

Centre Universitaire Abdelhafidh Boussouf-MILA

Département de GM-ELM

1^{re} Année Master ELM



Réseaux électriques Industriels

Chapitre V: Calcul des installations

Chapitre V: Calcul des installations

1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons voir les étapes du dimensionnement et choix des éléments de l'installation électrique basse tension, à savoir :

- Le calcul du bilan de puissance ;
- Le calcul du courant d'emploi I_B
- Le calcul du courant admissible I_Z ;
- Déterminations des sections de conducteurs et des conducteurs de liaison équipotentielle ;
- Vérification de la Chute de tension ;
- Choix du dispositif de protection

Chapitre V: Calcul des installations

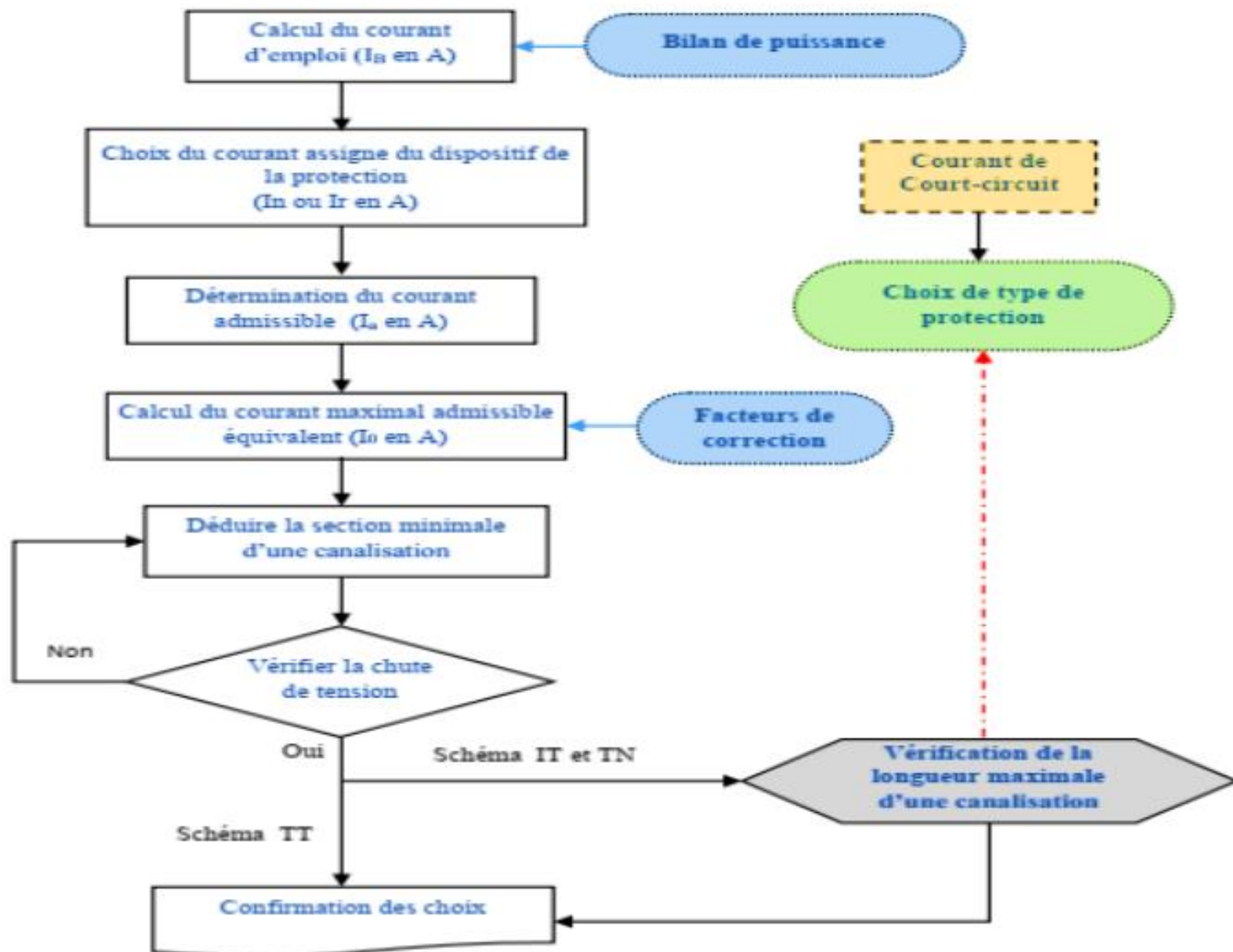
2. Détermination des sections de conducteurs basse tension

La canalisation doit :

- ✓ Véhiculer le courant maximal d'emploi et ses pointes transitoires normales ;
- ✓ Ne pas générer des chutes de tension supérieures aux valeurs admissibles.

