

# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Réglementation et Normalisation - Méthodologie

### Réglementation et normalisation

Il existe deux types de texte régissant les règles à prendre en compte dans le calcul des installations électriques :

#### Les textes réglementaires

Ils définissent le cadre général de mise en œuvre des installations électriques et les buts à atteindre. Leur application est obligatoire.

- Décret du 14 novembre 1988 (Publication UTE C 12-101) : protection des travailleurs.
- Décret et arrêtés divers (Publication UTE C 12-201) : protection contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (ERP).
- Arrêté du 22 octobre 1969 (Norme NF C 15-100) : protection dans les bâtiments à usage d'habitation.
- Décret du 15 novembre 1967 (Publication UTE C 12-061) : protection dans les immeubles de grande hauteur (IGH).
- Arrêté interministériel du 26 mai 1978 (Publication UTE C 11-001) : Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributeurs d'énergie électrique.
- Directive Européenne Basse Tension (Directive basse tension 2006/95/CE) : sécurité des personnes, des animaux et des biens.
- Directive de compatibilité électromagnétique (CEM) (Directive CEM 2004/108/CE) : conformité des appareils aux critères de compatibilité électromagnétique.
- Opérations sur les installations électriques ou dans leur voisinage (NF C 18-510 et UTE C 18-510-1, 2 et 3).
- Code du travail.

#### Les textes normatifs

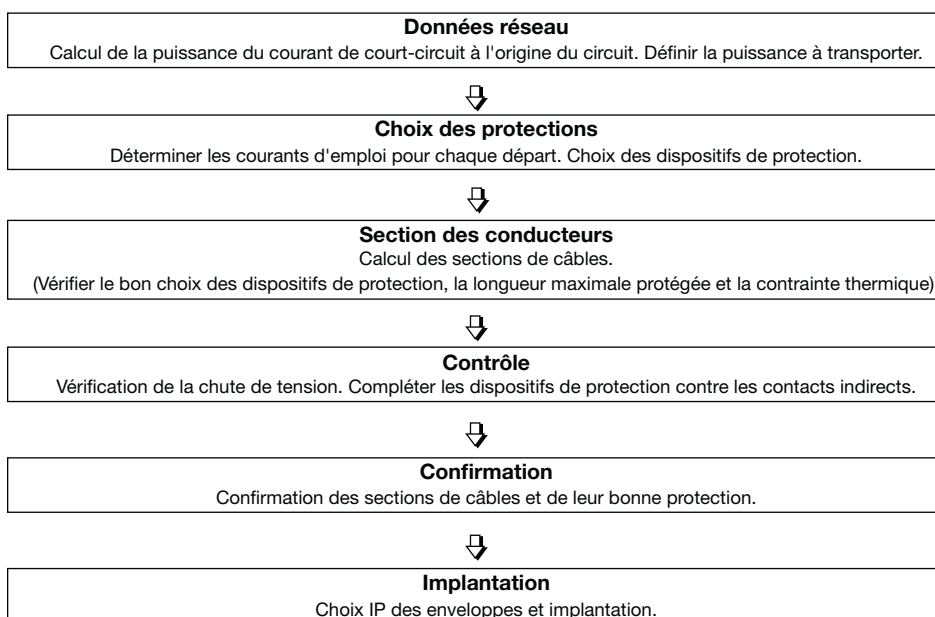
Ils sont l'expression des règles de l'art et définissent les moyens de parvenir aux buts fixés par les textes réglementaires.

Leur application est donc fortement conseillée et peut parfois même être rendue obligatoire par un arrêté.

- NF C 15-100 : "Installations électriques à basse tension" et les guides d'applications.
- NF C 14-100 : "Installations de branchement à basse tension" comprises entre le réseau de distribution et les installations intérieures.
- NF C 13-100 : "Postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés par un réseau de distribution public HTA".
- NF C 13-101 : "Postes semi-enterrés préfabriqués sous enveloppe".
- NF C 13-102 : "Postes simplifiés préfabriqués sous enveloppe".
- NF C 13-103 : "Postes sur poteau".
- NF C 13-200 : "Installations électriques à haute tension".

### Méthodologie de dimensionnement d'une installation électrique

Lorsque toutes les études préalables ont été effectuées (bilan de puissance, schéma de principe, puissance de la source, choix régime de neutre), le dimensionnement d'une installation électrique peut se faire suivant la chronologie ci-après :



**Toutes ces étapes du dimensionnement d'une installation électrique peuvent être réalisées :**

Manuellement, avec le guide UTE C15-105.

Informatiquement, grâce au logiciel de calcul et de conception DOC.

# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Les dangers du courant électrique

### Effets physiopathologiques

Le corps humain est très sensible au courant électrique.

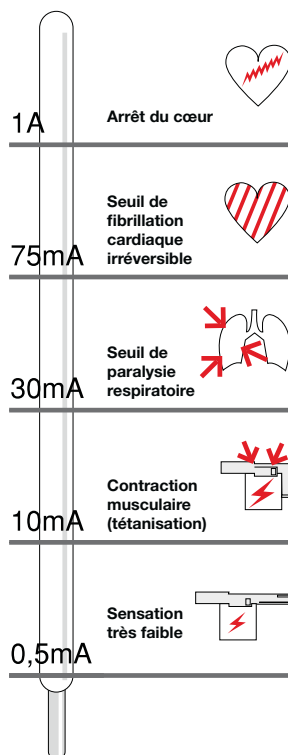
Des études internationales sur les effets du courant électrique sur le corps humain sont effectuées depuis de nombreuses années.

La CEI a établi, dans sa publication 479, une courbe définissant le temps maximal pendant lequel une personne peut supporter un courant donné sans risque d'effet physiopathologique dangereux.

Au-delà des limites de cette courbe et en fonction du temps de passage du courant, divers phénomènes peuvent apparaître.

Le corps humain sera traversé par un courant électrique dès lors qu'il sera soumis à une différence de potentiel (tension de contact).

Cette tension de contact peut être liée à deux causes principales.



Résumé des conséquences du passage du courant dans l'organisme.

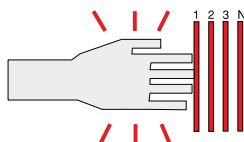
### Contacts directs

Contact d'une personne entre une partie active sous tension et une masse reliée à la terre (ou directement avec la terre).

La tension de contact est proche de la tension simple.

Le courant corporel peut alors atteindre une valeur dangereuse, par exemple :

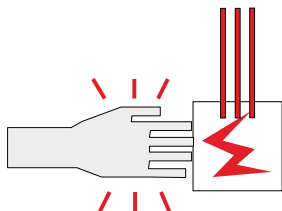
sous une tension simple de 230 Volts, la tension de contact direct peut atteindre 200 Volts. Si la résistance du corps humain ( $R_c$ ) est de  $2000 \Omega$ , le courant corporel ( $I_c$ ) sera de 100 mA.



### Contacts indirects

Contact d'une personne entre une masse mise accidentellement sous tension et une autre masse reliée à la terre (ou directement avec la terre).

La tension de contact ( $U_c$ ) engendre un courant de défaut ( $I_c$ ) dont la valeur est inversement proportionnelle à l'impédance des prises de terre, par exemple : sous 230 Volts, avec des résistances de prise de terre  $R_u$  et  $R_i$  de 20 et  $30 \Omega$  et une résistance corporelle de  $2000 \Omega$ , le courant corporel ( $I_c$ ) est de 46 mA.



# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Les dangers du courant électrique

### Protection contre les chocs électriques

La Norme NF C 15-100 définit les mesures destinées à assurer la protection des personnes et des animaux contre les chocs électriques.

### Protection contre les chocs directs

En dehors des mesures de protection traditionnelle (isolation, obstacles, éloignement), le paragraphe 415.1 de la NF C 15-100 reconnaît comme mesure de protection complémentaire, l'emploi de dispositifs différentiels résiduels.

Le courant différentiel assigné de fonctionnement devra, dans ce cas, être inférieur ou égal à 30 mA.

### Protection contre les chocs indirects

A la suite d'un défaut entre une partie active et une masse reliée à la terre, un dispositif de protection doit se séparer automatiquement de l'alimentation le circuit ou l'appareil en défaut, de telle façon qu'une tension supérieure à 50 Volts alternatif ne puisse se maintenir pendant un temps suffisant pour créer un risque d'effet physiopathologique.

Le respect du temps de coupure suppose que la valeur de la tension de contact présumée soit connue. Or, l'expérience a montré qu'il pouvait être difficile de l'estimer de façon correcte lors de la conception de l'installation. C'est pourquoi, afin de faciliter l'application des règles de protection, la méthode conventionnelle permet de déterminer les temps de coupure non en fonction de la tension de contact présumée mais de la tension nominale de l'installation.

#### Temps de coupure maximal (en secondes) pour les circuits terminaux

Tension nominale entre phase et neutre $U_0$	50 V < $U_0$ ≤ 120 V		120 V < $U_0$ ≤ 230 V		230 V < $U_0$ ≤ 400 V		$U_0$ > 400 V	
Temps de coupure (s)	Alternatif	Continu	Alternatif	Continu	Alternatif	Continu	Alternatif	Continu
Schéma TT	0.3	5	0.2	0.4	0.07	0.2	0.04	0.1
Schéma TN ou IT	0.8	5	0.4	5	0.2	0.4	0.1	0.1

Un temps de coupure ≤ 5 secondes est admis pour les circuits de distribution.

**Nota :** En pratique, les temps de coupure des dispositifs de protection ne sont à prendre en considération que si ces dispositifs sont des disjoncteurs retardés.

### Influence des régimes de neutre dans la protection contre les contacts indirects

Selon les régimes de neutre, les contraintes sont différentes.

La norme NF C 15-100 définit, pour chacun d'eux, les règles spécifiques à prendre en compte pour assurer la protection des contacts indirects mais aussi pour le dimensionnement et la protection des circuits contre les surintensités.

### Classification

Les régimes de neutre caractérisent le mode de raccordement du conducteur neutre de l'installation et les méthodes de mise à la terre des masses de l'installation.

Le régime de neutre d'une installation détermine les conditions de protection des personnes contre les contacts indirects et les protections des installations contre les surintensités.

#### Les symboles utilisés ont la signification suivante :

1ère lettre : situation de l'alimentation par rapport à la terre :

**T** : Liaison directe d'un point de l'alimentation avec la terre (neutre à la terre).

**I** : Isolation ou liaison au travers d'une impédance d'un point de l'alimentation avec la terre (neutre isolé).

2ème lettre : situation des masses de l'installation par rapport à la terre :

**T** : Directement reliées à une prise de terre indépendante de la prise de terre de l'alimentation (masse à la terre).

**N** : Directement reliées au point de l'alimentation mis à la terre (généralement le neutre).

Autres lettres : disposition conducteurs neutre et protection :

**S** : Fonctions neutre et protection assurées par des conducteurs distincts.

**C** : Fonctions neutre et protection combinées en un seul conducteur.

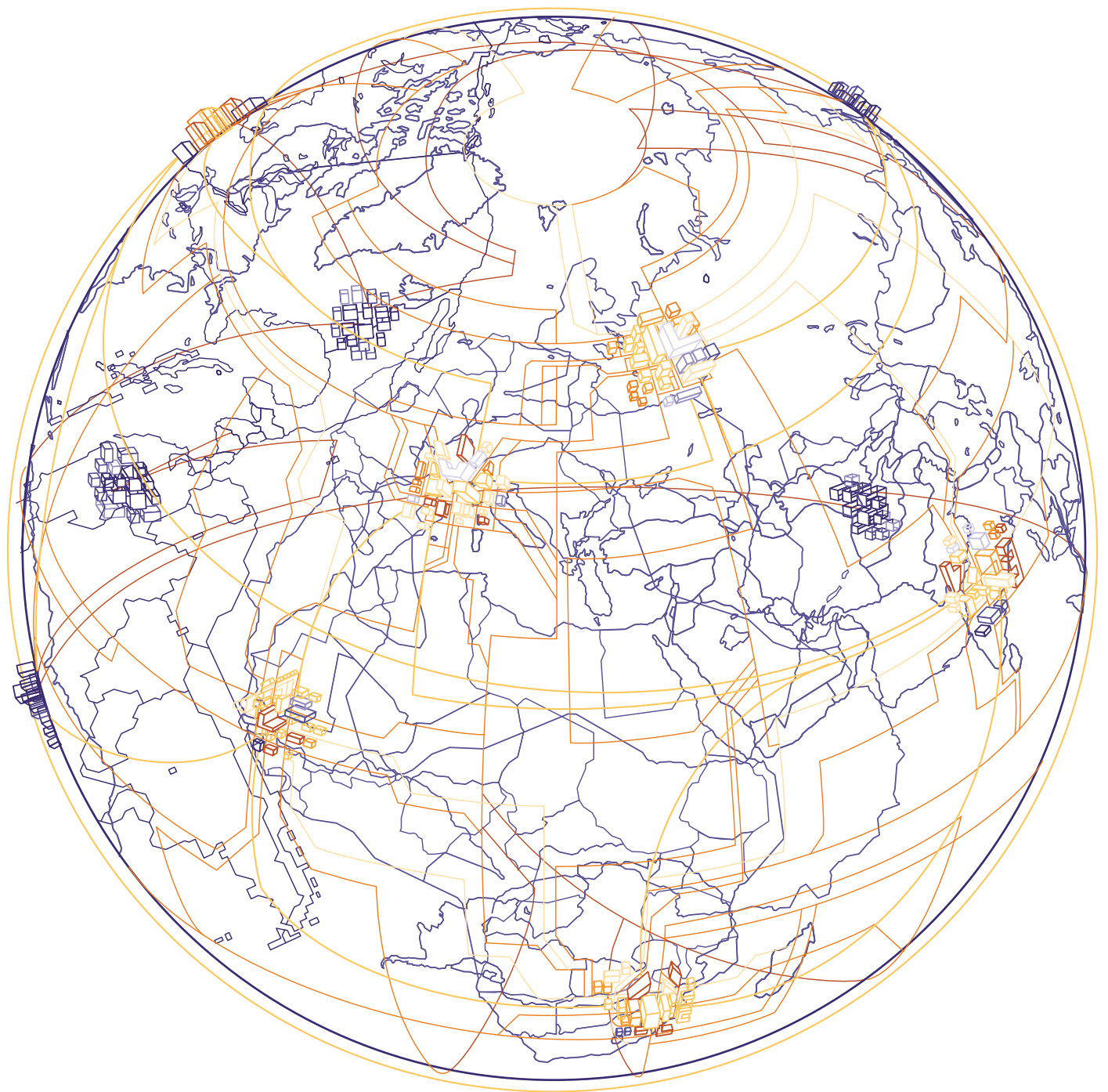
Les schémas TN ont un point relié à la terre, les masses de l'installation étant reliées à ce point par des conducteurs de protection.

