



UTE
C 15-106

Décembre 2003

**UNION TECHNIQUE DE L'ELECTRICITE
ET DE LA COMMUNICATION**

INSTALLATIONS ELECTRIQUES A BASSE TENSION ET A HAUTE TENSION

GUIDE PRATIQUE

**Sections des conducteurs de protection,
des conducteurs de terre
et des conducteurs de liaison équipotentielle**

Cross-sections of protective conductors,
earthing conductors
and equipotential bonding conductors

édité et diffusé par l'Union Technique de l'Electricité et de la Communication (UTE) – BP 23 – 92262 Fontenay-aux-Roses
Cedex – Tél: 01 40 93 62 00 – Fax: 01 40 93 44 08 – E-mail: ute@ute.asso.fr – Internet: <http://www.ute-fr.com/>

Impr. UTE

© **UTE**

2003 – Reproduction interdite

SOMMAIRE

1	DOMAINE D'APPLICATION	4
2	DÉFINITIONS	4
3	SCHEMAS DES LIAISONS A LA TERRE	7
4	CONDUCTEURS DE PROTECTION	11
4.1	Sections minimales	11
4.2	Sections des conducteurs de protection des masses haute tension	12
4.3	Sections des conducteurs de protection entre transformateur HT/BT et tableau général basse tension	12
4.4	Sections des conducteurs de protection des masses basse tension (NF C 15-100, 543.1) (y compris les conducteurs principaux de protection)	15
4.5	Sections des conducteurs PEN	15
4.6	Sections des conducteurs de terre (NF C 15-100, 542.3 - NF C 13-100, 542.1.2 - NF C 13-200, 542.2)	15
5	LIAISONS EQUIPOTENTIELLES	16
5.1	Section des liaisons équipotentielles principales	16
5.2	Section des liaisons équipotentielles supplémentaires (NF C 15-100, 544.2)	17
Tableau 1 – Valeurs du facteur k pour le calcul des contraintes thermiques des conducteurs		11
Tableau 2 – Sections des conducteurs de protection entre transformateur HT/BT et tableau général basse tension (S_{PO})		13
Tableau 2A – Transformateurs immergés		13
Tableau 2B – Transformateurs secs		14
Tableau 3 – Section minimale du conducteur de protection liée à la section du conducteur de phase associé		15
Figure 1 – Termes relatifs aux mises à la terre		6
Figure 2 – Schéma TNR		8
Figure 3 – Schéma ITR		9
Figure 4 – Schéma TTN		10
Figure 5 – Sections des conducteurs d'équipotentialité supplémentaires		17

AVANT-PROPOS

Le présent guide fait la synthèse des règles concernant les sections des conducteurs de protection, des conducteurs de terre et des conducteurs de liaison équipotentielle.

Ces règles sont contenues dans les normes suivantes :

- *NF C 15-100 Installations électriques à basse tension ;*
- *NF C 13-100 Postes de livraison, établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés par un réseau de distribution publique de deuxième catégorie ;*
- *NF C 13-200 Installations électriques à haute tension.*

Des figures permettent de situer les différents conducteurs suivant les schémas des liaisons à la terre.

Le présent guide ne peut être opposé à l'application complète des règles des normes NF C 13-100, NF C 13-200 et NF C 15-100.

Le présent guide est utilisable en complément du guide UTE C 15-105.

Le présent guide ne traite pas toutes les situations, il examine les cas les plus courants.

Ce guide ne se substitue pas à la norme et aux textes réglementaires qui restent les textes de référence.

Ce guide annule et remplace le guide UTE C 15-106 de mai 1993. Il a été approuvé par le Conseil d'administration de l'Union Technique de l'Electricité et de la Communication le 13 novembre 2003.

Sections des conducteurs de protection, des conducteurs de terre et des conducteurs de liaison équipotentielle

1 DOMAINE D'APPLICATION

Le présent guide traite des sections des conducteurs de protection, des conducteurs de terre et des conducteurs de liaison équipotentielle dans le but d'assurer la protection des personnes.

2 DÉFINITIONS

Les différentes fonctions des conducteurs de protection, des conducteurs de terre et des conducteurs de liaison équipotentielle sont définies comme suit dans la norme NF C 15-100 et dans le Vocabulaire Electrotechnique International :

232.3 – Conducteur PEN (826-04-06)

Conducteur assurant à la fois les fonctions de conducteur de protection et de conducteur neutre.

NOTE - La désignation PEN résulte de la combinaison des deux symboles PE pour le conducteur de protection et N pour le conducteur neutre.

232.8 – Masse (826-03-10)

Partie conductrice accessible.

Partie conductrice d'un matériel, susceptible d'être touchée, et qui n'est pas normalement sous tension, mais peut le devenir lorsque l'isolation principale est défailante.

NOTE - Une partie conductrice d'un matériel qui ne peut être mise sous tension en cas de défaut que par l'intermédiaire d'une masse n'est pas considérée comme une masse.