Le dispositif de protection doit :

- ✓ Protéger la canalisation contre toutes les surintensités jusqu'au courant de court-circuit.
- ✓ Assurer la protection des personnes contre les contacts indirects.



Chapitre V: Calcul des installations

2. Détermination des sections de conducteurs basse tension

Principe de la méthode

1ère étape :

- Connaissant la puissance d'utilisation, on détermine le courant maximal d'emploi **I_B** et on en déduit le courant assigné **I_n** du dispositif de protection.
- On calcule le courant de court-circuit maximal **I_{cc}** à l'origine du circuit et on en déduit le pouvoir de coupure **PdC** du dispositif de protection.

2ème étape :

- Selon les conditions d'installation (mode de pose, température ambiante, ...), on détermine le facteur global de correction **f** .
- En fonction de I_n et f , on choisit **la section** adéquate du conducteur

3ème étape :

- Vérification de la chute de tension maximale
- Vérification de la tenue des conducteurs à la contrainte thermique en cas de court-circuit
- Pour les schémas **TN et IT**, vérification de la longueur maximale relative à la protection des personnes contre les contacts indirects.

Chapitre V: Calcul des installations

3. Bilan de puissance

La puissance installée :

- La puissance **active installée**, dans une installation électrique industrielle représente la somme des puissances actives nominales de tous les récepteurs.
- Cette puissance servira ensuite, au calcul des puissances réellement consommées et ce, en utilisant des facteurs d'utilisation et de simultanéité correspondant à chaque niveau de l'installation.

$$P_n = \Sigma P_{nom}(\text{Récepteur})$$

Chapitre V: Calcul des installations

3. Bilan de puissance

La puissance absorbée

- La puissance absorbée P_a d'un récepteur quelconque est obtenue à partir de sa puissance nominale.
- Elle est donnée par la puissance nominale P_{nom} , le rendement unitaire η et le facteur de puissance $\cos\varphi$

$$P_a = \frac{P_{nom} (\text{Récepteur})}{\eta \cos (\varphi)}$$

Chapitre V: Calcul des installations

3. Bilan de puissance

- La valeur de la puissance apparente est supérieure à la valeur de la puissance absorbée, cette différence représente une marge d'erreur acceptable lors de la phase de conception.
- Pour des raisons de (facilité le calcul), on suppose généralement que la puissance absorbée est la somme arithmétique de la puissance apparente de chaque récepteur (si toutes les charges ont le même facteur de puissance).

Chapitre V: Calcul des installations

3. Bilan de puissance

La puissance utilisée

- La puissance utilisée est définie comme la partie de la puissance nominale réellement utilisable.

$$P_u (\text{KV A}) = P_a \times K_u$$

Utilisation	K_u
Force motrice	0,75 à 1
Eclairage	1
Chauffage	1
Ventilation	1
PC	1

Chapitre V: Calcul des installations

3. Bilan de puissance

Puissance foisonnée

La puissance **foisonnée PF** d'une distribution est égale à la somme des puissances absorbées et valorisées par les facteurs suivants :

$$P_f = K_s \times K_d \times P_u$$

Ks : facteur de simultanéité ;

Kd : facteur d'extension ;

Il traduit le fait :

- Il s'applique à chaque regroupement de récepteurs (distributions ou tableaux divisionnaires)
- Prévoir des extensions dans l'avenir

Chapitre V: Calcul des installations

3. Bilan de puissance

<i>Nombres de récepteurs</i>	<i>Facteurs de simultanéité k_s</i>
1 à 3	0.9
4 à 5	0.8
5 à 9	0.7
10 et plus	0.6

Pour les circuits de prises de courant le facteur de simultanéité est calculé par l'équation

$$K_s = 0.1 + \frac{0.9}{n}$$

n : nombre de prises de courant alimentées par le même circuit.

Chapitre V: Calcul des installations

3. Bilan de puissance

Le rôle du facteur d'extension, également appelé facteur de réserve, est de prévoir une augmentation de la puissance absorbée. Le coefficient varie de **1 à 1,3**.

A défaut de précision, la valeur **1,2** est souvent utilisée.

Chapitre V: Calcul des installations

4. Détermination du courant maximal d'emploi I_B

- Le courant maximal d'emploi (I_B) est défini en fonction de l'installation alimentée par la canalisation.
- Dans le cas de l'alimentation individuelle d'un appareil, le courant I_B sera égal au courant assigné de l'appareil alimenté.
- En revanche, si la canalisation alimente plusieurs appareils, le courant I_B sera égal à la somme des courants absorbés, en tenant compte des facteurs d'utilisation, de simultanéité et d'extension de l'installation.

