



Chapitre 15 :

S1-4-Réseaux Basse Tension.

SOMMAIRE

1-Appareils de coupure et de sectionnement	3
1-1-Interrupteur	3
1-2-Contacteur	3
1-3-Fusible	4
1-4-Sectionneur	5
1-5-Disjoncteur	5
Filiation entre disjoncteurs	6
Sélectivité des protections	7
Récapitulatif des fonctions de l'appareillage	9
TRAVAIL DEMANDE	10
2-Etude d'une installation de distribution BT	10
Schéma unifilaire de l'installation BT	11
2-1-Calcul ou détermination des courants et des calibres des protections	13
Documents ressources K36 et K37 : Détermination du calibre d'un disjoncteur	14
Documents ressources K52 à K55 : Choix des disjoncteurs	16
Document ressource K83: Circuits alimentés par des transformateurs	20
2-2-Détermination de la section des conducteurs	21
Documents ressources K38 et K39 : Détermination de la section des câbles	22
2-3-Calcul ou détermination des chutes de tension	25
2-3-1-Calculs des chutes de tension	25
2-3-2-Détermination des chutes de tension	26
2-4-Calcul des chutes de tension totale	26
Document ressource K44: Détermination des chutes de tension admissibles	28
2-5-Calcul ou détermination des courants de court-circuit	29
2-5-1-Calcul des courants de court-circuit	29
2-5-2-Détermination des courants de court-circuit	32
Document ressource K50: Détermination des courants de court-circuit	34
2-6-Choix des disjoncteurs	35
2-7-Vérification de la sélectivité	36
Documents ressources K162 à K165 : Tableaux de sélectivité	38
AUTOCORRECTION	42
2-1-Calcul ou détermination des courants et des calibres des protections	42
2-2-Détermination de la section des conducteurs	43
2-3-Calcul ou détermination des chutes de tension	43
2-4-Calcul des chutes de tension totale	44
2-5-1-Calcul des courants de court-circuit	45
2-5-2-Détermination des courants de court-circuit	48
2-6-Choix des disjoncteurs	48
2-7-Vérification de la sélectivité	49
3-Cas particuliers des intensités de court-circuit	50

Influences externes et indice de protection	51
Tableaux des influences externes	52
Dénomination des conducteurs et des câbles	54
Dénomination des conduits	56
Principaux mode de pose	57
Utilisation des conduits	58
Forme et indice de service des tableaux	59

Bibliographie :

Guide de distribution de l'installation électrique Schneider Electric édition 2003.
Catalogue Schneider distribution électrique Merlin Gerin 2002/2003.
Documentation Legrand et CGE Distribution
Norme NF C 15-100 «installations électriques à basse tension » édition 2002.

1-Appareils de coupure et de sectionnement :1-1-Interrupteur :

C'est un appareil de commande, manuelle le plus souvent, capable de couper et de fermer un circuit en service normal. Il possède 2 positions stables.

Les normes NF C 63-130 et CEI 947-3 définissent :

- La fréquence du cycle de manœuvres (maximum 600 / heures).
- L'endurance mécanique et électrique.
- Le pouvoir de coupure et de fermeture en fonctionnement normal et en fonctionnement occasionnel.
- La catégorie d'emploi des interrupteurs.

Catégorie d'emploi des interrupteurs en courant alternatif selon la CEI 947-3 :

<i>Catégorie d'emploi</i>		<i>Applications</i>	<i>cos φ</i>	<i>Pouvoir de fermeture x In</i>	<i>Pouvoir de coupure x In</i>
<i>Manœuvres fréquentes</i>	<i>Manœuvres non fréquentes</i>				
<i>AC-21-A</i>	<i>AC-21-B</i>	Charges résistives, y compris surcharges modérées	0,95	1,5	1,5
<i>AC-22-A</i>	<i>AC-22-B</i>	Charges mixtes, résistives et inductives, y compris surcharges modérées	0,65	3	3
<i>AC-23-A</i>	<i>AC-23-B</i>	Charges constituées par des moteurs ou autre charges fortement inductives	(1)	10 8 (2)	8 6 (2)

(1) en norme NF si $In \leq 17A$ $\cos \varphi = 0,65$; $In > 17A$ $\cos \varphi = 0,35$.

(2) en norme NF si $In > 17A$.

critères de choix des interrupteurs :

- Tension nominale : tension du réseau.
- Fréquence : fréquence du réseau.
- Intensité nominale : courant assigné de valeur immédiatement supérieur au courant de la charge aval.
- Toutes les fonctions spécifiques.

1-2-Contacteur :

C'est un appareil de commande monostable , capable de couper et de fermer un circuit en service normal. Il ne possède qu'une position stable : ouvert.

Les normes NF C 63-110 et CEI 947-4-1 définissent :

- La durée de fonctionnement (continu, ininterrompu, intermittent, temporaire).
- La fréquence du cycle de manœuvres (1 à 1200 cycles / heures).
- L'endurance mécanique (à vide) et électrique (en charge).
- La catégorie d'emploi des contacteurs.
- Le pouvoir de coupure et de fermeture assignés en fonction de sa catégorie d'emploi.

Catégorie d'emploi des contacteurs en courant alternatif :

Catégorie d'emploi	Si la charge est...	...le contacteur commande...	...pour une application
AC1	non inductive cos ϕ 0,8	La mise sous tension	chauffage, distribution
AC2	un moteur à bagues cos ϕ 0,65	Le démarrage La coupure moteur lancé Le freinage par contre-courant La marche par à-coups	machine à tréfiler
AC3	un moteur à cage cos ϕ 0,45 pour $I \leq 100A$ cos ϕ 0,35 pour $I > 100A$	Le démarrage La coupure moteur lancé	compresseur, ascenseurs, pompes, mélangeurs, escaliers roulants, ventilateurs, convoyeurs, climatiseurs
AC4	un moteur à cage cos ϕ 0,45 pour $I \leq 100A$ cos ϕ 0,35 pour $I > 100A$	Le démarrage La coupure moteur lancé Le freinage par contre-courant La marche par à-coups L'inversion de sens de marche	machines d'imprimerie, tréfileuses

critères de choix des contacteurs :

- Tension nominale : tension du réseau.
- Tension du circuit commande
- Fréquence : fréquence du réseau.
- Intensité nominale : courant assigné de valeur immédiatement supérieur au courant de la charge aval.
- Toutes les fonctions spécifiques.

1-3-Fusible :

c'est un appareil de protection dont la fonction est d'ouvrir un circuit, par fusion d'élément fusible, lorsque le courant dépasse la valeur donnée pendant un temps déterminé. Ils existent avec ou sans voyant mécanique de fusion.

les fusible gI ou gG protègent les installations contre les courts-circuits et les surcharges.

Courants assignés et conventionnels des fusibles gI :

Courant assigné en A	Courant conventionnel de non fusion Inf en A	Courant conventionnel de fusion I2 en A
$I_n \leq 4A$	1,5 x I_n	2,1 x I_n
$4 < I_n \leq 10A$	1,5 x I_n	1,9 x I_n
$10 < I_n \leq 25A$	1,4 x I_n	1,75 x I_n
$I_n > 25A$	1,3 x I_n	1,6 x I_n

Le courant conventionnel de fusion correspond à un temps de fusion de 1h.

Ceci explique pourquoi les fusibles ne sont pas adaptés pour protéger les faibles surcharges et il sera nécessaire de choisir une section de conducteurs supérieure au courant d'emploi afin d'éviter la détérioration du câble suite à une surcharge de longue durée inférieure aux caractéristiques du fusible.

les fusibles aM protègent les installations seulement contre les courts-circuits.

Ils s'utilisent en association avec des dispositifs de protection contre les surcharges.

critères de choix des fusibles:

- Tension nominale : tension du réseau.
- Intensité nominale : courant assigné de valeur immédiatement supérieur au courant de la charge aval.
- Pouvoir de coupure du fusible
- Types de fusible (domestiques, gG ou gI, aM).

1-4-Sectionneur :

c'est un appareil de connexion à commande manuelle et à 2 positions stables qui assure la fonction de sectionnement. Il ne possède ni pouvoir de fermeture ni pouvoir de coupure.

Son but est de séparer et isoler un circuit ou un appareil du reste de l'installation électrique afin de garantir la sécurité des personnes ayant à intervenir sur l'installation pour entretien ou réparation.

Pour remplir la fonction de sectionnement :

- La coupure doit être omnipolaire, c'est à dire que tous les conducteurs actifs doivent être coupés - neutre compris (sauf le PEN).
- Il doit être verrouillable et cadenassable en position « ouvert ».

critères de choix des sectionneurs :

- Tension nominale : tension du réseau.
- Fréquence : fréquence du réseau.
- Intensité nominale : courant assigné de valeur immédiatement supérieur au courant de la charge aval.
- Toutes les fonctions spécifiques.

1-5-Disjoncteur :

c'est un appareil de protection dont la fonction est d'ouvrir un circuit, lorsque le courant dépasse la valeur donnée pendant un temps déterminé.

Il existe plusieurs types de disjoncteurs :

	<i>Type de déclencheur</i>	<i>Protection contre les surcharges</i>	<i>Protection contre les courts-circuits</i>		
Disjoncteurs domestiques NF 61-410	Magnéto-Thermique	Fixe : $I_r = I_n$	Seuil bas Type B $3 I_n \leq I_m < 5 I_n$	Seuil standard Type C $5 I_n \leq I_m < 10 I_n$	Seuil haut Type D $10 I_n \leq I_m < 20 I_n$
Disjoncteurs industriels modulaires	Magnéto-Thermique	Fixe : $I_r = I_n$	Seuil bas Type B ou Z $3,2 I_n \leq I_m < 4,8 I_n$	Seuil standard Type C $7 I_n \leq I_m < 10 I_n$	Seuil haut Type D ou K $10 I_n \leq I_m < 14 I_n$
Disjoncteurs industriels CEI 947-2	Magnéto-Thermique	Fixe : $I_r = I_n$	Fixe : $I_m = 8 \text{ à } 12 \times I_n$		
		Réglable : $0,8 I_n \leq I_r < I_n$	Réglable : Seuil bas : 2 à 5 I_n Seuil standard : 5 à 10 I_n		
	Electronique (*)	Long Retard (LR) réglable : $0,4 I_n \leq I_r < I_n$	Court Retard (CR : Isd) réglable : $1,5 I_r \leq I_m < 10 I_r$ instantané (I ou Ii) fixe : $I = 12 \text{ à } 15 I_n$		

La gamme s'étend de plus en plus et permet, en plus des fonction du disjoncteur, de communiquer par bus, de signaler à distance, de contrôler le charge, de mesurer les paramètres pertinents de l'énergie distribuée .

Le disjoncteur magnétothermique (ou électronique) protège les installations contre les courts-circuits et les surcharges.

Le magnétique (ou court retard) protège l'installation contre les courts-circuits.

Le thermique (ou long retard) protège l'installation contre les surcharges.

Caractéristiques fondamentales d'un disjoncteur :

Les caractéristiques fondamentales d'un disjoncteur sont :

- Tension assignée d'emploi U_e .
- Courant assigné ou nominal I_n .
- Courant de réglage (I_{rth} ou I_r) des déclencheurs de surcharge.
- Courant de fonctionnement (I_m ou I_{sd}) des déclencheurs de court-circuit.
- Pouvoir de coupure (I_{cu} ou I_{cn}).

critères de choix des disjoncteurs :

un exemple concret en fin de chapitre vous permettra de choisir des disjoncteurs mais d'autres critères sont à prendre en compte tels que :

- Caractéristiques électriques de l'installation sur laquelle il est installé.
- Environnement dans lequel il se trouve (température, installation en armoire, conditions climatiques).
- Impératifs d'exploitation (sélectivité, auxiliaires, accessoires).
- Règles d'installation en particulier pour la protection des personnes.
- Caractéristiques des récepteurs.

Filiation entre disjoncteurs :

C'est l'utilisation du pouvoir de limitation des disjoncteurs Compact, lequel permet d'installer en aval des disjoncteurs moins performants. Ils jouent un rôle de barrière pour les forts courants de court-circuit. Ils permettent ainsi l'installation en aval de disjoncteurs ayant un pouvoir de coupure très inférieur au courant de court-circuit présumé.

Seuls les essais en laboratoire permettent de s'assurer des conditions d'applications demandées par la NF C 15-100 et les associations possibles doivent être données par les constructeurs (pages K212 à 219 du catalogue 2002 2003 distribution électrique Merlin Gerin).

Avantages de la filiation :

- Simplification des calculs de courant de court-circuit en aval , ces courants étant fortement limités.
- Simplification du choix des appareils.
- Economie sur ces appareils puisque la limitation des courants de court-circuit permet d'utiliser des appareils moins performants donc moins chers.
- Economie sur les enveloppes, puisque les appareils moins performants sont en général moins encombrants.

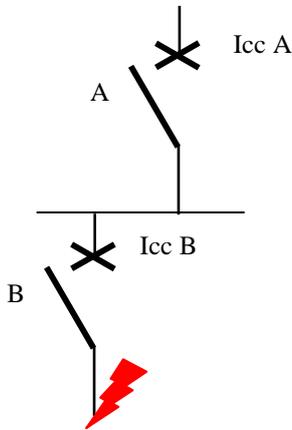
Exemple tiré de la page K216 en 400 / 415 V :



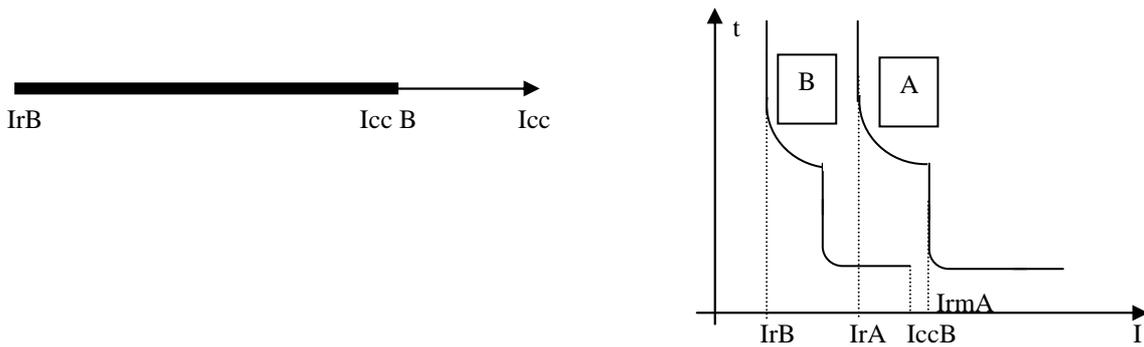
<i>Disjoncteur placé seul</i>	<i>Pouvoir de coupure du disjoncteur placé seul</i>	<i>Disjoncteur placé en aval d'un....</i>	<i>Pouvoir de coupure renforcé par filiation</i>
C60N	6 à 10 kA	...NS 100N	25 kA
C60H	10 à 15 kA	...NS 100H	40 kA
NS 100N	25 kA (K55)	...NS 160L	150 kA
NS 100H	70 kA (K55)	...NS 160L	150 kA
NS 160N	36 kA (K55)	...NS250H	70 kA

Sélectivité des protections :

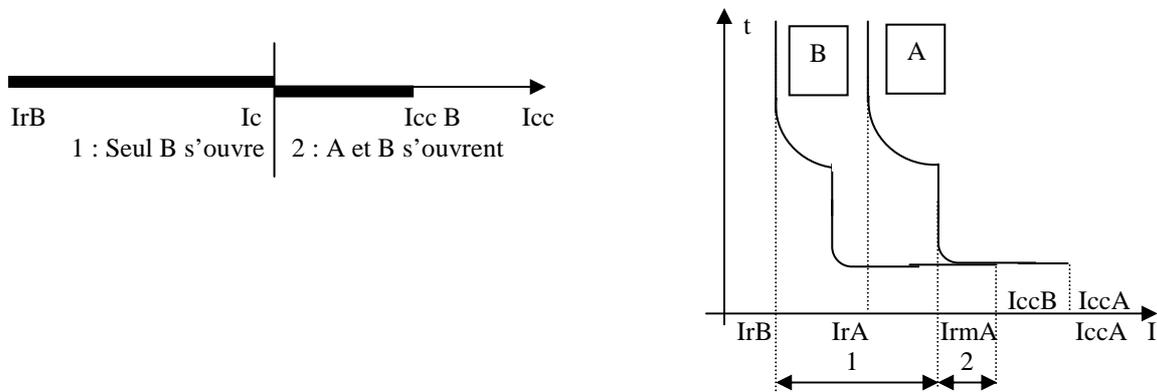
Il y a sélectivité des protections si un défaut, survenant en un point quelconque du réseau, est éliminé par l'appareil de protection placé immédiatement en amont du défaut et lui seul.



La sélectivité, entre 2 disjoncteurs A et B, **est totale** si B fonctionne pour toute valeur de court-circuit jusqu'au courant de court-circuit franc triphasé au point où il est placé ($I_{cc B}$).



La sélectivité est partielle si B fonctionne seul jusqu'à un courant de court-circuit présumé I_{cc} inférieur à $I_{cc B}$. Au delà de cette valeur A et B fonctionnent simultanément.

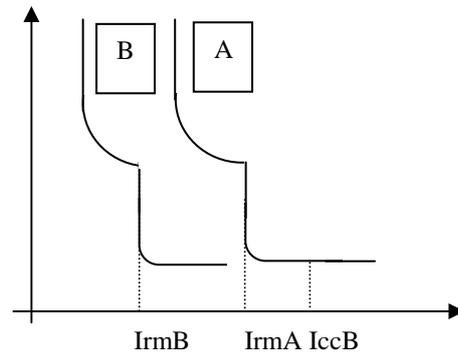


Sélectivité ampèremétrique :

Elle repose sur le décalage en intensité des courbes de protection.

Elle est totale si le courant de court-circuit en aval de B I_{ccB} est inférieur au seuil de déclenchement magnétique I_{rmA} .
Sinon elle est partielle.

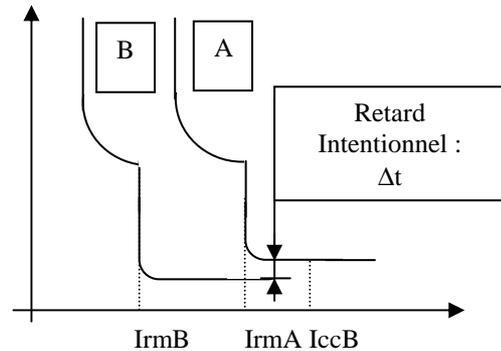
La sélectivité ampèremétrique est d'autant plus étendue que le calibre des disjoncteurs amont et aval sont différents. Réalisée avec des disjoncteurs rapides, elle est souvent partielle et son niveau est seulement I_{rmA} . On appelle ce point I_{rmA} le seuil de sélectivité.



Sélectivité chronométrique :

Elle repose sur le décalage temporel des courbes de déclenchement et se détermine graphiquement.

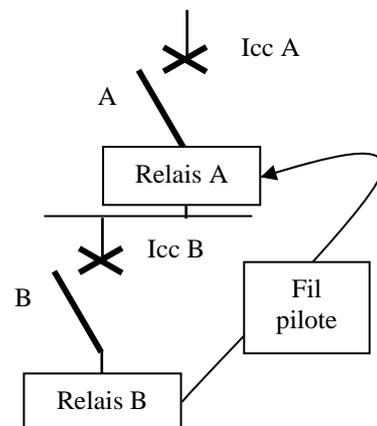
Le disjoncteur amont A dispose d'un retard intentionnel. Le déclenchement de l'appareil amont est légèrement temporisé jusqu'au déclenchement réflexe. De ce fait, le disjoncteur aval étant d'un calibre inférieur (taille ampèremétrique) sera beaucoup plus rapide. Il coupera dans un temps inférieur à la temporisation du disjoncteur amont.



Sélectivité logique :

Ce mode de sélectivité, réalisable avec les disjoncteurs équipés de déclencheurs électroniques conçus à cette fin est mise en œuvre à l'aide d'un fil pilote reliant tous les dispositifs de protection en cascade dans une installation.

Entre 2 étages A et B, le relais du disjoncteur A est normalement instantané sauf si le relais du disjoncteur B lui envoie, en cas de défaut en aval de B, un ordre de verrouillage signifiant que, lui aussi, a détecté le défaut et qu'il s'apprête à l'éliminer. le relais amont passe alors en position temporisée (ceci constitue une sécurité au cas où le disjoncteur aval ne pourrait pas éliminer le défaut).



Récapitulatif des fonctions réalisés par l'appareillage :

	<i>Sectionnement</i>	<i>Commande</i>	<i>Protection électrique</i>		
			<i>Surcharge</i>	<i>Court-circuit</i>	<i>Différentielle</i>
<i>Interrupteur</i>					
<i>Contacteur</i>					
<i>Fusibles gG ou gI</i>					
<i>Fusibles aM</i>					
<i>Sectionneur</i>					
<i>Disjoncteur</i>	Selon modèle				
<i>Interrupteur différentiel (*)</i>					
<i>Disjoncteur différentiel</i>	Selon modèle				

(*) pour le principe, la constitution, le choix et la sélectivité des dispositifs différentiels : consulter le chapitre 2 (Schémas de liaison à la terre en BTA).

2-Etude d'une installation de distribution BT :

Nous allons, à travers l'exemple d'une installation de distribution BT, déterminer les sections des conducteurs et choisir les disjoncteurs de protections.