Le terme de masse désigne essentiellement les parties métalliques accessibles des matériels électriques séparées des parties actives par une isolation principale seulement (236.1) mais susceptibles d'être mises accidentellement en liaison électrique avec des parties actives par suite d'une défaillance des dispositions prises pour assurer leur isolation. Cette défaillance peut résulter de la mise en défaut de l'isolation principale ou des dispositions de fixation et de protection. Il en résulte que :

- *les parties métalliques accessibles des matériels électriques autres que ceux de la classe II (237.3), les armures métalliques des câbles, les conduits métalliques lorsqu'ils contiennent des conducteurs isolés sont des masses ;*
- *aucune partie des matériels électriques de la classe II n'est considérée comme masse.*

232.9 – Élément conducteur (étranger à l'installation électrique) (826-03-11)

Partie conductrice ne faisant pas partie de l'installation électrique et susceptible d'introduire un potentiel électrique, généralement celui d'une terre locale.

Peuvent être des éléments conducteurs :

- *les éléments métalliques utilisés dans la construction des bâtiments ;*
- *les canalisations métalliques de gaz, eau, chauffage, etc., et les appareils non électriques qui leur sont reliés (radiateurs, cuisinières non électriques, éviers métalliques, etc.) ;*
- *les sols et parois non isolants (235.2).*

241.5 – Prise de terre (826-04-06)

Partie conductrice, pouvant être incorporée dans le sol ou dans un milieu conducteur particulier, par exemple, béton ou coke, en contact électrique avec la Terre.

241.6 – Boucle à fond de fouille

Partie conductrice incorporée dans les fouilles de fondation du bâtiment, généralement en forme de boucle.

242.1 – Conducteur de protection (PE) (826-04-05)

Conducteur prescrit dans certaines mesures de protection contre les chocs électriques et destiné à relier électriquement certaines des parties suivantes :

- masses,
- éléments conducteurs,
- borne principale de terre,
- prise de terre,
- point de l'alimentation relié à la terre ou au point neutre artificiel.

Un conducteur de protection peut être commun à plusieurs circuits.

242.2 – Conducteur principal de protection

Conducteur de protection auquel sont reliés les conducteurs de protection des masses, les conducteurs de terre et éventuellement les conducteurs d'équipotentialité (243.3).

242.3 – Conducteur de terre (826-04-07)

Conducteur de protection reliant la borne ou barre principale de terre à la prise de terre.

Les parties non isolées des conducteurs de terre enterrées dans le sol sont considérées comme faisant partie de la prise de terre.

242.5 – Borne principale de terre - barre principale de terre

Borne ou barre prévue pour la connexion aux dispositifs de mise à la terre de conducteurs de protection, y compris les conducteurs d'équipotentialité et éventuellement les conducteurs assurant une mise à la terre fonctionnelle.

243.1 – Liaison équipotentielle

Liaison électrique mettant au même potentiel, ou à des potentiels voisins, des masses et des éléments conducteurs.

On distingue :

- la liaison équipotentielle principale ;
- les liaisons équipotentielle supplémentaires.

243.3 – Liaison équipotentielle fonctionnelle (826-04-21)

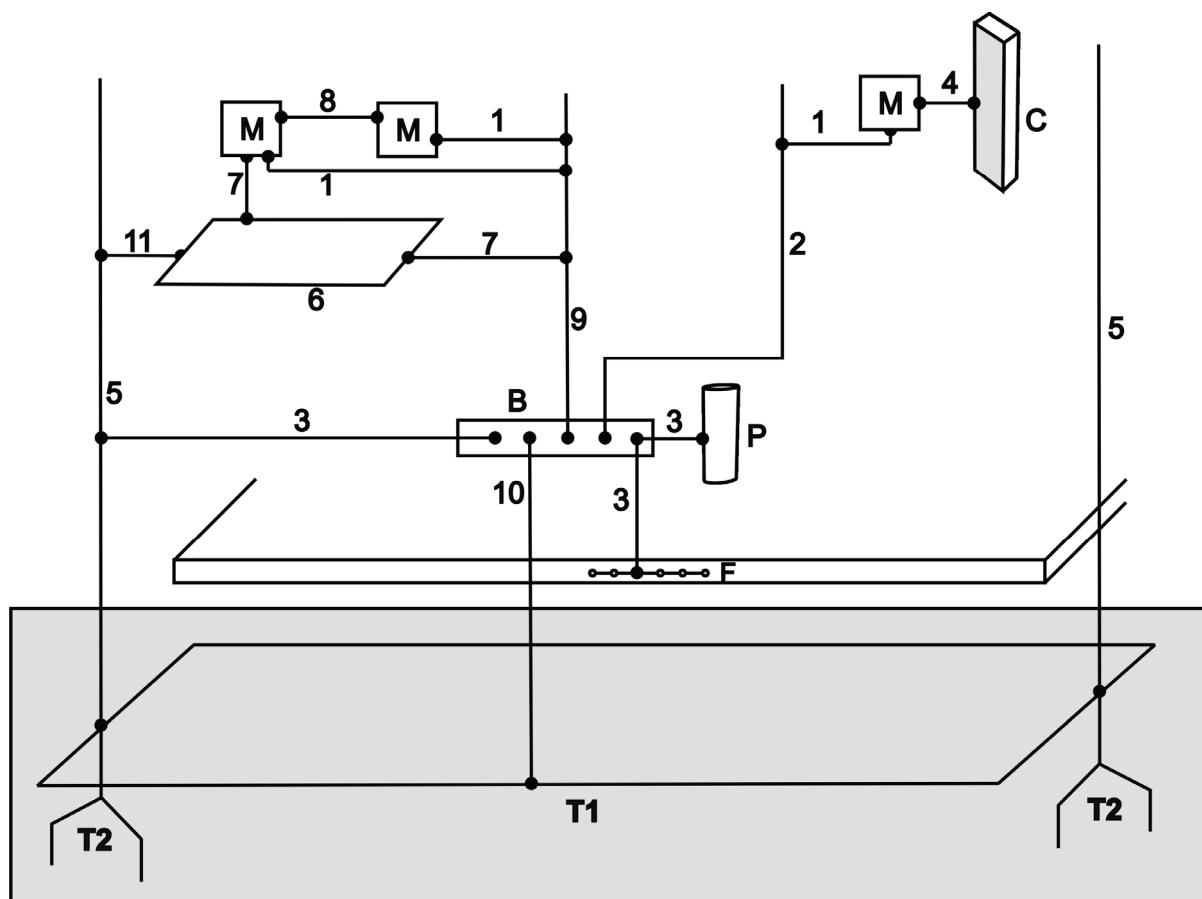
Liaison équipotentielle réalisée à des fins fonctionnelles autres que la sécurité.