En courant continu :

$$I_B = \frac{P}{U} \left(\frac{\text{puissance absorbée (en W)}}{\text{tension de service (en V)}} \right)$$

En courant alternatif :

En monophasé :

$$I_B = \frac{P_f}{U}$$

En triphasé :

$$I_B = \frac{P_f}{\sqrt{3}U}$$

P_f : puissance foisonnée (VA)

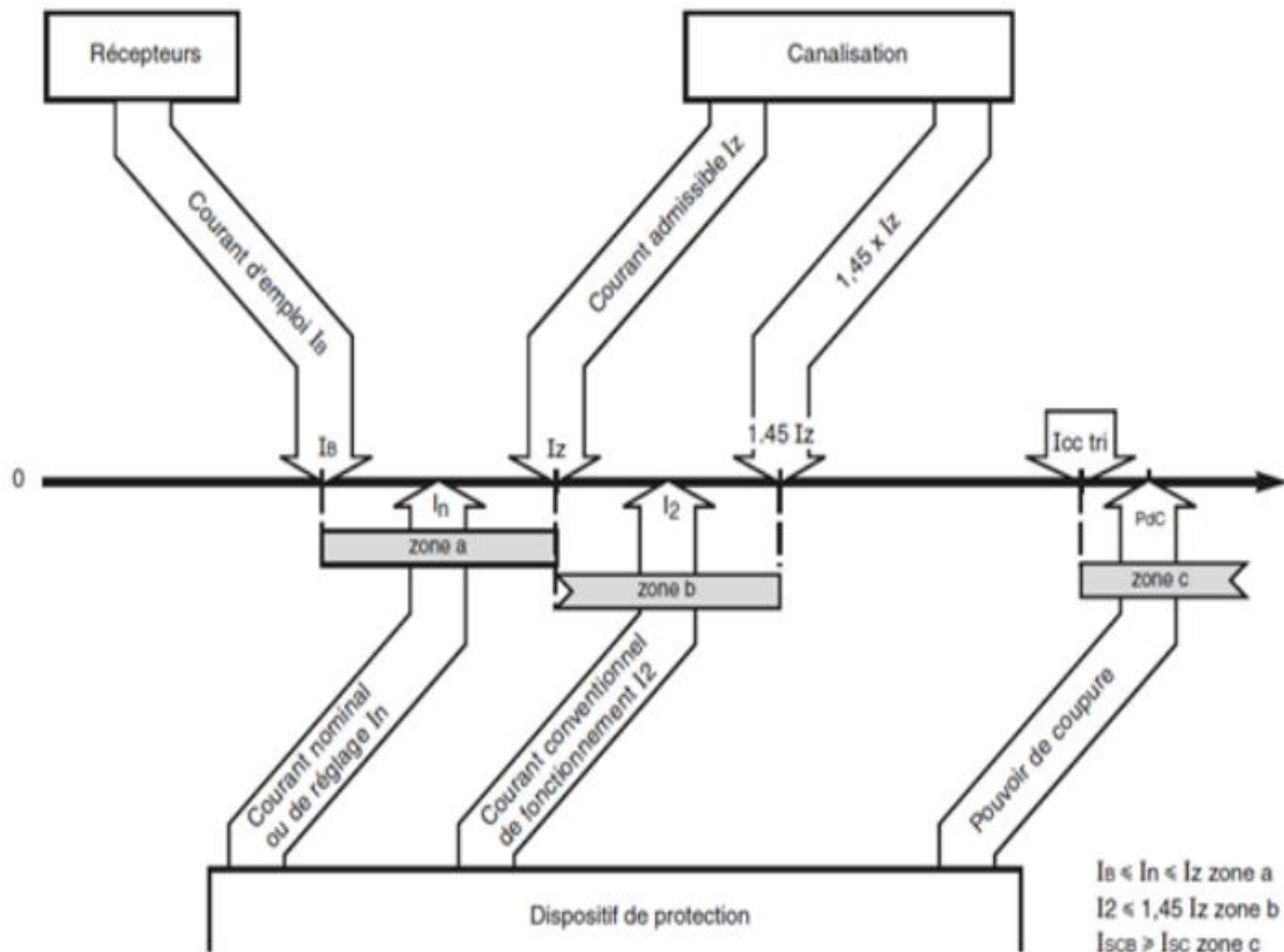
U : - Tension entre les deux conducteurs pour une alimentation monophasée.

-Tension entre phases pour une alimentation triphasée.

Chapitre V: Calcul des installations

5. Choix du dispositif de protection

- Le rôle d'un dispositif de protection électrique (disjoncteur ou fusible) est d'éviter ou de limiter les conséquences destructrices et dangereuses d'une surintensité ou d'un défaut d'isolement, et pour assurer cette protection, l'installation doit être protégée contre :
 - Les courants de surcharge :
 - Les courants de court-circuit,
 - La protection dans ces deux cas est assurée par un disjoncteur ou un appareillage à fusible installé en amont dans le tableau de distribution



Chapitre V: Calcul des installations

5. Choix du dispositif de protection

▪ Règle générale

En conformité avec la NF C 15-100, un dispositif de protection (disjoncteur ou fusible) assure correctement sa fonction si les conditions indiquées ci-après sont satisfaites.

