
1

étude d'une installation *1a méthodologie*

page

fonctions de base de l'appareillage	K6
étapes à respecter	K7
exemple	K8

Fonctions de base de l'appareillage électrique

Le rôle de l'appareillage électrique est d'assurer la protection électrique, le sectionnement et la commande des circuits.

La protection électrique

Protection contre les surintensités

C'est la protection des biens (notamment canalisations et équipements) :

- contre les surcharges, les surintensités se produisant dans un circuit électriquement sain
- contre les courants de court-circuit consécutifs à un défaut dans un circuit entre plusieurs conducteurs.

Ces protections, en général assurées par des disjoncteurs, doivent être installées à l'origine de chaque circuit.

Protection contre les défauts d'isolement

C'est la protection des personnes. Selon le schéma de liaisons à la terre, la protection sera réalisée par disjoncteurs, dispositifs différentiels ou contrôleur d'isolement.

Protection contre les risques d'échauffement des moteurs

Ces risques sont dus par exemple à une surcharge prolongée, à un blocage du rotor ou à une marche en monophasé. La détection des surcharges est en général confiée à un relais thermique, la protection contre les courts-circuits est assurée par un fusible aM ou par un disjoncteur sans relais thermique.

Le sectionnement

Son but est de séparer et d'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 électrique pour entretien ou réparation.

La norme NF C 15-100 § 462-1 et le "décret de protection des travailleurs" imposent que tout circuit électrique d'une installation puisse être sectionné.

La norme NF C 15-100 § 537-2 définit les conditions à respecter pour qu'un appareil remplisse la fonction de sectionnement :

- la coupure doit être omnipolaire
- il doit être verrouillable ou cadenassable en position "ouvert"
- il doit garantir son aptitude au sectionnement par :
 - vérification de l'ouverture des contacts
 - soit visuelle, soit mécanique (appareils à coupure pleinement apparente)
 - mesure des courants de fuite, appareil ouvert
 - tenue aux ondes de tension de choc selon le tableau suivant :

tension de service (volts)	tenue à l'onde de choc (kV crête)
230/400	5
400/690	8
1000	10

La commande des circuits

On regroupe généralement sous le terme "commande" toutes les fonctions qui permettent à l'exploitant d'intervenir volontairement à des niveaux différents de l'installation sur des circuits en charge.

Commande fonctionnelle

Destinée à assurer en service normal la mise "en" et "hors" tension de tout ou partie de l'installation, elle est située au minimum :

- à l'origine de toute installation
- au niveau des récepteurs.

Coupure d'urgence-arrêt d'urgence

La coupure d'urgence est destinée à mettre hors tension un appareil ou un circuit qu'il serait dangereux de maintenir sous tension.

L'arrêt d'urgence est une coupure d'urgence destinée à arrêter un mouvement devenu dangereux. Dans les deux cas :

- le dispositif doit être aisément reconnaissable et rapidement accessible
- la coupure en une seule manœuvre et en charge de tous les conducteurs actifs est exigée
- la mise sous coffret de sécurité "bris de glace" est autorisée.

Coupure pour entretien mécanique

Cette fonction est destinée à assurer la mise et le maintien à l'arrêt d'une machine pendant des interventions sur les parties mécaniques, sans nécessiter sa mise hors tension.

Etapes à respecter

Exemple

K7
1a

L'étude de l'installation consiste à déterminer précisément les canalisations et leurs protections électriques en commençant à l'origine de l'installation pour aboutir aux circuits terminaux.

Chaque ensemble constitué par la canalisation et sa protection doit répondre simultanément à plusieurs conditions qui assurent la sûreté de l'installation :

- véhiculer le courant d'emploi permanent et ses pointes transitoires normales
- ne pas générer de chutes de tension susceptibles de nuire au fonctionnement de certains récepteurs, comme par exemple les moteurs en période de démarrage, et amenant des pertes en ligne onéreuses.