Deux types de schéma TN sont pris en considération suivant la disposition du conducteur neutre et du conducteur de protection :

**TN-S** : Conducteur de protection distinct du conducteur neutre.

**TN-C** : Conducteur de protection et conducteur neutre combinés en un seul conducteur dans l'ensemble du schéma.

**TN-C-S** : Conducteur de protection et conducteur neutre combinés en un seul conducteur dans une partie du schéma.



# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Régime de neutre

Systèmes de distribution de l'énergie électrique : comment choisir le régime de neutre.

Le nombre de pôles et le type de protection que les disjoncteurs doivent avoir, dépend du type de système de distribution utilisé TT, TN ou IT et du type de circuit triphasé ou monophasé.

Les systèmes électriques sont classés en fonction :

### de la tension assignée

Domaine	tension assignée $U_n$ (V)
<b>I</b>	$\leq 50$ AC
	$\leq 120$ DC
<b>II</b>	$50 < U_n \leq 1000$ AC
	$120 < U_n \leq 1500$ DC

### du système de distribution des conducteurs actifs

Système	nombre de conducteurs actifs
Monophasé	2 (phase - neutre)
Biphasé	2 (phase - phase)
Triphasé	3 (L1 - L2 - L3)
	4 (L1 - L2 - L3 - N)

**du régime de neutre**, en fonction duquel on doit utiliser un disjoncteur avec un nombre de pôles approprié et prévoir éventuellement la protection et le sectionnement du conducteur du neutre lui-même en fonction du système de distribution et du type de circuit.

Système	Circuits														
	Triphasé			Biphasé		Phase+N		Triphasé+Neutre							
	L1	L2	L3	L1	L2	L1	N	SN $\geq$ SP			SN < SP				
TN - C	P	P	P	P	P	P	non	P	P	P	non	P	P	P	P
TN - S	P	P	P	P	P	P	-	P	P	P	-	P	P	P	P
TT	P	P	P	P	P	P	-	P	P	P	-	P	P	P	P
IT	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

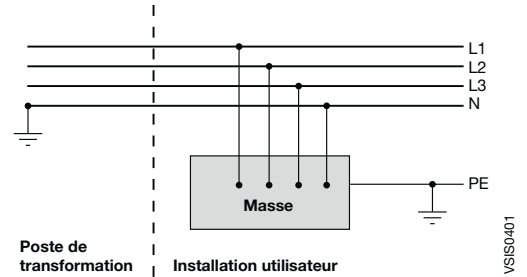
La lettre "P" indique quand protéger les phases ou le neutre et par conséquent le nombre de pôles du disjoncteur.

**SN** = section du conducteur de neutre.

**SP** = section du conducteur de phase.

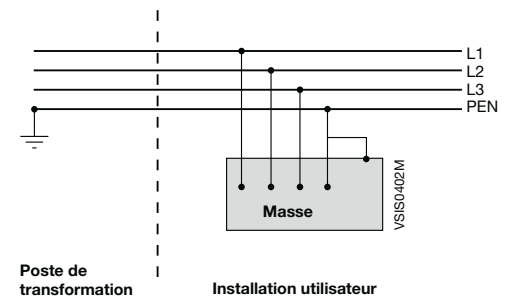
Lorsqu'il est protégé, le conducteur de neutre ne doit pas s'ouvrir avant et ne doit pas se fermer après les conducteurs de phase, ce que garantissent les disjoncteurs ABB, pour lesquels on a le déclenchement simultané sur tous les pôles.

## Système TT



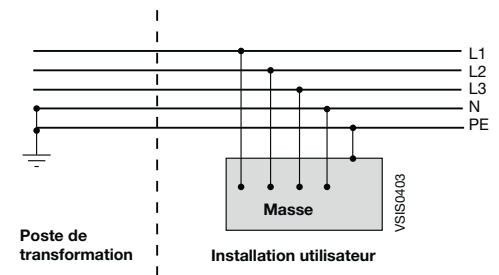
VSIS0401

## Système TN-C



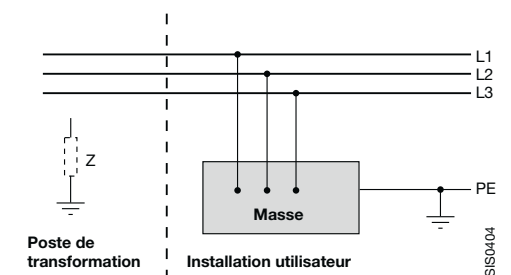
VSIS0402M

## Système TN-S



VSIS0403

## Système IT



VSIS0404

# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Régime de neutre

### Système avec deux installations de terre séparées :

- une pour le neutre du poste de transformation.
- une pour l'installation de distribution.

Le conducteur de protection PE pour le raccordement à la terre des structures métalliques (masses) aboutit au système de terre de l'installation de distribution et il est complètement séparé du conducteur de neutre N.

La protection contre les contacts indirects est garantie quand la tension vers la terre  $U_i$  est inférieure ou égale à 50 V et dans certains cas particuliers à 25 V.

On doit donc avoir :  $R_t \leq 50/I$ , où  $I$  est soit le courant de déclenchement de la protection à maximum de courant dans le temps de 0.2 s (pour une tension entre phase et neutre de 230 V) ou  $\leq 5$  s (pour les circuits de distribution), soit le courant de déclenchement du dispositif différentiel. On en déduit que la protection contre les contacts indirects n'est pratiquement réalisable qu'avec des déclencheurs ou relais différentiels.

Le système TT est adopté pour de petites et moyennes installations dans lesquelles la Compagnie de distribution de l'électricité effectue la fourniture en Basse Tension, ou dans des parties périphériques de l'installation de distribution de l'utilisateur, pour lesquelles il peut être valable de recourir à des réseaux de terre séparés.

### Système avec installation de terre unique pour le poste de transformation et pour l'installation de distribution.

Un seul conducteur PEN remplit à la fois la fonction de neutre N pour l'alimentation des charges et de conducteur PE pour le raccordement à la terre des structures métalliques (masses), par conséquent, le conducteur PEN ne peut pas et ne doit pas être interrompu ni par des disjoncteurs ni par d'autres organes de sectionnement durant le fonctionnement normal, car on ne garantirait plus la protection des personnes. La protection contre les tensions de contact se fait en coordonnant le courant de déclenchement  $I$  du dispositif de protection à maximum de courant selon la relation :

$$\text{où : } I \leq \frac{U_o}{Z_g}$$

- $U_o$  est la tension assignée vers la terre (230 V pour les systèmes triphasés en 400 V)
- $Z_g$  est l'impédance totale de la zone concernée par le défaut.

La mesure de la résistance de terre  $R_t$  est nécessaire pour la vérification de la coordination avec les protections de la partie d'installation de haute tension en amont du transformateur, en fonction du courant conventionnel de terre  $I_g$  et des temps d'élimination du défaut de façon à ne pas générer des tensions de contact supérieures à 50 V pendant des temps  $\leq 0.4$  s (pour une tension entre phase et neutre de 230 V) ou  $\leq 5$  s (pour les circuits de distribution). On a recours au système TN-C pour de grosses et moyennes installations dans lesquelles la Compagnie de distribution de l'électricité effectue la fourniture en Haute Tension et où l'utilisateur réalise en aval un ou plusieurs postes de transformation, en effectuant ensuite la distribution à 4 conducteurs (3 phases + PEN) côté basse tension. Avec ce système de distribution, on doit utiliser des disjoncteurs tripolaires et on doit choisir le conducteur PEN avec une section assurant sa protection par les déclencheurs des phases. En cas contraire, on doit prévoir un relais de surintensité branché sur le conducteur PEN, qui provoquera l'ouverture du disjoncteur sans interrompre le conducteur PEN lui-même.

### Système avec installation de terre unique pour le poste de transformation et pour l'installation de distribution.

Le conducteur PE, pour le raccordement à la terre des structures métalliques (masses), est entièrement distribué séparément du conducteur du neutre N, bien qu'ils soient raccordés à l'origine à la même installation de terre.

Le système TN-S est utilisé pour des installations moyennes, dans lesquelles la Compagnie de distribution de l'électricité effectue la fourniture en Haute Tension et où l'utilisateur réalise en aval un ou plusieurs postes de distribution en distribuant le neutre séparément du conducteur PE.

**Système où aucune partie active n'est raccordée à la terre et où le neutre est isolé de la terre** ou raccordé à elle à travers une impédance élevée. L'installation de terre est réalisée pour y raccorder les masses pour des raisons de sécurité des personnes. Le système IT est adopté pour les installations où il est indispensable d'avoir une continuité de service élevée, telles qu'hôpitaux, cliniques, salles d'opération, installations présentant un risque d'incendies ou d'explosions (pétrochimie, usines de papeterie, laminoirs, etc.) et où le premier défaut ne doit donc pas provoquer d'interruption de service.

On doit installer un dispositif pour le contrôle continu de l'isolement pour signaler le premier défaut à la terre. Le deuxième défaut est détecté par les déclencheurs à maximum de courant ou par les dispositifs différentiels. Lorsque le premier défaut à la terre se produit, on doit en éliminer le plus rapidement possible les causes de façon à ne pas avoir de dysfonctionnements lors d'un éventuel deuxième défaut.

La norme NF C 15-100 (312.2.3) recommande de ne pas distribuer le neutre parce qu'en cas de défaut à la terre de ce dernier, on pourrait perdre la continuité de service qui est la raison déterminant le choix du système IT.

# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Régime de neutre

### Choix du nombre de pôles

#### Disjoncteurs tétrapolaires pour les circuits triphasés en courant alternatif avec neutre distribué (4 fils + PE).

– Ils sont employés pour des systèmes de distribution du type TT, TN-S, IT pour des circuits avec neutre distribué, alors qu'ils ne sont pas utilisés pour des systèmes du type TN-C.

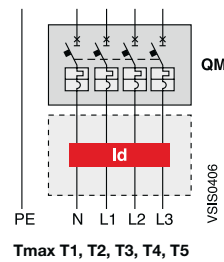
– Le déclencheur magnétothermique sur le neutre peut être omis si le circuit est équilibré et si la protection du conducteur de neutre est assurée par les protections des conducteurs de phase.

S'il est prévu, le réglage du neutre doit garantir la protection du conducteur lui-même. Pour des conducteurs de phase avec des sections > 25 mm<sup>2</sup>, la section du neutre est en général égale à la moitié de celle des phases et on doit par conséquent adopter un déclencheur avec un réglage réduit pour le neutre.

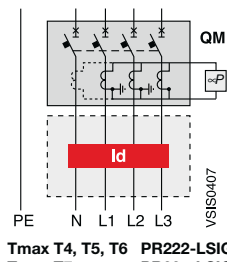
– Pour les systèmes IT, le disjoncteur tétrapolaire ne doit être utilisé que dans les cas où on ne suit pas la recommandation des normes de ne pas distribuer le neutre.

– Le déclencheur différentiel est utilisé dans les systèmes de distribution du type TT, et peut aussi être utilisé en TN-S et IT, en cas de besoin.

Dans les systèmes TN, la coordination pour la protection de terre peut être obtenue dans certaines limites avec les déclencheurs à microprocesseur, avec la fonction "G" de protection contre le défaut à la terre (ne pas confondre avec une protection différentielle).