▪ Courant nominal ou de réglage

Il doit être compris entre le courant d'emploi et le courant admissible I_a de la canalisation : $I_B < I_n < I_a$, ce qui correspond à la **zone a**.

▪ Courant conventionnel de déclenchement

Il doit satisfaire la relation suivante : $I_2 < 1.45.I_a$ ce qui correspond à la **zone b** de la figure

▪ Pouvoir de coupure

Il doit être supérieur à l'intensité de court-circuit maximale triphasée ($I_{cc \text{ tri}}$) en son point d'installation : $PdC \geq I_{cc \text{ tri}}$, ce qui correspond à la **zone c**

Protection	Courant de déclenchement
Disjoncteur domestique	$I_2 = 1.45 \times I_n$
Disjoncteur industriel	$I_2 = 1.30 \times I_n$
Fusible	$I_2 = K_f \times I_n$ ou $K_f = 1.6 \text{ à } 1.9$ selon les fusibles

Chapitre V: Calcul des installations

6. Courant maximal admissible dans les canalisations I0

- Il s'agit du courant maximal que la canalisation peut transporter en continu sans affecter sa durée de vie.
- Le courant maximal admissible est calculé par la canalisation en fonction de ses conditions d'installation :

$$I_0 = \frac{I_a}{f}$$
$$f = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_n$$

Chapitre V: Calcul des installations

6. Courant maximal admissible dans les canalisations I0

Influence du mode de pose « f_1 »

- Ce facteur est calculé suivant le mode de pose utilisé pour la canalisation des conducteurs.

Type d'éléments conducteurs	Mode de pose	Lettre	f_1
Conducteurs et câbles multiconducteurs	Dans des caniveaux ouverts ou ventilés	B	1
	Dans des vides de construction ou caniveaux fermés ou faux-plafonds.		0.95
	Dans des goulottes		0.9
	Dans des conduits dans des vides		0.865
	Fixés sur un mur	C	1
	Fixés à un plafond		0.95
câbles multiconducteurs	Sur chemin de câbles ou tablettes non perforées		1
	Sur chemin de câbles ou tablettes non perforées	E.F	1
	Sur des corbeaux		1
	Sur des échelles à câbles		1
Câbles mono ou multiconducteurs	Dans des conduits ou dans des conduits profilés enterrés	D	0.8
	Enterré		1

Chapitre V: Calcul des installations

6. Courant maximal admissible dans les canalisations I0

Influence de la température « f_2 »

- Ce facteur est calculé suivant la température et la matière utilisée pour la canalisation des conducteurs comme indique dans le tableau.
- Lorsque la température de l'air diffère de 30 °C, le coefficient de correction à appliquer est donné par la formule

$$f_2 = \sqrt{\frac{\theta_p - \theta_0}{\theta_p - \theta_1}}$$

Chapitre V: Calcul des installations

6. Courant maximal admissible dans les canalisations I0

Influence de la température « f_2 »

Température du sol (°C) θ_0	Canalisations enterrées $\theta_1 = 20\text{ °C}$		Canalisations non enterrées $\theta_1 = 30\text{ °C}$		
	PVC $\theta_P = 70\text{ °C}$	PR et EPR $\theta_P = 90\text{ °C}$		PVC $\theta_P = 70\text{ °C}$	PR et EPR $\theta_P = 90\text{ °C}$
10	1,10	1,07	1,29	1,22	1,15
15	1,05	1,04	1,22	1,17	1,12
20	-	-	1,15	1,12	1,08
25	0,95	0,96	1,07	1,06	1,04
30	0,89	0,93			
35	0,84	0,89	0,93	0,94	0,96
40	0,77	0,85	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,80	0,71	0,79	0,87
50	0,63	0,76	0,58	0,71	0,82
55	0,55	0,71	-	0,61	0,76
60	0,45	0,65	-	0,50	0,71
65	-	0,60	-	-	0,65
70	-	0,53	-	-	0,58
75	-	0,46	-	-	0,50
80	-	0,38	-	-	0,41

θ_P : température maximale admise par l'isolant en régime permanent, °C

6. Courant maximal admissible dans les canalisations I0

Influence de la nature du sol « f_3 »

La résistance thermique du sol dépend de la nature et de l'humidité du sol

Résistivité thermique du terrain Km/W	Facteur de correction	Observation			
		Humidité	Nature du terrain		
0,40	1,25	Pose immergée	Marécages Sable		
0,50	1,21	Terrain très humide			
0,70	1,13	Terrain humide			
0,85	1,05	Terrain dit normal			
1,00	1,00	Terrain sec			
1,20	0,94			Argile et calcaire	
1,50	0,86	Terrain sec			
2,00	0,76				
2,50	0,70				
3,00	0,65				

