		
25	884	663	530	381	306	209	181	120	92	67	57	40	35	24	18	14	11	8	6	4	
35		928	742	606	428	293	263	169	129	94	80	56	48	34	26	20	15	11	9	6	
50				667	581	398	343	229	176	128	108	76	66	46	35	27	20	15	12	8	
70					856	586	506	337	259	189	159	111	97	67	52	39	30	22	17	11	
95						795	887	458	351	256	216	151	131	92	70	63	41	29	23	16	
120							868	578	444	323	273	191	166	116	89	67	52	37	29	20	
150								615	472	343	290	203	178	123	94	71	54	39	31	21	
185									714	547	399	336	235	205	142	110	82	64	46	36	24
240										666	485	409	286	249	173	133	100	77	55	44	29
300											566	477	334	290	202	155	117	90	65	51	34

### Documentation n°2 (disjoncteurs)

**Tableaux des longueurs maximales** (en mètres) triphasées 230/400 V, ou monophasées en schéma TN et IT protégées contre les contacts indirects par disjoncteurs  
**(section phase = section PE)**

#### Disjoncteur modulaire DX courbe B

S (mm <sup>2</sup> )	Calibre (In) du disjoncteur (en A)													
	2	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1,5	600	300	200	120	75	60	48	38						
2,5	1000	500	333	200	125	100	80	63	50					
4	1600	800	533	320	200	160	128	100	80	64				
6		1200	800	480	300	240	192	150	120	96	76			
10			1333	800	500	400	320	250	200	160	127	100		
16			2133	1280	800	640	512	400	320	256	203	160	128	
25				2000	1250	1000	800	625	500	400	317	250	200	160
35					1750	1400	1120	875	700	560	444	350	280	224
50							1600	1250	1000	800	635	500	400	320

#### Disjoncteur modulaire DX courbe C

S (mm <sup>2</sup> )	Calibre (In) du disjoncteur (en A)													
	2	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1,5	300	150	100	60	38	30	24	19						
2,5	500	250	167	100	63	50	40	31	25					
4	800	400	267	160	100	80	64	50	40	32				
6		600	400	240	150	120	96	75	60	48	38			
10			667	400	250	200	160	125	100	80	63	50		
16			1067	640	400	320	256	200	160	128	102	80	64	
25				1000	625	500	400	313	250	200	159	125	100	80
35					875	700	560	438	350	280	222	175	140	112
50							800	625	500	400	317	250	200	160

#### Disjoncteur modulaire DX courbe D

S (mm <sup>2</sup> )	Calibre (In) du disjoncteur (en A)													
	2	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1,5	150	75	50	30	19	15	12	9						
2,5	250	125	83	50	31	25	20	16	13					
4	400	200	133	80	50	40	32	25	20	16				
6		300	200	120	75	60	48	38	30	24	19			
10			333	200	125	100	80	63	50	40	32	25		
16			533	320	200	160	128	100	80	64	51	40	32	
25			833	500	313	250	200	156	125	100	79	63	50	40
35				700	438	350	280	219	175	140	111	88	70	56
50					625	500	400	313	250	200	159	125	100	80

Les tableaux ci-après permettent de déterminer les longueurs maximales protégées en fonction du type de protection et de la nature de l'âme du conducteur. Ces valeurs sont données pour des circuits où la section du PE est égale à la section des phases, si le PE est réduit elles doivent être multipliées par les coefficients du tableau ci-contre.

Les longueurs sont données pour des conducteurs en cuivre. Pour des conducteurs en aluminium, ces valeurs sont à multiplier par 0,62.

Les corrections liées à l'influence de la réactance des conducteurs de forte section ( $\geq 150 \text{ mm}^2$ ) sont directement intégrées dans les tableaux.

#### Valeurs des longueurs maximales protégées en fonction du type de protection et de la nature de l'âme du conducteur

Régime de neutre	$m = S_{pe}/S_{ph}$				
	1	0,5	0,33	0,25	0,2
TN 230/400 V	1	0,67	0,5	0,4	0,33
IT 400 V neutre non distribué	0,86	0,58	0,43	0,34	0,28
IT 230/400 V neutre distribué	0,5	0,33	0,25	0,2	0,16



**En schéma IT, lorsque le neutre est distribué et que sa section est inférieure à celles des conducteurs de phase, il faut lire les tableaux en prenant en référence la section réelle (réduite) du conducteur de neutre.**

#### Longueurs maximales de câble protégées (en m) en fonction de l'appareil de protection et de la section du câble ( $S_{\text{neutre}} = S_{\text{phase}}$ ) pour un circuit triphasé avec neutre 400 V ou monophasé 230 V

##### Disjoncteur modulaire DX courbe C

S (mm <sup>2</sup> )	Calibre (In) du disjoncteur (en A)													
	2	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1,5	300	150	100	60	38	30	24	19						
2,5	500	250	167	100	63	50	40	31	25					
4	800	400	267	160	100	80	64	50	40	32				
6		600	400	240	150	120	96	75	60	48	38			
10			667	400	250	200	160	125	100	80	63	50		
16			1067	640	400	320	256	200	160	128	102	80	64	
25				1000	625	500	400	313	250	200	159	125	100	80
35					875	700	560	438	350	280	222	175	140	112
50							800	625	500	400	317	250	200	160