En outre le disjoncteur (ou fusible) doit :

- protéger la canalisation pour toutes les surintensités jusqu'au courant de court-circuit
- assurer la protection des personnes contre les contacts indirects dans le cas où la distribution s'appuie sur le principe de protection du schéma des liaisons à la terre IT ou TN.

L'étude d'une installation électrique se fait méthodiquement en respectant les étapes suivantes :

1. détermination des calibres I_n des déclencheurs des disjoncteurs
2. détermination des sections de câbles
3. détermination de la chute de tension
4. détermination des courants de court-circuit
5. choix des dispositifs de protection
6. sélectivité des protections
7. mise en œuvre de la technique de filiation
8. optimisation de la sélectivité des protections
9. sélectivité renforcée par coordination
10. vérification de la protection des personnes

Exemple

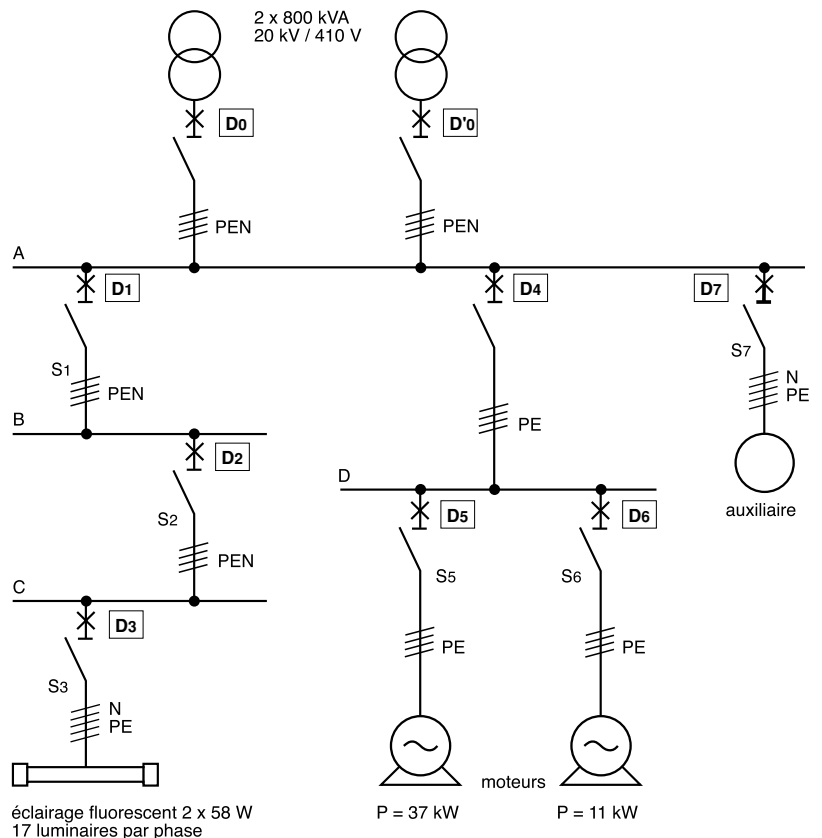
Pour illustrer cette démarche d'étude, on se propose d'étudier l'installation suivante en régime de neutre TN.

Entre chaque transformateur et le disjoncteur de source correspondant, il y a 5 m de câbles unipolaires et entre un disjoncteur de source et un disjoncteur de départ, il y a 1 m de barres en cuivre.

Tous les câbles sont en cuivre et la température ambiante est de 35 °C.

Caractéristiques des câbles

longueur (m)	repère câble	I_B (A)	mode de pose
41	S ₁	350	câble unipolaire PR sur chemin de câbles avec 4 autres circuits
14	S ₂	110	câble multipolaire PR sur chemin de câbles avec 2 autres circuits
80	S ₃	16	câble multipolaire PVC en goulotte avec 2 autres circuits
28	S ₄	230	câble multipolaire PR sur tablette avec 2 autres circuits
50	S ₅	72	câble multipolaire PR fixé aux parois
75	S ₆	23	câble multipolaire PR seul en conduit
10	S ₇	17	câble multipolaire PR seul en conduit



Les tableaux des pages K36 et K37 déterminent directement les calibres des disjoncteurs terminaux en fonction de la puissance et de la nature du récepteur. Pour les autres départs, il suffit de vérifier la relation $I_n \geq I_B$ et prendre le calibre existant dans les tableaux de choix des disjoncteurs, pages K52 à K73. Il sera nécessaire de vérifier le déclassement en température des calibres choisis à l'aide des tableaux des pages K403 à K407.