Chapitre V: Calcul des installations

6. Courant maximal admissible dans les canalisations I0

Influence mutuelle des circuits « f_4 »

Les câbles disposés horizontalement (jointifs) « f_{41} »



Lorsque la distance horizontale entre les câbles adjacents est supérieure à deux fois son diamètre extérieur, aucun facteur de réduction n'est nécessaire. Si non, le facteur de réduction est calculé à partir du tableau

Lettre de sélection		Nombre de câble multiconducteurs ou groupes de câble non-conducteurs											
		Jointifs											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
B,C,F		1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
C	Murs	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Pas de facteur de réduction supplémentaire		
	Plafond	1,00	0,85	0,76	0,72	0,69	0,67	0,66	0,65	0,64			
E, F	Tablettes	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
	Echelles	1,00	0,88	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			

Chapitre V: Calcul des installations

6. Courant maximal admissible dans les canalisations I0

Influence mutuelle des circuits « f_4 »

Les câbles disposés en plusieurs couches « f_{42} »

Les facteurs de correction doivent être appliqués, lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches



Nombres de couches	2	3	4 ou 5	6 à 8	9 et plus
Facteur de correction	0,80	0,73	0,70	0,68	0,66

Chapitre V: Calcul des installations

6. Courant maximal admissible dans les canalisations I0

Conducteur neutre chargé « f_n »

I_{h3}	f_n	Conducteur neutre
$I_{h3} < 15\%$	1	$S_n = S_{ph}$ (Neutre non chargé (16%))
$15\% < I_h < 33\%$ Ou N'est pas défini	0,85	$S_n = S_{ph} = S_{pho} \times \frac{1}{0,84}$
$33\% < I_{h3}$	$\frac{0.84}{1,45}$	$I_n = 1,73$ fois le courant calculé Câble multipolaires : $S_n = S_{ph} = S_{pho} \times \frac{1,45}{0,84}$ Câble unipolaires : $S_n = S_{pho} \times \frac{1,45}{0,84} ,$ $S_{ph} = S_{pho} \times \frac{1}{0,84}$

Chapitre V: Calcul des installations

7. Section d'une canalisation BT

Les sections des conducteurs de circuits doivent être déterminées en fonction de courant admissible,

- **PVC** : Polychlorure de vinyle
- **PR** : Polyéthylène réticulé ou éthylène-propylène
- **2** : Circuits monophasés ou biphasés
- **3** : Circuits triphasés

I ₀			Caoutchouc ou PVC			Butyle ou PR ou éthylène PR				
Lettre de sélection	B	PVC3	PVC2		PR3		PR2			
	C		PVC3		PVC2	PR3	PR2	PR2		
	E			PVC3		PVC2	PR3		PR2	
	F				PVC3		PVC2	PR3		PR2
Section cuivre (mm ²)	1.5	15.5	17.5	18.5	19.5	22	23	24	26	
	2.5	21	24	25	27	30	31	33	36	
	4	28	32	34	36	40	42	45	49	
	6	36	41	43	48	51	54	58	63	
	10	50	57	60	63	70	75	80	86	
	16	68	76	80	85	94	100	107	115	
	25	89	96	101	112	119	127	138	149	161
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
	50	134	144	153	168	179	192	107	225	242
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
	95	207	223	238	258	278	298	328	252	377
	120	239	259	276	299	322	346	382	410	437
	150		299	319	344	371	395	441	473	504
	185		341	364	392	424	450	506	542	575
	240		403	430	461	500	538	599	641	679
	300		464	497	530	576	621	693	741	783
	400					656	754	825		940
	500					749	868	946		1083
	630					855	1005	1008		1254
Section aluminium (mm ²)	2.5	16.5	18.5	19.5	21	23	25	26	28	
	4	22	25	26	28	31	33	35	38	
	6	28	32	33	36	39	43	45	49	
	10	39	44	46	49	54	59	62	67	
	16	53	59	61	66	73	79	84	91	
	25	70	73	78	83	90	98	101	108	121
	35	86	90	96	103	112	122	126	135	150
	50	104	110	117	125	136	149	154	164	184
	70	133	140	150	160	174	192	198	211	237
	95	161	170	183	195	211	235	241	257	289
	120	186	197	212	226	245	273	280	300	337
	150		227	245	261	283	316	324	346	389
	185		259	280	298	323	263	371	397	447
	240		305	330	352	382	430	439	470	530
	300		351	381	460	440	497	508	543	613
	400					526	600	663		740
	500					610	694	770		356
	630					711	808	899		996