Pour cela nous devons :

- Déterminer le calibre In des déclencheurs des disjoncteurs.
- Déterminer les sections des conducteurs.
- Vérifier si les chutes de tension sont correctes.
- Déterminer les courants de court-circuit.
- Choisir les disjoncteurs de protection.

Puis éventuellement :

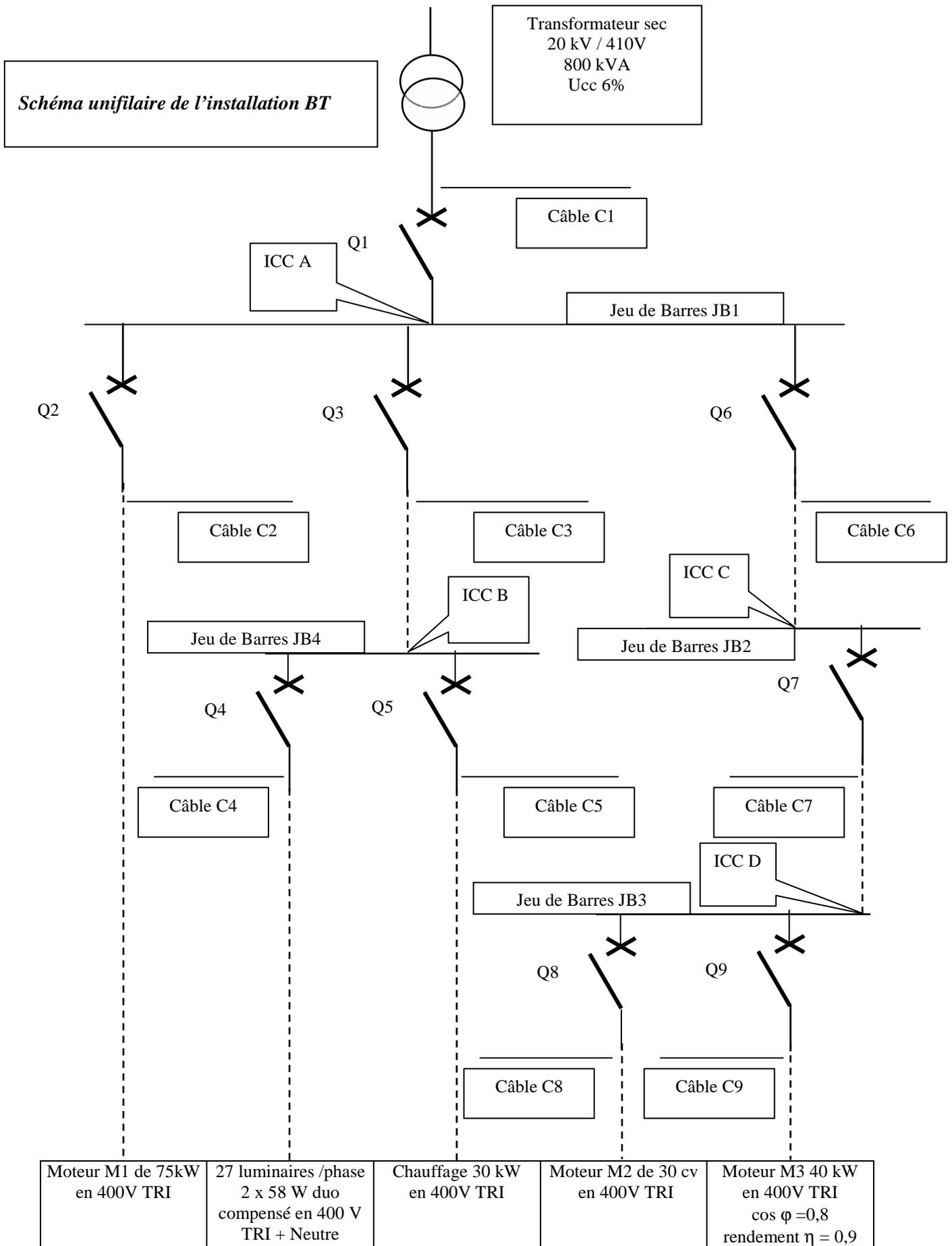
- Vérifier la sélectivité des dispositifs de protection.
- Utiliser la technique de filiation.
- Vérifier la protection des personnes (en régime TN et IT) (voir chapitre 2).

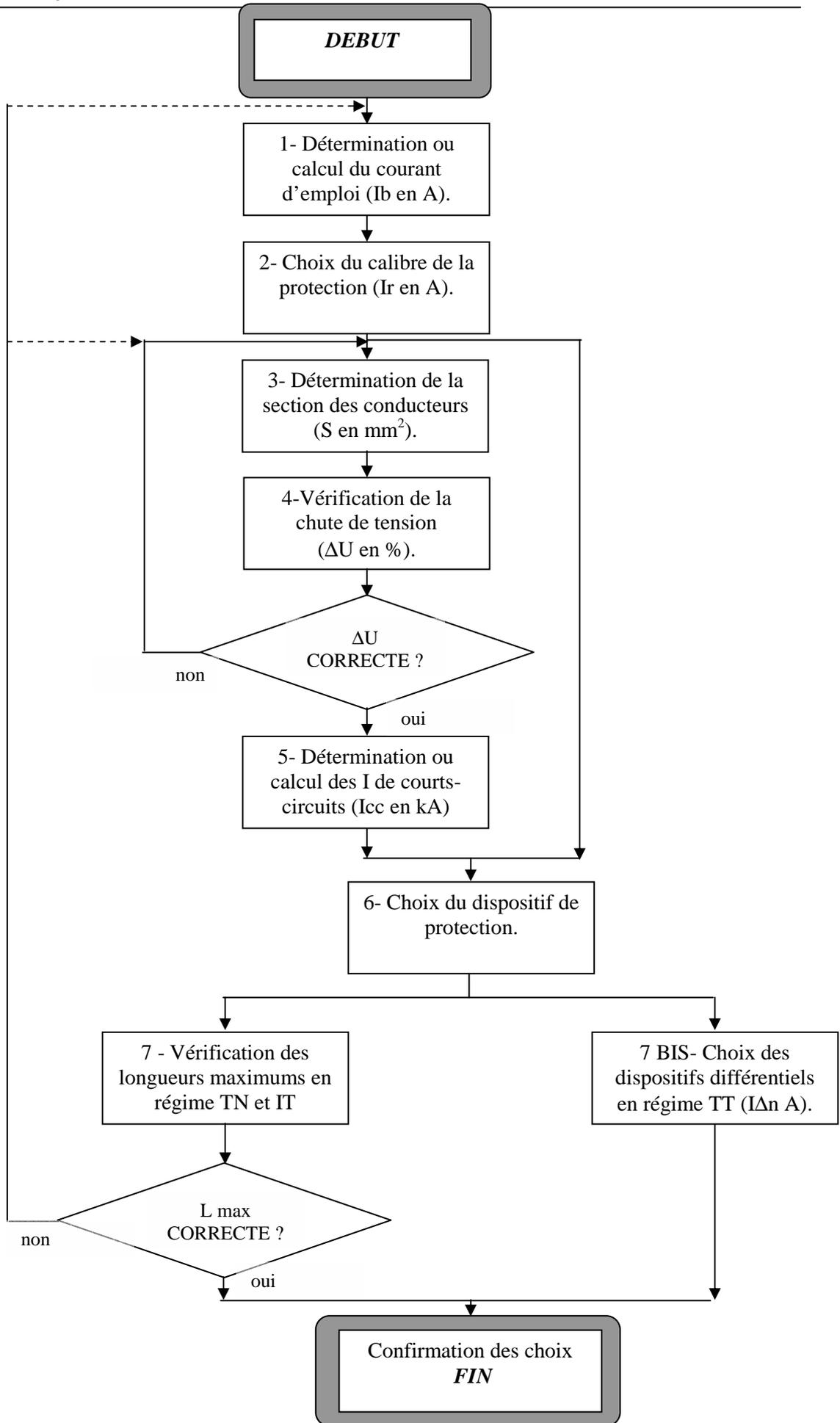
Compte tenu du risque d'erreurs en cascade (1 erreur à la première question conduit à 1 exercice tout faux) les résultats seront donnés à chaque étape.

Données de l'installation :

<i>Câbles :</i>	<i>Mode de pose :</i>	<i>Nature de l'isolant :</i>	<i>Température :</i>
<i>C1</i>	5 m de câble monoconducteur, seul, fixé en apparent et espacés entre chaque phase.	PR	30°C
<i>C2</i>	90 m de câble monoconducteur posé, avec 3 autres circuits, sur chemin de câbles perforés ou tablettes perforées.	PVC	35°C
<i>C3</i>	75 m de câble monoconducteur posé, seul, sur chemin de câbles perforés ou tablettes perforées.	PVC	25°C
<i>C4</i>	80 m de câble multiconducteur posé, avec 2 autres circuits, sur chemin de câbles perforés ou tablettes perforées.	PVC	25°C
<i>C5</i>	80 m de câble multiconducteur posé, avec 2 autres circuits, sur chemin de câbles perforés ou tablettes perforées.	PVC	25°C
<i>C6</i>	60 m de câble monoconducteur posé, seul, sur chemin de câbles perforés ou tablettes perforées (pose jointive des phases)	PVC	25°C
<i>C7</i>	50 m de câble multiconducteur posé, seul, en apparent.	PR	40°C
<i>C8</i>	40 m de câble multiconducteur posé, seul, en faux plafond.	PR	40°C
<i>C9</i>	45 m de câble multiconducteur posé, seul, en faux plafond.	PR	40°C

- Tous les conducteurs sont en cuivre.
- Le facteur de puissance global de l'installation est de 0,85 ($\cos \varphi = 0,85$).
- Le taux d'harmoniques sera considéré inférieur à 15% ($TH < 15\%$).
- A l'entrée des jeux de barres JB2, JB3 et JB4 on doit placer des interrupteurs (non représentés pour faciliter la lisibilité du schéma).
- Rappel pour les disjoncteurs à déclencheurs électroniques le court retard est l'équivalent du magnétique (protection contre les courts-circuits) et le long retard est l'équivalent du thermique (protection contre les surcharges).





Travail personnel



2-1-Déterminer ou calculer les courants d'emploi de chaque départ et déterminer le calibre des déclencheurs des disjoncteurs :

Ressources K36 et K37 pour le courant d'emploi.
Ressources K52 à K55 pour les thermiques des disjoncteurs.
Ressources courant d'emploi du transformateur K 83.

Rappels de quelques formules :

Courant continu : $I(A) = P(W) / U(V)$

Courant alternatif monophasé : $I(A) = P(W) / U(V) \times \cos \varphi$ ou $I(A) = S(VA) / U(V)$

Courant alternatif triphasé : $I(A) = P(W) / U(V) \times \cos \varphi \times \sqrt{3}$ ou $I(A) = S(VA) / U(V) \times \sqrt{3}$

Moteurs asynchrones triphasés : $I(A) = P(W) / U(V) \times \cos \varphi \times \sqrt{3} \times \eta$

On sait que : $\eta = P_u / P_a$

$P_a = U \times I \times \cos \varphi \times \sqrt{3}$

D'où $P_u = U \times I \times \cos \varphi \times \sqrt{3} \times \eta$

Avec P_u puissance utile notée sur la plaque signalétique.

Exemple :

- Pour trouver le courant d'emploi du moteur M1 de 75 kW en 400V TRI, on utilise le tableau « moteurs asynchrones » à la page K37 . On cherche puissance nominale : 75 kW et on lit l'intensité absorbée en 400V égale à 140A.
- On cherche ensuite, à la page K55, un courant assigné supérieur ou égal au courant d'emploi. On choisit donc un NS 160 dont le courant assigné est de 160A (160A > 140A).

<i>Disjoncteurs :</i>	<i>Informations sur le départ considéré :</i>	<i>Courant d'emploi I_B en A :</i>	<i>Calibre du disjoncteur :</i>
Q1	Protection du transformateur 800kVA 410V	Tableau ou calcul :	NS 1250 1250A
Q2	Moteur M1 de 75kW en 400V TRI	Tableau : 140A	NS 160 160A
Q3		125A	
Q4	27 luminaires par phase 2 x 58W duo compensé en 400V TRI + N		
Q5	Chauffage : 30kW en 400V TRI	Calcul:	
Q6		260A	
Q7		150A	
Q8	Moteur M2 de 30cv en 400V TRI	Tableau :	
Q9	Moteur M3 de 40 kW en 400V TRI cos $\varphi = 0,8$ et rendement $\eta = 0,9$	Calcul :	

K36 Etude d'une installation
Protection des circuits

Détermination du calibre d'un disjoncteur

Le calibre du disjoncteur est normalement choisi en fonction de la section des canalisations qu'il protège. Ces canalisations sont définies à partir du courant d'emploi des récepteurs. Ce courant d'emploi est :

- soit fourni directement par le constructeur
- soit calculé simplement à partir de la puissance nominale et de la tension d'utilisation. A partir de ce courant d'emploi, on détermine la canalisation et le calibre du disjoncteur qui la protège.

Souvent celui-ci peut être choisi immédiatement supérieur au courant d'emploi dans la liste des calibres existants.

Les tableaux suivants permettent de déterminer le calibre du disjoncteur à choisir dans certains cas particuliers.

Lampes à incandescence et appareils de chauffage

Pour chaque type de tension d'alimentation le courant d'emploi Ib est indiqué, ainsi que le calibre à choisir :

- Ib = P/U en monophasé
- Ib = P/U √3 en triphasé.

puiss. (kW)	230 V		230 V		400 V	
	lb (A)	cal (A)	lb (A)	tri cal (A)	lb (A)	tri cal (A)
1	4,35	6	2,51	3	1,44	2
1,5	6,52	10	3,77	6	2,17	3
2	8,70	10	5,02	10	2,89	6
2,5	10,9	15	6,28	10	3,61	6
3	13	15	7,53	10	4,33	6
3,5	15,2	20 ⁽¹⁾	8,72	10	5,05	10
4	17,4	20	10	16	5,77	10
4,5	19,6	25	11,3	16	6,5	10
5	21,7	25	12,6	16	7,22	10
6	26,1	32	15,1	20 ⁽¹⁾	8,66	10
7	30,4	32	17,6	20	10,1	16
8	34,8	38	20,1	25	11,5	16
9	39,1	50	22,6	25	11,5	16
10	43,5	50	25,1	32	14,4	20 ⁽¹⁾

(1) Puissance maximale à ne pas dépasser pour des appareils télécommandés (Réflex - contacteur, etc.) pour utilisation en éclairage incandescent.

Lampes à décharge à haute pression

Ce tableau est valable pour les tensions 230 V et 400 V, avec ballast compensé ou non compensé.

P indique la puissance maximale à ne pas dépasser par départ.

lampes à vapeur de mercure + substance fluorescente	cal.
P ≤ 700 W	6 A
P ≤ 1 000 W	10 A
P ≤ 2 000 W	16 A
lampes à vapeur de mercure + halogénures métalliques	cal.
P ≤ 375 W	6 A
P ≤ 1 000 W	10 A
P ≤ 2 000 W	15 A
lampes à vapeur de sodium haute pression	cal.
P ≤ 400 W	6 A
P ≤ 1 000 W	10 A

Eclairage fluorescent

En fonction de l'alimentation, du nombre et des types de luminaires, le tableau ci-dessous donne le calibre du disjoncteur avec, comme hypothèses de calcul :

- installation en coffret avec une température ambiante de 25 °C
- puissance du ballast : 25 % de la puissance du tube
- facteur de puissance : 0,86 pour montage compensé.

Exemple :

Installation de 63 tubes fluos mono compensés (36 W) (sur une ligne triphasée + neutre 400/230 V).

Le tableau 3 donne pour 21 luminaires par phase, un calibre 6 A.

Distribution monophasée : 230 V

Distribution triphasée + N : 400 V entre phases (montage étoile)

types de luminaires	puiss. tubes (W)	nombre de luminaires par phase													
		18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57
mono	18	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98
compensé	36	3	7	10	14	17	21	25	28	32	36	40	44	48	52
duo	2 x 18	2	4	6	8	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37
compensé	2 x 36	1	3	5	7	9	11	14	17	20	23	26	29	32	35
cal. du disj.	2 x 58	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
cal. du disj. tri	bi ou tétra	1	2	3	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100

Distribution triphasée : 230 V entre phases

types de luminaires	puiss. du tube (W)	nombre de luminaires par phase													
		18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57
mono	18	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56
compensé	36	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
duo	2 x 18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
compensé	2 x 36	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
cal. du disj. tri	2 x 58	0	1	1	3	6	10	12	15	20	25	31	39	50	63
cal. du disj. tri		1	2	3	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100

Nota : ces tableaux ne sont pas utilisables pour le TC16. Nous consulter.

Les services

Logiciels de conception des installations basse tension

Moteurs asynchrones

En fonction de la puissance du moteur, le tableau ci-dessous donne la valeur de l'intensité absorbée :

$$I_{abs} = \frac{P_n}{\sqrt{3} U \eta \cos \phi}$$

P_n : puissance nominale en W,

η : rendement

distribution triphasée (230 ou 400 V)

puissance nominale (kW)	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	
puissance nominale (CV)	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5,5	7,5	10	15	20	25	30	
intensité absorbée (A)	230 V	2	2,8	5	6,5	9	15	20	28	39	52	64	75		
	400 V	1,2	1,6	2	2,8	5,3	7	9	12	16	23	30	37	43	
puissance nominale (kW)		25	30	37	45	55	75	90	110	132	147	160	200	220	250
puissance nominale (CV)		35	40	50	60	75	100	125	150	180	200	220	270	300	340
intensité absorbée (A)	230 V	85	100			180		360		427					
	400 V	59	72	85	105	140	170	210	250		300	380	420	480	

Nota : la protection du câble contre les surcharges est assurée par un relais thermique séparé. L'association disjoncteur-contacteur-relais thermique est développée dans les pages intitulées "protection des départs moteurs" (voir page K115).

K52 Etude d'une installation
Protection des circuits

Choix des disjoncteurs Multi 9

type de disjoncteur		TC16	TC16P	DT40		DT40N	
courant assigné In (A)		16 à 30 °C	16 à 30 °C	40 à 30 °C	40 à 30 °C	40 à 30 °C	40 à 30 °C
tension assignée	CA 50/60 Hz	240	240	240	400	240	400
d'emploi Ue (V)	CC						
tension d'isolement Ui (V)		500	500	300	440	300	440
tension assignée	(kV) Uimp	6	6	4	4	4	4
de tenue aux chocs							
nombre de pôles		1, 1+N	1, 1+N	1+N	3, 3+N	1+N	3, 3+N
pouvoir de coupure CA							
NF/EN 60898 (A eff.)	Icn ⁽³⁾	230 V	3000 ⁽⁴⁾	3000 ⁽⁴⁾	4500	4500	6000
		400 V			4500	4500	6000
	Ics	230/400 V			4500	4500	6000
NF/EN 60947.2 (kA eff.)	Icu ⁽⁵⁾	130 V					
(C 63-120)		240 V	4,5 ⁽⁶⁾	4,5 ⁽⁶⁾	6	6	10
		415 V			6	6	10
		440 V					
	Ics			75% de Icu	75% de Icu		
pouvoir de coupure CC (kA)⁽⁶⁾							
NF/EN 60947.2	Icu	60 V					
(C 63-120)		125 V					
		125 V					
		250 V					
	Ics						
bloc déclencheur	non interchangeable	■	■	■	■	■	■
déclencheur	réglable						
magno-thermique	non réglable	■	■	■	■	■	■
	thermique Ir (A)	"C"	"C"	"B"	"C"	"D"	"C"
				1			1
				2			2
				3			3
				4			4
		6	6	6	6	6	6
		10	10	10	10	10	10
		16	16	16	16	16	16
				20	20	20	20
				25	25	25	25
				32	32	32	32
				40	40	40	40
	magnétique						
	Im	courbe B ⁽⁸⁾		■			
		courbe C ⁽⁹⁾	■		■		■
		courbe B ⁽¹⁰⁾					
		courbe C ⁽¹¹⁾					
		courbe D ⁽¹²⁾				■	■
		courbe Z ⁽¹³⁾					
		courbe K ⁽¹⁴⁾					
magétiques seuls type MA		pour les applications correspondantes, voir page K95					
version fixe prise avant		■	■	■	■	■	■
bloc Vigi adaptable				(15)	(15)		
télécommande		■ ⁽¹⁶⁾	■ ⁽¹⁷⁾				■ ⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾

(1) Version disjoncteur phase + neutre "tarif bleu" = Déclit
 (2) A 40 °C en courbe D.
 (3) In et Icu sont deux appellations différentes, en fonction des normes, pour une même performance.
 (4) Suivant NF C 61-410.
 (5) Suivant NF C 63-120.
 (6) Le nombre de pôles devant participer à la coupure est indiqué entre parenthèses.
 (7) P de C sur 1 pôle.
 (8) Déclenchement entre 3 et 5 In (selon EN 60898 et NF C 61-410).
 (9) Déclenchement entre 5 et 10 In (selon EN 60898 et NF C 61-410).
 (10) Déclenchement entre 3,2 et 4,8 In (selon CEI 947.2).
 (11) Déclenchement entre 7 et 10 In (selon CEI 947.2).
 (12) Déclenchement entre 10 et 14 In (selon CEI 947.2).
 (13) Déclenchement entre 2,4 et 3,6 In (selon CEI 947.2).
 (14) Déclenchement entre 10 et 14 In (selon CEI 947.2).
 (15) Version différentielle monobloc 30 mA, 300 mA (6 à 40 A)
 P de C DT40 Vigi = P de C DT40
 (16) Commande par ordre maintenu.
 (17) Commande par ordre impulsionnel.
 (18) Pas de bloc Vigi adaptables sur C120L bi - 80A