Tmax T1, T2, T3, T4, T5



Tmax T4, T5, T6 PR222-LSIG  
Tmax T7 PR33x-LSIG/LSIRc  
Emax X1 PR33x-LSIG/LSIRc  
Emax PR12x-LSIG/LSIRc

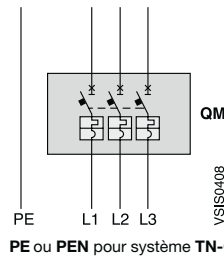
#### Disjoncteurs tripolaires pour les circuits triphasés en courant alternatif sans neutre distribué (3 fils + PE).

– Ils sont employés pour des systèmes de distribution du type TT, TN-S, IT pour des circuits avec neutre non distribué et pour des systèmes TN-C avec ou sans neutre.

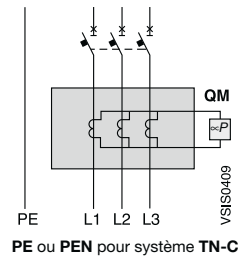
Dans ce dernier cas, quand le neutre est présent, il forme avec le conducteur de terre PE, le conducteur PEN, qui ne doit être ni interrompu, ni sectionné.

– Dans les systèmes du type TN-S ou TT, il n'est employé que pour des utilisateurs qui n'utilisent pas le neutre, comme dans le cas de la manœuvre et protection des moteurs.

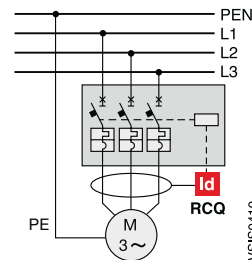
– La protection différentielle n'est pas employée dans les systèmes de distribution TN-C sauf cas particuliers. Pour ces derniers cas, le conducteur de mise à la terre des utilisateurs à protéger doit être raccordé au PEN en amont de la protection différentielle, comme c'est le cas pour la protection d'un moteur contre des défauts à la terre (voir illustration).



PE ou PEN pour système TN-C



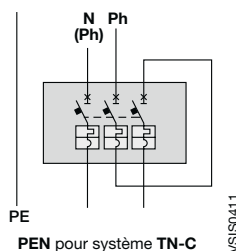
PE ou PEN pour système TN-C



VSIS0410

#### Disjoncteurs pour circuits monophasés en courant alternatif.

Pour les circuits monophasés ou biphasés, on peut utiliser des disjoncteurs tripolaires et tétrapolaires, en ayant soin de ne pas interrompre le conducteur PEN dans les systèmes de distribution du type TN-C.



PEN pour système TN-C

VSIS0411

# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Protection des lignes

Pour le choix des disjoncteurs pour la manoeuvre et la protection des lignes, on doit connaître :

- le courant de service de la ligne  $I_B$ .
- l'intensité admissible du câble  $I_Z$ .
- le courant de court-circuit  $I_{k3}$  présumé au point d'installation du disjoncteur.

Pour la détermination de  $I_B$ ,  $I_Z$  et  $I_{k3}$ , voir les normes en vigueur et les publications spécifiques.

Le disjoncteur approprié doit satisfaire les conditions suivantes :

- disposer d'un pouvoir de coupure ( $I_{cu} / I_{cs}$ ) supérieur ou égal au courant de court-circuit  $I_{k3}$ .
- disposer d'un déclencheur de protection permettant à son courant de réglage pour surcharge  $I_n$  (I1) de satisfaire la relation  $I_B \leq I_n \leq I_Z$  ;
- l'énergie spécifique passante ( $I^2t$ ) que le disjoncteur laisse passer doit être inférieure ou égale à l'énergie supportée par le câble.

Pour les circuits dans lesquels il est recommandé ou nécessaire de ne pas prévoir la protection contre les surcharges ou que celle-ci soit réglée au-delà des valeurs comprises entre  $I_B$  et  $I_Z$ , on doit vérifier que le courant de court-circuit en fin de ligne est supérieur au seuil de déclenchement de la protection contre les courts-circuits de façon qu'elle puisse intervenir en garantissant la protection.

En pratique, cela détermine des longueurs maximales protégées en fonction des diverses sections des câbles et des divers réglages des protections contre les courts-circuits.

### Nota :

Pour la protection contre les contacts indirects, il peut être nécessaire de lier le réglage de la protection contre les courts-circuits à la longueur de la ligne protégée : pour les procédures de calcul, se reporter aux normes et au logiciel DOC.

La vaste gamme de réglages offerts par les déclencheurs électroniques permet toujours le choix le plus approprié.

Pour ce qui concerne la vérification exigée par la norme NF C 15-100, selon lesquelles la protection contre les surcharges doit avoir un courant de déclenchement  $I_r$  qui en assure le fonctionnement pour une valeur inférieure à  $1.45 I_Z$  ( $I_r \leq 1.45 I_Z$ ), cette condition est toujours satisfaite car les disjoncteurs ABB sont conformes à la norme IEC EN 60947-2.

Un soin particulier devra être attaché à la coordination sélective avec les disjoncteurs en série pour limiter au minimum les dysfonctionnements en cas de défaut.



# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Calcul de $I_n$ et $I_{k3}$ du transformateur

### Généralités

Pour la protection côté BT des transformateurs HT/BT, le choix des disjoncteurs doit fondamentalement tenir compte :

- du courant nominal du transformateur protégé, côté BT, dont dépendent la taille du disjoncteur et le réglage des protections.
- du courant maximum de court-circuit au point d'installation, qui détermine le pouvoir de coupure minimum que doit posséder l'appareil de protection.

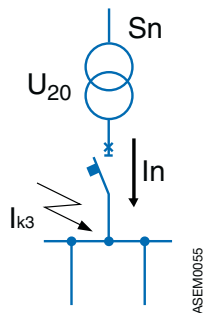
### Sous-station HT/BT avec un seul transformateur

Le courant assigné du transformateur, côté BT, est déterminé par l'expression :

$$I_n = \frac{S_n \times 10^3}{\sqrt{3} \times U_{20}}$$

avec :

- $S_n$  = puissance assignée du transformateur, en kVA.
- $U_{20}$  = tension assignée secondaire (à vide) du transformateur, en V.
- $I_n$  = courant assigné du transformateur, côté BT, en A (valeur efficace).



Le courant de court-circuit triphasé à pleine tension, immédiatement aux bornes de BT du transformateur, peut être exprimé par la relation (dans l'hypothèse d'une puissance infinie au primaire).

$$I_{k3 \max} = \frac{C_{\max} \cdot m \cdot U_0}{\sqrt{R_T^2 + X_T^2}}$$

avec

- $U_0$  = tension nominale entre phase et neutre, en V.
- $R_T$  = résistance du transformateur.
- $X_T$  = réactance du transformateur.
- $C_{\max}$  = 1.05
- $m$  = 1.05

Le courant de court-circuit diminue, par rapport aux valeurs déduites de l'expression précédente, si le disjoncteur est installé à une certaine distance du transformateur par l'intermédiaire d'un raccordement en câble ou en barre, en fonction de l'impédance du raccordement.

### Choix du disjoncteur

Le tableau qui suit illustre certains choix possibles de disjoncteurs en fonction des caractéristiques du transformateur à protéger.

**Attention :**

Ces indications sont valables dans les conditions indiquées dans le tableau : pour des conditions différentes, revoir les calculs et adapter les choix.

### Transformateurs immergés dans un diélectrique liquide

$S_n$ kVA	50	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
$U_{cc} (1)$ %	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6
$I_n (2)$ A	72	144	231	361	577	909	1155	1443	1804	2309	2887	3608
$R_t$ mΩ	43.7	21.9	13.7	8.7	5.5	3.5	4.1	3.3	2.6	2.1	1.6	1.3
$X_t$ mΩ	134.1	67	41.9	26.8	16.8	10.6	12.6	10	8.1	6.3	5	4
$I_{k3} (2)$ kA	1.8	3.6	5.8	9.0	14.3	22.7	19.1	24.1	29.8	38.2	48.3	60.3
Disjoncteur	XT1B160 XT2N160	XT1B160 XT2N160	XT3N250 XT4N250	T5N400	T6N630 E1.2B630	T7S1000 E1.2B1000	T7S1250 E1.2B1250	E1.2B1600 E2.2B1600	E2.2B2000	E2.2N2500	E4.2N3200	E4.2N4000

### Transformateurs de type sec

$S_n$ kVA	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
$U_{cc} (1)$ %	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
$I_n (2)$ A	144	231	361	577	909	1155	1443	1804	2309	2887	3608
$R_t$ mΩ	32.8	20.5	13.1	8.2	5.2	4.1	3.3	2.6	2	1.6	1.3
$X_t$ mΩ	100.6	62.8	40.2	25.1	16	12.6	10	8.1	6.3	5	4
$I_{k3} (2)$ kA	2.4	3.8	6.0	9.6	15.1	19.1	24.1	29.8	38.4	48.3	60.3
Disjoncteur	XT1B160 XT2N160	XT3N250 XT4N250	T5N400	T6N630 E1.2B630	T7S1000 E1.2B1000	T7S1250 E1.2B1250	E1.2B1600 E2.2B1600	E2.2B2000	E2.2N2500	E4.2N3200	E4.2N4000

(1) Pour des valeurs de la tension de court-circuit en pourcentage  $U'_{cc}$  % différentes des valeurs  $U_{cc}$  % indiquées dans le tableau, le courant de court-circuit assigné triphasé  $I'_{k3}$  devient :

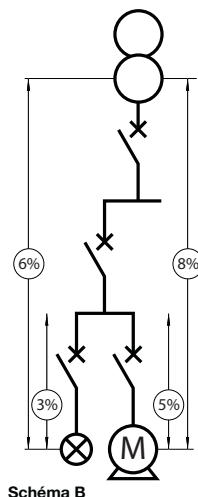
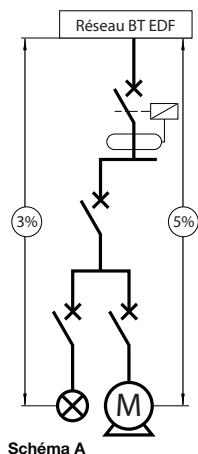
$$I'_{k3} = I_{k3} \frac{U_{cc} \%}{U'_{cc} \%}$$

(2) Les valeurs calculées se rapportent à une tension  $U_{20}$  de 400 V ; pour des valeurs de  $U'_{20}$  différentes, multiplier  $I_n$  et  $I_{k3}$  par les facteurs k suivants.

$U'_{20}$ V	220	380	400	415	440	480	500	660	690
k	1.82	1.05	1	0.96	0.91	0.83	0.8	0.606	0.580

# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Calcul des chutes de tension



### Chute de tension admissible

Les chutes de tension entre l'origine d'une installation basse tension et les appareils d'utilisation ne doivent pas être supérieures aux valeurs du tableau ci-dessous, exprimées par rapport à la valeur de la tension nominale de l'installation en %.

Alimentation/Usage	Éclairage	Force
<b>A</b> - Réseau de distribution publique basse tension	3 %	5 %
<b>B</b> - Poste de transformation haute tension/basse tension	6 %	8 %

### Détermination de $\Delta U$ par le calcul

La chute de tension dans un circuit est donnée par la formule suivante :

$$u = K (R \cos \phi + X \sin \phi) \times I \times L$$

$$\text{et : } \Delta U = 100 \times \frac{u}{U_0}$$

$u$  = chute de tension (en volts).

$\Delta U$  = chute de tension relative (en %)

$k$  = 1 pour circuit tri, 2 pour circuit mono

$U_0$  = tension entre phase et neutre (en Volts)

$R$  = résistance d'un conducteur de phase ( $\Omega/\text{km}$ ) à la température de service.

$\cos \phi$  = facteur de puissance du circuit considéré.

$$\sin \phi = \sqrt{1 - \cos^2 \phi}$$

$X$  = réactance d'un conducteur de phase à 50 Hz ( $\Omega/\text{km}$ ).

$I$  = courant dans un conducteur de phase (en A).

$L$  = longueur du circuit considéré (en km).

A l'aide de la formule ci-dessus, on peut déterminer  $\Delta U$  pour des valeurs de  $\cos \phi$  différentes de celles du tableau (0.8 et 1).

### Détermination de $\Delta U$ par le tableau

Pour obtenir la chute de tension en % dans le circuit considéré, il faut multiplier les valeurs lues dans le tableau par le courant (en A) et par la longueur du circuit (en km).