Des tableaux de la page K38 sont déduits les facteurs de correction permettant d'obtenir le coefficient K et la lettre de sélection. Le tableau de la page K39 permet d'obtenir ensuite la section des câbles. Pour les câbles enterrés utiliser les tableaux des pages K40 et K41.

Le tableau de la page K44 détermine la chute de tension pour les différentes sections. Le $\cos \varphi$ moyen de l'installation est 0,85.

Pour un abonné propriétaire de son poste HT/BT, il faut ensuite vérifier que la somme de ces chutes de tension élémentaires reste inférieure à :

- 6 % pour le circuit éclairage
- 8 % pour les autres départs.

Nota :

cette valeur de 8 % risque cependant d'être trop élevée pour 3 raisons :

1/ le bon fonctionnement des moteurs est en général garanti pour leur tension nominale ± 5 % (en régime permanent)

2/ le courant de démarrage d'un moteur peut atteindre ou même dépasser 5 à 7 I_n .

Si la chute de tension est de 8 % en régime permanent, elle atteindra probablement au démarrage une valeur très élevée (15 à 30 % dans certains cas). Outre le fait qu'elle occasionnera une gêne pour les autres usagers, elle risque également d'être la cause d'un non-démarrage du moteur

3/ enfin chute de tension est synonyme de pertes en lignes, ce qui va à l'encontre des économies d'énergie. Pour ces raisons il est recommandé de ne pas atteindre la chute de tension maximale autorisée.

Le tableau de la page K85 permet d'obtenir la valeur du courant de court-circuit au niveau du jeu de barre principal (point A), en fonction de la puissance et du nombre de transformateurs en parallèle.

Le tableau de la page K50 détermine les valeurs des courants de court-circuit aux différents points où sont installés les dispositifs de protection.

1 Détermination des calibres I_n des déclencheurs des disjoncteurs

repère disjoncteur	puissance	courant d'emploi (A)	calibre
D0 et D'0	800 kVA	1 126	1 250
D1		350	400
D2		110	125
D3	17 luminaires/ph 2 x 58 W	16	16
D4		230	250
D5	37 kW	72	80
D6	11 kW	23	25
D7		17	20

2 Détermination des sections de câbles

repère câble	calibre (A)	coefficient K	lettre	section (mm ²)
S1	400	0,72	F	240
S2	125	0,76	C	50
S3	16	0,59	B	4
S4	250	0,76	C	150
S5	80	0,96	E	16
S6	25	0,86	B	4
S7	20	0,86	B	2,5

3 Détermination de la chute de tension

repère câble	calibre (A)	matière	section (mm ²)	$\cos \varphi$	longueur (m)	ΔU %
S1	400	cu	240	0,85	41	0,86
S2	125	cu	50	0,85	14	0,31
S3	16	cu	4	0,85	80	2,56
S4	250	cu	150	0,85	28	0,48
S5	80	cu	16	0,85	50	2,05
S6	25	cu	4	0,85	75	3,75
S7	20	cu	2,5	0,85	10	0,63

Calcul des chutes de tension des différents circuits :

- circuit éclairage :

$$\Delta U = 0,86 \% + 0,31 \% + 2,56 \% = 3,73 \%$$

- circuit moteur (37 kW) :

$$\Delta U = 0,48 \% + 2,05 \% = 2,53 \%$$

- circuit moteur (10 kW) :

$$\Delta U = 0,48 \% + 3,75 \% = 4,23 \%$$

- circuits auxiliaires :

$$\Delta U = 0,63 \%$$

4 Détermination des courants de court-circuit

repère tableau	repère câble	section (mm ²)	longueur (m)	I _{cc} (kA)
A				48
B	S1	240	41	25
C	S2	50	14	16
D	S4	150	28	25