K54 Etude d'une installation
Protection des circuits

Choix des disjoncteurs Compact NS80 à 630

type de disjoncteur		NS80	NS125E	NSA160		
nombre de pôles		3	3, 4	3, 4		
caractéristiques électriques selon IEC 60947-2 et EN 60947-2						
courant assigné (A)	In 40 °C	80	125	160		
tension assignée d'isolement (V)	Ui	750	750	500		
tension ass. de tenue aux chocs (kV)	Uimp	8	8	8		
tension assignée d'emploi (V)	Ue CA 50/60 Hz	690	500	500		
		CC		250		
pouvoir de coupure ultime (kA eff)	Icu CA 50/60 Hz	H 220/240 V	100	25	50	
		380/415 V	70	16	30	
		440 V	65	10	15	
		500 V	25	6		
		525 V	25			
		660/690 V	6			
		CC 250 V (1 pôle)				
		500 V (2 pôles série)				
		Ics (% Icu)		100 %	50 %	50 %
		aptitude au sectionnement		■	■	■
catégorie d'emploi		A	A	A		
endurance (cycles F-O)	mécanique	20000	10000	10000		
		électrique	440 V - In/2	10000	6000	5000
			440 V - In	7000	6000	5000
caractéristiques électriques selon Nema AB1						
pouvoir de coupure (kA)	240 V	100	5			
	480 V	65	5			
	600 V	10				
protection (voir pages suivantes)						
protection contre les surintensités (A)	Ir	déclencheur interchangeable courant de réglage mini / maxi				
protection différentielle		dispositif additionnel Vigi	■	■		
déclencheur électronique						
STR22SE						
	long retard	lr				
	court retard	lm				
	temporisation					
	seuil instantané					
STR23SE						
	long retard	lr				
	court retard	lm				
	temporisation					
	seuil instantané					
STR23SV						
	long retard	lr				
	court retard	lm				
	temporisation					
	seuil instantané					
STR53UE						
	long retard	lr				
	court retard	lm				
	temporisation					
	seuil instantané					
STR53SV						
	long retard	lr				
	court retard	lm				
	temporisation					
	seuil instantané					
STR22ME (protection moteur)						
	long retard	lr				
	court retard	lm				
	manque de phase					
	seuil instantané					
STR43ME (protection moteur)						
	long retard	lr				
	court retard	lm				
	manque de phase					
	seuil instantané					

K55
7c

NS100			NS160			NS250			NS400			NS630						
2, 3, 4			2, 3, 4			2, 3, 4			3, 4			3, 4						
100			160			250			150/250			400			630			
750			750			750			750			750			750			
8			8			8			8			8			8			
690			690			690			690			690			690			
500			500			500			500			500			500			
N	H	L	N	H	L	N	H	L	N	H	L	N	H	L	N	H	L	
85	100	150	85	100	150	85	100	150	85	100	150	85	100	150	85	100	150	
25	70	150	36	70	150	36	70	150	36	70	150	45	70	150	45	70	150	
25	65	130	35	65	130	35	65	130	35	65	130	42	65	130	42	65	130	
18	50	100	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	100	30	50	70	
18	35	100	22	35	50	22	35	50	22	35	100	22	35	100	22	35	50	
8	10	75	8	10	20	8	10	20	8	10	75	10	20	75	10	20	35	
50	85	100	50	85	100	50	85	100	50	85	100	50	85	100	50	85	100	
50	85	100	50	85	100	50	85	100	50	85	100	50	85	100	50	85	100	
100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
50000			40000			20000			15000			15000						
50000			40000			20000			12000			8000						
30000			20000			10000			6000			4000						
85	100	200	85	100	200	85	100	200	200	85	100	200	85	100	200	85	100	200
25	65	130	35	65	130	35	65	130	130	42	65	130	42	65	130	42	65	130
10	35	50	20	35	50	20	35	50	50	20	35	50	20	35	50	20	35	50
■	13 / 100		■	13 / 160		■	13 / 250		■	100 / 250		■	160 / 400		■	250 / 630		
■	0,4 à 1n		■	0,4 à 1n		■	0,4 à 1n		■			■			■			
■	2 à 10 lr		■	2 à 10 lr		■	2 à 10 lr		■			■			■			
■	sans		■	sans		■	sans		■			■			■			
■	12 ln		■	12 ln		■	12 ln		■			■			■			
■			■			■			■	0,4 à 1n		■	0,4 à 1n		■			
■			■			■			■	2 à 10 lr		■	2 à 10 lr		■			
■			■			■			■	sans		■	sans		■			
■			■			■			■	11 ln		■	11 ln		■			
■			■			■			■	0,4 à 1n		■	0,4 à 1n		■			
■			■			■			■	2 à 10 lr		■	2 à 10 lr		■			
■			■			■			■	fixe		■	fixe		■			
■			■			■			■	11 ln		■	11 ln		■			
■			■			■			■	0,4 à 1n		■	0,4 à 1n		■			
■			■			■			■	1,5 à 10 lr		■	1,5 à 10 lr		■			
■			■			■			■	8 crans		■	8 crans		■			
■			■			■			■	1,5 à 11 ln		■	1,5 à 11 ln		■			
■			■			■			■	0,4 à 1n		■	0,4 à 1n		■			
■			■			■			■	1,5 à 10 lr		■	1,5 à 10 lr		■			
■			■			■			■	8 crans		■	8 crans		■			
■			■			■			■	1,5 à 11 ln		■	1,5 à 11 ln		■			
■	0,6 à 1ln réglable (10 crans)		■	0,6 à 1ln réglable (10 crans)		■	0,6 à 1ln réglable (10 crans)		■			■			■			
■	13 lr		■	13 lr		■	13 lr		■			■			■			
■			■			■			■			■			■			
■	15 ln		■	15 ln		■	15 ln		■			■			■			
■			■			■			■	0,8 à 1 ln réglable (10 crans)		■	0,8 à 1 ln réglable (10 crans)		■			
■			■			■			■	6 à 13 lr		■	6 à 13 lr		■			
■			■			■			■	15 ln		■	15 ln		■			

Circuits alimentés par plusieurs transformateurs en parallèle

K83
1c

Courant de court-circuit maximal en aval d'un transformateur HTA/BT

Les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous correspondent à un court-circuit triphasé boulonné aux bornes BT d'un transformateur MT/BT raccordé à un réseau dont la puissance de court-circuit est de 500 MVA.

Transformateur triphasé immergé dans l'huile (NF C 52-112-1 édition de juin 1994)

	puissance en kVA											
	50	100	160	250	400	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500
237 V												
In (A)	122	244	390	609	974	1 535	1 949	2 436				
Icc (kA)	3,04	6,06	9,67	15,04	23,88	37,20	31,64	39,29				
Ucc (%)	4	4	4	4	4	4	6	6				
pertes cuivre (kW)	1,32	2,1	2,3	3,2	4,5	6,3	10,5	12,7				
410 V												
In (A)	70	141	225	352	563	887	1 127	1 408	1 760	2 253	2 816	3 520
Icc (kA)	1,76	3,50	5,59	8,69	13,81	21,50	18,29	22,71	28,16	35,65	44,01	54,16
Ucc (%)	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6
pertes cuivre (kW)	1,32	2,1	2,3	3,2	4,5	6,3	10,5	12,7	15,6	19,5	24,9	31,2

Nota : La norme NF C 52-112 est l'application française du document d'harmonisation européen HD 428.

Transformateur triphasé sec enrobé TRIHAL (NF C 52-115 édition de février 1994)

	puissance en kVA												
	100	160	250	315	400	500	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500
237 V													
In (A)	244	390	609	767	974	1 218	1 535	1 949	2 436				
Icc (kA)	4,05	6,46	10,07	12,66	16,03	19,97	25,05	31,64	39,29				
Ucc (%)	6	6	6	6	6	6	6	6	6				
pertes cuivre (kW)	2	2,6	3,7	4,5	5,4	6,3	7,6	9,2	10,7				
410 V													
In (A)	141	225	352	444	563	704	887	1 127	1 408	1 760	2 253	2 816	3 520
Icc (kA)	2,34	3,74	5,82	7,32	9,26	11,54	14,48	18,29	22,71	28,16	35,65	44,01	54,16
Ucc (%)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
pertes cuivre (kW)	2	2,6	3,7	4,5	5,4	6,3	7,6	9,2	10,7	12,8	15,6	19,5	22,5

Nota : La norme NF C 52-115 est l'application française du document d'harmonisation européen HD 538.

2-2-Déterminer la section des conducteurs (cuivre) en fonction des intensités thermiques des disjoncteurs et des différents facteurs :

Ressources K38 et K39.

Exemple :

- Pour choisir la section des conducteurs il faut, tout d'abord, déterminer la lettre de sélection qui est liée à la nature du câble et au mode de pose :

Pour le câble C2 (câble monoconducteur posé sur chemin de câbles perforés ou tablettes perforées) on trouve, dans le premier tableau page K38, la lettre F.

- On détermine, grâce au 2^{ème} tableau de la page K38, le facteur de correction K1 qui prend en compte le mode de pose : dans ce cas K1 = 1 (lettre F – autres cas).
- On détermine, grâce au 3^{ème} tableau de la page K38, le facteur de correction K2 qui prend en compte l'influence mutuelle d'autres circuits : dans ce cas K2 = 0,77 (câble monoconducteur posé, avec 3 autres circuits, sur chemin de câbles perforés ou tablettes perforées : 3 autres câbles + C2 = 4 circuits – lettre F et tablettes perforées).
- On détermine, grâce au 4^{ème} tableau de la page K38, le facteur de correction K3 qui prend en compte la température ambiante et la nature de l'isolant : dans ce cas K3 = 0,93 (température ambiante de 35°C et isolant en PVC).
- On effectue le produit $K = K1 \times K2 \times K3 \times Kn \times Ks$ (*) : Dans ce cas $K = 1 \times 0,77 \times 0,93 = 0,7161$.
(* on ne tiendra pas compte des facteurs Kn et Ks (Kn = Ks = 1).

- On calcule l'intensité fictive $I'z = Iz / K$ où :

Iz correspond au courant admissible dans la canalisation (calibre du disjoncteur de protection).

I'z correspond au courant fictif traversant cette canalisation (tenant compte des différents paramètres).

Dans ce cas $I'z = 160 / 0,7161 = 223,43A$.

- Enfin, on choisit, à l'aide du tableau de la page K39, la section des conducteurs.

Pour le câble C2, on recherche sur la ligne correspondante à la lettre de sélection la nature de l'isolant :

Lettre de sélection F et PVC 3 (isolant PVC et 3 conducteurs chargés).

Ensuite on cherche dans la colonne choisie, une intensité supérieure ou égale à I'z :

Dans ce cas on trouve 258A > 233,43A.

On lit dans la colonne de gauche la section : 95mm² en cuivre.

(ou 120mm² en aluminium pour 226A > 223,43A).

Câbles :	Lettre de sélection	K1	K2	K3	K	Courant Iz en A	I'Z = Iz / K en A	Section cuivre en mm ²
C1	F	1	1	1	1	1250 A	1250 A	3 x 240 mm ²
C2	F	1	0,77	0,93	0,7161	160 A	223,5 A	95 mm ²
C3						160 A		
C4						25 A		
C5						50 A		
C6						400 A		
C7						160 A		
C8						50 A		
C9						100 A		

K38 Etude d'une installation
Protection des circuits

Détermination des sections de câbles

Les tableaux ci-contre permettent de déterminer la section des conducteurs de phase d'un circuit.

Ils ne sont utilisables que pour des canalisations non enterrées et protégées par disjoncteur.

Pour obtenir la section des conducteurs de phase, il faut :

- déterminer une lettre de sélection qui dépend du conducteur utilisé et de son mode de pose
- déterminer un coefficient K qui caractérise l'influence des différentes conditions d'installation.

Ce coefficient K s'obtient en multipliant les facteurs de correction, K1, K2, K3, Kn et Ks :

- le facteur de correction K1 prend en compte le mode de pose
- le facteur de correction K2 prend en compte l'influence mutuelle des circuits placés côte à côte
- le facteur de correction K3 prend en compte la température ambiante et la nature de l'isolant
- le facteur de correction du neutre chargé Kn
- le facteur de correction dit de symétrie Ks.

Lettre de sélection

type d'éléments conducteurs	mode de pose	lettre de sélection
conducteurs et câbles multiconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> ■ sous conduit, profilé ou goulotte, en apparent ou encastré ■ sous vide de construction, faux plafond ■ sous caniveau, moulures, plinthes, chambranles 	B
	<ul style="list-style-type: none"> ■ en apparent contre mur ou plafond 	C
câbles multiconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> ■ sur chemin de câbles ou tablettes non perforées ■ sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé ■ fixés en apparent, espacés de la paroi ■ câbles suspendus 	E
câbles monoconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> ■ sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé ■ fixés en apparent, espacés de la paroi ■ câbles suspendus 	F

Facteur de correction K1

lettre de sélection	cas d'installation	K1
B	■ câbles dans des produits encastrés directement dans des matériaux thermiquement isolants	0,70
	■ conduits encastrés dans des matériaux thermiquement isolants	0,77
	■ câbles multiconducteurs	0,90
C	■ vides de construction et caniveaux	0,95
	■ pose sous plafond	0,95
B, C, E, F	■ autres cas	1

Facteur de correction K2

lettre de sélection	disposition des câbles jointifs	facteur de correction K2												
		nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
B, C	encastrés ou noyés dans les parois	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	
	simple couche sur les murs ou les planchers ou tablettes non perforées	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70			
C	simple couche au plafond	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61			
	simple couche sur des tablettes horizontales perforées ou sur tablettes verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72			
E, F	simple couche sur des échelles à câbles, corbeaux, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78			

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches, appliquer en plus un facteur de correction de :

- 0,80 pour deux couches
- 0,73 pour trois couches
- 0,70 pour quatre ou cinq couches.

Facteur de correction K3

températures ambiantes (°C)	isolation		
	élastomère (caoutchouc)	polychlorure de vinyle (PVC)	polyéthylène réticulé (PR) butyle, éthylène, propylène (EPR)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,93	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55	-	0,61	0,76
60	-	0,50	0,71

Facteur de correction Kn

(selon la norme NF C15-100 § 523.5.2)

- Kn = 0,84

Facteur de correction dit de symétrie Ks

(selon la norme NF C15-105 § B.5.2)

- Ks = 1 pour 2 et 4 câbles par phase avec le respect de la symétrie
- Ks = 0,8 pour 2, 3 et 4 câbles par phase si non respect de la symétrie.

Exemple d'un circuit à calculer selon la méthode NF C15-100 § 523.7

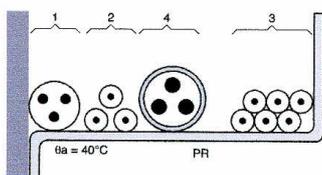
Un câble polyéthylène réticulé (PR) triphasé + neutre (4^e circuit à calculer)

est tiré sur un chemin de câbles perforé, jointivement avec 3 autres circuits constitués :

- d'un câble triphasé (1^{er} circuit)
- de 3 câbles unipolaires (2^e circuit)
- de 6 câbles unipolaires (3^e circuit) : ce circuit est constitué de 2 conducteurs par phase.

La température ambiante est de 40 °C et le câble véhicule 58 ampères par phase.

On considère que le neutre du circuit 4 est chargé.



La lettre de sélection donnée par le tableau correspondant est E.

Les facteurs de correction K1, K2, K3 donnés par les tableaux correspondants sont respectivement :

- K1 = 1
- K2 = 0,77
- K3 = 0,91.

Le facteur de correction neutre chargé est :

- Kn = 0,84.

Le coefficient total $K = K1 \times K2 \times K3 \times Kn$ est donc $1 \times 0,77 \times 0,91 \times 0,84$ soit :

- $k = 0,59$.

Détermination de la section

On choisira une valeur normalisée de I_n juste supérieure à 58 A, soit $I_n = 63$ A.

Le courant admissible dans la canalisation est $I_z = 63$ A. L'intensité fictive $I'z$ prenant en compte le coefficient K est $I'z = 63/0,59 = 106,8$ A.

En se plaçant sur la ligne correspondant à la lettre de sélection E, dans la colonne PR3, on choisit la valeur immédiatement supérieure à 106,8 A, soit, ici :

- pour une section cuivre 127 A, ce qui correspond à une section de 25 mm²,
- pour une section aluminium 122 A, ce qui correspond à une section de 35 mm².

Détermination de la section minimale

Connaissant l'z et K (l'z est le courant équivalent au courant véhiculé par la canalisation : $I'z = I_z/K$), le tableau ci-après indique la section à retenir.

lettre de sélection	isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)									
	caoutchouc ou PVC					butyle ou PR ou éthylène PR				
	B	PVC3	PVC2			PR3	PR3	PR2		
C			PVC3			PVC2	PR3	PR2		
E				PVC3		PVC2	PR3	PR2	PR2	
F					PVC3	PVC2	PR3	PR2		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	207	225	242
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
	95	207	223	238	258	278	298	328	352	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		1 083
	630					855	1 005	1 088		1 254
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	363	371	397	447
	240		305	330	352	382	430	439	470	530
	300		351	381	406	440	497	508	543	613
	400					526	600	663		740
	500					610	694	770		856
	630					711	808	899		996

(*) Facteur de correction K_n et K_s :

la nouvelle NF C 15-100 a instauré 2 nouveaux coefficients :

K_n : Coefficient prenant en compte le neutre.

K_s : Coefficient dit de symétrie.

Valeur du facteur K_n et choix des sections de neutre (extraits de la norme NF C 15-105) :

	<i>Taux d'Harmoniques TH</i>		
	$0 < TH \leq 15\%$	$15 < TH \leq 33\% (1)$	$TH > 33\% (2)$
<i>Circuits monophasés</i>	S neutre = S phase $K_n = 1$	S neutre = S phase $K_n = 1$	S neutre = S phase $K_n = 1$
<i>Circuits triphasés + N Câbles multipolaires S phase $\leq 16mm^2$ cuivre ou $25 mm^2$ alu</i>	S neutre = S phase $K_n = 1$	S neutre = S phase $K_n = 0,84$	S phase = S neutre S neutre déterminante $I_{B \text{ Neutre}} = 1,45 \times I_{B \text{ phase}}$ $K_n = 0,84$
<i>Circuits triphasés + N Câbles multipolaires S phase $> 16mm^2$ cuivre ou $25 mm^2$ alu</i>	S neutre = S phase / 2 admis $K_n = 1$ Neutre protégé	S neutre = S phase $K_n = 0,84$	S phase = S neutre S neutre déterminante $I_{B \text{ Neutre}} = 1,45 \times I_{B \text{ phase}}$ $K_n = 0,84$
<i>Circuits triphasés + N Câbles unipolaires S phase $> 16mm^2$ cuivre ou $25 mm^2$ alu</i>	S neutre = S phase / 2 admis $K_n = 1$ Neutre protégé	S neutre = S phase $K_n = 0,84$	S phase $>$ S neutre $I_{B \text{ Neutre}} = 1,45 \times I_{B \text{ phase}}$ $K_n = 0,84$

(1) circuits d'éclairage alimentant des lampes à décharge dont les tubes fluorescents dans des bureaux, ateliers, grandes surfaces, etc...

(2) circuits dédiés à la bureautique, l'informatique, appareils électroniques dans des immeubles e bureaux, centres de calcul, banques, salles de marché, magasins spécialisés, etc...

Valeur du facteur K_s coefficient dit de symétrie (extraits de la norme NF C 15-105) :

D'une manière générale il est recommandé de mettre en œuvre le moins de câbles possibles en parallèle. Dans tous les cas, leur nombre ne doit pas dépasser 4.

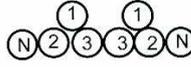
On prendra les coefficients :

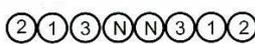
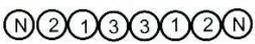
$K_s = 1$ pour 2 et 4 câbles par phase avec le respect de la symétrie.

$K_s = 0,8$ pour 2, 3 et 4 câbles par phase si non respect de la symétrie.

Les dispositions symétriques recommandées sont les suivantes :

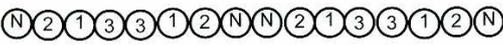
a) deux câbles par phase avec ou sans câble de neutre

Trèfle  ou  $f_s = 1$

Nappe  ou  $f_s = 1$

b) 4 câbles par phase et câble de neutre

 $f_s = 1$

 $f_s = 1$

2-3-Calculer ou déterminer la chute de tension dans chaque câble :2-3-1-Calculer la chute de tension (extraits de la norme NF C15 105) :

les chutes de tension sont calculées à l'aide de la formule :

$$u = b (\rho_1 L / S \cos \varphi + \lambda L \sin \varphi) I_B$$

- u étant la chute de tension en volts.
 b étant un coefficient égal à 1 pour les circuits triphasés et à 2 pour les circuits monophasés.
 ρ_1 étant la résistivité des conducteurs en service normal (0,023 pour le cuivre et 0,037 pour l'aluminium).
 L étant la longueur simple de la canalisation en mètres.
 S étant la section des conducteurs en mm².
 cos φ étant le facteur de puissance (en l'absence d'indications précise, le facteur de puissance est pris à 0,8).
 λ étant la réactance linéique des conducteurs (0,08 10⁻³ pour les câbles multiconducteurs ou monoconducteurs en trèfle, 0,09 10⁻³ pour les câbles monoconducteurs jointifs en nappe, 0,13 10⁻³ pour les câbles ou monoconducteurs espacés).
 I_B étant le courant d'emploi en ampères.

$$\Delta U = 100 \times u / U_0$$

- ΔU étant la chute de tension en %.
 U_0 étant la tension entre phase et neutre en volts.