#### Exemple :

La chute de tension pour un câble tripolaire, 4 mm<sup>2</sup>, de 50 m, parcouru par un courant de 25 A, sous une tension de 400 V  $\cos \phi$  0.8 se calcule comme suit :

$$\Delta U = \% / A / \text{km} \times \text{courant} \times \text{longueur}$$

$$\Delta U = 2.03 \times 25 \text{ A} \times 0.05 \text{ km}$$

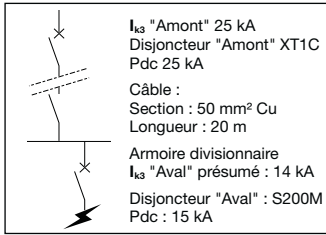
$$\Delta U = 2.54 \%$$

### Chute de tension en % par ampère et par kilomètre de canalisation (%/A/km)

Section nominale mm <sup>2</sup>	Câbles cuivres unipolaires en tréfle		Câbles cuivre multipolaires				Câbles cuivre unipolaires jointifs en nappe				Câbles cuivre unipolaires espacés				Section nominale mm <sup>2</sup>
	Chutes de tension $\Delta U$		Chutes de tension $\Delta U$				Chutes de tension $\Delta U$				Chutes de tension $\Delta U$				
	Courant alternatif Triphasé 400 V		Courant alternatif				Courant alternatif				Courant alternatif				
	$\cos \phi$ 1	$\cos \phi$ 0.8	Monophasé 230 V		Triphasé 400 V		Monophasé 230 V		Triphasé 400 V		Monophasé 230 V		Triphasé 400 V		
	%/A/km	%/A/km	%/A/km	%/A/km	%/A/km	%/A/km	%/A/km	%/A/km	%/A/km	%/A/km	%/A/km	%/A/km	%/A/km	%/A/km	%/A/km
1	10.1	8.07	20.1	16.1	10.1	8.07	20.1	16.1	10.1	8.07	20.1	16.2	10.1	8.08	1
1.5	6.71	5.39	13.4	10.8	6.71	5.39	13.4	10.8	6.71	5.39	13.4	10.8	6.71	5.40	1.5
2.5	4.02	3.24	8.05	6.48	4.02	3.24	8.05	6.49	4.02	3.24	8.05	6.51	4.02	3.25	2.5
4	2.51	2.03	5.03	4.07	2.51	2.03	5.03	4.07	2.51	2.04	5.03	4.09	2.51	2.05	4
6	1.68	1.36	3.35	2.72	1.68	1.36	3.35	2.73	1.68	1.36	3.35	2.75	1.68	1.38	6
10	1.01	0.826	2.01	1.65	1.01	0.826	2.01	1.66	1.01	0.828	2.01	1.68	1.01	0.839	10
16	0.629	0.524	1.26	1.05	0.629	0.524	1.26	1.05	0.629	0.526	1.26	1.07	0.629	0.537	16
25	0.402	0.343	0.805	0.686	0.402	0.343	0.805	0.691	0.402	0.345	0.805	0.712	0.402	0.356	25
35	0.287	0.251	0.575	0.502	0.287	0.251	0.575	0.507	0.287	0.253	0.575	0.528	0.287	0.264	35
50	0.201	0.182	0.402	0.364	0.201	0.182	0.402	0.369	0.201	0.184	0.402	0.390	0.201	0.195	50
70	0.144	0.136	0.287	0.272	0.144	0.136	0.287	0.277	0.144	0.138	0.287	0.298	0.144	0.149	70
95	0.106	0.106	0.212	0.211	0.106	0.106	0.212	0.216	0.106	0.108	0.212	0.237	0.106	0.119	95
120	0.0838	0.0879	0.168	0.176	0.0838	0.0879	0.168	0.181	0.0838	0.0905	0.168	0.202	0.0838	0.1010	120
150	0.0671	0.0745	0.134	0.149	0.0671	0.0745	0.134	0.154	0.0671	0.0771	0.134	0.175	0.0671	0.0876	150
185	0.0544	0.0644	0.109	0.129	0.0544	0.0644	0.109	0.134	0.0544	0.0670	0.109	0.155	0.0544	0.0774	185
240	0.0419	0.0544	0.0838	0.1088	0.0419	0.0544	0.0838	0.1140	0.0419	0.0570	0.0838	0.1349	0.0419	0.0674	240
300	0.0335	0.0477	0.0671	0.0954	0.0335	0.0477	0.0671	0.1006	0.0335	0.0503	0.0671	0.1215	0.0335	0.0607	300

# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Courant de court-circuit $I_{k3}$ (kA) en aval d'un câble



Pour déterminer le courant de court-circuit en aval d'un câble (point de raccordement d'un coffret divisionnaire), il convient de connaître conformément à UTE C 15-105 :

- $I_{k3}$  "Amont" (kA).
- La longueur du câble (m).
- La section des conducteurs de phases (mm<sup>2</sup>).
- La nature des conducteurs (Cuivre ou Aluminium).

Le tableau ci-dessous donne rapidement l' $I_{k3}$  "Aval" au point de raccordement des disjoncteurs divisionnaires.

**N.B :** Pour tension triphasée de 230 V entre phases, diviser les longueurs par  $\sqrt{3} = 1.732$ .

Section Cu (mm <sup>2</sup> )	Longueur du câble (m)																										
1.5													1.3	1.8	2.6	3.6	5.1	7.3	10.3	15	21						
2.5												1.1	1.5	2.1	3	4.3	6.1	8.6	12	17	24	34					
4												1.7	1.9	2.6	3.7	5.3	7.4	10.5	15	21	30	42					
6												1.4	2	2.8	4	5.6	7.9	11.2	16	22	32	45	63				
10										2.1	3	4.3	6.1	8.6	12.1	17	24	34	48	68	97	137					
16						1.7	2.4	3.4	4.8	6.8	9.7	14	19	27	39	55	77	110	155	219							
25					1.3	1.9	2.7	3.8	5.4	7.6	10.7	15	21	30	43	61	86	121	171	242	342						
35					1.9	2.6	3.7	5.3	7.5	10.6	15	21	30	42	60	85	120	170	240	339	479						
50				1.8	2.5	3.6	5.1	7.2	10.2	14	20	29	41	58	81	115	163	230	325	460							
70					2.6	3.7	5.3	7.5	10.6	15	21	30	42	60	85	120	170	240	339								
95				2.5	3.6	5.1	7.2	10.2	14	20	29	41	58	81	115	163	230	325	460								
230/400 V 120		1.6	2.3	3.2	4.5	6.4	9.1	13	18	26	36	51	73	103	145	205	291	411									
150	1.2	1.7	2.5	3.5	4.9	7	9.9	14	20	28	39	56	79	112	158	223	316	447									
185	1.5	2.1	2.9	4.1	5.8	8.2	11.7	16	23	33	47	66	93	132	187	264	373										
240	1.8	2.6	3.6	5.1	7.3	10.3	15	21	29	41	58	82	116	164	232	329	465										
300	2.2	3.1	4.4	6.2	8.7	12.3	17	25	35	49	70	99	140	198	279	395											
2 x 120	2.3	3.2	4.5	6.4	9.1	12.8	18	26	36	51	73	103	145	205	291	411											
2 x 150	2.5	3.5	4.9	7	9.9	14	20	28	39	56	79	112	158	223	316	447											
2 x 185	2.9	4.1	5.8	8.2	11.7	16.5	23	33	47	66	93	132	187	264	373												
$I_{k3}$ Amont (kA)	Courant de court-circuit résiduel en aval d'une canalisation																										
50	47.7	47.7	46.8	45.6	43.9	41.8	39.2	36	32.2	28.1	23.8	19.5	15.6	12.1	9.2	6.9	5.1	3.7	2.7	1.9	1.4	1					
40	38.5	38.5	37.9	37.1	36	34.6	32.8	30.5	27.7	24.6	21.2	17.8	14.5	11.4	8.8	6.7	5	3.6	2.6	1.9	1.4	1					
35	33.8	33.8	33.4	32.8	31.9	30.8	29.3	27.5	25.2	22.6	19.7	16.7	13.7	11	8.5	6.5	4.9	3.6	2.6	1.9	1.4	1					
30	29.1	29.1	28.8	28.3	27.7	26.9	25.7	24.3	22.5	20.4	18	15.5	12.9	10.4	8.2	6.3	4.8	3.5	2.6	1.9	1.4	1					
25	24.4	24.4	24.2	23.8	23.4	22.8	22	20.9	19.6	18	16.1	14	11.9	9.8	7.8	6.1	4.6	3.4	2.5	1.9	1.3	1					
20	19.6	19.6	19.5	19.2	19	18.6	18	17.3	16.4	15.2	13.9	12.3	10.6	8.9	7.2	5.7	4.4	3.3	2.5	1.8	1.3	1					
15	14.8	14.8	14.7	14.5	14.4	14.2	13.9	13.4	12.9	12.2	11.3	10.2	9	7.7	6.4	5.2	4.1	3.2	2.4	1.8	1.3	0.9					
10	9.9	9.9	9.9	9.8	9.7	9.6	9.5	9.3	9	8.6	8.2	7.6	6.9	6.2	5.3	4.4	3.6	2.9	2.2	1.7	1.2	0.9					
7	7	7	6.9	6.9	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.3	6.1	5.7	5.3	4.9	4.3	3.7	3.1	2.5	2	1.6	1.2	0.9					
5	5	5	5	5	4.9	4.9	4.9	4.8	4.7	4.6	4.5	4.3	4.1	3.8	3.5	3.1	2.7	2.2	1.8	1.4	1.1	0.8					
4	4	4	4	4	4	3.9	3.9	3.9	3.8	3.8	3.7	3.6	3.4	3.2	3	2.7	2.3	2	1.7	1.3	1	0.8					
3	3	3	3	3	3	3	3	2.9	2.9	2.9	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.2	2	1.7	1.5	1.2	1	0.8					
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6	1.5	1.3	1.2	1	0.8	0.7					
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5					
Section Al (mm <sup>2</sup> )	Longueur de câble (m)																										
10												1.5	2.1	2.9	4.1	5.8	8.2	11.6	16	23	33	47	66				
16												2.2	3	4.3	6.1	8.6	12	17	24	34	49	69	98	138			
25												1.7	2.4	3.4	4.8	6.7	9.5	13	19	27	38	54	76	108	152	216	
35												1.7	2.4	3.3	4.7	6.7	9.4	13	19	27	38	53	75	107	151	213	302
50						1.6	2.3	3.2	4.5	6.4	9	13	18	26	36	51	72	102	145	205	290	410					
70						2.4	3.3	4.7	6.7	9.4	13	19	27	38	53	75	107	151	213	302	427						
95						2.3	3.2	4.5	6.4	9	13	18	26	36	51	72	102	145	205	290	410						
120						2.9	4	5.7	8.1	11.4	16	23	32	46	65	91	129	183	259	366							
230/400 V 150						3.1	4.4	6.2	8.8	12	18	25	35	50	70	99	141	199	281	398							
185						2.6	3.7	5.2	7.3	10.4	15	21	29	42	59	83	117	166	235	332	470						
240						1.6	2.3	3.2	4.6	6.5	9.1	13	18	26	37	52	73	103	146	207	293	414					
300	1.4	1.9	2.7	3.9	5.5	7.8	11	16	22	31	44	62	88	124	176	249	352	497									
2 x 120	1.4	2	2.9	4	5.7	8.1	11.4	16	23	32	46	65	91	129	183	259	366										
2 x 150	1.6	2.2	3.1	4.4	6.2	8.8	12	18	25	35	50	70	99	141	199	281	398										
2 x 185	1.8	2.6	3.7	5.2	7.3	10.4	15	21	29	42	59	83	117	166	235	332	470										
2 x 240	2.3	3.2	4.6	6.5	9.1	12.9	18	26	37	52	73	103	146	207	293	414											

# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Longueurs maximales protégées contre les contacts indirects

La protection des personnes contre les chocs électriques liés aux contacts indirects est une des règles fondamentale de la NF C 15-100. Tout défaut d'isolement (ou double défaut en schéma IT) provoque la circulation d'un courant ( $I_d$ ) dans la boucle de défaut. Ce courant engendre l'apparition d'une tension de contact dangereuse ( $U_c$ ) entre la masse en défaut et toute masse simultanément accessible.

Le but de la protection contre les risques de contacts indirects est d'assurer l'élimination de cette tension de contact dans un temps inférieur au temps maxi de maintien autorisé par la norme NF C 15-100.

### Pour ce faire :

#### En schéma T.T.

Les  $I_d$  ayant une valeur limitée par les résistances de prise de terre du neutre et des masses d'utilisation, la protection sera réalisée par un dispositif différentiel à courant résiduel.

#### En schéma T.N. et I.T.

(Circuits de terre et réseau de protection entièrement interconnectés). Les  $I_d$  sont limités uniquement par l'impédance de la boucle de défaut ( $Z_d$ ). Ils sont donc équivalents à des courants de court-circuit et peuvent être éliminés par les déclencheurs magnétiques des disjoncteurs. La protection sera correctement assurée si tout courant de court-circuit a une valeur supérieure au courant de déclenchement magnétique du disjoncteur.

### Utilisation du tableau

Les tableaux ci-après donne la longueur maxi du câble en fonction de :

#### Pour les modulaires

section des câbles,  
calibre et courbe de déclenchement du disjoncteur.

#### Pour les disjoncteurs de puissance

section des câbles,  
réglage du magnétique du disjoncteur.

Au-delà des longueurs maxi, l'impédance du câble limite le courant de court-circuit à une valeur trop faible pour assurer le déclenchement magnétique du disjoncteur.

Si le calcul conduit à augmenter la section des conducteurs, il est souvent plus économique de prévoir un différentiel.