Les services

Logiciels de conception des installations
basse tension

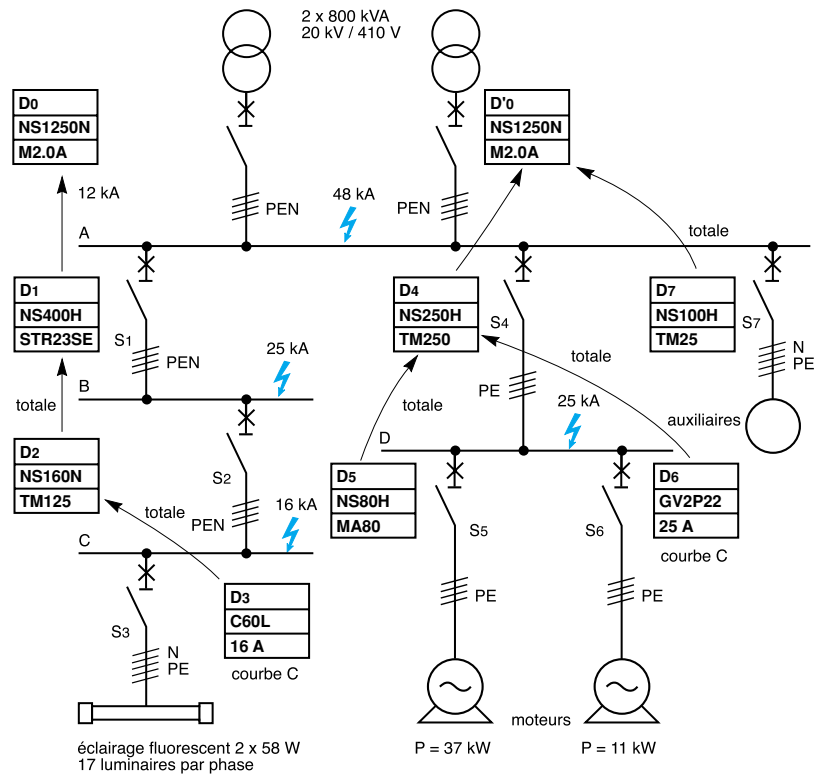
Pour choisir un dispositif de protection, il suffit de vérifier les relations suivantes :

■ $I_n \geq I_B$

■ $PdC \geq I_{cc}$.

Le choix est obtenu à l'aide des tableaux de choix des disjoncteurs des pages K57 à K73 et reporté sur le schéma ci-contre.

5 Choix des dispositifs de protection



6 Sélectivité des protections

(sélectivité ampèremétrique)

Les tableaux de sélectivité des pages K148 à K197 permettent de déterminer les limites de sélectivité entre les différents étages reportés sur le schéma ci-dessus.

Les valeurs de sélectivité ne veulent rien dire dans l'absolu. Il faut les comparer aux valeurs de courant de court-circuit calculées ci-dessus.

La limite de sélectivité entre D0-D1 et D'0-D4 ou D'0-D7 est multipliée par le nombre de transformateurs en parallèle.

Exemple : la limite de sélectivité entre un NS1250N et NS400H est 12 kA, dans notre cas elle est égale à 24 kA.

Avant d'améliorer les limites de sélectivité, nous pouvons améliorer le choix des dispositifs de protection en utilisant les tableaux de filiation pages K214 à K219.