Exemple d'application au câble C1 :

$$\begin{aligned} u &= b (\rho_1 L / S \cos \varphi + \lambda L \sin \varphi) I_B \\ &= 1 (0,023 \times 5 / (3 \times 240) \times 0,85 + 0,13 \times 10^{-3} \times 5 \times 0,52) \times 1197 \\ &= (1,35 \times 10^{-4} + 3,38 \times 10^{-4}) \times 1197 \\ &= 0,56V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta U &= 100 \times u / U_0 \\ &= 100 \times 0,56 / 230 \\ &= 0,24\% \end{aligned}$$

Exemple d'application au câble C2 :

$$\begin{aligned} u &= b (\rho_1 L / S \cos \varphi + \lambda L \sin \varphi) I_B \\ &= 1 (0,023 \times 90 / 95 \times 0,85 + 0,08 \times 10^{-3} \times 90 \times 0,52) \times 140 \\ &= (0,018521052 + 3,744 \times 10^{-3}) \times 140 \\ &= 3,11V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta U &= 100 \times u / U_0 \\ &= 100 \times 3,11 / 230 \\ &= 1,35\% \end{aligned}$$

Cette méthode rigoureuse, par le calcul, est assez longue et fastidieuse à étudier (elle est utilisée dans la plupart des logiciels de calcul).

Une méthode plus rapide et plus simple consiste à utiliser les tableaux des fabricants qui permettent rapidement de trouver des valeurs proches de celles calculées.

2-3-2-Déterminer la chute de tension à l'aide des documents fabricants:

Ressources K44.

Exemple :

- Le tableau de la page 44 donne directement la chute de tension en % pour 100m de câble de section donnée : Pour le cas étudié on utilise la partie « $\cos \phi = 0,85$ » et « cuivre ». le câble C2, 90m de 95 mm^2 est protégé par un disjoncteur de 160A. A l'intersection de ces données on trouve 1,6% pour 100m de câble. Comme C2 ne fait que 90m, la chute de tension est de $90 \times 1,6 / 100 = 1,44\%$

Câbles :	Courant I_z en A	Section cuivre en mm^2	Chute de tension pour 100m	Longueur du câble	Chute de tension en %
C1	1250 A	3 x 240 mm^2		5m	Calcul 0,24%
C2	160 A	95 mm^2	1,6	90m	Tableau K44 : 1,44%
C3	160 A	50 mm^2		75m	
C4	25 A	4 mm^2		80m	
C5	50 A	10 mm^2		80m	
C6	400 A	185 mm^2		60m	
C7	160 A	70 mm^2		50m	
C8	50 A	10 mm^2		40m	
C9	100 A	35 mm^2		45m	

2-4-calculer les chutes de tension entre l'origine et tout point d'utilisation :

La norme NF C 15-100 impose que la chute de tension entre l'origine de l'installation BT et tout point d'utilisation n'excède pas les valeurs ci-dessous :

	Eclairage	Autres usages (force motrice)
Abonné alimenté par le réseau BT de distribution publique	3%	5%
Abonné propriétaire de son poste HTA-BT	6%	8% (1)

(1) Entre le point de raccordement de l'abonné BT et le moteur.

La chute de tension entre l'origine et tout point d'utilisation se fait en additionnant les chutes de tension des câbles concernés par le point à vérifier.

Exemple :

On voit sur le schéma que pour le départ du moteur M1, les câbles C1 et C4 sont concernés.

La chute de tension entre l'origine de l'installation et le départ M1 est donc égale à $0,24 + 1,44 = 1,68 \%$

<i>Chute de tension entre l'origine de l'installation (transformateur) et...</i>	<i>Chute de tension totale en %</i>	<i>Chute de tension tolérée</i>	<i>Correct ou Incorrect</i>
<i>...Le moteur M1 :</i>	$0,24 + 1,44 = 1,68 \%$	8%	Correct : $1,68 < 8\%$
<i>...Le départ éclairage :</i>			
<i>...Le départ chauffage :</i>			
<i>...Le moteur M2 :</i>			
<i>...Le moteur M3 :</i>			

Dans ce cas la chute de tension du départ éclairage est trop importante au regard de la norme NF C 15-100. On doit augmenter la section du câble C4 mais comme la chute de tension dans le circuit chauffage est elle aussi importante, on va augmenter la section de C3 pour diminuer les chutes de tension des 2 circuits.

C3 passe donc de 50 mm² à 70 mm²

<i>Câbles :</i>	<i>Lettre de sélection</i>	<i>K1</i>	<i>K2</i>	<i>K3</i>	<i>K</i>	<i>Courant Iz en A</i>	<i>I'Z = Iz / K en A</i>	<i>Section cuivre en mm²</i>
C3	F	1	1	1,07	1,07	160 A	149,5 A	50 mm² 70 mm ²

La chute de tension de C3 passe de 2,8% à pour 100m et de 2,1 à pour 75m.

<i>Câbles :</i>	<i>Courant Iz en A</i>	<i>Section cuivre en mm²</i>	<i>Chute de tension pour 100m</i>	<i>Longueur du câble</i>	<i>Chute de tension en %</i>
C3	160 A	70 mm ²		75m	

les chutes de tension entre l'origine de l'installation et tout point d'utilisation deviennent :

<i>Chute de tension entre l'origine de l'installation (transformateur) et...</i>	<i>Chute de tension totale en %</i>	<i>Chute de tension tolérée</i>	<i>Correct ou Incorrect</i>
<i>...Le départ éclairage :</i>	$0,24 + \quad + 4 =$	6%	
<i>...Le départ chauffage :</i>	$0,24 + \quad + 3,28 =$	8%	

Elles sont conformes à la norme NF C 15-100.

K44 Etude d'une installation
Protection des circuits

Détermination des chutes de tension admissibles

La chute de tension en ligne en régime permanent est à prendre en compte pour l'utilisation du récepteur dans des conditions normales (limites fixées par les constructeurs des récepteurs).

Le tableau ci-contre donne les formules usuelles pour le calcul de la chute de tension.

Plus simplement, les tableaux ci-dessous donnent la chute de tension en % dans 100 m de câble, en 400 V/50 Hz triphasé, en fonction de la section du câble et du courant véhiculé (In du récepteur). Ces valeurs sont données pour un cos φ de 0,85 dans le cas d'un moteur et de 1 pour un récepteur non inductif. Ces tableaux peuvent être utilisés pour des longueurs de câble L ≠ 100 m : il suffit d'appliquer au résultat le coefficient L/100.

Calcul de la chute de tension en ligne en régime permanent

Formules de calcul de chute de tension

alimentation	chute de tension (V CA)	en %
monophasé : deux phases	$\Delta U = 2 I_p L (R \cos \phi + X \sin \phi)$	100 $\Delta U / U_n$
monophasé : phase et neutre	$\Delta U = 2 I_p L (R \cos \phi + X \sin \phi)$	100 $\Delta U / U_n$
triphasé : trois phases (avec ou sans neutre)	$\Delta U = \sqrt{3} I_p L (R \cos \phi + X \sin \phi)$	100 $\Delta U / U_n$

Un : tension nominale entre phases.
Vn : tension nominale entre phase et neutre.

Chute de tension dans 100 m de câble en 400 V/50 Hz triphasé (%)

cos φ = 0,85		aluminium																							
câble	cuivre	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
S (mm²)	In (A)																								
1	0,5																								
2	1,1	0,4																							
3	1,5	0,6	0,4																						
5	2,6	1,6	1	0,6	0,4																				
10	5,2	3,2	2	1,4	0,8	0,5																			
16	8,4	5	3,2	2,2	1,3	0,8	0,5																		
20	6,3	4	2,6	1,6	1	0,6																			
25	7,9	5	3,3	2	1,3	0,8	0,6																		
32	6,3	4,2	2,6	1,6	1,1	0,8	0,5																		
40	7,9	5,3	3,2	2,1	1,4	1	0,7	0,5																	
50	6,7	4,1	2,5	1,6	1,2	0,9	0,6	0,5																	
63	8,4	5	3,2	2,1	1,5	1,1	0,8	0,6																	
70		5,6	3,5	2,3	1,7	1,3	0,9	0,7	0,5																
80	6,4	4,1	2,6	1,9	1,4	1	0,8	0,6	0,5																
100	8	5	3,3	2,4	1,7	1,3	1	0,8	0,7	0,65															
125		4,4	4,1	3,1	2,2	1,6	1,3	1	0,9	0,21	0,76														
160			5,3	3,9	2,8	2,1	1,6	1,4	1,1	1	0,97	0,77													
200			6,4	4,9	3,5	2,6	2	1,6	1,4	1,3	1,22	0,96													
250				6	4,3	3,2	2,5	2,1	1,7	1,6	1,53	1,2													
320					5,6	4,1	3,2	2,6	2,3	2,1	1,95	1,54													
400					6,9	5,1	4	3,3	2,8	2,6	2,44	1,92													
500					6,5	5	4,1	3,5	3,2	3	2,4														

cos φ = 1		aluminium																							
câble	cuivre	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
S (mm²)	In (A)																								
1	0,6																								
2	1,3	0,4																							
3	1,9	0,7	0,5																						
5	3,1	1,9	1,2	0,8	0,5																				
10	6,1	3,7	2,3	1,5	0,9	0,5																			
16	10,7	5,9	3,7	2,4	1,4	0,9	0,6																		
20	7,4	4,6	3,1	1,9	1,2	0,7																			
25	9,3	5,8	3,9	2,3	1,4	0,9	0,6																		
32	7,4	5	3	1,9	1,2	0,8	0,6																		
40	9,3	6,1	3,7	2,3	1,4	1,1	0,7	0,5																	
50	7,7	4,6	2,9	1,9	1,4	0,9	0,6	0,5																	
63	9,7	5,9	3,6	2,3	1,6	1,2	0,8	0,6																	
70		6,5	4,1	2,6	1,9	1,3	0,9	0,7	0,5																
80	7,4	4,6	3	2,1	1,4	1,1	0,8	0,6	0,5																
100	9,3	5,8	3,7	2,6	1,9	1,4	1	0,8	0,7	0,6															
125		7,2	4,6	3,3	2,3	1,6	1,2	1	0,9	0,7	0,6														
160			5,9	4,2	3	2,1	1,5	1,3	1,2	1	0,8	0,6													
200			7,4	5,3	3,7	2,6	2	1,5	1,4	1,3	1	0,8													
250				6,7	4,6	3,3	2,4	1,9	1,7	1,4	1,2	0,9													
320					5,9	4,2	3,2	2,4	2,3	1,9	1,5	1,2													
400					7,4	5,3	3,9	3,1	2,8	2,3	1,9	1,4													
500					6,7	4,9	3,9	3,5	3	2,5	1,9														

Pour un réseau triphasé 230 V, multiplier ces valeurs par $\sqrt{3} = 1,73$.
Pour un réseau monophasé 230 V, multiplier ces valeurs par 2.

2-5-Calculer ou déterminer les intensités de court-circuit en divers points de l'installation :

La détermination des intensités de court-circuit est utile pour choisir les disjoncteurs.

En effet nous avons déterminé le calibre du disjoncteur par rapport au courant d'emploi en choisissant un courant assigné In supérieur ou égal au courant d'emploi I_B.

Nous devons, maintenant, choisir le pouvoir de coupure ultime du disjoncteur I_{cu} supérieur ou égal à l'intensité de court-circuit I_{cc} en amont de ce dernier.

Si le courant de court-circuit était supérieur au pouvoir de coupure ultime, cela pourrait entraîner la destruction du disjoncteur.

2-5-1- Calculer les intensités de court-circuit par la méthode de impédances:

les intensités de court-circuit sont calculées à l'aide de la formule :

$$I_{cc \text{ maxi}} = \frac{U_n \times m \times c}{\sqrt{3 \times \sqrt{R_t^2 + X_t^2}}}$$

I_{cc} étant le courant de court-circuit maximum en kA.

U_n étant la tension nominale entre phases en volts.

m étant le facteur de charge à vide = 1,05.

c étant le facteur de tension = 1,05.

R_t étant la somme des résistances (en mΩ) en amont du point où l'on recherche l'I_{cc}.

X_t étant la somme des réactances (en mΩ) en amont du point où l'on recherche l'I_{cc}.

Il suffit donc de déterminer les résistances et les réactances de chaque portion du circuit en appliquant les formules données dans la documentation Schneider.

Exemple d'application sur les départs Q8 et Q9 :

Ressources K48.

<i>Partie de l'installation</i>	<i>Résistances en mΩ</i>	<i>Réactances en mΩ</i>
Réseau amont : Facteur de charge à vide m = 1,05. puissance de court-circuit réseau HT : 500 000 kVA.	$R_1 = Z_Q \times 0,1$ $R_1 = \frac{(1,05 \times 400)^2}{500\,000} \times 0,1$ R1 = 0,035 mΩ	$X_1 = Z_Q \times 0,995$ $X_1 = \frac{(1,05 \times 400)^2}{500\,000} \times 0,995$ X1 = 0,351 mΩ
Transformateur : Puissance 800 kVA. Pertes cuivre Wc = 9,2 kW. Tension de court-circuit Ucc = 6%.	$R_2 = \frac{W_c \times U^2 \times 10^{-3}}{S^2}$ $R_2 = \frac{\quad \times \quad}{\quad}$ R2 =	$X_2 = \sqrt{\frac{U_{cc}}{100} \times \frac{U^2}{S} - R_2^2}$ $X_2 = \sqrt{\frac{\quad}{100} \times \frac{\quad}{\quad} - (\quad)^2}$ X2 =
Câble C1 : 5 mètres de 3 x 240 mm²	$R_3 = \rho \frac{L}{S}$ $R_3 = \frac{\quad}{\quad}$ R3 =	3 câbles par phases espacés : X3 = $X_3 = \frac{\quad}{\quad}$ X3 =

<p>Disjoncteur Q1 Jeu de barres JB1 : 2 mètres de barre cuivre 125 x 5.</p>	<p style="text-align: center;">R4 = 0</p> <p style="text-align: center;">R5 = —</p> <p style="text-align: center;">R5 = —————</p> <p style="text-align: center;">R5 =</p>	<p style="text-align: center;">X4 = 0</p> <p style="text-align: center;">X5 =</p> <p style="text-align: center;">X5 =</p> <p style="text-align: center;">X5 =</p>
<p>Disjoncteur Q6 Câble C6 : 60 mètres de 185 mm²</p>	<p style="text-align: center;">R6 = 0</p> <p style="text-align: center;">R7 = —</p> <p style="text-align: center;">R7 = —————</p> <p style="text-align: center;">R7 =</p>	<p style="text-align: center;">X6 = 0</p> <p>Câble monoconducteur jointif:</p> <p style="text-align: center;">X7 =</p> <p style="text-align: center;">X7 =</p> <p style="text-align: center;">X7 =</p>
<p>Jeu de barres JB2 : 1 mètre de barre cuivre 80 x 5.</p>	<p style="text-align: center;">R8 = —</p> <p style="text-align: center;">R8 = —————</p> <p style="text-align: center;">R8 =</p>	<p style="text-align: center;">X8 =</p> <p style="text-align: center;">X8 =</p> <p style="text-align: center;">X8 =</p>
<p>Disjoncteur Q7 Câble C7 : 50 mètres de 70 mm²</p>	<p style="text-align: center;">R9 = 0</p> <p style="text-align: center;">R10 = —</p> <p style="text-align: center;">R10 = —————</p> <p style="text-align: center;">R10 =</p>	<p style="text-align: center;">X9 = 0</p> <p>Câble multiconducteur = jointif:</p> <p style="text-align: center;">X10 =</p> <p style="text-align: center;">X10 =</p> <p style="text-align: center;">X10 =</p>
<p>Jeu de barres JB3 : 1 mètre de barre cuivre 80 x 5.</p>	<p style="text-align: center;">R11 = —</p> <p style="text-align: center;">R11 = —————</p> <p style="text-align: center;">R11 =</p>	<p style="text-align: center;">X11 =</p> <p style="text-align: center;">X11 =</p> <p style="text-align: center;">X11 =</p>

Intensité de court-circuit en amont de Q1:	$R_{t1} = R1 + R2 + R3$ $= 0,035 + 2,41 + 0,13$ $= \mathbf{2,57 \text{ m}\Omega}$	$X_{t1} = X1 + X2 + X3$ $= 0,351 + 12,37 + 0,21$ $= \mathbf{12,93 \text{ m}\Omega}$
	$I_{cc \text{ maxi}} = \frac{U_n \times m \times c}{\sqrt{3} \times \sqrt{R_t^2 + X_t^2}}$ $I_{cc} = \frac{400 \times 1,05 \times 1,05}{\sqrt{3} \times \sqrt{2,57^2 + 12,93^2}}$ <p style="text-align: center;">=19,31 kA</p>	
Intensité de court-circuit en amont de Q6:	$R_{t2} = R_{t1} + R4 + R5$ = =	$X_{t2} = X_{t1} + X4 + X5$ = =
	$I_{cc \text{ maxi}} = \frac{U_n \times m \times c}{\sqrt{3} \times \sqrt{R_t^2 + X_t^2}}$ $I_{cc} = \frac{\quad}{\quad}$ <p style="text-align: center;">=</p>	
Intensité de court-circuit en amont de Q7:	$R_{t3} =$ = =	$X_{t3} =$ = =
	$I_{cc \text{ maxi}} = \frac{\quad}{\quad}$ $I_{cc} = \frac{\quad}{\quad}$ <p style="text-align: center;">=</p>	
Intensité de court-circuit en amont de Q8 et Q9:	$R_{t4} =$ = =	$X_{t4} =$ = =
	$I_{cc \text{ maxi}} = \frac{\quad}{\quad}$ $I_{cc} = \frac{\quad}{\quad}$ <p style="text-align: center;">=</p>	

K48 Etude d'une installation
Protection des circuits

Détermination des courants de court-circuits (Icc)

Déterminer résistances et réactances de chaque partie de l'installation

partie de l'installation	valeurs à considérer résistances (mΩ)	réactances (mΩ)
réseau amont ⁽¹⁾	$R1 = 0,1 \times X$	$X1 = 0,995 Z_0$ $Z_0 = \frac{(m U_n)^2}{S_{m2}}$
transformateur	$R2 = \frac{Wc \times L F}{S^2} \times 10^{-3}$ Wc = pertes cuivre (W) ⁽²⁾ S = puissance apparente du transformateur (kVA)	$X2 = \sqrt{Z_2^2 - R_2^2}$ $Z = \frac{U_{cc}}{100} \frac{U^2}{S}$ Ucc = tension de court-circuit du transfo (en %)
liaison en câbles ⁽³⁾	$R3 = \rho \frac{L}{S^{0,8}}$ $\rho = 18,51$ (Cu) ou 29,41 (Al) L en m, S en mm ²	$X3 = 0,09L$ (câbles uni joints) $X3 = 0,13L^{0,8}$ (câbles uni espacés) L en m
en barres	$R3 = \rho \frac{L}{S^{0,8}}$ $\rho = 18,51$ (Cu) ou 29,41 (Al) L en m, S en mm ²	$X3 = 0,15L^{0,8}$ L en m
disjoncteur rapide	R4 négligeable	X4 négligeable
sélectif	R4 négligeable	X4 négligeable

- (1) S_{cc} : puissance de court-circuit du réseau à haute tension en kVA.
- (2) Pour les valeurs des pertes cuivre, lire les valeurs correspondantes dans le tableau de la page K83.
- (3) Réactance linéique des conducteurs en fonction de la disposition des câbles et des types.
- (4) Si il y a plusieurs conducteurs en parallèle par phase diviser la résistance et la réactance d'un conducteur par le nombre de conducteurs. R est négligeable pour les sections supérieures à 240 mm².
- (5) Réactance linéique des jeux de barres (Cu ou AL) en valeurs moyennes.

Icc en un point quelconque de l'installation

Valeur de l'icc en un point de l'installation par la méthode suivante : (méthode utilisée par le logiciel Ecodial 3 en conformité avec la norme NF C 15-500).

1. calculer :
la somme R_t des résistances situées en amont de ce point :
 $R_t = R1 + R2 + R3 + \dots$ et la somme X_t des réactances situées en amont de ce point :
 $X_t = X1 + X2 + X3 + \dots$

2. calculer :
 $I_{cc \text{ maxi.}} = \frac{m c U_n}{\sqrt{3} \sqrt{R_t^2 + X_t^2}}$ kA.

R_t et X_t exprimées en mΩ

Important :

- U_n = tension nominale entre phases du transformateur (400 V)
- m = facteur de charge à vide = 1,05
- c = facteur de tension = 1,05.