Les longueurs notées dans les tableaux ont été calculées en fonction :

du schéma TN et d'un réseau 230/400 V,

d'un conducteur de protection (PE) égal en section ( $S_{pe}$ ) et en longueur aux sections ( $S_{ph}$ ) et longueurs des conducteurs de phase, de conducteurs en cuivre.

Pour d'autres schémas, d'autres valeurs du rapport  $S_{ph}/S_{pe}$ , si le conducteur neutre n'est pas distribué (en IT) ou si les conducteurs sont en aluminium, appliquer aux longueurs lues dans les tableaux, les facteurs suivants :

Système	Sph/Spe	1	2	3
TN	Cu	1.00	0.67	0.50
	Alu	0.63	0.42	0.31
IT (triphasé)	Cu	0.86	0.57	0.43
Neutre non distribué	Alu	0.54	0.36	0.27
IT (triphasé)	Cu	0.50	0.33	0.25
Neutre distribué	Alu	0.31	0.21	0.15

**Nota :** En schéma IT, lorsque le conducteur neutre est distribué et que sa section est inférieure à celle des conducteurs de phase, les longueurs de canalisation protégées sont déterminées en utilisant les mêmes tableaux mais en considérant comme section nominale, la section du conducteur neutre.

# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Longueurs maximales protégées contre les contacts indirects

Longueurs maximales de canalisations triphasées 230/400 V ou monophasées protégées contre les contacts indirects en schéma TN par des disjoncteurs modulaires.

### Disjoncteurs courbe B

Courant nominal A	Section des conducteurs cuivre									
	mm <sup>2</sup>	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50
6	200	333	533	800						
10	120	200	320	480	800					
16	75	125	200	300	500	800				
20	60	100	160	240	400	640				
25	48	80	128	192	320	512	800			
32	37	62	100	150	250	400	625	875		
40	30	50	80	120	200	320	500	700		
50	24	40	64	96	160	256	400	560	760	
63	19	32	51	76	127	203	317	444	603	
80	15	25	40	60	100	160	250	350	475	
100	12	20	32	48	80	128	200	280	380	
125	10	16	26	38	64	102	160	224	304	

### Disjoncteurs courbe C

6	100	167	267	400	667					
10	60	100	160	240	400	640				
16	37	62	100	150	250	400	625	875		
20	30	50	80	120	200	320	500	700		
25	24	40	64	96	160	256	400	560	760	
32	18	31	50	75	125	200	312	437	594	
40	15	25	40	60	100	160	250	350	475	
50	12	20	32	48	80	128	200	280	380	
63	9	16	25	38	63	101	159	222	301	
80	7	12	20	30	50	80	125	175	237	
100	6	10	16	24	40	64	100	140	190	
125	5	8	13	19	32	51	80	112	152	

### Disjoncteurs courbe D

6	50	83	133	200	333	533	833			
10	30	50	80	120	200	320	500	700		
16	18	31	50	75	125	200	312	437	594	
20	15	25	40	60	100	160	250	350	475	
25	12	20	32	48	80	128	200	280	380	
32	9	16	25	37	62	100	156	219	297	
40	7	12	20	30	50	80	125	175	237	
50	6	10	16	24	40	64	100	140	190	
63	5	8	13	19	32	51	79	111	151	
80	4	6	10	15	25	40	62	87	119	
100	3	5	8	12	20	32	50	70	95	
125	2	4	6	10	16	26	40	56	76	

**Exemple** : schéma IT - réseau 230/400 volts - neutre distribué S = 6 mm<sup>2</sup> S202P courbe C 16 A.

On lit dans le tableau : longueur maximum protégée = 150 mètres.

Coefficient à appliquer pour schéma IT neutre distribué avec  $\frac{S_{ph}}{S_{pe}} = 1 \Rightarrow = 0.5$

Longueur maximum protégée = 150 x 0.5 = 75 mètres.

# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Longueurs maximales protégées contre les contacts indirects

Longueurs maximales de canalisations triphasées 230/400 V ou monophasées protégées contre les contacts indirects en schéma TN par des disjoncteurs de puissance.

Section nominale des conducteurs cuivre mm <sup>2</sup>	Courant de fonctionnement instantané de disjoncteur I <sub>n</sub>														
	50 A	63	80	100	125	160	200	250	320	400	500	560	630	700	800
1.5	100	79	63	50	40	31	25	20	16	13	10	9	8	7	6
2.5	167	133	104	83	67	52	42	33	26	21	17	15	13	12	10
4	267	212	167	133	107	83	67	53	42	33	27	24	21	19	17
6	400	317	250	200	160	125	100	80	63	50	40	36	32	29	25
10			417	333	267	208	167	133	104	83	67	60	53	48	42
16					427	333	267	213	167	133	107	95	85	76	67
25							417	333	260	208	167	149	132	119	104
35								467	365	292	233	208	185	167	146
50									495	396	317	283	251	226	198
70												417	370	333	292
95														452	396

Section nominale des conducteurs cuivre mm <sup>2</sup>	Courant de fonctionnement instantané de disjoncteurs I <sub>n</sub>													
	875 A	1000	1120	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000	6300	8000	10000	12500
1.5	6	5	4	4										
2.5	10	8	7	7	5	4								
4	15	13	12	11	8	7	5	4						
6	23	20	18	16	13	10	8	6	5	4				
10	38	33	30	27	21	17	13	10	8	7	5	4		
16	61	53	48	43	33	27	21	17	13	11	8	7	5	4
25	95	83	74	67	52	42	33	26	21	17	13	10	8	7
35	133	117	104	93	73	58	47	36	29	23	19	15	12	9
50	181	158	141	127	99	79	63	49	40	32	25	20	16	13
70	267	233	208	187	146	117	93	73	58	47	37	29	23	19
95	362	317	283	253	198	158	127	99	79	63	50	40	32	25
120	457	400	357	320	250	200	160	125	100	80	63	50	40	32
150		435	388	348	272	217	174	136	109	87	69	54	43	35
185			459	411	321	257	206	161	128	103	82	64	51	41
240					400	320	256	200	160	128	102	80	64	51

# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Indices de protection et résistance aux chocs

**Locaux ou emplacements** - Indices de protection (IP) et résistance aux chocs mécaniques (IK) des matériels à utiliser. Pour plus amples informations, se référer au guide UTE C 15-103.

	IP	IK		IP	IK		IP	IK		IP	IK
<b>Locaux domestiques</b>											
Auvents	24	07	Salles consultation à usage médical sans équipement spécifique*	20	02	Chaudronneries	30	08	<b>Établissements de spectacles</b>		
Bains (voir salles d'eau)			Salles d'archives	20	02	Chaux (fours à)	50	08	Salles (SA)	20	07
Buanderies*	24	07	Salles d'attente*	20	02	Chiffons (entrepôts)	30	07	Aménagements scéniques (SC)	20	08
Caves, local avec chaudière, garages, celliers*	20	02-07	Salles de bal	20	07	Chlore (fabrication et dépôts)	33	07	Ateliers (AD)	20	07
Chambres	20	02	Salles de dessin	20	02	Chromage	33	07	Locaux d'administration (AD)	20	02
Collecte des ordures (locaux pour)	25	07	Salles de guichets	20	02	Cimenteries	50	08	Locaux de projection cinématographique (CI)	20	
Couloirs de caves	20	07	Salles de manipulation des postes centraux téléphoniques d'immeubles	20		Coleries	53	08	Locaux d'artistes (AD)	20	
Cours*	24-25	02-07	Salles de mécanique, de machines statistiques, comptables	20		Colles (fabrication)	33	07	Magasins de costumes, réserves (AD)	20	07
Cuisines*	20	02	Salles de restaurant et de cantines	21	07	Combustibles liquides (dépôts)	31-33	08	<b>Autres établissements</b>		
Douches (voir salles d'eau)	24	07	Salles de réunions	20	02	Corps gras (traitement)	51	07	Bals, dancing, salles de réunions, salles de jeux (P)	20	07
Escaliers extérieurs	20	02	Salles de sports*	21	07-08	Cuir (fabrication et dépôts)	31	08	Banques, administration (W)	20	02
Greniers, combles	20	02	Salles de tri	20	07	Cuivre traitements minéraux	31	08	Bibliothèques, archives, musées (S)	20	02
Jardins*	24-25	02-07	Salles de démonstration et exposition	20	02-07	Décapage	54	08	Établissements de culte (V)	20	02
Lieux d'aisance	20	02	<b>Locaux ou emplacements dans une exploitation agricole</b>			Détersifs (fabrication produits)	53	07	batteries de cloches	20	02
Lingerie	21	02	Alcools (entrepôts)	20	07	Distilleries	33	07	souffleries d'orgues	20	02
(salles de repassage)	21	02	Battage de céréales	50	07	Électrolyse	21	03-08	Établissements d'enseignement (R)*	20	02
Locaux à poubelles	25	02-07	Bergeries (fermées)	35	07	Engrais (fabrication et dépôts)	53	07	Établissements sanitaires :		
Salles d'eau			Buanderies	24	07	Explosifs (fabrication et dépôts)	55	08	crèches (U)	20	02
volume enveloppe	27	02	Büchers	30	10	Fer (fabrication et traitement)*	51	08	blocs opératoires (U)	20	07
volume de protection	23	02	Caves de distillation	23	07	Filatures	50	07	Expositions (hall-salles)(T)	21	07
autres emplacements	21	02	Chais	23	07	Fourrures (battage)	50	07	Grandes cuisines*(N)	24	
Salles de séjour	20	02	Cours	35	07	Frigoiriques (entrepôts)	33		Hôtels, pension de famille (O)	20	02
Séchoirs	21	02	Cuivres	23	07	Gaz (usines et dépôts)	31	08	Loges de réception, d'emballage, d'exposition, resserres, ateliers, réserves, garages (parties accessibles lors des manutentions)(M et T)	20	02-07
Sous-sols	21	02-07	Écuries	35	07	Fromageries	25	07	Magasins de vente, bazars (M)	20	08
Terrasses couvertes	21	02	Élevage de volailles*	35	07	Gaz (usines et dépôts)	31	08	Piscines (voir installations diverses)		
Toilettes (cabinets de)	21	02	Engrais (dépôts)*	50	07	Goudrons (traitement)	33	07	Restaurants, café, brasseries, débits de boissons (N)	20	02
Vérandas	21	02	Étables	35	07	Graineteries	50	07	Salles de conférences (Q)	20	02-07
<b>Locaux techniques</b>			Fenils	50	07	Gravures sur métaux	33	07	<b>Locaux commerciaux</b>		
Accumulateurs (salles d')	23	02-07	Fourrage (entrepôts de)	50	07	Huiles (extraction)	31	07	<b>Boutiques, annexes</b>		
Ateliers*	21-23	07-08	Fumière	24	07	Hydrocarbures (fabrication)*	33-34	08	Armureries (atelier, réserve)	31-33	08
Chambres frigorifiques*	23	07	Greniers, granges	50	07	Imprimeries	20	08	Blanchisseries (laveries)	24	07
Garages (-de 100 m²)	21	07	Paille (entrepôts)	50	07	Laiteries	25	07	Boucheries		
Laboratoires*	21-23	07-08	Porcherie	35	07	Laverie, lavoirs publics	25	07	boutique	24	07
Laveurs de conditionnement d'air	24	07	Poulaillers	35	07	Liquides (fabrication)	21	07	chambre froide	23	07
Machines (salles de)*	31	07-08	Serres	23	07	Liquides halogènes (emploi)	21	08	Boulangeries - Pâtisseries (fournil)	50	07
Salle de commande	20	02	Traite (salle de)	35	07	Liquides inflammables (dépôts et ateliers où on les emploie)	21	08	Charbon, bois mazout	20	08
Service électrique	20	07	<b>Installations diverses</b>			Machines (salle de)	20	08	Charcuteries (fabrication)	24	07
Suppresseur d'eau*	23	07-08	Chantiers	44	08	Magnésium (fabrication, travail, dépôts)	31	08	Confiseries (fabrication)	20	02
<b>Chaufferies et locaux annexes (P &gt; 70 kW)</b>			Établissements forains	33	08	Matières plastiques (fabrication)	51	08	Cordonnerie	20	02
Chaufferies à charbon*	51-61	07-08	Piscines			Menuiseries	50	08	Crémeries, fromageries	24	02
autres combustibles*	21	07-08	volume 0	38	02	Métaux (traitements des)	31-33	08	Droguerie, peinture (réserves)	33	07
Local de détente (gaz)	20	07-08	volume 1	35	02	Moteurs thermiques (essais de)	30	08	Ébénisteries - Menuiseries	50	07
Local de pompes*	23	07-08	volume 2	32-34	02	Nickel (traitement des minerais)	33	08	Exposition d'art	20	02-07
Local de vase d'expansion	21	02	Quais des fontaines	37	02	Ordures ménagères (traitement)*	53-54	07	Fleuristes	24	02
Sous-station de vapeur d'eau chaude*	23	07-08	Local de traitement des eaux	24-25	07-08	Papier (entrepôts)	31	07	Fourniers	20	02
Soutes à combustibles à charbon	50-60	08	Rues, cours, jardins, extérieurs	34-35	07	Papier (fabriques)*	33-34	07	Fruits et légumes	24	07
à fuel*	20	07-08	Saunas	34	02	Parfums (fabrication et dépôts)	31	07	Graineteries	50	07
à gaz liquéfié*	20	07-08	Terrains camping et caravanning*	34	07	Pâte à papier (préparation)	34	07	Librairies - Papeteries	20	02
Soutes à scories*	50-60	08	<b>Établissements industriels</b>			Peintures (fabrication et dépôts)	33	08	Mécaniques, accessoires moto, vélos	20	08
<b>Garages et parcs de stationnement supérieurs à 100 m²</b>			Abattoirs	55	08	Plâtres (broyage, dépôts)	50	07	Messagerie	20	08
Aires de stationnement*	21	07-10	Accumulateurs (fabrications)	33	07	Porcherie	35	07	Meubles (antiquités, brocantes)	20	07
Ateliers	21	08	Acides (fabrication et dépôts)	33	07	Poudrerie	55	07	Miroiteries (fabrication)	20	07
Local de recharge de batteries de traction ou autres	23	07	Alcools (fabrication et dépôts)	33	07	Produits chimiques (fabrication)*	30-50	08	Papiers peints (réserve)	21	07
Zones de lavage à l'intérieur du local	25	07	Aluminium (fabrication et dépôts)*	51-53	08	Raffineries de pétrole	34	07	Parfumeries (réserve)	31	02
Zones de graissage	23	08	Animaux (élevage, engraissement, vente)	45	07	Salaisons	33	07	Pharmacie (réserve)	20	02
Zones de sécurité à l'intérieur à l'extérieur	21	07	Asphaltes, bitume (dépôts)	53	07	Savons (fabrication)	31	07	Photographie (laboratoire)	23	02
<b>Locaux sanitaires à usage collectif</b>			Battage, cadrage des laines	50	08	Scieries	50	08	Plomberie - Sanitaire (réserve)	20	07
Salles d'urinoirs	21	07	Blanchisseries*	23-24	07	Serrureries	30	08	Poissonnerie	25	07
Salles de douches à cabines individuelles ou collectives*	23	07	Bois (travail du)	50	08	Silos (à céréales ou à sucre)	50	07	Pressing - Teinture	23	02
Salles de lavabos collectifs individuels	21	07	Bougeries	24-25	07	Soies et crins (préparation des)	50	08	Quincaillerie	20	07
Salles de w.c. à cuvette à l'anglaise	21	07	Boulangeries	50	07	Soude (fabrication et dépôts)	33	07	Serrurerie	20	07-08
à la turque	23	07	Brasseries	24	07	Soufre (traitement)	51	07	Spiritueux (entrepôts)	33	07
<b>Bâtiments à usage collectif</b>			Briqueteries	53-54	08	Spiritueux (entrepôts)	33	07	Sucreries	55	07
Bibliothèques	20	02	Caoutchouc			Tannerie	35	07	Taneries	35	07
Bureaux	20	02	(travail, transformation)	54	07	Teintureries	35	07	Textiles tissés (fabrication)	51	08
Centres de vacances et loisirs	21	07-08	Carbure (fabrication, dépôts)	51	07	Vernis (fabrication, application)	33	08	Verreries	33	08
Chambres collectives et dortoirs	21	07	Carrières	55	08	Zinc (travail du)	31	08	<b>Établissements recevant du public</b>		
Établissements d'enseignement sauf labo*	20	02	Cartons (fabrication)	33	07	Les installations doivent répondre aux conditions générales du règlement de sécurité applicable à ces établissements (articles EL)			<b>Nota :</b>		
Grandes cuisines**	20	02	Cartoucheries	53	08				* Se reporter aux conditions spécifiques du chapitre correspondant de la NF C 15-100.		
Locaux abritant les machines de reproduction de plan, etc.	20	02	Celluloïd (fabrication d'objets)	30	08				** Consulter le guide spécifique UTE C 15-201.		
Locaux de casernement	21	07	Cellulose (fabrication)	34	08						
			Chaînes d'embouteillage	35	08						
			Charbons (entrepôts)*	53	08						
			Charcuteries	24	07						

# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Indices de protection et résistance aux chocs

**Indice de protection IP** (Protection des enveloppes des matériels électriques - norme IEC 60529)

### 1<sup>er</sup> chiffre : protection contre les corps solides

IP	Protection	Tests
0 .	Pas de protection	
1 .	Protégé contre les corps solides supérieurs à 50 mm (contact de la main)	
2 .	Protégé contre les corps solides supérieurs à 12.5 mm (doigt de la main)	
3 .	Protégé contre les corps solides supérieurs à 2.5 mm (tournevis...)	
4 .	Protégé contre les corps solides supérieurs à 1 mm (petits outils...)	
5 .	Protégé contre les poussières (pas de dépôts gênants)	
6 .	Entièrement protégé contre les poussières	

### 2<sup>ème</sup> chiffre : protection contre les corps liquides

. 0	Pas de protection	
. 1	Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau (condensation)	
. 2	Protégé contre chutes de gouttes d'eau jusqu'à 15° de la verticale	
. 3	Protégé contre l'eau en pluie jusqu'à 60° de la verticale	
. 4	Protégé contre les projections d'eau de toutes directions	
. 5	Protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance	
. 6	Entièrement protégé contre les projections d'eau type paquet de mer	
. 7	Protégé contre l'immersion temporaire	
. 8	Entièrement protégé contre les effets de l'immersion prolongée	

**Indice de protection IK** (Protection des enveloppes des matériels électriques - norme IEC 62262)

### Protection contre les chocs mécaniques

IK	Énergie du choc (en Joules)	"AG" selon NF C 15-100	Ancien 3 <sup>ème</sup> chiffre IP
00	0	-	0
01	0.14	-	-
02	0.20	AG1	1
03	0.35	-	-
04	0.50	-	3
05	0.70	-	-
06	1	-	-
07	2	AG2	5
08	5	AG3	-
(1)	6	-	7
09	10	-	-
10	20	AG4	9

(1) Un ancien IP XX-7 remplit les conditions d'un IP XX - IK 08.

Le tableau donne une correspondance entre l'indice **IK** et l'énergie en Joules d'un choc mécanique.

Il donne aussi la correspondance entre l'ancien chiffre **IP** et les influences externes "**AG**".

### Le marquage CE

Le marquage **CE** est apposé sur les produits électriques ou électroniques et sur leurs emballages. Il est obligatoire par directives du Conseil des Communautés Européennes (1).

Il ne peut en aucun cas remplacer une marque de qualité.

Il permet la libre circulation en France de tout produit marqué **CE**.

Le fabricant appose le marquage **CE** sous sa seule responsabilité et ce marquage ne fait l'objet d'aucun contrôle de conformité par un organisme tiers. En cas de contestation, le fabricant doit simplement fournir les éléments techniques justifiant ce marquage.

### Les marques de qualité (NF - USE...)

Elles garantissent que les produits concernés sont conformes aux normes nationales (**NF**). Conformité garantie par l'organisme certificateur (LCIE en France). Les produits sont testés par un organisme homologué avant commercialisation et la conformité de la production est assurée par des contrôles périodiques en usine par les contrôleurs du LCIE.

Les normes sont faites pour garantir la sécurité et les performances des produits. Les installateurs et constructeurs sont représentés dans les comités Français (**UTE**) et internationaux (**CEI**) de rédaction de normes par leurs organisations professionnelles.

Exigences	Marquage CE	Marques de qualité (NF-USE...)
<b>Sécurité</b>	Soumis à l'appréciation du fabricant	Respect strict de la norme à la conception
<b>Fiabilité</b>	Aucune exigence	Respect strict de la norme pour les performances
<b>Installation</b>	Aucune exigence	Aucune exigence
<b>Ergonomie</b>	Aucune exigence	Aucune exigence
<b>Contrôles en usine</b>	Exigences non définies	Contrôles périodiques par organismes (LCIE...)
Garanties pour l'installateur et l'utilisateur	Simple passeport de circulation dans la CEE	Garantie d'un premier niveau de qualité indispensable

(1) Produits électriques : Directive Basse Tension (DBT) 2006/95/CE.  
Produits électroniques : Directive Compatibilité Électromagnétique (CEM) 2004/108/CE - Directive Terminaux de Télécommunication (RTTE) 99/5/CE.  
Marquage CE.



# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Normes appareillage et réglementation

Le développement et la construction des appareils basse tension ABB sont réalisés selon les règles établies par les publications internationales IEC, par les prescriptions Européennes EN et les normes nationales UTE, VDE, BS, etc.

### Normes internationales principales

IEC 60947-1 : règles générales.

IEC 60947-2 : disjoncteurs.

IEC 60947-3 : interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés fusibles.

IEC 60947-4 : contacteurs et démarreurs moteurs.

### Normes européennes principales

EN 60898 : disjoncteurs modulaires ≤ 125 A pour installations domestiques et analogues.

EN 60947-2 : disjoncteurs à usage industriel.

Par ailleurs, lorsqu'un disjoncteur modulaire ou un tableau d'abonné est susceptible d'être utilisé par des personnes non averties, il doit avoir fait l'objet d'une certification par les services de marque.

Cette certification est caractérisée par la marque de qualité NF-USE.

Matériel ABB ayant reçu la marque de qualité : voir page spécifique.

### Autres prescriptions

Pour l'utilisation des appareils à bord des navires, les prescriptions suivantes sont à respecter :

**BV** ..... Bureau Véritas ..... France

**GL** ..... Germanischer Lloyd ..... Allemagne

**LRS** ..... Lloyd's Register of Shipping ..... Grande Bretagne

**PRS** ..... Polski Rejestr Statkow ..... Pologne

**R.I.Na** ..... Registro Italiano Navale ..... Italie

ABB jouit d'une très forte réputation internationale pour les applications marine.

La liste des agréments "marine" est disponible sur demande.

### Réglementation

La conformité aux normes internationales européennes ou nationales indiquées dans les caractéristiques techniques de chaque famille de produit, assure que le produit est apte à l'emploi et seul le fabricant peut donner par sa garantie l'assurance de la qualité de ses productions.

### Directives européennes

Dans le but d'harmoniser les réglementations européennes, les articles 100 A et 118 A du traité de "l'acte unique européen" signé en 1986 a donné naissance aux directives européennes économiques et sociales qui constituent une réglementation d'applications obligatoires. Élaborées pour parvenir à la libre circulation des marchandises à l'intérieur de l'union européenne, les directives économiques expriment une exigence : "Tout produit doit être construit tel que les risques résultant de son utilisation soit éliminés dès la conception, ou à défaut, réduits au niveau le plus bas possible permis par l'état de la technique ; en un mot, minimisés".

D'une façon générale, la fabrication de matériel conforme aux exigences essentielles des directives européennes est attestée par l'application de la marque "CE" sur les produits ou leur emballage sous la responsabilité du constructeur.

### Le marquage "CE"

Le marquage "CE" est une procédure à usage administratif destinée à garantir la libre circulation du produit dans la communauté européenne, ce n'est ni une marque de "qualité", ni une "homologation".