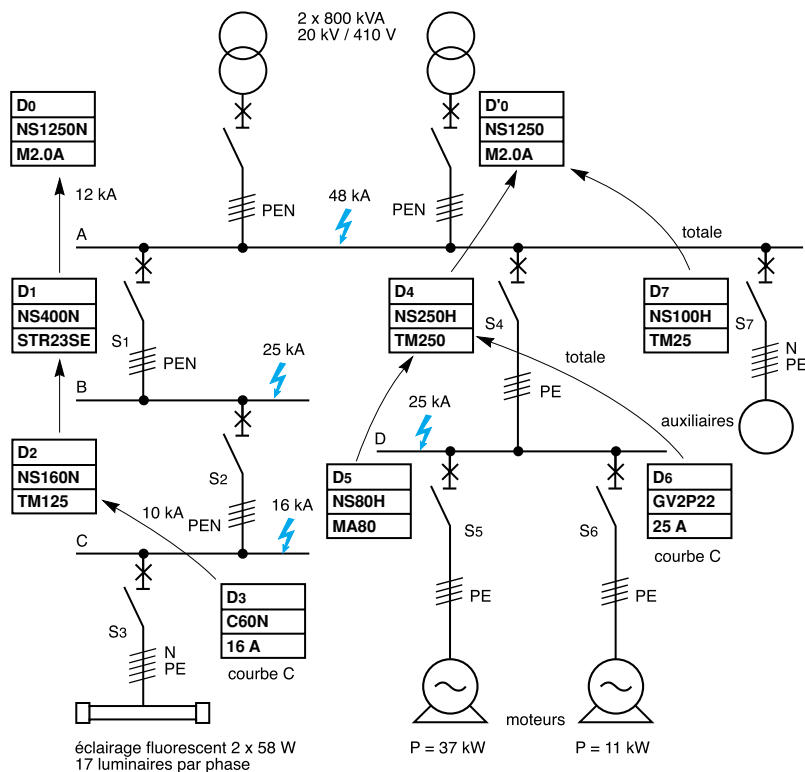
Les limites de sélectivité avec ces nouveaux dispositifs sont reportées également sur le schéma ci-contre. La technique de filiation, dans le cas de transformateur en parallèle, est indiquée dans le tableau page K219. (le tableau n'est valable que pour les disjoncteurs de source et le disjoncteur placé en aval du jeu de barres principal. Après, utiliser les tableaux de filiation classique pages K214 à K218).

On s'aperçoit que le niveau de la sélectivité n'a pas été amélioré.

Par contre, l'économie réalisée est très importante sur le coût du matériel.

Améliorer les limites de sélectivité conduisent à une bonne exploitation de l'installation.

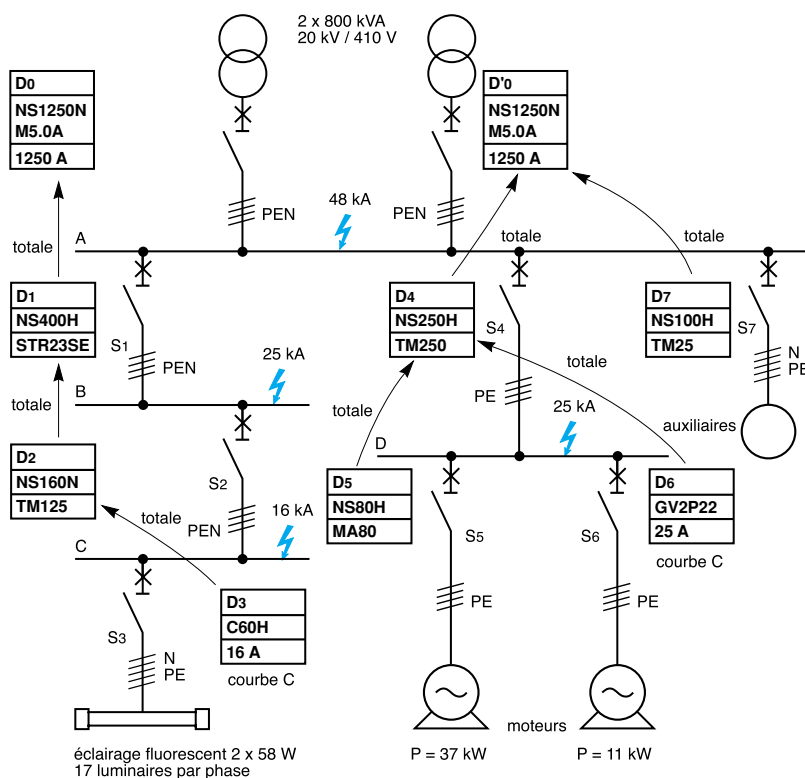
7 Mise en œuvre de la technique de filiation



8 Optimisation de la sélectivité des protections (sélectivité chronométrique)

L'emploi de disjoncteurs sélectifs (équipés de déclencheurs électroniques Micrologic 5.0A) sur les départs de source permet :

- de doubler la limite de sélectivité
- de réaliser la sélectivité totale avec tous les départs en aval.