Exemple

schéma	partie de l'installation	résistances (mΩ)	réactances (mΩ)
	réseau amont $S_{m2} = 500000$ kVA	$R1 = \frac{(1,05 \times 400)^2}{500000} \times 0,1$ $R1 = 0,035$	$R1 = \frac{(1,05 \times 400)^2}{500000} \times 0,995$ $X1 = 0,351$
	transformateur $S_n = 630$ kVA $U_n = 4\%$ $U = 420$ V $P_w = 6300$ W	$R2 = \frac{6300 \times 420^2 \times 10^{-3}}{630^2}$ $R2 = 2,8$	$X2 = \sqrt{\left(\frac{4}{100} \times \frac{420^2}{630}\right)^2 - (2,8)^2}$ $X3 = 10,84$
	liaison (câbles) transformateur disjoncteur 3 x (1 x 150 mm ²) Cu par phase L = 5 m	$R3 = \frac{18,51 \times 5}{150 \times 3}$ $R3 = 0,20$	$X3 = 0,09 \times \frac{5}{3}$ $X3 = 0,15$
	disjoncteur rapide	$R4 = 0$	$X4 = 0$
	liaison disjoncteur départ 2 barres (CU) 1 x 80 x 5 mm ² par phase L = 2 m	$R5 = \frac{18,51 \times 2}{400}$ $R5 = 0,09$	$X5 = 0,15 \times 2$ $X5 = 0,30$
	disjoncteur rapide	$R6 = 0$	$X6 = 0$
	liaison (câbles) tableau général BT tableau secondaire 1 x (1 x 185 mm ²) Cu par phase L = 70 m	$R7 = 18,51 \times \frac{70}{185}$ $R7 = 7$	$X7 = 0,13 \times 70$ $X7 = 9,1$

Calcul des intensités de court-circuit (kA)

	résistances (mΩ)	réactances (mΩ)	Icc (kA)
en	$R_t1 = R1 + R2 + R3$	$X_t1 = X1 + X2 + X3$	$\frac{1,05 \times 1,05 \times 400}{\sqrt{3} \sqrt{(3,03)^2 + (11,34)^2}} = 21,70$ kA
M1	$R_t1 = 3,03$	$X_t1 = 11,34$	
en	$R_t2 = R_t1 + R4 + R5$	$X_t2 = X_t1 + X4 + X5$	$\frac{1,05 \times 1,05 \times 400}{\sqrt{3} \sqrt{(3,12)^2 + (11,64)^2}} = 21,20$ kA
M2	$R_t2 = 3,12$	$X_t2 = 11,64$	
en	$R_t3 = R_t2 + R6 + R7$	$X_t3 = X_t2 + X6 + X7$	$\frac{1,05 \times 1,05 \times 400}{\sqrt{3} \sqrt{(10,12)^2 + (20,74)^2}} = 11,05$ kA
M3	$R_t3 = 10,12$	$X_t3 = 20,74$	

Cette méthode rigoureuse, par le calcul, est assez longue et fastidieuse à étudier (elle est utilisée dans la plupart des logiciels de calcul tel qu'Ecodial de la société Schneider).

Une méthode plus rapide et plus simple consiste à déterminer les intensités de court-circuit à l'aide de tableaux. Cette méthode est moins précise mais suffit largement pour déterminer les intensités de court-circuit afin de choisir les disjoncteurs.

2-5-2-Déterminer les intensités de court-circuit par les tableaux fabricants:

Ressources K 50.

Cette méthode consiste à évaluer l'Icc aval en fonction de l'Icc amont et en ne conservant, entre ces 2 points, que la longueur et la section du câble qui les relie

On négligera les jeux de barres, les disjoncteurs, les raccordements du transformateur (s'ils ne sont pas trop long).

Exemple :

- Avant de commencer il faut déterminer l'Icc du transformateur :

Ressources courant d'emploi du transformateur K 83.

Le tableau donne directement la valeur, pour un transformateur sec de 800kVA en 410V : Icc= 18 ,29 kA.

- On peut aussi calculer cet Icc si on connaît la tension de court-circuit du transformateur :

Transformateur 800kVA 410V U_{cc} = 6%

Il suffit de calculer le courant nominal $I_n = S / U \times \sqrt{3} = 800\,000 / (410 \times \sqrt{3}) = 1126A$.

L'intensité de court-circuit $I_{cc} = 1126 \times 100 / 6 = 18775 A$ soit 18,7kA.

- Pour utiliser le tableau K50 il suffit de choisir l'Icc du transformateur comme Icc amont.

Dans le cas proposé on prendra 20 kA (> à 18,29 ou 18 ,7 kA).

- Pour le départ Q4 à étudier on voit sur le schéma, qu'entre le transformateur et Q4, il y a le câble C3 (75m de 70 mm²): Il suffit de prendre la ligne correspondante au 70mm² cuivre (haut du tableau) et de chercher une longueur le ligne juste inférieure ou égale à la longueur de 75m. on trouve 60m.

A la verticale de cette valeur et de la ligne Icc amont 20 kA on trouve l'Icc aval égal à 8,9 kA

Remarques : Comme cet Icc permet de choisir le pouvoir de coupure du disjoncteur on préfère augmenter l'Icc au point choisi, c'est pour cela que si l'Icc amont ne se trouve pas dans le tableau on prendra une valeur supérieure à celui-ci.

Pour les mêmes raisons, les longueurs de câbles seront prises plus courtes si on ne trouve pas la valeur dans le tableau. Les sections, quand à elles, sont normalisées et donc se trouve dans le tableau.

	<i>Icc amont en kA</i>	<i>Longueur du câble</i>	<i>Section des conducteurs</i>	<i>Icc aval en kA</i>
Q1	18,29 kA			ICC A = 18,29 kA
Q2	18,29 kA			ICC A = 18,29 kA
Q3	18,29 kA			ICC A = 18,29 kA
Q4	18,29 kA	75 m	70 mm ²	ICC B = 8,9kA
Q5	18,29 kA	75 m	70 mm ²	ICC B =
Q6	18,29 kA			ICC A = 18,29 kA
Q7	18,29 kA	60 m	185 mm ²	ICC C =
Q8	13,9 kA	50 m	70 mm ²	ICC D =
Q9	13,9 kA	50 m	70 mm ²	ICC D =

K50 Etude d'une installation
Protection des circuits

Détermination des courants de court-circuits (Icc)

Cuivre (réseau 400 V)		longueur de la canalisation (en m)																					
section des conducteurs de phase (mm ²)		1,3	1,8	2,6	3,6	5,1	7,3	10,3	15	21	1,1	1,5	2,1	3,0	4,3	6,1	8,6	12	17	24	34		
1,5																							
2,5											1,1	1,5	2,1	3,0	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											2,0	2,4	3,4	4,8	6,7	9,5	13,2	18	26	36	51		
10											3,0	3,6	5,1	7,1	10,0	14,0	19,5	27	38	53	74		
16											4,3	5,1	7,1	10,0	14,0	19,5	27	38	53	74	103		
25											6,1	7,3	10,3	15	21	30	43	61	86	121	171		
35											8,6	10,5	15	21	30	43	61	86	121	171	242		
50											12,1	15	21	30	43	61	86	121	171	242	342		
70											17,1	21	30	43	61	86	121	171	242	342	479		
95											24,2	30	43	61	86	121	171	242	342	479	670		
120											34,2	43	61	86	121	171	242	342	479	670	930		
150											48,9	61	86	121	171	242	342	479	670	930	1280		
185											67,0	86	121	171	242	342	479	670	930	1280	1770		
240											93,0	121	171	242	342	479	670	930	1280	1770	2460		
300											128,0	171	242	342	479	670	930	1280	1770	2460	3390		
2 x 120											177,0	242	342	479	670	930	1280	1770	2460	3390	4620		
2 x 150											246,0	342	479	670	930	1280	1770	2460	3390	4620	6240		
2 x 185											339,0	479	670	930	1280	1770	2460	3390	4620	6240	8460		
3 x 120											462,0	624	846	1148	1566	2124	2880	3924	5280	7140	9660		
3 x 150											624,0	846	1148	1566	2124	2880	3924	5280	7140	9660	13140		
3 x 185											846,0	1148	1566	2124	2880	3924	5280	7140	9660	13140	17700		
4 x 185											1148,0	1566	2124	2880	3924	5280	7140	9660	13140	17700	23940		
Icc amont (en kA)	Icc aval																						
100		93,5	91,1	87,9	83,7	78,4	71,9	64,4	56,1	47,5	39,0	31,2	24,2	18,5	13,8	10,2	7,4	5,4	3,8	2,8	2,0	1,4	1,0
90		82,7	80,1	76,5	72,1	66,6	60,1	52,8	45,1	37,4	30,1	23,6	18,1	13,6	10,1	7,3	5,3	3,8	2,7	2,0	1,4	1,0	1,0
80		74,2	72,0	69,2	65,5	61,0	55,5	49,2	42,5	35,6	28,9	22,9	17,6	13,3	9,9	7,3	5,3	3,8	2,7	2,0	1,4	1,0	1,0
70		65,5	63,8	61,6	58,7	55,0	50,5	45,3	39,5	33,4	27,5	22,0	17,1	13,0	9,7	7,2	5,2	3,8	2,7	1,9	1,4	1,0	1,0
60		56,7	55,4	53,7	51,5	48,6	45,1	40,9	36,1	31,0	25,8	20,9	16,4	12,6	9,5	7,1	5,2	3,8	2,7	1,9	1,4	1,0	1,0
50		47,7	46,8	45,6	43,9	41,8	39,2	36,0	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	1,0	1,0
40		38,5	37,9	37,1	36,0	34,6	32,8	30,5	27,7	24,6	21,2	17,8	14,5	11,4	8,8	6,7	5,0	3,6	2,6	1,9	1,4	1,0	1,0
35		33,8	33,4	32,8	31,9	30,8	29,3	27,5	25,2	22,6	19,7	16,7	13,7	11,0	8,5	6,5	4,9	3,6	2,6	1,9	1,4	1,0	1,0
30		29,1	29,1	28,8	28,3	27,7	26,9	25,7	24,3	22,5	20,4	18,0	15,5	12,9	10,4	8,2	6,3	4,8	3,5	2,6	1,9	1,4	1,0
25		24,4	24,4	24,2	23,8	23,4	22,8	22,0	20,9	19,6	18,0	16,1	14,0	11,9	9,8	7,8	6,1	4,6	3,4	2,5	1,9	1,3	1,0
20		19,6	19,6	19,5	19,2	19,0	18,6	18,0	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	1,0
15		14,8	14,8	14,7	14,6	14,4	14,2	13,9	13,4	12,9	12,2	11,3	10,2	9,0	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	9,0	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		7,0	7,0	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	2,0	1,6	1,2	0,9
5		5,0	5,0	5,0	5,0	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		4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,7	3,6	3,4	3,2	3,0	2,7	2,3	2,0	1,7	1,3	1,0	0,8
3		3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,2	2,0	1,7	1,5	1,2	1,0	0,8
2		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,0	0,8
1		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5

Alu (réseau 400 V)		longueur de la canalisation (en m)																			
section des conducteurs de phase (mm ²)		1,3	1,9	2,7	3,8	5,4	7,6	10,8	15	22	1,1	1,5	2,2	3,0	4,3	6,1	8,6	12	17	24	34
2,5																					
4											1,1	1,5	2,2	3,0	4,3	6,1	8,6	12	17	24	34
6											1,6	1,7	2,5	3,5	4,9	7,0	9,9	14	20	28	40
10											2,4	2,9	4,1	5,8	8,2	11,6	16	23	33	47	66
16											3,4	4,3	6,1	8,6	12	17	24	34	49	69	98
25											4,8	6,1	8,6	12	17	24	34	49	69	98	138
35											6,7	9,4	13	19	27	38	53	75	107	151	213
50											9,4	13	19	27	38	53	75	107	151	213	302
70											13,2	18	26	36	51	72	102	145	205	290	410
95											18,5	24	34	48	67	95	132	187	264	373	528
120											25,8	34	48	67	95	132	187	264	373	528	747
150											36,1	48	67	95	132	187	264	373	528	747	1047
185											49,2	65	93	132	187	264	373	528	747	1047	1467
240											67,0	93	132	187	264	373	528	747	1047	1467	2057
300											93,0	132	187	264	373	528	747	1047	1467	2057	2857
2 x 120											132,0	187	264	373	528	747	1047	1467	2057	2857	3957
2 x 150											187,0	264	373	528	747	1047	1467	2057	2857	3957	5417
2 x 185											264,0	373	528	747	1047	1467	2057	2857	3957	5417	7417
2 x 240											373,0	528	747	1047	1467	2057	2857	3957	5417	7417	10117
3 x 120											528,0	747	1047	1467	2057	2857	3957	5417	7417	10117	13817
3 x 150											747,0	1047	1467	2057	2857	3957	5417	7417	10117	13817	18817
3 x 185											1047,0	1467	2057	2857	3957	5417	7417	10117	13817	18817	25817
3 x 240											1467,0	2057	2857	3957	5417	7417	10117	13817	18817	25817	35317

Nota : Pour une tension triphasée de 230 V entre phases, diviser les longueurs ci-dessus par $\sqrt{3} = 1,732$.

2-6-Compléter le choix des disjoncteurs en fonction des intensités de court-circuit :

Ressources K52 à K55.

Exemple :

- Nous avons déterminé le calibre du disjoncteur par rapport au courant d'emploi en choisissant un courant assigné I_n supérieur ou égal au courant d'emploi I_B ($I_n > \text{ou} = I_B$).

Pour Q2 nous avons choisi un disjoncteur C160....STR 22 SE calibre 160A.

- Nous devons, maintenant, choisir le pouvoir de coupure ultime du disjoncteur I_{cu} supérieur ou égal à l'intensité de court-circuit I_{cc} en amont de ce dernier ($I_{cu} \text{ ou } PdC > \text{ou} = I_{cc}$).

Pour Q2 nous avons le choix entre :

1 C160N dont le pouvoir de coupure ultime I_{cu} est de 36 kA en 380/415V.

1 C160H dont le pouvoir de coupure ultime I_{cu} est de 70 kA en 380/415V.

1 C160L dont le pouvoir de coupure ultime I_{cu} est de 150 kA en 380/415V.

- Nous choisissons un C160 N dont le PdC de 36 kA est bien supérieur à l' I_{cc} présumée de 18,29kA. Nous réglerons ce disjoncteur à 0,875 (intensité en ligne = 140A / $I_n = 160A$) avec le long retard (thermique) réglable de 0,4 à I_n .

Remarques sur le prix des disjoncteurs :

On pourrait pour simplifier utiliser que des disjoncteurs à haut pouvoir de coupure, afin d'éviter tous ces calculs, mais les performances de ces appareils ont un coût non négligeables et un encombrement plus important.

Le tableau ci-dessous donne une idée des prix de ces disjoncteurs en fonction de leur pouvoir de coupure (tarif Schneider novembre 2003).

	<i>Pouvoir de coupure type N</i>	<i>Pouvoir de coupure type H</i>	<i>Pouvoir de coupure type L</i>
Disjoncteur 1250A	NS 1250 N 4P fixe Référence 33566 5011,45 € HT	NS 1250 H 4P fixe Référence 33567 5331,64 € HT	
		+ 4,5% par rapport au N	
Disjoncteur 1000A	NS 1000 N 4P fixe Référence 33561 4440,19 € HT	NS 1000 H 4P fixe Référence 33562 4741,94 € HT	NS 1000 L 4P fixe Référence 33563 5447,08 € HT
		+6,7 % par rapport au N	+11,5% par rapport au H +22,6% par rapport au N
Disjoncteur 400A	NS 400 N STR 23SE 400 4P 4D Référence 32694 2136,8 € HT	NS 400 H STR 23SE 400 4P 4D Référence 32696 2390,21 € HT	NS 400 L STR 23SE 400 4P 4D Référence 32698 2710,5 € HT
		+12 % par rapport au N	+13 % par rapport au H +25 % par rapport au N
Disjoncteur 160A	NS 160 N STR 22SE 160 4P 4D Référence 30780 795,36 € HT	NS 160 H STR 22SE 160 4P 4D Référence 30800 972,96 € HT	NS 160 L STR 22SE 160 4P 4D Référence 30820 1271,86 € HT
		+22 % par rapport au N	+30 % par rapport au H +60 % par rapport au N
Disjoncteur 100A	NS 100 N STR 22SE 100 4P 4D Référence 29780 604,16 € HT	NS 100 H STR 22SE 100 4P 4D Référence 29800 742,38 € HT	NS 100 L STR 22SE 100 4P 4D Référence 29820 1132,24 € HT
		+23 % par rapport au N	+52 % par rapport au H +87 % par rapport au N

<i>Disjoncteurs</i>	<i>Intensité En ligne I_B</i>	<i>Calibre du disjoncteur :</i>	<i>Intensité de court-circuit</i>	<i>Référence complète des disjoncteurs</i>
Q1	1197A	NS 1250 1250A	C : 19,31 kA T : 18,29 kA	NS 1250 N Micrologic 5.0 1250A réglé à 1197 / 1250 = 0,95
Q2	140A	NS 160 160A	18,29 kA	NS 160 N STR 22 SE Réglé à 140 / 160 = 0,875
Q3	125A	NS 160 160A	18,29 kA	
Q4		C60 C25 25A	8,9kA	
Q5	43A	C60 50A	8,9 kA	
Q6	260A	NS 400 400A	C : 18,87 kA T : 18,29 kA	
Q7	150A	NS 160 160A	C : 12,30 kA T : 13,9 kA	
Q8	43A	C60 50A	C : 7,93 kA T : 9kA	
Q9	80A	NS 100 100A	C : 7,93 kA T : 9kA	

C : 7,93 kA est le résultat obtenu par le calcul et T : 9kA le résultat par le tableau.

2-7-Vérification des conditions de sélectivité :

Ressources K 162 à 165.

Pour cela on utilise des tableaux fabricants qui proposent 3 solutions :

- Case blanche : pas de sélectivité.
- Case T : Sélectivité Totale.
- Nombre : ce nombre indique la limite de sélectivité : si $I_{cc} < \text{à ce nombre}$, la sélectivité devient totale.
si $I_{cc} > \text{à ce nombre}$, la sélectivité reste partielle.

Exemple à la page K162 en haut à gauche :

<i>Disjoncteur amont</i>	<i>Disjoncteur aval</i>	<i>Intensité de court-circuit</i>	<i>Sélectivité trouvé dans le tableau</i>	<i>Sélectivité dans l'installation</i>
NSA 160N 63A	DT 40 courbe B 40		Case blanche : Pas de sélectivité	Pas de sélectivité
NSA 160N 63A	DT 40 courbe B 32		T : sélectivité Totale	Sélectivité Totale
NSA 160N 63A	XC 40 courbe C 15	1,5 kA	3	Sélectivité Totale
NSA 160N 63A	XC 40 courbe C 15	5 kA	3	Sélectivité Partielle

<i>Disjoncteur amont</i>	<i>Disjoncteur aval</i>	<i>Intensité de court-circuit</i>	<i>Sélectivité trouvé dans le tableau</i>	<i>Sélectivité dans l'installation</i>
Q1 : NS 1250 N Micrologic 5.0	Q2 : NS 160 N STR 22 SE 160A	18,29 kA	Sélectivité Totale	Sélectivité Totale
Q1 : NS 1250 N Micrologic 5.0	Q3 : NS 160 N STR 22 SE 160A	18,29 kA	Sélectivité Totale	Sélectivité Totale
Q1 : NS 1250 N Micrologic 5.0	Q4 : C60L C25	8,9kA		
Q1 : NS 1250 N Micrologic 5.0	Q5 : C60L C50	8,9 kA		
Q1 : NS 1250 N Micrologic 5.0	Q6 : NS 400N STR 23 SE 400A	C : 18,87 kA T : 18,29 kA		
Q1 : NS 1250 N Micrologic 5.0	Q7 : NS 160 N STR 22 SE 160A	C : 12,30 kA T : 13,9 kA		
Q1 : NS 1250 N Micrologic 5.0	Q8 : C60L C50	C : 7,93 kA T : 9kA		
Q1 : NS 1250 N Micrologic 5.0	Q9 : NS 100 N STR 22 SE 100A	C : 7,93 kA T : 9kA		
Q3 : NS 160 N STR 22 SE 160A	Q4 : C60L C25	8,9kA		
Q3 : NS 160 N STR 22 SE 160A	Q5 : C60L C50	8,9 kA		
Q6 : NS 400N STR 23 SE 400A	Q7 : NS 160 N STR 22 SE 160A	C : 12,30 kA T : 13,9 kA		
Q7 : NS 160 N STR 22 SE 160A	Q8 : C60L C50	C : 7,93 kA T : 9kA		
Q3 : NS 160 N STR 22 SE 160A	Q9 : NS 100 N STR 22 SE 100A	C : 7,93 kA T : 9kA		