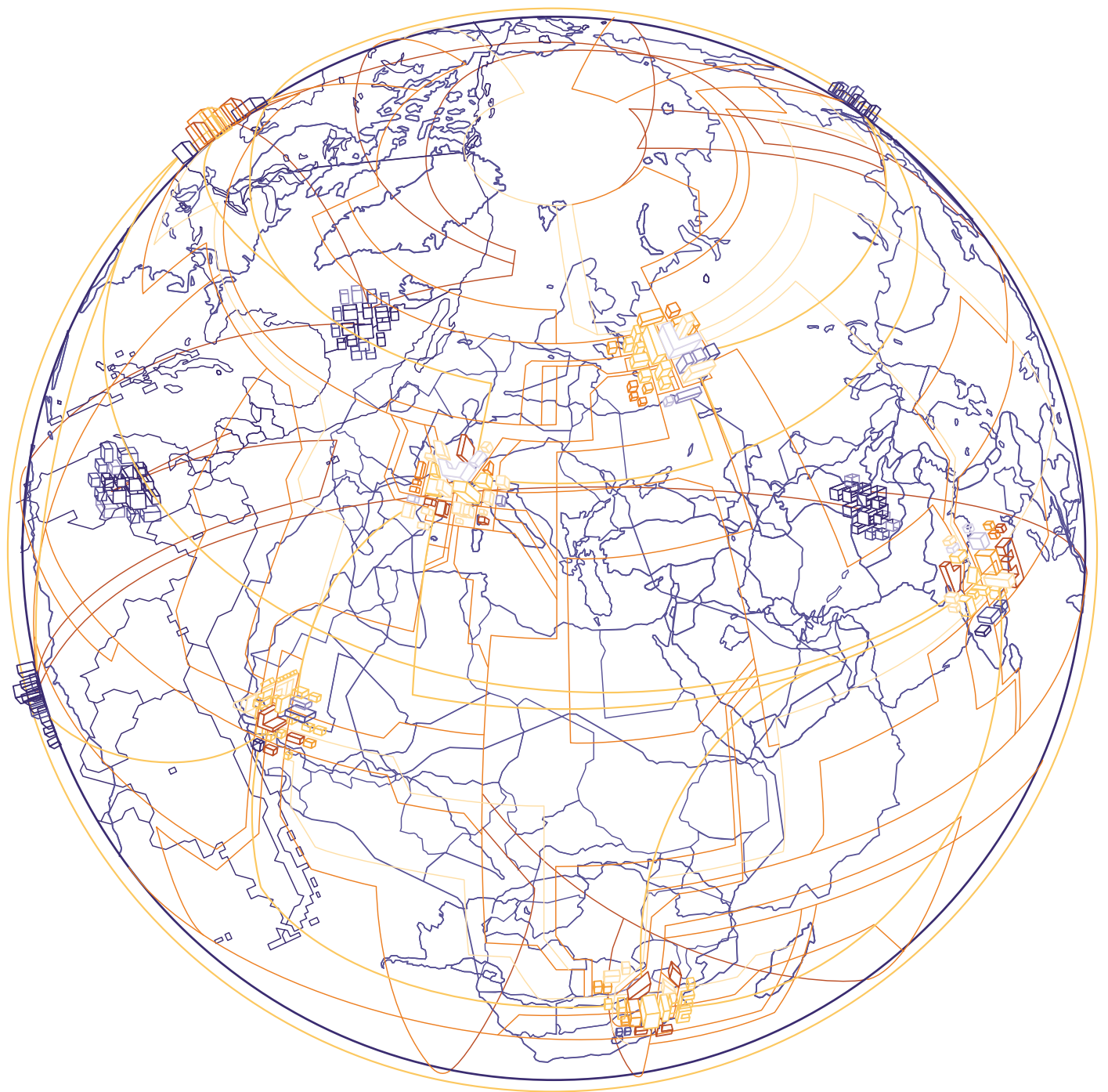
Le marquage "CE" atteste que le fabricant ou son mandataire certifie la conformité du produit aux directives européennes et peut sur demande fournir une déclaration de conformité.

### Directive basse tension : 2006/95/CE

Cette directive faisant référence aux normes harmonisées et à la sécurité des personnes, animaux et biens. Elle est obligatoire depuis le 1er janvier 1997.

### Directive CEM : 2004/108/CE

Cette directive précise les critères de compatibilité face aux perturbations électromagnétiques émises ou reçues, elle est obligatoire depuis le 1<sup>er</sup> Janvier 1996.



# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

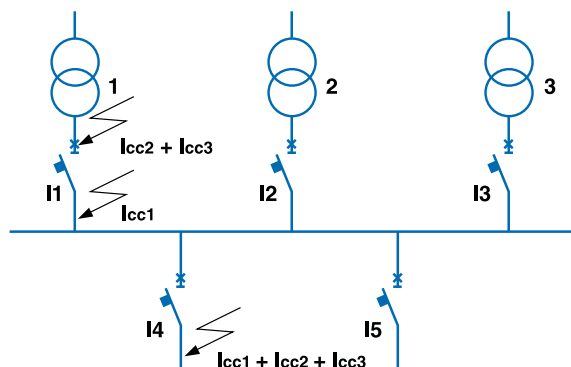
## Transformateurs en parallèle - Sélection de l'appareillage

### Cabines HT/BT avec plusieurs transformateurs en parallèle

Pour le calcul du courant assigné du transformateur, voir ce qui a été dit précédemment. Le pouvoir de coupure minimum de chaque disjoncteur de protection côté BT doit être supérieur à la plus grande des valeurs suivantes (l'exemple se rapporte au transformateur 1 de la figure et il est valable pour trois transformateurs en parallèle) :

- $I_{cc1}$  (courant de court-circuit du transformateur 1) en cas de défaut immédiatement en aval du disjoncteur **I1**.
- $I_{cc2} + I_{cc3}$  (courants de court-circuit des transformateurs 2 et 3) en cas de court-circuit en amont du disjoncteur **I1**.

Les disjoncteurs **I4** et **I5** sur les départs doivent posséder un pouvoir de coupure supérieur à  $I_{cc1} + I_{cc2} + I_{cc3}$  ; naturellement, la contribution au courant de court-circuit de chaque transformateur est atténuée par la ligne de raccordement transformateur - disjoncteur (à déterminer au cas par cas).



Les indications pour le choix des disjoncteurs ne sont fournies qu'en fonction du courant de service et du courant présumé de court-circuit.

Pour un choix correct, on doit considérer également d'autres facteurs tels que la sélectivité, la coordination, la décision d'utiliser des disjoncteurs limiteurs etc.)

On doit aussi tenir compte que les courants de court-circuit indiqués dans le tableau sont déterminés dans l'hypothèse d'une puissance infinie en amont des transformateurs et en négligeant les impédances des barres et des connexions aux disjoncteurs ; les valeurs exactes devront être déterminées au cas par cas.

Transformateurs			Disjoncteur sur le secondaire du transformateur				
Sn (kVA)	Ucc (%)	Ib transformateur (A)	Ib total (A)	Ik3 disj. Général (kA)	Type	Déclencheur	
						In (A)	Réglage
1 x 63	4	91	91	2.2	XT1B160 / XT2N160	100	0.92
2 x 63		91	182	2.2	XT1B160 / XT2N160	100	0.92
1 x 100	4	144	144	3.6	XT1B160 / XT2N160	160	0.92
2 x 100		144	288	3.6	XT1B160 / XT2N160	160	0.92
1 x 125	4	180	180	4.5	XT3N / XT4N250	200 / 250	0.92 / 0.72
2 x 125		180	360	4.5	XT3N / XT4N250	200 / 250	0.92 / 0.72
1 x 160	4	231	231	5.8	XT3N / XT4N250	250	0.92
2 x 160		231	462	5.8	XT3N / XT4N250	250	0.92
1 x 200	4	289	289	7.2	T5N400	320	0.92
2 x 200		289	578	7.2	T5N400	320	0.92
1 x 250	4	361	361	9	T5N400	400	0.92
2 x 250		361	722	9	T5N400	400	0.92
1 x 315	4	455	455	11.2	T5N630	630	0.72
2 x 315		455	910	11.2	T5N630	630	0.72
1 x 400	4	577	577	14.3	T6N630 / E1.2B630	630	0.92
2 x 400		577	1154	14.3	T6N630 / E1.2B630	630	0.92
1 x 500	4	722	722	17.7	T6N800 / T7S800 / E1.2B800 / E2.2N800	800	0.92
2 x 500		722	1444	17.7	T6N800 / T7S800 / E1.2B800 / E2.2N800	800	0.92
1 x 630	4	909	909	22.7	T7S1000 / E1.2B1000 / E2.2N1000	1000	0.92
2 x 630		909	1818	22.7	T7S1000 / E1.2B1000 / E2.2N1000	1000	0.92
3 x 630		909	2727	45.4	T7S1000 / E1.2C1000 / E2.2N1000	1000	0.92
1 x 800	6	1155	1155	19.1	T7S1250 / E1.2B1250 / E2.2N1250	1250	0.92
2 x 800		1155	2310	19.1	T7S1250 / E1.2B1250 / E2.2N1250	1250	0.92
3 x 800		1155	3465	38.2	T7S1250 / E1.2B1250 / E2.2N1250	1250	0.92
1 x 1000	6	1443	1443	24.1	E1.2B1600 / E2.2B1600	1600	0.9
2 x 1000		1443	2886	24.1	E1.2B1600 / E2.2B1600	1600	0.9
3 x 1000		1443	4329	48.2	E1.2C1600 / E2.2N1600	1600	0.9
1 x 1250	6	1804	1804	29.8	E2.2B2000	2000	0.9
2 x 1250		1804	3608	29.8	E2.2B2000	2000	0.9
3 x 1250		1804	5412	59.6	E2.2N2000	2000	0.9
1 x 1600	6	2309	2309	38.2	E2.2N2500	2500	0.92
2 x 1600		2309	4618	38.2	E2.2N2500	2500	0.92
3 x 1600		2309	6927	76.4	E2.2S2500	2500	0.92
1 x 2000	6	2887	2887	48.3	E4.2N3200	3200	0.9
2 x 2000		2887	5774	48.3	E4.2N3200	3200	0.9
1 x 2500	6	3608	3608	60.3	E4.2N4000	4000	0.9
2 x 2500		3608	7216	60.3	E4.2N4000	4000	0.9

# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Transformateurs en parallèle - Sélection de l'appareillage

Les transformateurs sont utilisés pour réaliser un changement dans la tension d'alimentation, tant pour des fournitures en haute tension que pour des alimentations en basse tension. En cas de transformation HT/BT, la manœuvre et la protection des transformateurs introduisent des problèmes de coordination des protections. En effet, quand deux transformateurs ou plus fonctionnant en parallèle sont installés, le disjoncteur situé sur le côté BT du transformateur doit être ouvert chaque fois que s'ouvre le disjoncteur de protection (à ouverture automatique ou interrupteur-sectionneur avec fusibles) du côté HT du transformateur, ce qui peut se produire par intervention des relais de protection, des fusibles, du relais Buchholz du transformateur ou par manœuvre manuelle volontaire pour mise hors service du transformateur, comme en cas d'opérations de maintenance. L'ouverture du disjoncteur BT par l'intermédiaire d'une bobine d'ouverture à émission empêche que le transformateur soit remis sous tension à travers le côté BT, ce qui aurait pour conséquence d'alimenter le défaut ou, ce qui est pire, de laisser sous tension une partie à laquelle on doit accéder pour la maintenance.

Il est conseillé de réaliser ce circuit même quand on prévoit l'installation future d'un ou de plusieurs transformateurs supplémentaires ; au début, ce circuit pourra être utilisé comme ouverture d'urgence pour la ligne d'alimentation générale. En régime, les courants à vide peuvent atteindre des valeurs égales à 4-5 % du courant assigné à pleine charge ; dans le choix des dispositifs de protection, on doit prendre en compte les phénomènes transitoires de branchement durant lesquels le courant peut prendre des valeurs égales au double du courant assigné à pleine charge. La manœuvre et la protection peuvent être effectuées avec des disjoncteurs Tmax et Emax. Le disjoncteur situé en aval d'un transformateur, non seulement garantit le sectionnement du circuit, mais il protège également le transformateur contre les surcharges et protège les barres de distribution en aval.

### Le disjoncteur adapté à l'application est choisi en fonction :

- du courant assigné secondaire du transformateur, qui dépend de la puissance apparente en kVA et de la tension de fonctionnement, le modèle du disjoncteur est choisi de façon à avoir un courant assigné supérieur d'au moins 10 % par rapport au courant assigné secondaire du transformateur.
- du courant de court-circuit au point d'installation qui dépend de la puissance P en kVA et du nombre de transformateurs fonctionnant en parallèle, ainsi que de la tension de fonctionnement et de la tension de court-circuit  $U_{cc}$  %, avec :