Détermination de la section d'un câble non enteré

Chapitre V: Calcul des installations

7. Section d'une canalisation BT

Détermination de la section d'un câble enterré

I₀		Caoutchouc ou PVC		Butyle ou PR ou éthylène PR	
		3 Conducteurs	2 conducteurs	3 conducteurs	2 conducteurs
Section cuivre (mm²)	1.5	26	32	31	37
	2.5	34	42	41	48
	4	44	54	53	63
	6	56	67	66	80
	10	74	90	87	104
	16	96	116	113	136
	25	123	148	144	173

Chapitre V: Calcul des installations

7. Section d'une canalisation BT

Détermination de la section d'un câble enterré

	35	147	178	174	208
	50	174	211	206	247
	70	216	261	254	304
	95	256	308	301	360
	120	290	351	343	410
	150	328	397	387	463
	185	367	445	434	518
	240	424	514	501	598
	300	480	581	565	677
Section aluminium (mm ²)	10	57	68	67	80
	16	74	88	87	104
	25	94	114	111	133
	35	114	137	134	160
	20	134	161	160	188
	70	167	200	197	233
	95	197	237	234	275
	120	224	270	266	314
	150	254	304	300	359
	185	285	3434	337	398
	240	328	396	388	458
	300	371	447	440	520

Chapitre V: Calcul des installations

8. Section des conducteurs de neutre, de protection et d'équipotentialité

8.1. Section du conducteur neutre

- La norme CEI 60364 § 524.2 et § 524.3 définit les critères de choix de la section du conducteur neutre
- En régime sinusoïdal, le courant dans le conducteur neutre dépend du déséquilibre entre les charges monophasées raccordées entre phases et neutre.
- La section du conducteur neutre, déterminée en fonction du courant véhiculé, peut-être :
 - **inférieure** à la section des conducteurs de phases
 - **égale** à la section des conducteurs de phases
 - **supérieure** ou égale à la section des conducteurs de phases

Chapitre V: Calcul des installations

8. Section des conducteurs de neutre, de protection et d'équipotentialité

8.1. Section du conducteur neutre

Section du conducteur neutre inférieure à la section des conducteurs de phases... si :

- La section des conducteurs de phases doit être supérieure à 16 mm² Cuivre ou 25 mm² Aluminium ;
- La section du conducteur neutre doit être au moins égale à 16 mm² Cuivre ou 25mm² Aluminium ;
- Les charges alimentées en service normal sont supposées équilibrées, avec un taux d'harmonique de rang 3 inférieur à 15 % ;
- Le conducteur neutre doit être protégé contre les surintensités.

Chapitre V: Calcul des installations

8. Section des conducteurs de neutre, de protection et d'équipotentialité

8.1. Section du conducteur neutre

Section du conducteur neutre égale à la section des conducteurs de phases.

- C'est le cas général, en particulier dans les circuits monophasés à 2 conducteurs, ou lorsque la section des conducteurs de phases est inférieure à 16 mm² Cuivre ou 25 mm² Aluminium.
- C'est également vrai dans le cas d'alimentation des charges non linéaires et que le taux d'harmonique 3 se situe dans la fourchette de 15 à 33%

Chapitre V: Calcul des installations

8. Section des conducteurs de neutre, de protection et d'équipotentialité

8.1. Section du conducteur neutre

Section du conducteur neutre supérieure ou égale à la section des conducteurs de phases,

- dans le cas d'alimentation de charges non linéaires et que le taux d'harmonique 3 dépasse 33 %.
- L'intensité dans le conducteur neutre est alors prépondérante pour la détermination de la section des conducteurs