K162 Etude d'une installation
Sélectivité des protections

Tableaux de sélectivité

Amont : NSA160, NS125E, NS100 à 630

Aval : DT40/DT40N, XC40, C60,
C120, NG125

Aval	Amont	NSA160N					NS125E décl. TM-D			NS100N/H/L décl. TM-D				NS160N/H/L décl. TM-D				NS250N/H/L décl. TM-D						
		Calibre (A) Réglage Ir	63	80	100	125	160	80	100	125	16	25	40	63	80	100	80	100	125	160	125	160	200	250
DT40/DT40N courbe B, C, D	≤ 10	T	T	T	T	T	0,63	0,8	1	0,19	0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	15	T	T	T	T	T	0,63	0,8	1		0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	20	T	T	T	T	T	0,63	0,8	1			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	25	T	T	T	T	T	0,63	0,8	1				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	32	T	T	T	T	T	0,63	0,8	1				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
XC40 courbe C	≤ 10	3	3	3	3	3	0,63	0,8	1	0,19	0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	4	5	5	5	5	5	5	5	5
	15	3	3	3	3	3	0,63	0,8	1		0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	4	5	5	5	5	5	5	5	5
	20	3	3	3	3	3	0,63	0,8	1			0,5	0,5	0,63	0,8	4	5	5	5	5	5	5	5	5
	25	3	3	3	3	3	0,63	0,8	1				0,5	0,63	0,8	4	5	5	5	5	5	5	5	5
	32	3	3	3	3	3	0,63	0,8	1				0,5	0,63	0,8	4	5	5	5	5	5	5	5	5
C60a courbe C	≤ 10	T	T	T	T	T	0,63	0,8	1	0,19	0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	16	T	T	T	T	T	0,63	0,8	1		0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	20	T	T	T	T	T	0,63	0,8	1			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	25	T	T	T	T	T	0,63	0,8	1			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	32	T	T	T	T	T	0,63	0,8	1				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
C60N courbe B, C, D	≤ 10	T	T	T	T	T	0,63	0,8	1	0,19	0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	16	T	T	T	T	T	0,63	0,8	1		0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	20	T	T	T	T	T	0,63	0,8	1			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	25	T	T	T	T	T	0,63	0,8	1			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	32	6	6	8	8	8	0,63	0,8	1				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	40	6	6	8	8	8	0,63	0,8	1				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	50	6	6	6	6	6	0,8	1					0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	63	6	6	6	6	6	0,8	1					0,8	1	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	63	6	6	6	6	6	0,8	1					0,8	1	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
C60H courbe C	≤ 10	T	T	T	T	T	0,63	0,8	1	0,19	0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	16	T	T	T	T	T	0,63	0,8	1		0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	20	T	T	T	T	T	0,63	0,8	1			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	25	T	T	T	T	T	0,63	0,8	1			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	32	6	6	8	8	8	0,63	0,8	1				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	40	6	6	8	8	8	0,63	0,8	1				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	50	6	6	6	6	6	0,8	1					0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	63	6	6	6	6	6	0,8	1					0,8	1	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	63	6	6	6	6	6	0,8	1					0,8	1	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
C60L courbe B, C courbe K courbe Z	≤ 10	15	15	T	T	T	0,63	0,8	1	0,19	0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	16	15	15	T	T	T	0,63	0,8	1		0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	20	15	15	T	T	T	0,63	0,8	1			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	25	15	15	T	T	T	0,63	0,8	1			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	32	6	6	8	8	8	0,63	0,8	1				0,5	0,63	0,8	15	T	T	T	T	T	T	T	T
C120N/H courbe B, C	40	6	8	8	8	0,63	0,8	1				0,5	0,63	0,8	15	T	T	T	T	T	T	T	T	
	50	6	6	6	6	0,8	1					0,63	0,8	15	T	T	T	T	T	T	T	T		
	63	6	6	6	6	0,8	1					0,8	1	15	T	T	T	T	T	T	T	T		
	100						1							2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
C120N/H courbe D	50		1,25	1,25	1,25	0,63	0,8	1					0,63	0,8	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
	63		1,25	1,25	1,25	0,8	1						0,8	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
	80			1,25	1,25	0,8	1							2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
	100						1							2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
NG125N/L courbes C, D	≤ 16										0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	20											0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	25-32												0,5	0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	40													0,63	0,8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	50													0,8	1	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	63															2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	100															2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
125															2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	

K164 Etude d'une installation
Sélectivité des protections

Tableaux de sélectivité

Amont : NSA160, NS100 à 630

Aval : NS125E, NSA160, NS100 à 630

Amont	Calibre (A) Réglage Ir	NSA160N				NS100N/H/L décl. TM-D				NS160N/H/L décl. TM-D				NS250N/H/L décl. TM-D							
		63	80	100	125	160	16	25	40	63	80	100	80	100	125	160	125	160	200	250	
Aval																					
NS125E	16																				
décl. TM-D	25											1	2	2	2	2	T	T	T		
	40											1	2	2	2	2	T	T	T		
	63											1	2	2	2	2	T	T	T		
	80											2	2	2	2	2	T	T	T		
	100													1,25	1,25	1,25	T	T	T		
	125														1,25		T	T	T		
NSA160N	63																	4	5		
	80			1,25	1,25	1,25						2	2	2	2	2	T	T	T		
	100				1,25	1,25								1,25	1,25	1,25	T	T	T		
	125														1,25	1,25	T	T	T		
	160																	T	T		
NS100N	16																				
décl. TM-D	25							0,5	0,5	0,63	0,8	1	2	2	2	2	T	T	T		
	40							0,5	0,5	0,63	0,8	1	2	2	2	2	T	T	T		
	63									0,63	0,8	1	2	2	2	2	T	T	T		
	80										0,8	2	2	2	2	2	T	T	T		
	100													1,25	1,25	1,25	T	T	T		
NS100H/L	16																				
décl. TM-D	25							0,5	0,5	0,63	0,8	1	2	2	2	2	T	T	T		
	40								0,5	0,63	0,8	1	2	2	2	2	T	T	T		
	63									0,63	0,8	1	2	2	2	2	36	36	36		
	80										0,8	2	2	2	2	2	36	36	36		
	100													1,25	1,25	1,25	36	36	36		
NS160N/H/L	≤ 63																				
décl. TM-D	80														1,25	1,25	1,25	2,6	4	5	
	100														1,25	1,25	1,25	2,6	4	5	
	125															1,25		2,6	4	5	
	160																	4	5		
NS250N/H/L	≤ 100																5				
décl. TM-D	125																	1,6	2	2,5	
	160																	2		2,5	
	200																			2,5	
	250																				
NS100N	40									0,63	0,8	1	1,25	1,25	1,25	1,25	T	T	T		
décl. STR22SE	100																	T	T	T	
NS100H/L	40									0,63	0,8	1	1,25	1,25	1,25	1,25	T	T	T		
décl. STR22SE	100																	T	T	T	
NS160N	40									0,63	0,8	1	1,25	1,25	1,25	1,25	1,6	2	2,5		
décl. STR22SE	100																	1,6	2	2,5	
	160																			2,5	
NS160H/L	40									0,63	0,8	1	1,25	1,25	1,25	1,25	1,6	2	2,5		
décl. STR22SE	100																	1,25	1,25	1,6	2
	160																				2,5
NS250N/H/L	≤ 100																				
décl. STR22SE	160																		1,6	2	2,5
	250																				2,5
NS400N/H/L	160																				
	200																				
	250																				
	320																				
	400																				
NS630N	250																				
	320																				
	400																				
	500																				
	630																				

Autocorrection



Données de l'installation :

<i>Câbles :</i>	<i>Mode de pose :</i>	<i>Nature de l'isolant :</i>	<i>Température :</i>
<i>C1</i>	5 m de câble monoconducteur, seul, fixé en apparent et espacé entre chaque phase.	PR	30°C
<i>C2</i>	90 m de câble monoconducteur posé, avec 3 autres circuits, sur chemin de câbles perforés ou tablettes perforées.	PVC	35°C
<i>C3</i>	75 m de câble monoconducteur posé, seul, sur chemin de câbles perforés ou tablettes perforées.	PVC	25°C
<i>C4</i>	80 m de câble multiconducteur posé, avec 2 autres circuits, sur chemin de câbles perforés ou tablettes perforées.	PVC	25°C
<i>C5</i>	80 m de câble multiconducteur posé, avec 2 autres circuits, sur chemin de câbles perforés ou tablettes perforées.	PVC	25°C
<i>C6</i>	60 m de câble monoconducteur posé, seul, sur chemin de câbles perforés ou tablettes perforées (pose jointive des phases)	PVC	25°C
<i>C7</i>	50 m de câble multiconducteur posé, seul, en apparent.	PR	40°C
<i>C8</i>	40 m de câble multiconducteur posé, seul, en faux plafond.	PR	40°C
<i>C9</i>	45 m de câble multiconducteur posé, seul, en faux plafond.	PR	40°C

2-1-Déterminer ou calculer les courants d'emploi de chaque départ et déterminer le calibre des déclencheurs des disjoncteurs :

<i>Disjoncteurs :</i>	<i>Informations sur le départ considéré :</i>	<i>Courant d'emploi I_B en A :</i>	<i>Calibre du disjoncteur :</i>
<i>Q1</i>	Protection du transformateur 800kVA 410V	Tableau ou calcul : 1197A	NS 1250 1250A
<i>Q2</i>	Moteur M1 de 75kW en 400V TRI	Tableau : 140A	NS 160 160A
<i>Q3</i>		125A	NS 160 160A
<i>Q4</i>	27 luminaires par phase 2 x 58W duo compensé en 400V TRI + N		C60 C25 25A
<i>Q5</i>	Chauffage : 30kW en 400V TRI	Calcul: 43A	C60 50A
<i>Q6</i>		260A	NS 400 400A
<i>Q7</i>		150A	NS 160 160A
<i>Q8</i>	Moteur M2 de 30cv en 400V TRI	Tableau : 43A	C60 50A
<i>Q9</i>	Moteur M3 de 40 kW en 400V TRI cos $\varphi = 0,8$ et rendement $\eta = 0,9$	Calcul : 80A	NS 100 100A

2-2-Déterminer la section des conducteurs (cuivre) en fonction des intensités thermiques des disjoncteurs et des différents facteurs :

Câbles :	Lettre de sélection	K1	K2	K3	K	Courant Iz en A	I'Z = Iz / K en A	Section cuivre en mm²
C1	F	1	1	1	1	1250 A	1250 A	3 x 240 mm ²
C2	F	1	0,77	0,93	0,7161	160 A	223,5 A	95 mm ²
C3	F	1	1	1,07	1,07	160 A	149,5 A	50 mm ²
C4	E	1	0,82	1,07	0,8774	25 A	28,5 A	4 mm ²
C5	E	1	0,82	1,07	0,8774	50 A	57 A	10 mm ²
C6	F	1	1	1,07	1,07	400 A	374 A	185 mm ²
C7	C	0,95	0,95	0,91	0,821275	160 A	195 A	70 mm ²
C8	B	0,9	1	0,91	0,819	50 A	61 A	10 mm ²
C9	B	0,9	1	0,91	0,819	100 A	122 A	35 mm ²

2-3-Calculer ou déterminer la chute de tension dans chaque câble :

Câbles :	Courant Iz en A	Section cuivre en mm²	Chute de tension pour 100m	Longueur du câble	Chute de tension en %
C1	1250 A	3 x 240 mm ²		5m	0,24%
C2	160 A	95 mm ²	1,6	90m	1,44%
C3	160 A	50 mm ²	2,8	75m	2,1%
C4	25 A	4 mm ²	5	80m	4%
C5	50 A	10 mm ²	4,1%	80m	3,28%
C6	400 A	185 mm ²	2,6%	60m	1,56%
C7	160 A	70 mm ²	2,1%	50m	1,05%
C8	50 A	10 mm ²	4,1%	40m	1,64%
C9	100 A	35 mm ²	2,4%	45m	1,08%

2-4-calculer les chutes de tension entre l'origine et tout point d'utilisation :

<i>Chute de tension entre l'origine de l'installation (transformateur) et...</i>	<i>Chute de tension totale en %</i>	<i>Chute de tension tolérée</i>	<i>Correct ou Incorrect</i>
<i>...Le moteur M1 :</i>	0,24 + 1,44 = 1,68 %	8%	Correct : 1,68 < 8%
<i>...Le départ éclairage :</i>	0,24 + 2,1 + 4 = 6,34 %	6%	Incorrect : il faut augmenter la section.
<i>...Le départ chauffage :</i>	0,24 + 2,1 + 3,28 = 5,62 %	8%	Correct : 5,62 < 8%
<i>...Le moteur M2 :</i>	0,24 + 1,56 + 1,05 + 1,64 = 4,49 %	8%	Correct : 4,49 < 8%
<i>...Le moteur M3 :</i>	0,24 + 1,56 + 1,05 + 1,08 = 3,93 %	8%	Correct : 3,93 < 8%

Dans ce cas la chute de tension du départ éclairage est trop importante au regard de la norme NF C 15-100. On doit augmenter la section du câble C4 mais comme la chute de tension dans le circuit chauffage est elle aussi importante, on va augmenter la section de C3 pour diminuer les chutes de tension des 2 circuits.

C3 passe donc de 50 mm² à 70 mm²

<i>Câbles :</i>	<i>Lettre de sélection</i>	<i>K1</i>	<i>K2</i>	<i>K3</i>	<i>K</i>	<i>Courant Iz en A</i>	<i>I'Z = Iz / K en A</i>	<i>Section cuivre en mm²</i>
C3	F	1	1	1,07	1,07	160 A	149,5 A	70 mm²

La chute de tension de C3 passe de 2,8% à 2,1% pour 100m et de 2,1 à 1,575% pour 75m.

<i>Câbles :</i>	<i>Courant Iz en A</i>	<i>Section cuivre en mm²</i>	<i>Chute de tension pour 100m</i>	<i>Longueur du câble</i>	<i>Chute de tension en %</i>
C3	160 A	70 mm ²	2,1	75m	1,575%

les chutes de tension entre l'origine de l'installation et tout point d'utilisation deviennent :

<i>Chute de tension entre l'origine de l'installation (transformateur) et...</i>	<i>Chute de tension totale en %</i>	<i>Chute de tension tolérée</i>	<i>Correct ou Incorrect</i>
<i>...Le départ éclairage :</i>	0,24 + 1,575 + 4 = 5,815 %	6%	Correct : 5,815 < 6%
<i>...Le départ chauffage :</i>	0,24 + 1,575 + 3,28 = 5,095 %	8%	Correct : 5,095 < 8%

Elles sont conformes à la norme NF C 15-100.

2-5-1- Calculer les intensités de court-circuit par la méthode de impédances:

Partie de l'installation	Résistances en mΩ	Réactances en mΩ
Réseau amont : Facteur de charge à vide m = 1,05. puissance de court-circuit réseau HT : 500 000 kVA.	$R1 = Z_Q \times 0,1$ $R1 = \frac{(1,05 \times 400)^2}{500\,000} \times 0,1$ $R1 = 0,035 \text{ m}\Omega$	$X1 = Z_Q \times 0,995$ $X1 = \frac{(1,05 \times 400)^2}{500\,000} \times 0,995$ $X1 = 0,351 \text{ m}\Omega$
Transformateur : Puissance 800 kVA. Pertes cuivre Wc = 9,2 kW. Tension de court-circuit Ucc = 6%.	$R2 = \frac{W_c \times U^2 \times 10^{-3}}{S^2}$ $R2 = \frac{9200 \times 410^2 \times 10^{-3}}{800^2}$ $R2 = 2,41 \text{ m}\Omega$	$X2 = \sqrt{\frac{U_{cc}}{101} \times \frac{U^2}{S} - R_2^2}$ $X2 = \sqrt{\frac{6}{101} \times \frac{410^2}{800} - (2,41)^2}$ $X2 = 12,37 \text{ m}\Omega$
Câble C1 : 5 mètres de 3 x 240 mm²	$R3 = \rho \frac{L}{S}$ $R3 = \frac{5 \times 18,51}{3 \times 240}$ $R3 = 0,13 \text{ m}\Omega$	3 câbles par phases espacés : $X3 = 0,13 \times L$ $X3 = \frac{0,13 \times 5}{3}$ $X3 = 0,21 \text{ m}\Omega$
Disjoncteur Q1	$R4 = 0$	$X4 = 0$
Jeu de barres JB1 : 2 mètres de barre cuivre 125 x 5.	$R5 = \rho \frac{L}{S}$ $R5 = \frac{2 \times 18,51}{5 \times 125}$ $R5 = 0,059 \text{ m}\Omega$	$X5 = 0,15 \times L$ $X5 = 0,15 \times 2$ $X5 = 0,3 \text{ m}\Omega$
Disjoncteur Q6	$R6 = 0$	$X6 = 0$
Câble C6 : 60 mètres de 185 mm²	$R7 = \rho \frac{L}{S}$ $R7 = \frac{60 \times 18,51}{185}$ $R7 = 6 \text{ m}\Omega$	Câble monoconducteur jointif: $X7 = 0,09 \times L$ $X7 = 0,09 \times 60$ $X7 = 5,4 \text{ m}\Omega$

<i>Partie de l'installation</i>	<i>Résistances en mΩ</i>	<i>Réactances en mΩ</i>
Jeu de barres JB2 : <i>1 mètre de barre cuivre 80 x 5.</i>	$R8 = \rho \frac{L}{S}$ $R8 = \frac{1 \times 18,51}{5 \times 80}$ $R8 = 0,046 \text{ m}\Omega$	$X8 = 0,15 \times L$ $X8 = 0,15 \times 1$ $X8 = 0,15 \text{ m}\Omega$
Disjoncteur Q7	$R9 = 0$	$X9 = 0$
Câble C7 : <i>50 mètres de 70 mm²</i>	$R10 = \rho \frac{L}{S}$ $R10 = \frac{50 \times 18,51}{70}$ $R10 = 13,22 \text{ m}\Omega$	Câble multiconducteur = jointif: $X10 = 0,09 \times L$ $X10 = 0,09 \times 50$ $X10 = 4,5 \text{ m}\Omega$
Jeu de barres JB3 : <i>1 mètre de barre cuivre 80 x 5.</i>	$R11 = \rho \frac{L}{S}$ $R11 = \frac{1 \times 18,51}{5 \times 80}$ $R11 = 0,046 \text{ m}\Omega$	$X11 = 0,15 \times L$ $X11 = 0,15 \times 1$ $X11 = 0,15 \text{ m}\Omega$

Intensité de court-circuit en amont de Q1:	$Rt1 = R1 + R2 + R3$ $= 0,035 + 2,41 + 0,13$ $= 2,57 \text{ m}\Omega$	$Xt1 = X1 + X2 + X3$ $= 0,351 + 12,37 + 0,21$ $= 12,93 \text{ m}\Omega$
	$I_{cc \text{ maxi}} = \frac{Un \times m \times c}{\sqrt{3} \times \sqrt{Rt^2 + Xt^2}}$ $I_{cc} = \frac{400 \times 1,05 \times 1,05}{\sqrt{3} \times \sqrt{2,57^2 + 12,93^2}}$ $= 19,31 \text{ kA}$	
Intensité de court-circuit en amont de Q6:	$Rt2 = Rt1 + R4 + R5$ $= 2,57 + 0 + 0,059$ $= 2,63 \text{ m}\Omega$	$Xt2 = Xt1 + X4 + X5$ $= 12,93 + 0 + 0,3$ $= 13,23 \text{ m}\Omega$
	$I_{cc \text{ maxi}} = \frac{Un \times m \times c}{\sqrt{3} \times \sqrt{Rt^2 + Xt^2}}$ $I_{cc} = \frac{400 \times 1,05 \times 1,05}{\sqrt{3} \times \sqrt{2,63^2 + 13,23^2}}$ $= 18,87 \text{ kA}$	
Intensité de court-circuit en amont de Q7:	$Rt3 = Rt2 + R6 + R7 + R8$ $= 2,63 + 0 + 6 + 0,046$ $= 8,68 \text{ m}\Omega$	$Xt3 = Xt2 + X6 + X7 + X8$ $= 13,23 + 0 + 5,4 + 0,15$ $= 18,78 \text{ m}\Omega$
	$I_{cc \text{ maxi}} = \frac{Un \times m \times c}{\sqrt{3} \times \sqrt{Rt^2 + Xt^2}}$ $I_{cc} = \frac{400 \times 1,05 \times 1,05}{\sqrt{3} \times \sqrt{8,68^2 + 18,78^2}}$ $= 12,30 \text{ kA}$	
Intensité de court-circuit en amont de Q8 et Q9:	$Rt4 = Rt3 + R9 + R10 + R11$ $= 8,68 + 0 + 13,22 + 0,046$ $= 21,95 \text{ m}\Omega$	$Xt4 = Xt3 + Xt9 + Xt10 + Xt11$ $= 18,78 + 0 + 4,5 + 0,15$ $= 23,43 \text{ m}\Omega$
	$I_{cc \text{ maxi}} = \frac{Un \times m \times c}{\sqrt{3} \times \sqrt{Rt^2 + Xt^2}}$ $I_{cc} = \frac{400 \times 1,05 \times 1,05}{\sqrt{3} \times \sqrt{21,95^2 + 23,43^2}}$ $= 7,93 \text{ kA}$	

2-5-2-Déterminer les intensités de court-circuit par les tableaux fabricants:

	<i>I_{cc} amont en kA</i>	<i>Longueur du câble</i>	<i>Section des conducteurs</i>	<i>I_{cc} aval en kA</i>
<i>Q1</i>	18,29 kA			ICC A = 18,29 kA
<i>Q2</i>	18,29 kA			ICC A = 18,29 kA
<i>Q3</i>	18,29 kA			ICC A = 18,29 kA
<i>Q4</i>	18,29 kA	75 m	70 mm ²	ICC B = 8,9kA
<i>Q5</i>	18,29 kA	75 m	70 mm ²	ICC B = 8,9 kA
<i>Q6</i>	18,29 kA			ICC A = 18,29 kA
<i>Q7</i>	18,29 kA	60 m	185 mm ²	ICC C = 13,9 kA
<i>Q8</i>	13,9 kA	50 m	70 mm ²	ICC D = 9kA
<i>Q9</i>	13,9 kA	50 m	70 mm ²	ICC D = 9kA

2-6-Compléter le choix des disjoncteurs en fonction des intensités de court-circuit :

<i>Disjoncteurs</i>	<i>Intensité En ligne I_B</i>	<i>Calibre du disjoncteur :</i>	<i>Intensité de court- circuit</i>	<i>Référence complète des disjoncteurs</i>
<i>Q1</i>	1197A	NS 1250 1250A	C : 19,31 kA T : 18,29 kA	NS 1250 N Micrologic 5.0 1250A réglé à 1197 / 1250 = 0,95
<i>Q2</i>	140A	NS 160 160A	18,29 kA	NS 160 N STR 22 SE Réglé à 140 / 160 = 0,875
<i>Q3</i>	125A	NS 160 160A	18,29 kA	NS 160 N STR 22 SE Réglé à 125 / 160 = 0,78
<i>Q4</i>		C60 C25 25A	8,9kA	C60L C25 Fixe à 25A
<i>Q5</i>	43A	C60 50A	8,9 kA	C60L C50 Fixe à 50A
<i>Q6</i>	260A	NS 400 400A	C : 18,87 kA T : 18,29 kA	NS 400N STR 23 SE Réglé à 260 / 400 = 0,65
<i>Q7</i>	150A	NS 160 160A	C : 12,30 kA T : 13,9 kA	NS 160 N STR 22 SE Réglé à 150 / 160 = 0,93
<i>Q8</i>	43A	C60 50A	C : 7,93 kA T : 9kA	C60L C50 Fixe à 50A
<i>Q9</i>	80A	NS 100 100A	C : 7,93 kA T : 9kA	NS 100 N STR 22 SE Réglé à 80 / 100 = 0,8

C : 7,93 kA est le résultat obtenu par le calcul et T : 9kA le résultat par le tableau.