243.4 – Conducteur d'équipotentialité (826-04-10)

Conducteur de protection assurant une liaison équipotentielle.

243.5 – Acronymes

S_{HT}	Sections des conducteurs de protection des masses Haute Tension
S_{LP}	Section des liaisons équipotentielles principales
S_{LS}	Section des liaisons équipotentielles supplémentaires
S_{PE}	Sections des conducteurs de protection des masses basse tension
S_{PEN}	Sections des conducteurs PEN
S_{PO}	Sections des conducteurs de protection entre transformateur HT/BT et tableau général basse tension
S_t	Section des conducteurs de terre



M	Masse	
P	Canalisation métallique d'eau, de gaz, de chauffage, etc.	
C	Elément conducteur	
B	Borne principale de terre	
F	Armatures du béton armé	
T1	Boucle à fond de fouille.....	(542.2.3.1)
T2	Prise de terre de paratonnerre	(NF C 17-100 et 17-102)
1	Conducteur de protection	(543.1)
2	Conducteur principal de protection.....	(543.1)
3	Conducteur de liaison équipotentielle principale.....	(544.1)
4	Conducteur de liaison équipotentielle supplémentaire	(544.2)
5	Conducteur de descente de paratonnerre.....	(NF C 17-100 et NF C 17-102)
6	Ceinturage d'équipotentialité fonctionnelle	(545.2.1)
7	Conducteur de mise à la terre fonctionnelle	(545.4.1)
8	Conducteur de liaison équipotentielle fonctionnelle	(545.3)
9	Conducteur principal de protection et de mise à la terre fonctionnelle	(543.1 et 545.4)
10	Conducteur de terre	(542.3.1)
11	Conducteur de liaison équipotentielle de l'installation de protection contre la foudre.....	(NF C 17-100 et NF C 17-102)

NOTE - Les numéros d'articles entre parenthèses sont ceux des articles de la norme NF C 15-100 relatifs à la section des conducteurs correspondants.

Figure 1 – Termes relatifs aux mises à la terre

3 SCHEMAS DES LIAISONS A LA TERRE

La norme NF C 15-100 distingue trois schémas de liaisons à la terre, les schémas TN, TT et IT, les désignations ayant la signification suivante :

Première lettre — Situation de l'alimentation par rapport à la terre :

- T : liaison directe d'un point à la terre ;
- I : soit isolation de toutes les parties actives par rapport à la terre, soit liaison d'un point avec la terre à travers une impédance.

Deuxième lettre — Situation des masses de l'installation électrique par rapport à la terre :

- T : masses reliées directement à la terre, indépendamment de la mise à la terre éventuelle d'un point de l'alimentation ;
- N : masses reliées directement au point de l'alimentation mis à la terre (en courant alternatif, le point mis à la terre est normalement le point neutre).

Troisième lettre — Aux deux lettres précédentes, les normes NF C 13-100 et NF C 13-200 ajoutent une troisième lettre concernant la situation des masses du poste :

- R : postes dont les masses sont reliées à la fois à la prise de terre du neutre de l'installation BT et aux masses de l'installation BT ;
- N : postes dont les masses sont reliées à la prise de terre du neutre de l'installation, mais ne sont pas reliées aux masses de l'installation BT ;
- S : postes dont les masses sont reliées à une prise de terre électriquement séparée de celle du neutre BT et de celle des masses de l'installation BT.

En pratique les trois schémas représentés ci-après sont ceux couramment utilisés.