Chapitre V: Calcul des installations

8. Section des conducteurs de neutre, de protection et d'équipotentialité

8.2. Section du conducteur PE

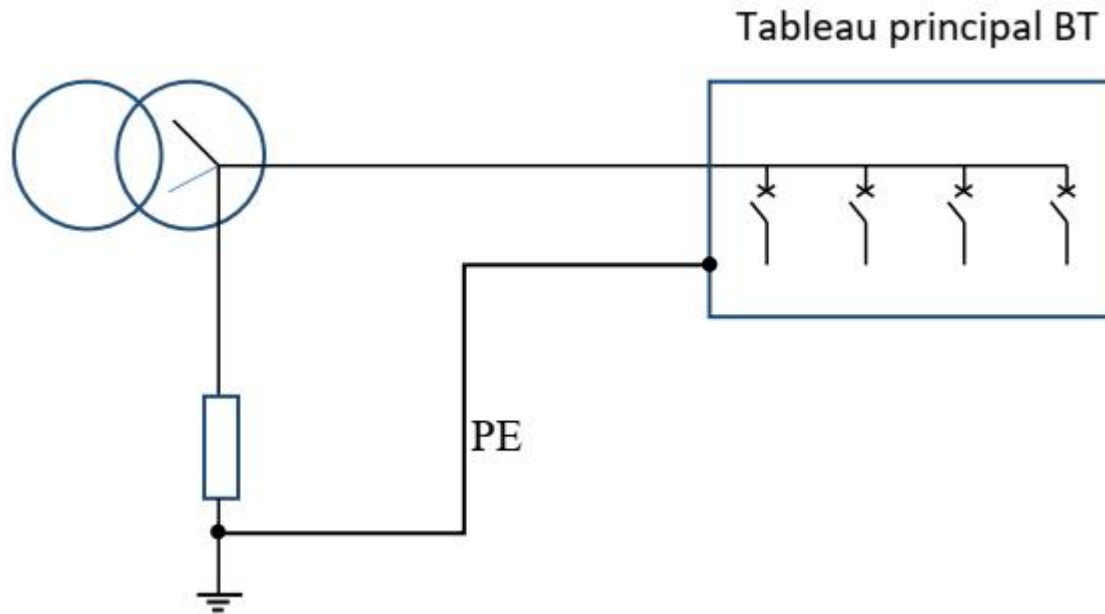
- Dans une installation basse tension, les conducteurs de protection assurent l'interconnexion des masses d'utilisation et l'écoulement à la terre des courants de défaut d'isolement.

Chapitre V: Calcul des installations

8. Section des conducteurs de neutre, de protection et d'équipotentialité

8.2. Section du conducteur PE

Section des conducteurs de protection entre transformateur HTA/BT et tableau principal BT



Chapitre V: Calcul des installations

8. Section des conducteurs de neutre, de protection et d'équipotentialité

8.2. Section du conducteur PE

Section des conducteurs de protection entre transformateur HTA/BT et tableau principal BT

Puissance du transformateur (kVA)		Nature des conducteurs		Conducteurs nus			Conducteurs isolés au PVC			Conducteurs isolés au PR		
Tension		Cuivre	t(s)	0.2 s	0.5 s	-	0.2 s	0.5 s	-	0.2 s	0.5 s	-
127/220 V	230/400 V	Aluminium		-	0.2 s	0.5 s	-	0.2 s	0.5 s	-	0.2 s	0.5 s
≤ 63	≤ 100	Section des conducteurs de protection S _{PE} (mm ²)		25	25	25	25	25	25	25	25	25
100	160			25	25	35	25	25	50	25	25	35
125	200			25	35	50	25	35	50	25	25	50
160	250			25	35	70	35	50	70	25	35	50
200	315			35	50	70	35	50	95	35	50	70
250	400			50	70	95	50	70	95	35	50	95
315	500			50	70	120	70	95	120	50	70	95
400	630			70	95	150	70	95	150	70	95	120
500	800			70	120	150	95	120	185	70	95	150
630	1000			95	120	185	95	120	185	95	120	150
800	1250			95	150	185	120	150	240	95	120	185

Chapitre V: Calcul des installations

8. Section des conducteurs de neutre, de protection et d'équipotentialité

8.2. Section du conducteur PE

Section des conducteurs de protection des masses basse tension : (PE)

Schéma de liaison de la terre	Type de circuit	Section PE
IT et TN-S	Inclus $S_{ph} \leq 16 \text{ mm}^2$ $16 \text{ mm}^2 \leq S_{ph} \leq 35 \text{ mm}^2$ $S_{ph} \geq 35 \text{ mm}^2$	$S_{PE} = S_{ph}$ $S_{PE} = 16 \text{ mm}^2$ $S_{PE} = S_{ph} / 2$
	Séparé	2.5 mm ² avec protection mécanique 4 mm ² sans protection mécanique
TN-C	Cuivre	10 mm ²
	Aluminium	16 mm ²
TT	Cuivre	25 mm ²
	Aluminium	35 mm ²

Chapitre V: Calcul des installations

8. Section des conducteurs de neutre, de protection et d'équipotentialité

8.3. Section des conducteurs d'équipotentialité

Conducteur d'équipotentialité principale

La section du conducteur d'équipotentialité principal doit être au moins égale à la moitié de la section du plus grand conducteur de protection de l'installation, avec un minimum de 6 mm². Toutefois, elle peut être limitée à 25 mm² pour le cuivre ou 35 mm² pour l'aluminium.

Conducteur d'équipotentialité supplémentaire

Les conducteurs d'équipotentialité permettent de mettre au même potentiel, ou à des potentiels voisins, des masses et des éléments conducteurs.