2-7-Vérification des conditions de sélectivité :

<i>Disjoncteur amont</i>	<i>Disjoncteur aval</i>	<i>Intensité de court-circuit</i>	<i>Sélectivité trouvée dans le tableau</i>	<i>Sélectivité dans l'installation</i>
Q1 : NS 1250 N Micrologic 5.0	Q2 : NS 160 N STR 22 SE 160A	18,29 kA	Sélectivité Totale	Sélectivité Totale
Q1 : NS 1250 N Micrologic 5.0	Q3 : NS 160 N STR 22 SE 160A	18,29 kA	Sélectivité Totale	Sélectivité Totale
Q1 : NS 1250 N Micrologic 5.0	Q4 : C60L C25	8,9kA	Sélectivité Totale	Sélectivité Totale
Q1 : NS 1250 N Micrologic 5.0	Q5 : C60L C50	8,9 kA	Sélectivité Totale	Sélectivité Totale
Q1 : NS 1250 N Micrologic 5.0	Q6 : NS 400N STR 23 SE 400A	C : 18,87 kA T : 18,29 kA	Sélectivité Totale	Sélectivité Totale
Q1 : NS 1250 N Micrologic 5.0	Q7 : NS 160 N STR 22 SE 160A	C : 12,30 kA T : 13,9 kA	Sélectivité Totale	Sélectivité Totale
Q1 : NS 1250 N Micrologic 5.0	Q8 : C60L C50	C : 7,93 kA T : 9kA	Sélectivité Totale	Sélectivité Totale
Q1 : NS 1250 N Micrologic 5.0	Q9 : NS 100 N STR 22 SE 100A	C : 7,93 kA T : 9kA	Sélectivité Totale	Sélectivité Totale
Q3 : NS 160 N STR 22 SE 160A	Q4 : C60L C25	8,9kA	Sélectivité Totale	Sélectivité Totale
Q3 : NS 160 N STR 22 SE 160A	Q5 : C60L C50	8,9 kA	Sélectivité Totale	Sélectivité Totale
Q6 : NS 400N STR 23 SE 400A	Q7 : NS 160 N STR 22 SE 160A	C : 12,30 kA T : 13,9 kA	Sélectivité Totale	Sélectivité Totale
Q7 : NS 160 N STR 22 SE 160A	Q8 : C60L C50	C : 7,93 kA T : 9kA	Sélectivité Totale	Sélectivité Totale
Q3 : NS 160 N STR 22 SE 160A	Q9 : NS 100 N STR 22 SE 100A	C : 7,93 kA T : 9kA	2 kA	Sélectivité Partielle

3-Cas particuliers pour déterminer l'intensité de court circuit d'un transformateur connaissant sa puissance, sa tension, et sa tension de court-circuit :

Exemple document ressource K83

Transformateur immergé dans l'huile de 800 kVA en 410V – Tension de court-circuit $U_{cc} = 6\%$.

Calcul de l'intensité nominale $I_n = 800\,000 / 410 \times \sqrt{3} = 1126,5A$

Rappelons nous à quoi correspond la tension de court-circuit.

C'est le pourcentage de tension (6%) alimentant le primaire du transformateur et permettant d'obtenir I nominal au secondaire placé en court-circuit.

Donc si on alimente le primaire avec la pleine tension (100% de U) on obtiendra au secondaire placé en court-circuit le courant maximum possible appelé I_{cc} .

6% de U donne $I = 1126,5 A$

100 % de U donne $I_{cc} = ? ? ?$

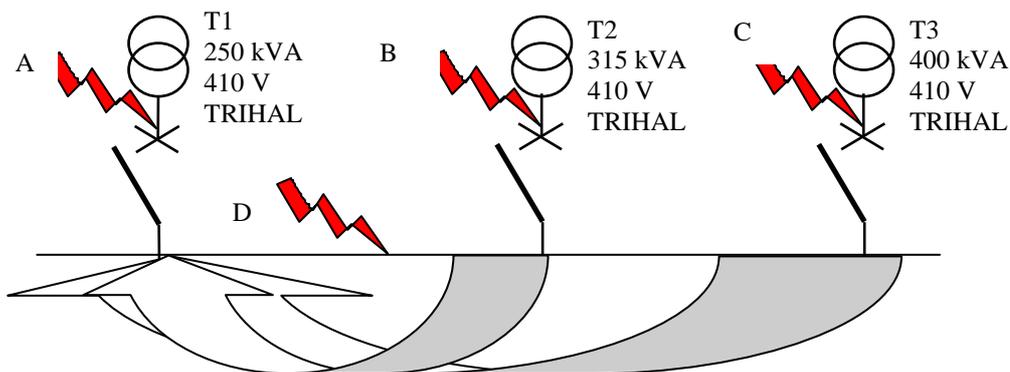
$I_{cc} = 1126,5 / 6\% = 18775A = 18,7 kA$. (résultat voisine de 18,29 kA trouvé dans le document K83).

Cas particuliers pour déterminer l'intensité de court circuit de plusieurs transformateurs en parallèles :

Soit 3 transformateurs T1, T2 et T3 seuls (non raccordés à d'autres transformateurs) le document K83 donne pour chacun les I_{cc} suivants

	<i>ICC :</i>
<i>T1 250 kVA</i>	5,82 kA
<i>T2 315 kVA</i>	7,32 kA
<i>T3 400 kVA</i>	9,26 kA

Par contre si l'on relie ces 3 transformateurs en parallèles



<i>ICC aux points :</i>	
<i>A</i>	$7,32 + 9,26 = 16,58 kA$
<i>B</i>	$5,82 + 9,26 = 15,08 kA$
<i>C</i>	$5,82 + 7,32 = 13,14 kA$
<i>D</i>	$5,82 + 7,32 + 9,26 = 22,4 kA$

En effet en cas de court-circuit en A, les 2 transformateurs T1 et T2 alimentent ce court-circuit.

Il en est de même pour tous les points, d'où nécessité de prévoir un I_{cc} plus grand afin de choisir sans problèmes les disjoncteurs.

4- Influences externes et Indice de Protection:

La norme a fait l'inventaire des influences externes (voir tableaux pages suivantes) auxquelles sont soumises le matériel électrique.

Ces influences externes sont classées en 3 familles :

- A : Environnement.
- B : Utilisation.
- C : Construction.

Chaque famille est, à son tour, décliné en différents critères (AA, AB, AC,...).

Ces influences externes permettent de déterminer les indices de protection IP des locaux ou du matériel :

Classes de protection

1. Protection contre les corps solides et liquides : Indices de protection - IP

Degré de protection des enveloppes des matériels électriques selon normes CEI 60529, NF EN 60529 et (NF C 20-010)

1er chiffre : protection contre les corps solides		2e chiffre : protection contre les corps liquides	
IP	tests	IP	tests
0		0	Pas de protection
1	Ø 50 mm Protégé contre les corps solides supérieurs à 50 mm (ex. : contacts involontaires de la main)	1	Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau (condensation)
2	Ø 12,5 mm Protégé contre les corps solides supérieurs à 12,5 mm (ex. : doigt de la main)	2	Protégé contre les chutes de gouttes d'eau jusqu'à 15° de la verticale
3	Ø 2,5 mm Protégé contre les corps solides supérieurs à 2,5 mm (outils, vis)	3	Protégé contre l'eau en pluie jusqu'à 60° de la verticale
4	Ø 1 mm Protégé contre les corps solides supérieurs à 1 mm (outils fins, petit fils)	4	Protégé contre les projections de toutes directions
5	Protégé contre les poussières (pas de dépôt nuisible)	5	Protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance
6	Totalement protégé contre les poussières	6	Totalement protégé contre les projections d'eau assimilables aux paquets de mer
		7	Protégé contre les effets de l'immersion
		8	Protégé contre les effets de l'immersion prolongée dans des conditions spécifiées

2. Protection contre les chocs mécaniques : Indice de protection - IK

Selon la norme : NF EN 50102 (NF C 20-015) (juin 95)

IK	Energie des chocs (en Joules)	"AG" de la NF C 15-100	Ancien 3 ^e chiffre IP
00	0		0
01	0,15		
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

• Ce tableau permet de connaître la résistance d'un produit à un impact donné en Joules, à partir du code IK. Il permet aussi de connaître la correspondance avec l'ancien 3^e chiffre des IP et les conditions correspondantes d'influence externes "AG". Pour connaître la résistance aux chocs et l'IP nécessaire en fonction des locaux où le produit est installé, se reporter à la page 783 du catalogue

(1) Il est admis qu'un produit qui était IP XX-7 remplit les conditions d'un IP XX - IK 08

L' Indice de Protection se présente sous la forme de 2 chiffres :

- 1^{er} chiffre : protection contre les corps solides.
- 2^{ème} chiffre : protection contre les liquides.

Il peut être complété par une lettre concernant la protection des personnes contre l'accès aux parties dangereuses

A	Protégé contre l'accès du dos de la main	<i>Cette lettre est utilisée seulement si la protection effective des personnes est supérieure à celle indiquée par le 1^{er} chiffre de l'IP.</i>
B	Protégé contre l'accès du doigt.	
C	Protégé contre l'accès d'un outil de 2,5 mm de diamètre.	
D	Protégé contre l'accès d'un outil de 1 mm de diamètre.	

Rappels : l'indice de protection doit toujours être lu chiffre à chiffre et non pas globalement.

Par exemple un coffret IP 30 ne peut pas convenir pour un local IP 21.

Il faut un coffret IP 21 ou 31.

On rajoute souvent à l'indice de protection (IP) le degré de protection contre les chocs mécaniques (IK).

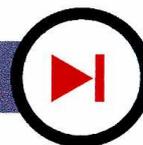
5-Tableau des influences externes selon la NF C15-100 :

TEMPERATURE AMBIANTE :		Plages de température ambiante :	
AA1	Frigorifique	-60°C à +5°C (chambre de congélation)	
AA2	Très froide	-40°C à +5°C (chambre de congélation)	
AA3	Froide	-25°C à +5°C	
AA4	Tempérée	-5°C à +40°C (CAS COURANT)	
AA5	Chaude	+5°C à +40°C	
AA6	Très chaude	+5°C à +60°C (chaufferie)	
AA7	Extérieur abrité	-25°C à +55°C	
AA8	Extérieur non protégé	-50°C à +40°C	
CONDITIONS CLIMATIQUES :		Température :	Humidité relative :
AB1	Frigorifique	-60°C à +5°C	3 à 100%
AB2	Très froide	-40°C à +5°C	10 à 100%
AB3	Froide	-5°C à +5°C	10 à 100%
AB4	Tempérée	-5°C à +40°C	5 à 95%
AB5	Chaude	+5°C à +40°C	5 à 85%
AB6	Très chaude	+5°C à +60°C	10 à 100%
AB7	Extérieur abrité	-25°C à +55°C	10 à 100%
AB8	Extérieur non protégé	-50°C à +40°C	15 à 100%
ALTITUDE :			
AC1	≤ 2000 m		Normal
AC2	> 2000m		
PRESENCE D'EAU :		Exemples :	
AD1	Négligeable	IP X 0	
AD2	Chute de gouttes d'eau	IP X 1 - 2	Caves
AD3	Aspersion d'eau	IP X 3	Pluie, emplacements extérieurs
AD4	Projection d'eau	IP X 4	Douches collectives, armoires de chantier à l'extérieur
AD5	Jets d'eau	IP X 5	Aires de lavage
AD6	Paquets d'eau	IP X 6	Bord de mer, jetées
AD7	Immersion	IP X 7	Possibilité de recouvrement intermittent, partiel ou total d'eau
AD8	Submersion	IP X 8	
PRESENCE DE CORPS SOLIDES ETRANGERS :			
AE1	Négligeable	IP 2 X	
AE2	Petits objets ≤ 2,5 mm	IP 3 X	Locaux industriels
AE3	Petits objets ≤ 1 mm	IP 4 X	Locaux industriels
AE4	Poussières	IP 5 - 6 X	cimenteries
PRESENCE DE SUBSTANCES CORROSIVES OU POLLUANTES :			
AF1	Négligeable		
AF2	Atmosphérique	Bord de mer	
AF3	Intermittente ou accidentelle	Locaux ou on manipule certains produits chimiques	
AF4	Permanente	Ind chimique, porcheries, laiterie, locaux techni des piscines	
CONTRAINTES MECANIQUES (CHOCS)		Chocs en Joules :	Indice de protection :
AG1	Faibles	IK02	≤ 0,2 J
AG2	Moyens	IK07	≤ 2 J
AG3	Importants	IK08	≤ 5 J
AG4	Très importants	IK10	≤ 20 J
VIBRATIONS :			
AH1	Faibles		
AH2	Moyennes		
AH3	Importantes		
PRESENCE DE FLORE OU DE MOISSURES :			
AK1	Négligeable		
AK2	Risques		
PRESENCE DE FAUNE :			
AL1	Négligeable		
AL2	Risques		

RAYONNEMENTS SOLAIRES :			
AN 1/2	Faibles		
AN3	Significatifs		
EFFETS SISMIQUES :			
AP1	Négligeables	S ≤ 30 Gal (1 Gal = 1 cm / s²) Normal	
AP2	Faibles	30 < S ≤ 300 Gal	
AP3	Moyens	300 < S ≤ 600 Gal	
AP4	Forts	S > 600 Gal	
FOUDRE, NIVEAU KERAUNIQUE (Nk), DENSITE DE FOUDROIEMENT (Ng) :			
AQ1	Négligeables	Nk ≤ 25 jours / an	Ng ≤ 2,5
AQ2	Indirecte	Nk > 25 jours / an	Ng > 2,5
AQ3	Directe		
MOUVEMENT DE L'AIR :			
AR1	Faibles	Vitesse ≤ 1 m / s	
AR2	Moyens	1 m / s < vitesse ≤ 5 m / s	
AR3	Forts	5 m / s < vitesse ≤ 10 m / s	
VENT:			
AS1	Faible	10 m / s < vitesse ≤ 20 m / s	
AS2	Moyen	20 m / s < vitesse ≤ 30 m / s	
AS3	Fort	30 m / s < vitesse ≤ 50 m / s	
COMPETENCE DES PERSONNES :			
Exemples :			
BA1	Ordinaire	Personnes non averties	
BA2	Enfants	Crèches, écoles maternelles, jardins d'enfants	
BA3	Handicapés	Hospices, asiles	
BA4	Averties (UTE C 18 510)	Personnes informées ou surveillées par des pers qualifiées	
BA5	Qualifiées (UTE C 18 510)	Personnes ayant des connaissances techniques (éviter danger)	
RESISTANCE DU CORPS HUMAIN :			
Caractéristiques :			
BB1	Normale	Conditions sèches ou humides	
BB2	Faible	Conditions mouillées (chantiers)	
BB3	Très faible	Conditions immergées (salle d'eau, piscines)	
CONTACT DES PERSONNES AVEC LE POTENTIEL DE LA TERRE :			
BC1	Nuls	Emplacements pratiquement inexistants	
BC2	Faibles	Emplacements rares	
BC3	Fréquents	Locaux courants	
BC4	Continus	Enceinte métalliques (cuve chaudière)	
CONDITIONS D'EVACUATION EN CAS D'URGENCE :			
BD1	Normales	Densité d'occupation faible, cond. d'évacuation faciles	
BD2	Difficiles	Densité d'occupation faible, cond. d'évacuation difficiles	
BD3	Encombrées	Densité d'occupation importante, cond. d'évacuation faciles	
BD4	Difficiles et encombrées	Densité d'occupation importante, cond. d'évacuation difficiles	
NATURE DES MATIERES ENTREPOSEES :			
BE1	Risques négligeables		
BE2	Risques d'incendie	Menuiseries, granges	
BE3	Risques d'explosion	Raffineries	
BE4	Risques de contamination	Industries alimentaires, cuisines	
MATERIAUX DE CONSTRUCTION :			
CA1	Non combustibles		
CA2	Combustibles	Bâtiment en bois	
STRUCTURE DU BATIMENT :			
CB1	Risques négligeables		
CB2	Propagation d'incendie	Bâtiment de grande hauteur, système de ventilation forcée	
CB3	Mouvements	Bâtiment de g.de longueur ou cons sur terrains non stabilisés	
CB4	Flexibles ou instables	Chapiteaux, structures gonflables	
Les chapitres AJ (autres conditions mécaniques) et AM (influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes) sont à l'étude.			

6-Dénomination des conducteurs et des câbles :

▶ I CÂBLES CONDUITS CANALISATIONS



CÂBLES

▶ I CÂBLES DOMESTIQUES :

Les fils et câbles à usage domestique, sont des produits d'usage courant.

Ils sont particulièrement recommandés pour la réalisation d'installations électriques fixes.

Les câbles souples domestiques ont aussi leur utilisation pour l'alimentation de la plupart des appareils électro-domestiques. Quels que soient leur degré de souplesse, ou leur usage, les conducteurs et câbles domestiques, sont classés 500 ou 750 Volts selon les modèles.

Ils sont de la catégorie C2 en ce qui concerne leur comportement au feu.

Les fils et câbles domestiques sont fabriqués conformément à des normes nationales Française « NF » ou européennes « HAR ». Ils sont aussi conformes aux normes internationales « CEI » correspondantes, ou aux documents harmonisés Européens (H.D ou E.N).

Les produits fabriqués disposent de ce fait, de l'un des labels de qualité NF-USE ou USE « HAR ».

Afin d'assurer la conformité des installations électriques, les produits portant ces labels doivent être utilisés selon les règles de l'art, décrites dans la norme régissant les installations électriques basse tension NF C 15-100.

Sauf exceptions, les conducteurs et câbles domestiques sont tenus en stock en conditionnements standards.

▶ I CÂBLES HARMONISÉS

Symboles et désignations	
Symboles	Type de câble
H	Modèle harmonisé
FRN	Modèle national reconnu par le CENELEC
Tension nominale U_0/U	
01	$100/100 \text{ V} \leq U_0/U < 300/300 \text{ V}$
03	$U_0/U = 300/300 \text{ V}$
05	$U_0/U = 300/500 \text{ V}$
07	$U_0/U = 450/750 \text{ V}$
1	$U_0/U = 0,6/1 \text{ kV}$
Matériaux d'isolation et de gainage	
E	Polyéthylène
J	Tresse de fibre de verre
N	Polychloroprène
R	Caoutchouc
S	Caoutchouc de silicone
T	Tresse textile
V	Polychlorure de vinyle
X	Polyéthylène réticulé
Construction spéciale	
H	Câble méplat « divisible »
H2	Câble méplat « non divisible »
H6	Câble méplat « non divisible » supérieure à 2 conducteurs
Type et forme des âmes conductrices	
F	Âme souple - classe 5 - CEI 228
H	Âme souple - classe 6 - CEI 228
K	Âme souple pour conducteur ou câble d'installation fixe
R	Âme rigide, ronde, câblée
S	Âme rigide, sectorale, câblée
U	Âme rigide, ronde, massive
Y	Âme quipée « rosette »

Remarque : tous les câbles harmonisés comportent le marquage suivant « HAR », soit sur la gaine, soit sur le conducteur bleu.

▶ I CÂBLES INDUSTRIELS :

Les câbles industriels se différencient des câbles domestiques par des performances techniques supérieures. Ces câbles sont destinés à un usage courant dans l'industrie et sont particulièrement recommandés pour les réalisations d'installations fixes. L'emploi des câbles souples est aussi recommandé pour l'alimentation d'appareillages industriels mobiles. Comparativement aux câbles à usage domestique, les câbles industriels se distinguent par :

- une tension de service plus élevée.
- des propriétés mécaniques supérieures, enterrables directement ou avec une protection, sous fourreau en cas de risques particuliers.
- une capacité d'échauffement supérieure en fonctionnement et en cas de court-circuit.