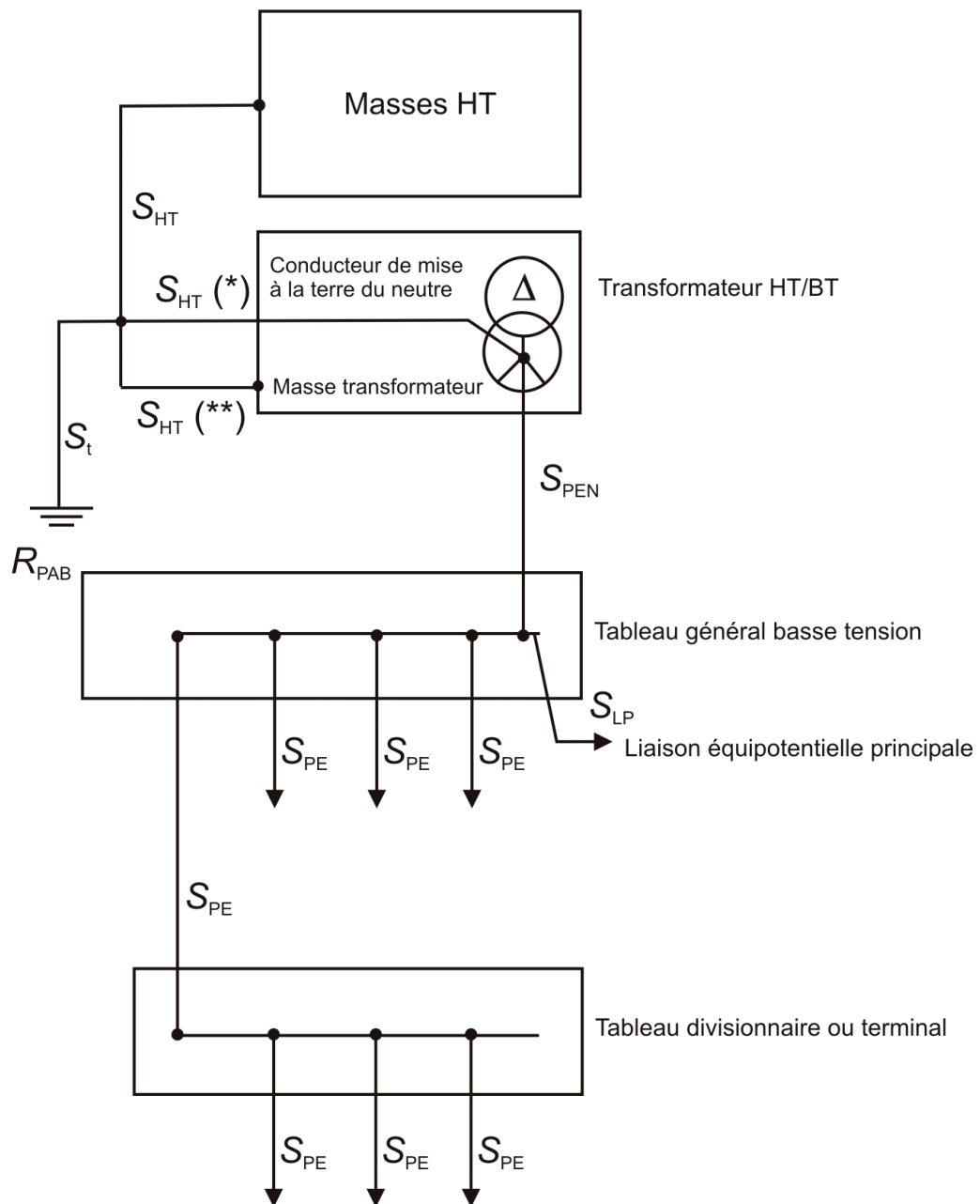


Figure 2 – Schéma TNR

NOTE – Les conducteurs actifs ne sont pas représentés sur ce schéma.

(*) Lorsque le conducteur de protection et le conducteur neutre sont distincts entre le transformateur et le tableau général basse tension, le conducteur de protection est raccordé à la borne principale de terre et la section du conducteur de mise à la terre du neutre doit être égale à S_{PO} , ainsi que le conducteur de mise à la terre du tableau général.

(**) La probabilité d'un amorçage à la masse côté basse tension étant faible, la section du conducteur de mise à la terre de la masse du transformateur est prise égale à S_{HT} .