$$\sqrt{R_T^2 + X_T^2} = Z_T = \frac{3(m \cdot U_o)^2}{S_n} \frac{U_{cc}}{100}$$

$I_{k3}$ disj.	Disjoncteur de départ utilisation												
Départs	Courant assigné et type disjoncteur de départ												
(kA)	32 A	63 A	125 A	160 A	250 A	400 A	630 A	800 A	1000 A	1250 A	1600 A	2000 A	
2.2	S200												
4.4	S200		S800B / XT1B160										
3.6	S200		S800B / XT1B160										
7.2	S200		S800B / XT1B160										
4.5	S200		S800B / XT1B160	XT1B160									
9	S200		S800B / XT1B160	XT1B160									
5.8	S200		S800B / XT1B160	XT1B160									
11.6	S200M		S800B / XT1B160	XT1B160	XT3N250								
7.2	S200		S800B / XT1B160	XT1B160	XT3N250								
14.4	S200M		S800B / XT1B160	XT1B160	XT3N250	T5N400							
9	S200		S800B / XT1B160	XT1B160	XT3N250								
18	S800C / XT1B160			XT1B160	XT3N250	T5N400							
11.2	S200M		S800B / XT1B160	XT1B160	XT3N250	T5N400							
22.4	S800C / XT1C160			XT1C160	XT3N250	T5N400	T5N630						
14.3	S200M		S800B / XT1B160	XT1B160	XT3N250	T5N400							
28.6	S800N / XT1N160			XT1N160	XT3N250	T5N400	T5N630						
17.7	S800C / XT1B160			XT1B160	XT3N250	T5N400	T5N630						
35.4	S800N / XT1N160			XT1N160	XT3N250	T5N400	T5N630	T6N800 / E1.2B800	T7S1000 / E1.2B1000	T7S1250 / E1.2B1250 / E2.2B1250			
22.7	S800C / XT1C160			XT1C160	XT3N250	T5N400	T5N630	T6N800 / E1.2B800					
45.4	S800S / XT1S160 / XT2S160			XT1S160 / XT2S160	XT3S250	T5S400	T5S630	T6S800 / E1.2C800 / E2.2N800	T7S1000 / E1.2C1000 / E2.2N1000	T7S1250 / E1.2C1250 / E2.2N1250	T7S1600 / E1.2C1600 / E2.2N1600		
68.1	XT1H160 / XT2H160				XT4H250	T5H400	T5H630	T6H800 / E2.2B800	T7H1000 / E2.2S1000	T7H1250 / E2.2S1250	T7H1600 / E2.2S1600	E2.2S2000	
19.1	S800C / XT1C160			XT1C160	XT3N250	T5N400	T5N630	T6N800 / E1.2B800	T7S1000 / E1.2B1000				
38.2	S800S / XT1S160 / XT2S160			XT1S160 / XT2S160	XT3S250	T5S400	T5S630	T6S800 / E1.2B800	T7S1000 / E1.2B1000	T7S1250 / E1.2B1250 / E2.2B1250	T7S1600 / E1.2B1600 / E2.2B1600	E2.2B2000	
57.3	XT1H160 / XT2H160				XT4H250	T5H400	T5H630	T6H800 / E1.2N800 / E2.2N800	T7H1000 / E1.2N1000 / E2.2N1000	T7H1250 / E1.2N1250 / E2.2N1250	T7H1600 / E1.2N1600 / E2.2N1600	E2.2N2000	
24.1	S800C / XT1C160			XT1C160	XT3N250	T5N400	T5N630	T6N800 / E1.2B800	T7S1000 / E1.2B1000	T7S1250 / E1.2B1250 / E2.2B1250			
48.2	S800S / XT1S160 / XT2S160			XT1S160 / XT2S160	XT3S250	T5S400	T5S630	T6S800 / E1.2C800 / E2.2N800	T7S1000 / E1.2C1000 / E2.2N1000	T7S1250 / E1.2C1250 / E2.2N1250	T7S1600 / E1.2C1600 / E2.2N1600	E2.2N2000	
72.3	XT2L160				XT4L250	T5L400	T5L630	T6L800 / E2.2S800	T7L1000 / E2.2S1000	T7L1250 / E2.2S1250	T7L1600 / E2.2S1600	E2.2S2000	
29.8	S800N / XT1N160			XT1N160	XT3N250	T5N400	T5N630	T6N800 / E1.2B800	T7S1000 / E1.2B1000	T7S1250 / E1.2B1250 / E2.2B1250	T7S1600 / E1.2B1600 / E2.2B1600		
59.6	XT1H160 / XT2H160				XT4H250	T5H400	T5H630	T6H800 / E1.2N800 / E2.2N800	T7H1000 / E1.2N1000 / E2.2N1000	T7H1250 / E1.2N1250 / E2.2N1250	T7H1600 / E1.2N1600 / E2.2N1600	E2.2N2000	
89.4	XT2L160				XT4L250	T5L400	T5L630	T6L800 / E2.2H800	T7L1000 / E2.2H1000	T7L1250 / E2.2H1250	T7L1600 / E2.2H1600	E2.2H2000	
38.2	S800S / XT1S160 / XT2S160			XT1S160 / XT2S160	XT3S250	T5S400	T5S630	T6S800 / E1.2B800	T7S1000 / E1.2B1000	T7S1250 / E1.2B1250 / E2.2B1250	T7S1600 / E1.2B1600 / E2.2B1600	E2.2B2000	
76.4	XT2L160				XT4L250	T5L400	T5L630	T6L800 / E2.2S800	T7L1000 / E2.2S1000	T7L1250 / E2.2S1250	T7L1600 / E2.2S1600	E2.2S2000	
114.6	XT2L160				XT4L250	T5L400	T5L630	T7L800	T7L1000	T7L1250	T7L1600	E4.2V2000	
48.3	S800S / XT1S160 / XT2S160			XT1S160 / XT2S160	XT3S250	T5S400	T5S630	T6S800 / E1.2C800 / E2.2N800	T7S1000 / E1.2C1000 / E2.2N1000	T7S1250 / E1.2C1250 / E2.2N1250	T7S1600 / E1.2C1600 / E2.2N1600	E2.2N2000	
96.6	XT2L160				XT4L250	T5L400	T5L630	T6L800 / E2.2H800	T7L1000 / E2.2H1000	T7L1250 / E2.2H1250	T7L1600 / E2.2H1600	E2.2H2000	
60	XT1H160 / XT2H160				XT4H250	T5H400	T5H630	T6H800 / E1.2N800 / E2.2N800	T7H1000 / E1.2N1000 / E2.2N1000	T7H1250 / E1.2N1250 / E2.2N1250	T7H1600 / E1.2N1600 / E2.2N1600	E2.2N2000	
120	XT2L160				XT4L250	T5L400	T5L630	T7L800	T7L1000	T7L1250	T7L1600	E4.2V2000	

# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Disjoncteurs de protection des transformateurs BT/BT

La mise sous tension d'un transformateur BT/BT provoque une pointe de courant extrêmement élevée.

En fonction de la qualité des transformateurs utilisés, la valeur crête de la première onde peut atteindre de 10 à 30 fois le courant nominal efficace primaire du transformateur pour des puissances inférieures à 50 kVA.

Le courant transitoire d'enclenchement ne dure que quelques millisecondes. Ce phénomène est dû à la magnétisation des tôles du transformateur.

Il est donc impératif de bien choisir le déclencheur magnétique des disjoncteurs protégeant le primaire des transformateurs afin d'éviter les déclenchements intempestifs à la mise sous tension.

### Calibre des disjoncteurs et type de déclencheurs protégeant les primaires des transformateurs BT/BT

Transformateurs monophasés (primaire 230 V)				
Transformateur			Disjoncteur	
P kVA	I <sub>n</sub> A	U <sub>cc</sub> %	Type (1)	Calibre A
0.1	0.4	13	S 2* D ou K	1
0.16	0.7	10.5	S 2* D ou K	2
0.25	1.1	9.5	S 2* D ou K	3
0.4	1.7	7.5	S 2* D ou K	4
0.63	2.7	7	S 2* D ou K	6
1	4.2	5.2	S 2* D ou K	10
1.6	6.8	4	S 2* D ou K	16
2	8.4	2.9	S 2* D ou K	20
2.5	10.5	3	S 2* D ou K	25
4	16.9	2.1	S 2* D ou K	40
5	21.1	4.5	S 2* D ou K	50
6.3	27	4.5	S 2* D ou K	63
8	34	5	XT1/XT2	80
10	42	5.5	XT1/XT2	100
12.5	53	5.5	XT1/XT2	125/160
16	68	4.5	XT1/XT2	160
20	84	4.5	XT3/XT4	200/250
25	105	4.5	XT3/XT4	250
31.5	133	4	XT3/XT4	250
40	169	4	T5	400
50	211	5	T5	400
63	266	5	T5	630
80	338	4.5	T5	630
100	422	5.5	T6	800
125	528	5	T7	1000
160	675	5	T7	1250

Transformateurs monophasés (primaire 400 V)				
Transformateur			Disjoncteur	
P kVA	I <sub>n</sub> A	U <sub>cc</sub> %	Type (1)	Calibre A
0.1	0.24	13	S 2* D ou K	1
0.16	0.39	10.5	S 2* D ou K	1
0.25	0.61	9.5	S 2* D ou K	2
0.4	0.98	7.5	S 2* D ou K	3
0.63	1.54	7	S 2* D ou K	4
1	2.44	5.2	S 2* D ou K	6
1.6	3.9	4	S 2* D ou K	10
2	4.9	2.9	S 2* D ou K	16
2.5	6.1	3	S 2* D ou K	16
4	9.8	2.1	S 2* D ou K	20
5	12.2	1.9	S 2* D ou K	32
6.3	15.4	1.6	S 2* D ou K	40
8	19.5	5	S 2* D ou K	50
10	24	5	S 2* D ou K	63
12.5	30	5	S 2* D ou K	63
16	39	4.5	XT1/XT2	80
20	49	4.5	XT1/XT2	100
25	61	4.5	XT1/XT2	125/160
31.5	77	4	XT1/XT2	160
40	98	4	XT3/XT4	200/250
50	122	4	XT3/XT4	250
63	154	5	T5	400
80	195	4.5	T5	400
100	244	5.5	T5	630
125	305	5	T5	630
160	390	5	T6	800

S 2\*... = S200, S200M, S200P

(1) Choisir le pouvoir de coupure en fonction du courant de court-circuit au point d'installation du disjoncteur.

# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Disjoncteurs de protection des transformateurs BT/BT

### Calibre des disjoncteurs et type de déclencheurs protégeant les primaires des transformateurs BT/BT

Transformateurs triphasés (primaire 230 V)				
P kVA	Transformateur		Disjoncteur	
	I <sub>n</sub> A	U <sub>cc</sub> %	Type (1)	Calibre A
5	12	4.5	S 2* D ou K	32
6.3	15.8	4.5	S 2* D ou K	40
8	20	4.5	S 2* D ou K	50
10	24	5.5	S 2* D ou K	63
12.5	30.6	5.5	XT1/XT2	80
16	39	5.5	XT1/XT2	100
20	49	5.5	XT1/XT2	125
25	61	5.5	XT1/XT2	160
31.5	77	5	XT1/XT2	160
40	97	5	XT3/XT4	200/250
50	122	4.5	XT3/XT4	250
63	153	5	XT3/XT4	250
80	195	5	T5	400
100	244	5.5	T5	400
125	305	4.5	T5	630
160	390	5.5	T5	630
200	489	5	T6	800
250	609	5	T6	800
315	767	4.5	T7	1000
400	974	6	T7	1250

S 2\*.. = S200, S200M, S200P

Transformateurs triphasés (primaire 400 V)				
P kVA	Transformateur		Disjoncteur	
	I <sub>n</sub> A	U <sub>cc</sub> %	Type (1)	Calibre A
5	7	4.5	S 2* D ou K	20
6.3	8.8	4.5	S 2* D ou K	20
8	11.6	4.5	S 2* D ou K	32
10	14	5.5	S 2* D ou K	32
12.5	17.6	5.5	S 2* D ou K	40
16	23	5.5	S 2* D ou K	63
20	28	5.5	S 2* D ou K	63
25	35	5.5	XT1/XT2	80
31.5	44	5	XT1/XT2	80
40	56	5	XT1/XT2	100
50	70	4.5	XT1/XT2	100
63	89	5	XT1/XT2	125/160
80	113	5	XT1/XT2	160
100	141	5.5	XT3/XT4	200/250
125	176	4.5	XT3/XT4	250
160	225	5.5	T5	400
200	287	5	T5	400
250	352	5	T5	630
315	444	4.5	T5	630
400	563	6	T6	800
500	704	6	T6	800
630	887	5.5	T7	1000

Transformateurs triphasés (primaire 230 V)				
P kVA	Transformateur		Disjoncteur	
	I <sub>n</sub> A	U <sub>cc</sub> %	Type (1)	Calibre A
400	974	6	E1.2/E2.2	1250
630	1535	4.5	E1.2/E2.2	1600
800	1949	5	E2.2	2000
1000	2436	5.5	E2.2	2500
1250	3045	5	E4.2	3200
1600	3898	5.5	E4.2	4000
2000	4872	5.5	E6.2	6300

Transformateurs triphasés (primaire 400 V)				
P kVA	Transformateur		Disjoncteur	
	I <sub>n</sub> A	U <sub>cc</sub> %	Type (1)	Calibre A
630	887	5.5	E1.2/E2.2	1000
800	1126	5.5	E1.2/E2.2	1250
1000	1408	5.5	E1.2/E2.2	1600
1250	1760	5	E2.2	2000
1600	2253	5.5	E2.2	2500
2000	2817	5.5	E4.2	3200

(1) Choisir le pouvoir de coupure en fonction du courant de court-circuit au point d'installation du disjoncteur.

# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Protection contre les défauts à la terre

### Protection contre les défauts à la terre

#### Sélectivité entre les dispositifs différentiels pro M

Le tableau ci-dessous permet de sélectionner les protections différentielles pro M, afin de réaliser une sélectivité verticale. Cette sélectivité peut être soit ampèremétrique (partielle), soit chronométrique (totale) suivant les besoins et les protections différentielles pro M choisis.

**Tableau de sélectivité des différentiels**

		Différentiel amont	10	30	100	300	300	500	500	1000	1000
		mA									
Différentiel aval	mA		inst	inst	inst	inst	S	inst	S	inst	S
10	inst			■	■	■	■	■	■	■	■
30	inst				■	■	■	■	■	■	■
100	inst					■	■	■	■	■	■
300	inst									■	■
300	S									■	■
500	inst										
500	S										
1000	inst										
1000	S										

inst = instantanée      S = sélectif      ■ = sélectivité ampèremétrique (partielle)      ■ = sélectivité chronométrique (totale)

# Dimensionnement et protection des installations électriques BT

## Courbes de déclenchement

### Disjoncteurs modulaires : courbes de déclenchement Temps/Courant

Caractéristiques de déclenchement des disjoncteurs SN201 - S200L - S200 - S200M - S200P - S280 - S800