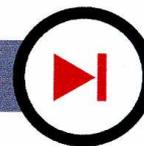
Les câbles industriels sont fabriqués conformément à des normes nationales Françaises « NF » ou aux documents harmonisés européens (H.D. ou E.N.). Ils sont aussi conformes aux normes internationales CEI correspondantes. Les produits fabriqués disposent de ce fait de l'un des labels qualité NF-USE ou USE « HAR ». Afin d'assurer la conformité des installations électriques, les produits portant ces labels doivent être employés selon les règles de l'art décrites dans la norme régissant les installations électriques basse tension NF C 15-100.

Sauf exceptions, les câbles industriels sont tenus en stock en conditionnements standards.

▶ I CÂBLES BASSE TENSION

Spécification	Rayon de courbure	Spécification	Rayon de courbure
H07 V-U	5 D	U-1000 R2V et U-1000 AR02V	9 D
H07 V-R	5 D	U-1000 RVFV multiconducteurs	6 D
H07 V-RA	5 D	U-1000 RVFV	9 D
H05 V-K	4 D		
H07 V-K	4 D		
A05 VV-U			
et FR N 05 VV-R	6 D	H05 RR-F	
		et A05 RR-F	3 D
		H07 RN-F	} unipolaires
		A07 RN-F	
H05 VV-F	3 D	H07 RN-F	} multiconducteurs
		A07 RN-F	

▶ CÂBLES CONDUITS CANALISATIONS



▶ REPÉRAGE DES CONDUCTEURS

Le repérage des conducteurs ne doit être considéré que comme une présomption. Il est toujours nécessaire de vérifier la polarité des conducteurs avant toute intervention.
 Dans les canalisations mobiles, le conducteur de protection doit être obligatoirement dans le câble.
 Dans le cas où le neutre est également utilisé comme conducteur de protection (mise au neutre des masses), il doit être repéré comme conducteur de protection.
 Lorsque l'on procède à l'extension d'installations existantes, les nouvelles règles de repérage doivent être appliquées dans toutes les parties nouvelles. Il est en outre conseillé de pratiquer un repérage par bague ou moyens similaires, selon les nouvelles règles, aux extrémités accessibles des anciens circuits.
 Nota. - L'application des règles précédentes, aux câbles utilisés dans les différents circuits, est donnée dans les tableaux suivants :

CANALISATIONS MOBILES ALIMENTANT LES APPAREILS :

Appareils alimentés		Câbles souples	
en monophasé	Sans conducteur de protection (classes 0, 0I, II ou III)		Phase - Noir ou brun Phase* Bleu clair
	Avec conducteur de protection (classe I)		Phase - Noir ou brun Phase* Bleu clair Protection Vert/Jaune
en triphasé Sans conducteur de protection (Classe 0, 0I, II ou III) Nota. - Ce cas ne s'applique qu'aux câbles de la série U-500 SC1C en 2,5 et 4 mm².	sans neutre		Phase - Brun Phase - Noir Phase - Bleu clair
	avec neutre		Phase - Noir Phase - Brun Phase - Noir Phase - Bleu clair
en triphasé Avec conducteur de protection (classe I)	sans neutre		Phase - Noir Phase - Brun Phase - Bleu clair Protection Vert/Jaune
	avec neutre		Phase - Noir Phase - Brun Phase - Noir Neutre - Bleu clair Protection Vert/Jaune

* Ou neutre si le moyen de connexion permet d'identifier la position des conducteurs.

La double coloration Vert et Jaune est exclusivement réservée au conducteur de protection.

CANALISATIONS FIXES ALIMENTANT LES APPAREILS :

Circuits		Câbles multiconducteurs	
TRIPHASES MONOPHASES	Phase-neutre		Phase - Noir Neutre - Bleu clair
	2 Phases		Phase - Noir Phase - Bleu clair
	3 Phases		Phase - Noir Phase - Bleu clair Phase - Brun
	3 Phases + Neutre		Phase - Noir Phase - Brun Phase - Noir Neutre - Bleu clair
MONOPHASES	Phase-neutre + Protection	S ≤ 25 mm² 	Phase - Noir Neutre - Bleu clair Protection - Vert/Jaune
		S > 25 mm² 	Phase - Noir Neutre - Bleu clair Protection - Vert/Jaune
	2 Phases + Protection	S ≤ 25 mm² 	Phase - Noir Phase - Bleu clair Protection - Vert/Jaune
		S > 25 mm² 	Phase - Noir Phase - Bleu clair Protection - Vert/Jaune
TRIPHASES	3 Phases + Protection		Phase - Noir Phase - Brun Phase - Bleu clair Protection - Vert/Jaune
	3 Phases + Neutre + Protection		Phase - Noir Phase - Brun Phase - Noir Neutre - Bleu clair Protection - Vert/Jaune

La plupart des câbles de section ≤ à 25 mm² Cu ou 35 mm² Alu comportent un conducteur Vert/Jaune. Pour l'équipement de ces circuits, ce dernier devra être abandonné.

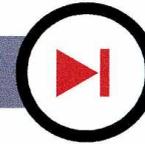
Reperage des circuits en câbles monoconducteurs
 U 500 V - U 500 DV - 500 SV

} Conducteur de protection : vert/jaune.
 } Conducteur de neutre : bleu.
 } Conducteurs de phases et conducteurs « communs » : couleur quelconque sauf bleu clair, vert/jaune, blanc (gris), vert, jaune ou double couleur.

La double coloration Vert et Jaune est exclusivement réservée au conducteur de protection.

7-Dénomination des conduits :

▶ CÂBLES CONDUITS CANALISATIONS



CONDUITS

▶ CONDUITS CODIFICATIONS DES LETTRES

I ISOLANT

R RIGIDE

S SOUPLE

C CINTRABLE

L LISSE

CT CINTRABLE TRANSVERSALEMENT ÉLASTIQUE

A ANNELÉ

M MÉTALLIQUE

▶ CODIFICATIONS DES CHIFFRES (4 premiers chiffres de la classification)

1 ^{er} chiffre	2 ^e chiffre	3 ^e chiffre	4 ^e chiffre
Résistance à l'écrasement	Résistance aux chocs	Température mini d'utilisation et d'installation	Température maxi d'utilisation et d'installation
1 Très léger 125 N	1 Très léger 0,5 J	1 + 5 °C	1 60 °C
2 Léger 320 N	2 Léger 1 J	2 - 5 °C	2 90 °C
3 Moyen 750 N	3 Moyen 2 J	3 - 15 °C	3 105 °C
4 Élevé 1 250 N	4 Élevé 6 J	4 - 25 °C	4 120 °C
5 Très élevé 4 000 N	5 Très élevé 20 J	5 - 45 °C	5 150 °C
			6 250 °C
			7 400 °C

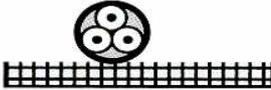
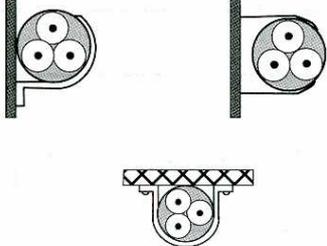
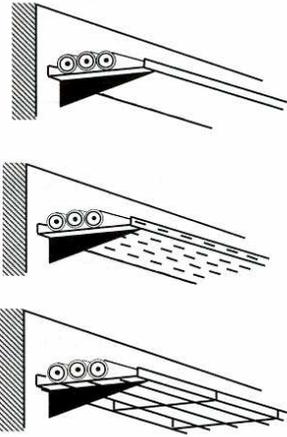
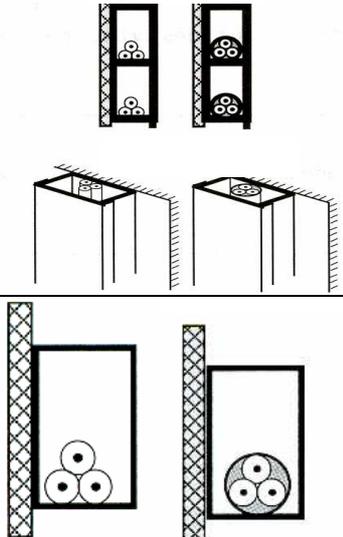
Nature des conduits	Système de conduits conformes à la norme NF EN 50 086		Indice de protection	Nature des conduits	Système de conduits conformes à la norme NF EN 50 086		Indice de protection
	Désignation	système mini correspondant			Désignation	système mini correspondant	
Isolant Cintrable Transversalement élastique Annelé	ICTA 3422	• 1 conduit • 1 accessoire d'assemblage non intégré (manchon)	IP 44	Isolant Rigide Lisse	IRL 3321	• 1 conduit • 1 accessoire d'assemblage non intégré (manchon) • 1 accessoire de changement de direction (coude ou cintre)	IP 44
Isolant Cintrable Transversalement élastique Lisse	ICTL 3422	• 1 conduit • 1 accessoire d'assemblage non intégré (manchon)	IP 44	Isolant Rigide Lisse	IRL 4431	• 1 conduit • 1 manchon • 1 cintre	IP 44
Conduit enterré pour protection des câbles électriques	• 1 conduit • 1 manchon + joint	IP 67	• 1 conduit • 1 manchon • 1 cintre • Joint + colle	IP 67			
					CSA 4431	• 1 conduit • 1 accessoire d'assemblage non intégré (accord)	IP 65

▶ UTILISATION DES CONDUITS

CONDUCTEURS H 07 V-U/R

Section nominale des âmes en mm ²	Section d'occupation des conducteurs en mm ²	ICTA - ICA - ICTL										IRL 3321				
		Nombre de conducteurs					Nombre de conducteurs					Nombre de conducteurs				
		2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	4	5	
		Ø des conduits à utiliser					Ø des conduits à utiliser					Ø des conduits à utiliser				
1,5	8,55	16	16	20	20	16	16	16	16	16	16	16	16			
2,5	11,9	16	20	20	25	16	16	20	20	16	16	20	20			
4	15,2	20	20	25	25	16	20	20	25	16	20	20	25			
6	22,9	20	25	32	32	20	20	25	25	20	20	25	25			
10	36,32	25	32	32	40	20	25	32	32	20	25	32	32			
16	50,3	32	32	40	40	25	32	32	40	25	32	32	40			
25	75,4	32	40	50	50	32	40	40	50	32	40	40	50			
35	95,03	40	50	50	63	32	40	50	50	32	40	50	50			
50	132,7	50	50	63	63	40	50	63	63	40	50	63	63			
70	176,7	50	63	63		50	63	63		50	63	63				
95	227	63	63			63	63			63	63					
120	283,5	63				63	63			63	63					
150	346,3	63				63				63						

8-Principaux modes de pose autorisés selon la norme NF C15-100 :

<i>Quelques exemples de mode de pose selon la norme NF C15-100</i>		
 <p>Pose sans fixation</p>	 <p>Pose avec câble porteur</p>	 <p>Pose sur isolateur</p>
 <p>Pose par fixation directe (sur mur ou au plafond)</p>	 <p>Pose sur tablettes, chemins de câbles ou corbeaux</p>	 <p>Pose en conduits ou profilés</p>

<i>Mode de pose en fonction des conducteurs :</i>	<i>Conducteurs nus</i>	<i>Conducteurs isolés</i>	<i>Câbles mono-conducteurs</i>	<i>Câbles multi-conducteurs</i>
	●	●	●	●
<i>Sans fixation</i>	NON	NON	NON applicable ou non utilisé en pratique	OUI
<i>Fixation directe</i>	NON	NON	OUI	OUI
<i>Conduits et profilés</i>	NON	OUI (1)	OUI	OUI
<i>C de câbles, tablettes, corbeaux</i>	NON	NON	OUI	OUI
<i>Sur isolateurs</i>	OUI	OUI	NON	NON
<i>Câble porteur</i>	NON	NON	OUI	OUI

(1) Les conducteurs isolés ne sont admis que si le couvercle nécessite l'utilisation d'un outil et que la goulotte possède un IP4x ou IPxxD.

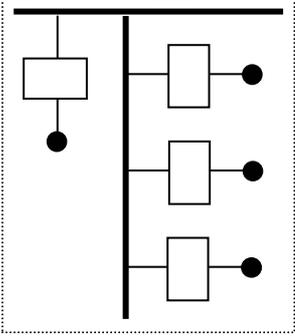
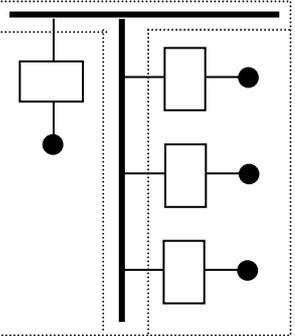
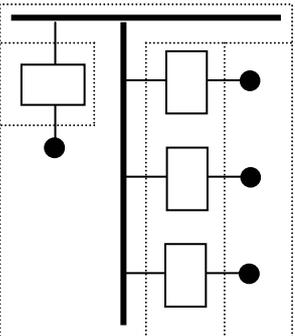
9-Utilisation des conduits en fonction des principales influences externes selon la norme NF C15-100 :

	AA	AD	AE	AF	AG	AH	AK	AL	BB	BC	BD	BE	CA	CB
Mouleurs bois	4,5,6	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
MRL 5557	1-6	2(2)	4(2)	1	4	1	2	2	1	2	4	1,2,3	2	1
CSA 4421	4,5,6	2(2)	4(2)	1,2,3	3	3	2	1	1	2	4	1,2,3	2	1,3,4 (1)
ICTL3421	4,5,6	6(2)	4(2)	1,2,3	3	1	1	1	3	4	4	1,2	2	1
ICA 3321	4,5,6	6(2)	4(2)	1,2,3	2	1	1	1	3	4	4	1,2	2	1
IRL 3321	4,5,6	6(2)	4(2)	1,2,3	2	1	1	1	3	4	4	1,2	2	1
ICTA 3422	4,5,6	6(2)	4(2)	1,2,3	3	1	1	1	3	4	4	1,2	2	1
Goulottes en matière isolante (3)	4,5,6	1	1	1,2,3	1	1	1	1	2	3	4	1,2	2	1
Systèmes de goulottes en matière isolante (3)	4,5,6	1	3	1,2,3	2	1	1	1	2	3	4	1,2	2	1

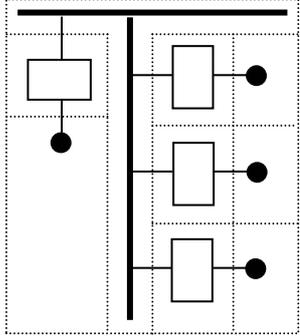
- (1) les conducteurs doivent être de la série H07V-K.
- (2) ces valeurs correspondent aux degrés de protection des longueurs de conduit sans accessoires (les accessoires assurent au minimum un degré de protection IP40).
- (3) Pour des conditions d'influences externes différentes de celles données dans ce tableau, il convient de se référer à documentation du constructeur.

10-Formes des tableaux selon la NF EN 60439-1 :

La norme détermine 7 formes de tableaux dont les caractéristiques sont données ci-dessous :

Forme 1 : aucune séparation		
Formes	Sécurité	Disponibilité
	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'accès aux parties sous tension, mais commande à travers porte donc ajout d'une porte si installation en ambiance. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nulle, toute intervention à l'intérieur de l'enveloppe impose une mise hors tension de la colonne considérée.
Forme 2a : séparation des jeux de barres des unités fonctionnelles. Les bornes pour conducteurs extérieurs n'ont pas besoin d'être séparées des jeux de barres.		
Formes	Sécurité	Disponibilité
	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'accès aux parties sous tension dans le volume des unités fonctionnelles. • Risques humains élevés lors d'intervention dans le caisson câble (présence JdB vertical). • Risques humains lors de l'accès à une unité fonctionnelle (manifestations extérieures des unités fonctionnelles voisines). 	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne intervention sur une unité fonctionnelle sans coupure générale. • Selon les constructeurs la forme 2 peut s'apparenter à une forme 3 (technologie tableau).
Forme 2b : séparation des jeux de barres des unités fonctionnelles. Les bornes pour conducteurs extérieurs sont séparées des jeux de barres.		
Formes	Sécurité	Disponibilité
	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'accès aux parties sous tension. • Risques humains lors de l'accès à une unité fonctionnelle (manifestations extérieures des unités fonctionnelles voisines). 	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne intervention sur une unité fonctionnelle sans coupure générale. • Selon les constructeurs la forme 2 peut s'apparenter à une forme 3 (technologie tableau).

<p align="center">Forme 3a : séparation des jeux de barres des unités fonctionnelles et séparation de toutes les unités fonctionnelles entre elles.</p> <p align="center">Les bornes pour conducteurs extérieurs n'ont pas besoin d'être séparées des jeux de barres.</p>		
<i>Formes</i>	<i>Sécurité</i>	<i>Disponibilité</i>
	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'accès aux parties sous tension. • Risques humains élevés lors d'intervention dans le caisson câble (présence JdB vertical). • Pas de risques humains lors de l'accès à une unité fonctionnelle . 	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne intervention sur une unité fonctionnelle sans coupure générale.
<p align="center">Forme 3b: séparation des jeux de barres des unités fonctionnelles et séparation de toutes les unités fonctionnelles entre elles.</p> <p align="center">Les bornes pour conducteurs extérieurs des unités fonctionnelles sont séparées mais pas entre elles.</p>		
<i>Formes</i>	<i>Sécurité</i>	<i>Disponibilité</i>
	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'accès aux parties sous tension. • Pas de risques humains lors de l'accès à une unité fonctionnelle . 	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne intervention sur une unité fonctionnelle sans coupure générale.
<p align="center">Forme 4a : séparation des jeux de barres des unités fonctionnelles et séparation de toutes les unités fonctionnelles entre elles y compris les bornes pour conducteurs extérieurs qui font partie intégrante de l'unité fonctionnelle.</p>		
<i>Formes</i>	<i>Sécurité</i>	<i>Disponibilité</i>
	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'accès aux parties sous tension. • Pas de risques humains lors de l'accès à une unité fonctionnelle et son départ câble associé. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilité maximum, intervention sur une unité fonctionnelle et son départ associé sans coupure générale.

Forme 4b : séparation des jeux de barres des unités fonctionnelles et séparation de toutes les unités fonctionnelles entre elles y compris les bornes pour conducteurs extérieurs. Séparation des unités fonctionnelles des bornes pour conducteurs extérieurs.		
Formes	Sécurité	Disponibilité
	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'accès aux parties sous tension. • Pas de risques humains lors de l'accès à une unité fonctionnelle et son départ câble associé. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilité maximum, intervention sur une unité fonctionnelle et son départ associé sans coupure générale.

En plus des formes des tableaux l'UTE a défini l'indice de service (C63-429) .

L'indice de service est un outil de définition d'un tableau BT à destination des prescripteurs .

Il garantit la bonne définition du tableau pour toute opération ultérieure d'exploitation, de maintenance ou d'évolution.

L'indice de service est caractérisé par 3 chiffres qui vont de 1 à 3 (1 le plus faible, ..., 3 le plus fort).

L'**exploitation** regroupe l'ensemble des interventions sur l'installation susceptibles d'être effectuées par du personnel non nécessairement électricien.

La **maintenance** regroupe les opérations d'entretien, de réparation et de contrôle visant au maintien des caractéristiques du tableau.

Assurées par du personnel qualifié, elles vont du diagnostic au remplacement des pièces défectueuses.

L'**évolution** est une adaptation de l'installation par adjonction ou remplacement d'éléments .

Certaines évolutions nécessitent une interruption de l'unité fonctionnelle concernée (augmentation de puissance, changement de technologie). D'autres évolutions peuvent se faire sans interruption de l'unité fonctionnelle (ajout de départs).

	1^{er} chiffre : Exploitation	2^{ème} chiffre : Maintenance	3^{ème} chiffre : Evolution
1	J'accepte que cette opération entraîne l' arrêt complet du tableau.	J'accepte l' arrêt complet du tableau.	J'accepte l' arrêt complet du tableau.
2	Je souhaite que cette opération entraîne uniquement l' arrêt complet de la seule unité fonctionnelle concernée.	Je souhaite une interruption limitée à la seule unité fonctionnelle concernée. La remise en place sera accompagnée d' une intervention sur les raccordements.	Je souhaite que l'intervention éventuelle soit limitée à la seule unité fonctionnelle concernée. Des réserves d'unités fonctionnelles définies en nombre et en taille sont prévues.
3	Je souhaite que cette opération entraîne uniquement l' arrêt de la puissance de l'unité fonctionnelle concernée mais autorise des essais d'automatisme qui permettent de tester l'installation en grandeur réelle avant la mise en route.	Je souhaite une interruption limitée à la seule unité fonctionnelle concernée. La remise en place se fera sans intervention sur les raccordements.	Je souhaite que l'intervention sans interruption du tableau soit limitée à la seule unité fonctionnelle concernée. L'évolution est libre , dans les limites imposées par le constructeur du tableau

Exemple pour une ligne de fabrication 24h/24h IS 333 :

IS3.. : Nécessité de faire des tests avant la remise en route.

IS.3. : Arrêt court et très localisé du procédé pour maintenance.

IS..3 : Nécessité d'une évolution maximale.