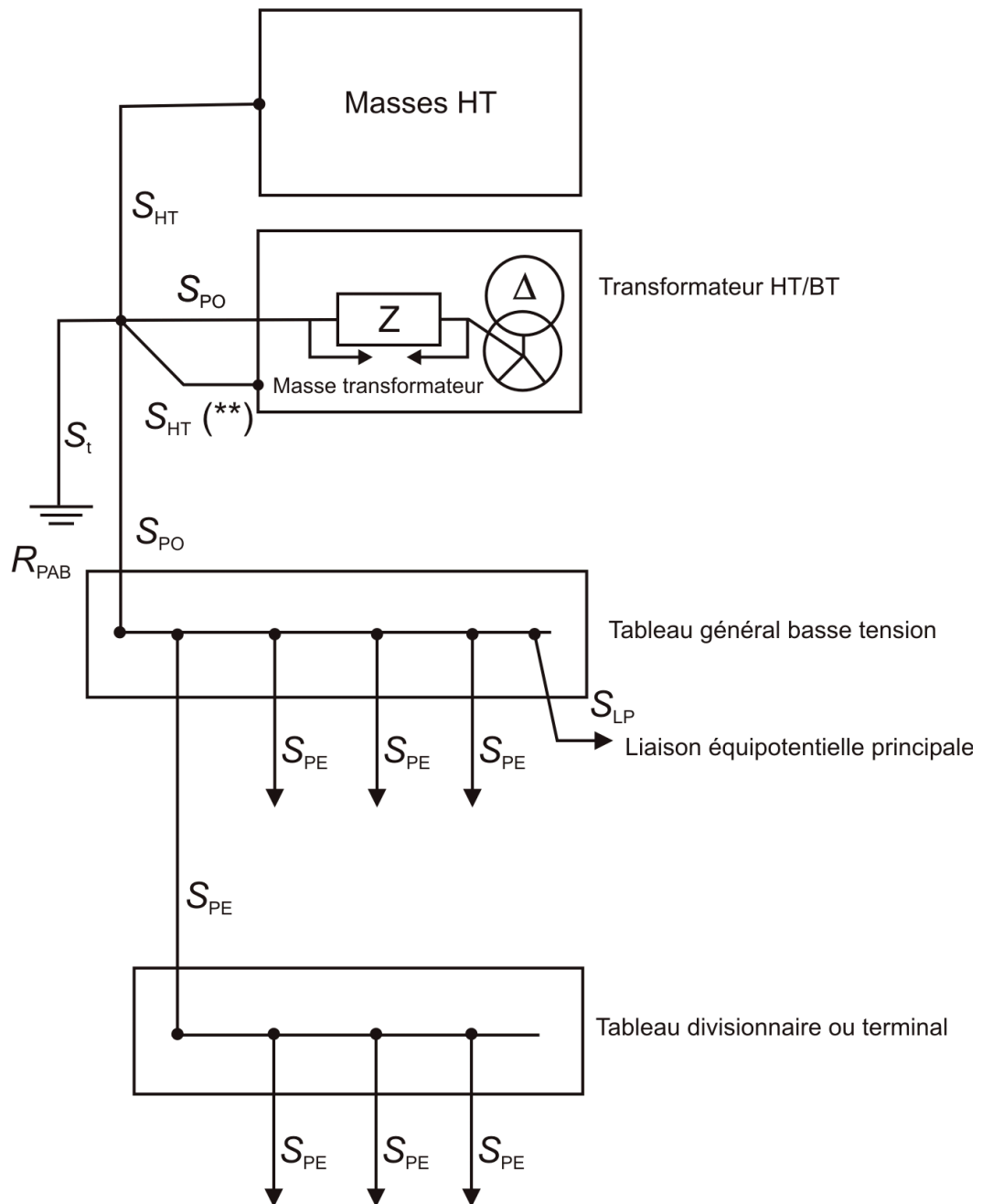


Figure 3 – Schéma ITR

NOTE - Les conducteurs actifs ne sont pas représentés sur ce schéma.

(**) La probabilité d'un amorçage à la masse côté basse tension étant faible, la section du conducteur de mise à la terre de la masse du transformateur est prise égale à S_{HT} .