- Si ce conducteur relie deux masses, sa section doit être supérieure à la plus petite des sections des conducteurs de protection reliés à ces masses
- Si ce conducteur relie une masse à un élément conducteur, sa section doit être supérieure à la moitié de la section du conducteur de protection relié à cette masse

Chapitre V: Calcul des installations

8. Section des conducteurs de neutre, de protection et d'équipotentialité

8.3. Section des conducteurs d'équipotentialité

Section des conducteurs PEN

Le conducteur de protection assure également la fonction du neutre, dans le cas du schéma TN-C. Dans ce cas la section du PEN doit être au moins égale à la plus grande valeur résultant des contraintes suivantes ;

$$\bullet \text{ SPEN} \geq \left\{ \begin{array}{l} 10 \text{ mm}^2 \text{ pour le cuivre} \\ 16 \text{ mm}^2 \text{ pour l'aluminium} \end{array} \right\}$$

Chapitre V: Calcul des installations

9. Vérification de la chute de tension

- ❑ Il est donc nécessaire de limiter les chutes de tension en ligne par un dimensionnement correct des canalisations d'alimentation.
- ❑ La limite maximale de la chute de tension varie d'un pays à l'autre. Conformément à la norme **NF C 15-100 § 525**, la chute de tension entre l'origine de l'installation et tout point d'utilisation ne doit pas être supérieure aux valeurs du tableau suivant

Type d'installation	Eclairage	Autres usages
Alimentation depuis le réseau BT de distribution publique	3%	5%
Alimentation par un poste privé HTA/BT	6%	8%

Chapitre V: Calcul des installations

9. Vérification de la chute de tension

- La chute de tension sur une canalisation est calculée par la formule

$$\Delta V = b \left(\rho_1 \frac{L}{S} \cos \varphi + \lambda L \sin \varphi \right) \times I_B \quad (1)$$

- ΔV : chute de tension, en volt
- b : coefficient $\begin{cases} = 1 \text{ pour circuit triphasé} \\ = 2 \text{ pour circuit monophasé} \end{cases}$
- ρ : résistivité du conducteur en service normal, soit 1,25 fois celle à 20 °C
 $\rho_1 = 0,0225 \, \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ pour le cuivre ; $\rho_1 = 0,036 \, \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ pour l'aluminium
- L : longueur de la canalisation, en mètre
- S : section des conducteurs, en mm^2
- $\cos \varphi$: facteur de puissance ; en l'absence d'indication précise on peut prendre $\cos \varphi = 0,8$
($\sin \varphi = 0,6$)
- I_B : courant maximal d'emploi, en ampère
- λ : réactance linéique des conducteurs, en Ω/m

Chapitre V: Calcul des installations

9. Vérification de la chute de tension

Les valeurs de λ en BT sont :

$0,08 \times 10^{-3} \Omega/\text{m}$ pour les câbles tripolaires 

$0,09 \times 10^{-3} \Omega/\text{m}$ pour les câbles unipolaires serrés en nappe  ou en triangle 

$0,15 \times 10^{-3} \Omega/\text{m}$ pour les câbles unipolaires espacés $d = 8.r$ 

d : distance moyenne entre conducteur

r : rayon des âmes conductrices

On définit la chute de tension relative :

$\frac{\Delta V}{V_n}$ pour les circuits triphasés ou monophasés alimentés entre phase et neutre

$\frac{\Delta V}{U_n}$ pour les circuits monophasés alimentés entre phases (dans ce cas, ΔV représente une chute de tension entre phases)

V_n : tension simple nominale

U_n : tension composée nominale

Chapitre V: Calcul des installations

9. Vérification de la chute de tension

Circuits alimentant des moteurs

- La chute de tension est calculée en remplaçant le courant d'emploi I_B par le courant de démarrage du moteur.
- La norme NF C 15-100 préconise que la chute de tension, en tenant compte de tous les moteurs pouvant démarrer simultanément, soit inférieure à **15 %**.
- Une limitation à **10 %** est préférable

Chapitre V: Calcul des installations

10. Vérification des contraintes thermiques

- Lorsque le courant de court-circuit traverse le conducteur d'une canalisation pendant un temps très court (jusqu'à cinq secondes), l'échauffement est considéré adiabatique ; cela signifie que l'énergie stockée est conservée au niveau du métal du noyau et n'est pas transférée à l'isolant.
- Par conséquent, il est nécessaire de vérifier si la contrainte thermique du court-circuit est inférieure à la contrainte thermique admissible du conducteur

$$t_c I_{cc}^2 \leq k^2 S^2$$

t_c : temps de coupure du dispositif de protection en seconde ;

S : section des conducteurs en mm^2 ;

I_{cc} : courant de court-circuit en A

Chapitre V: Calcul des installations

10. Vérification des contraintes thermiques

La valeur de k dépend du matériau de l'âme et de la nature de l'isolant

Ame	Isolant	PVC	PR
	Cuivre	115	135
	Aluminium	74	87

Si le temps de coupure est donné, la section doit satisfaire la condition

$$S \leq \frac{I_{cc}}{k} \times \sqrt{t_c}$$