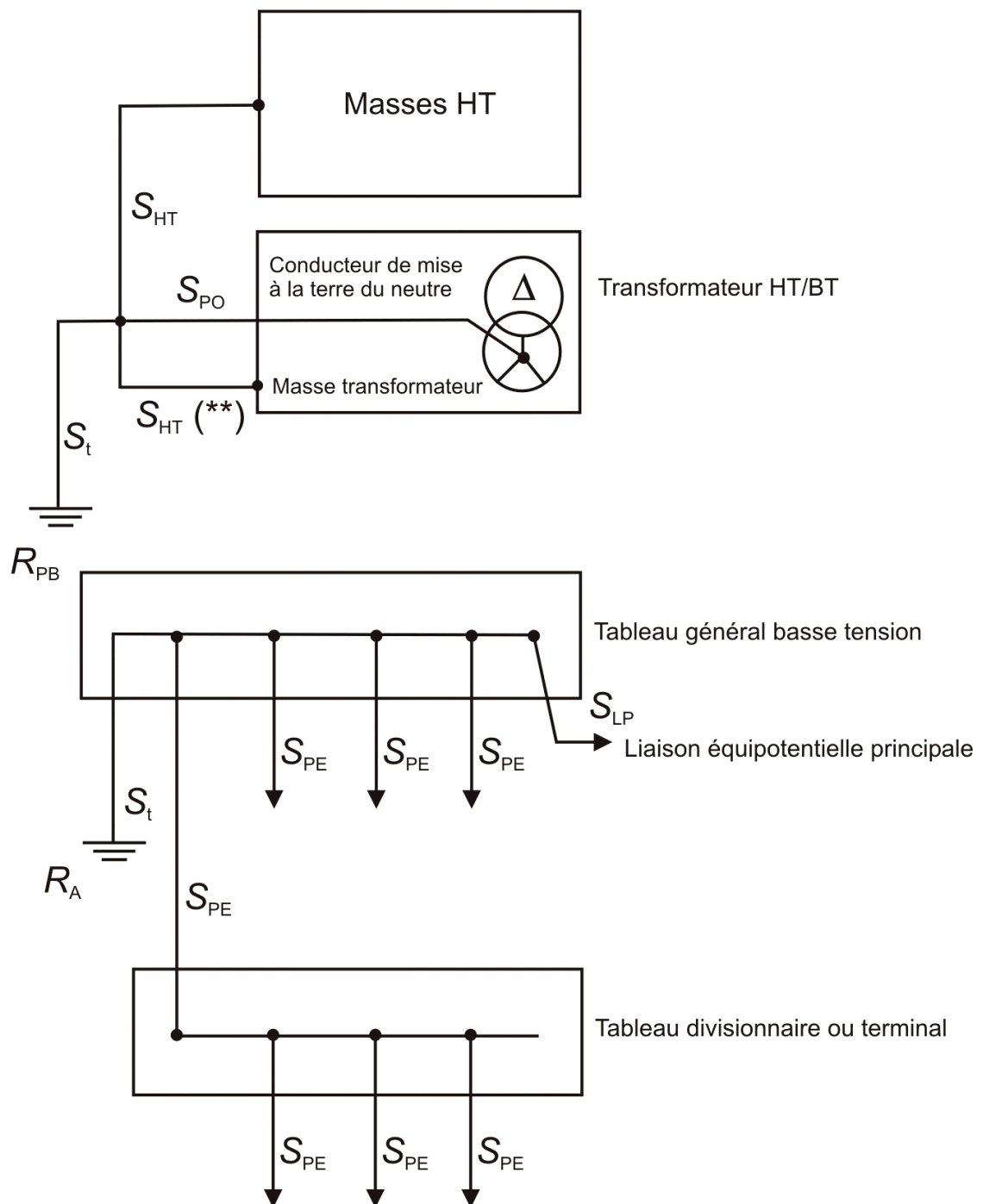


Figure 4 – Schéma TTN

NOTE - Les conducteurs actifs ne sont pas représentés sur ce schéma.

(**) La probabilité d'un amorçage à la masse côté basse tension étant faible, la section du conducteur de mise à la terre de la masse du transformateur est prise égale à S_{HT} .

	Nature des conducteurs	
	Cuivre	Aluminium
Conducteurs actifs et conducteurs de protection faisant partie de la même canalisation :		
- isolés au PVC à 70 °C ≤ 300 mm ²	115	76
> 300 mm ²	103	68
- isolés au PRC ou à l'EPR à 90 °C	143	94
- isolés au caoutchouc à 60 °C	141	93
- isolés au caoutchouc à 85 °C	134	89
Conducteurs de protection séparés :		
Isolés au PVC à 70 °C ≤ 300 mm ²	143	95
> 300 mm ²	133	88
- isolés au PRC ou à l'EPR à 90 °C	176	116
- isolés au caoutchouc à 60 °C	159	105
- isolés au caoutchouc à 85 °C	166	110
- nus en l'absence de risque d'incendie et d'explosion	159	105
- nus en présence de risque d'incendie ou d'explosion	138	91

S_{HT} 4.2 Sections des conducteurs de protection des masses haute tension

- a) Postes de livraison et installations à haute tension alimentées directement par un poste de livraison (NF C 13-100, 542.1.1).

$$S_{HT} = 25 \text{ mm}^2 \text{ en cuivre ou } 35 \text{ mm}^2 \text{ en aluminium}$$

- b) Autres installations à haute tension (NF C 13-200, 542).

La formule en 4.1 doit être appliquée avec un minimum de 25 mm² pour assurer une résistance mécanique minimale.

S_{PO} 4.3 Sections des conducteurs de protection entre transformateur HT/BT et tableau général basse tension

La section des conducteurs (en mm²) est fonction :

- de la puissance nominale des transformateurs HT/BT (en kVA),
- du temps d'élimination du courant de court-circuit par la protection en Haute Tension (t en secondes),
- de l'isolation et de la nature du métal des conducteurs.

Les tableaux 2A et 2B donnent les sections des conducteurs de protection entre transformateur HT/BT et tableau général basse tension en fonction des ces divers paramètres.

Lorsque plusieurs transformateurs fonctionnent en parallèle, la puissance P à prendre en considération est la somme des puissances nominales des transformateurs.

NOTES -

1 - Pour le raccordement des limiteurs de surtension, des dispositifs d'adaptation sont parfois nécessaires, compte tenu du dimensionnement des bornes de ces appareils (voir d'autre part la norme NF C 15-100, 534.2.4).

2 - Théoriquement, les valeurs indiquées dans les tableaux 2A et 2B ne sont applicables qu'entre le transformateur et l'appareil général de protection BT s'il existe, mais, par mesure de simplification, la pratique courante est d'adopter la même section jusqu'au tableau général basse tension.

**Tableau 2 – Sections des conducteurs de protection entre transformateur HT/BT
et tableau général basse tension (S_{PO})**

Tableau 2A – Transformateurs immergés

Conducteurs nus				Conducteurs isolés au PVC				Conducteurs isolés au PR			
Disjoncteur		Fusibles		Disjoncteur		Fusibles		Disjoncteur		Fusibles	
Puissance (kVA) 230/400 V	I _{k3} kA	Aluminium		Cuivre		Alu		Aluminium		Cuivre	
		0,2 s	0,5 s	0,2 s	0,5 s	0,2 s	0,5 s	0,2 s	0,5 s	0,2 s	0,5 s
100	3,6	25	25	25	25	35	25	25	25	25	35
160	5,8	25	25	25	25	70	25	25	25	25	35
250	9	25	50	50	70	70	35	35	35	35	70
400	14,4	50	70	50	95	70	50	50	50	50	70
630	22,7	70	120	95	150	150	95	70	70	70	150
800	19,2	70	120	95	150	150	95	70	120	120	150
1 000	24	70	120	95	150	150	95	70	120	120	150
1 250	30	95	150	95	150	150	95	95	120	120	150
1 600	38,4	120	185	—	—	—	—	95	150	150	150
2 000	48	150	240	—	—	—	—	120	240	240	—
2 500	60	185	—	—	—	—	—	150	240	240	—
				240	—	—	—	185	—	—	—

Les fusibles utilisés sont conformes à la norme NF C 64-210.

Tableau 2B – Transformateurs secs

Puissance (kVA) 230/400 V			Conducteurs nus				Conducteurs isolés au PVC				Conducteurs isolés au PR			
			Disjoncteur		Fusibles		Disjoncteur		Fusibles		Disjoncteur		Fusibles	
			Aluminium		Cuivre		Aluminium		Cuivre		Aluminium		Cuivre	
		I_{k3} kA	0,2 s	0,5 s	0,2 s	0,5 s	0,2 s	0,5 s	0,2 s	0,5 s	0,2 s	0,5 s	0,2 s	0,5 s
100		2,4	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	35
160		3,8	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	35
250		6,6	25	35	35	50	25	25	25	25	25	35	25	35
400		9,6	35	50	50	70	25	50	70	95	25	35	50	35
630		15,1	50	70	70	120	50	70	95	150	35	50	70	150
800		19,2	50	95	95	150	70	95	120	185	50	95	120	150
1 000		24	70	120	120	185	95	120	150	240	70	95	150	150
1 250		30	95	150	150	240	95	150	185	240	95	120	185	150
1 600		38,4	120	185	185	—	95	120	185	—	95	150	240	150
2 000		48	150	240	240	—	—	150	240	—	120	240	—	—
2 500		60	185	—	—	—	—	185	—	—	150	240	—	—
								240	—	—	185	—	—	—

Les fusibles utilisés sont conformes à la NF EN 60282-1 (C 64-200).

S_{PE} 4.4 Sections des conducteurs de protection des masses basse tension (NF C 15-100, 543.1) (y compris les conducteurs principaux de protection)

La section des conducteurs de protection des masses basse tension doit être calculée conformément à 4.1 ou choisie conformément au tableau 3.

Les conducteurs de protection qui ne font pas partie de la canalisation d'alimentation doivent avoir une section d'au moins :

- 2,5 mm² Cu ou 35 mm² Alu si les conducteurs de protection comportent une protection mécanique ;
- 4 mm² Cu ou 35 mm² Alu si les conducteurs de protection ne comportent pas de protection mécanique.

Tableau 3 – Section minimale du conducteur de protection liée à la section du conducteur de phase associé

SECTION DES CONDUCTEURS DE PHASE DE L'INSTALLATION S (mm ²)	SECTION MINIMALE DES CONDUCTEURS DE PROTECTION (mm ²)	
	Si le conducteur de protection est de même nature que le conducteur de phase	Si le conducteur de protection n'est pas de même nature que le conducteur de phase
S ≤ 16	S	$\frac{k_1}{k_2} \times S$
16 < S ≤ 35	16 (*)	$\frac{k_1}{k_2} \times 16$
S > 35	$\frac{S}{2}$ (*)	$\frac{k_1}{k_2} \times \frac{S}{2}$
(*) Pour le conducteur PEN, une réduction de section n'est permise que conformément aux règles du dimensionnement du conducteur neutre de la partie 5-52 de la NF C 15-100. k ₁ est la valeur de k du conducteur de phase choisi dans le tableau 1. k ₂ est la valeur de k du conducteur de protection choisi dans le tableau 1		

Dans les schémas TN et IT, le conducteur de protection doit faire partie de la même canalisation que les conducteurs actifs du circuit correspondant ou doit passer à proximité immédiate sans interposition d'éléments ferromagnétiques.

S_{PEN} 4.5 Sections des conducteurs PEN

La section du conducteur PEN doit être au moins égale à la plus grande valeur résultant de l'application des trois conditions suivantes :

- être au moins égale à 10 mm² en cuivre ou à 16 mm² en aluminium,
- répondre aux conditions imposées au conducteur S_{PO} (4.3) ou S_{PE} (4.4) suivant le cas.
- répondre aux conditions imposées pour la section du conducteur neutre par le paragraphe 524.1 de la NF C 15-100.

S_t 4.6 Sections des conducteurs de terre (NF C 15-100, 542.3 - NF C 13-100, 542.1.2 - NF C 13-200, 542.2)

La section minimale du conducteur de terre est :

$$S_t = 25 \text{ mm}^2 \text{ en cuivre ou } 50 \text{ mm}^2 \text{ en acier galvanisé ou inox}$$

5 LIAISONS EQUIPOTENTIELLES

S_{LP} 5.1 Section des liaisons équipotentielles principales

Une liaison équipotentielle principale (NF C 15-100, 411.3 et 544.1) est réalisée à l'origine de l'installation et dans chaque bâtiment.

Cette liaison réunit les éléments conducteurs suivants :

- conducteur principal de protection,
- conducteur principal de terre ou borne principale de terre,
- canalisations d'alimentation à l'intérieur du bâtiment, par exemple eau, gaz,
- éléments métalliques de la construction, canalisations de chauffage central et de conditionnement d'air, dans la mesure du possible.

Lorsque de tels éléments conducteurs proviennent de l'extérieur du bâtiment, ils doivent être reliés aussi près que possible de leur pénétration dans le bâtiment.

S_{LP} Les conducteurs d'équipotentialité principale doivent avoir une section non inférieure à la moitié de celle du conducteur de protection de la plus grande section de l'installation, avec un minimum de 6 mm². Toutefois, leur section peut être limitée à 25 mm² s'ils sont en cuivre ou à la valeur équivalente s'ils sont en un autre métal.

En schéma TN ou IT, dans les bâtiments de grandes dimensions, soit du fait de leur hauteur, soit du fait de leur surface, il est recommandé, pour diminuer les tensions de contact, de compléter la liaison équipotentielle principale, par une liaison équipotentielle principale supplémentaire (appelée parfois locale), à chaque niveau pour un bâtiment élevé, au niveau de chaque tableau divisionnaire important pour un bâtiment de grande surface.

Lorsqu'une canalisation métallique pénètre dans un bâtiment à un endroit très éloigné du tableau principal de l'installation, elle peut-être reliée directement à la boucle de fond de fouille.

5.2 Section des liaisons équipotentielle supplémentaires (NF C 15-100, 544.2)

S_{LS}

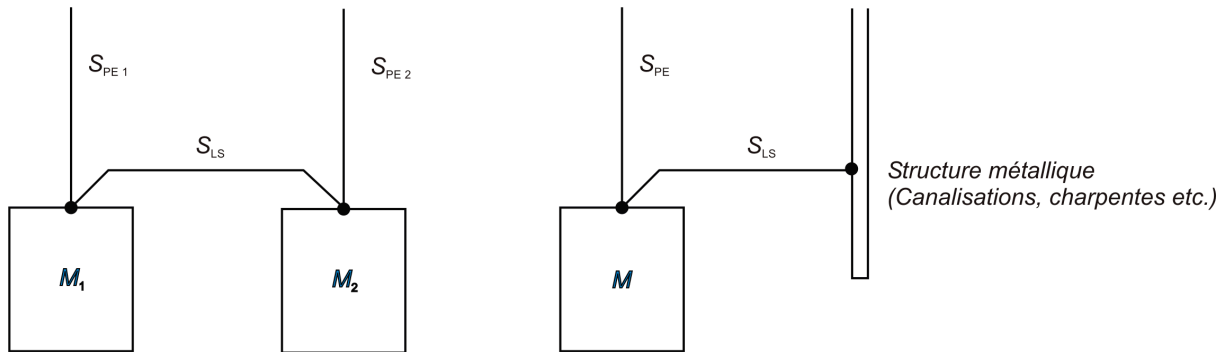
- Entre deux masses :

- Entre une masse et une structure :

Si $S_{PE1} \leq S_{PE2}$

$S_{LS} = S_{PE1}$

$$S_{LS} \geq \frac{S_{PE}}{2} (*)$$



(*) avec minimum de 2,5 mm² Cu si les conducteurs sont mécaniquement protégés,
4 mm² Cu si les conducteurs ne sont pas mécaniquement protégés.

Les conducteurs non incorporés dans un câble sont mécaniquement protégés lorsqu'ils sont posés dans des conduits, des goulottes, des moulures ou protégés de façon analogue.

Figure 5 – Sections des conducteurs d'équipotentialité supplémentaires

Il n'y a pas lieu de relier aux liaisons équipotentielle les éléments conducteurs qui ne sont pas susceptibles de propager un potentiel extérieur, par exemple certaines huisseries métalliques, les grilles de ventilation, les rampes d'escalier,...