9 Sélectivité renforcée par coordination des disjoncteurs et de leurs protections

(la sélectivité renforcée par coordination est réalisée par le choix des disjoncteurs et de leurs protections en amont et en aval)

Les associations de disjoncteurs permettent :

- de renforcer l'Icu du disjoncteur en aval
- d'obtenir une sélectivité renforcée par la protection du disjoncteur en amont
- de réaliser la sélectivité totale avec tous les départs en aval.

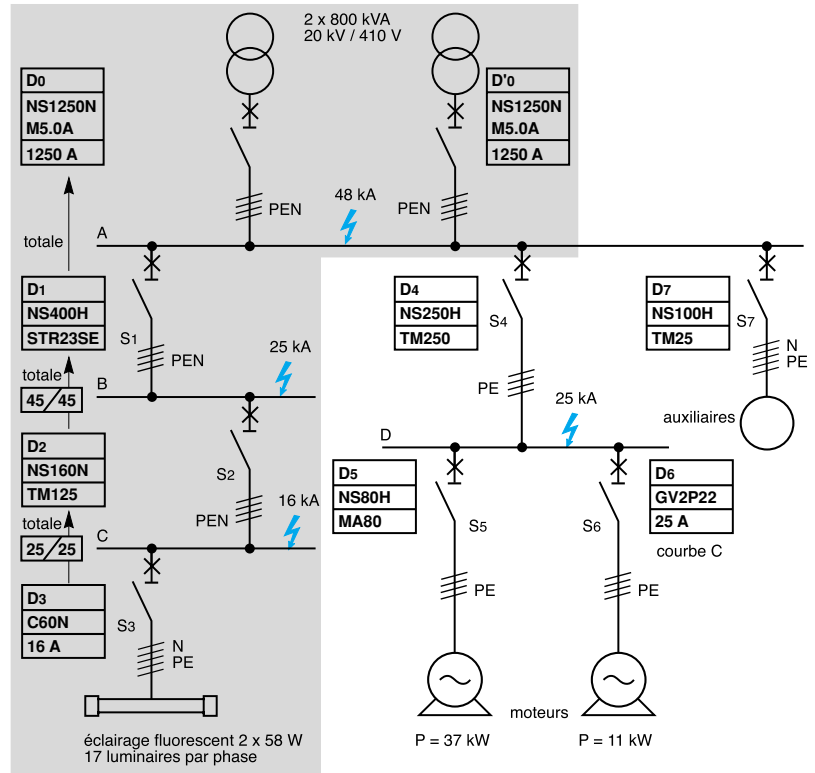
Les tableaux de sélectivité renforcée des pages K199 à K209 permettent de déterminer les limites en coordination, du niveau de la sélectivité entre les différents étages reportés sur le schéma ci-contre.

Concernant les limites entre D2 et D3, on s'aperçoit que :

- la limite en coordination est de 25 kA eff.

- la sélectivité renforcée est de 25 kA eff.

Le niveau de sélectivité a été amélioré, conduisant à une très bonne exploitation de l'installation.



10 Vérification de la protection des personnes

En schéma de liaisons à la terre TN, vérifier la longueur maximale de distribution accordée par les dispositifs de protection.

Les tableaux des pages K241 à K246 donnent, pour chaque appareil, la longueur maximale où les personnes sont protégées.

Nous prendrons le coefficient m égal à 1.

repère câbles	disjoncteurs		section (mm ²)	longueur (m)	longueur maximale (m)
S1	NS400H	STR23SE	240	41	220
S2	NS160N	TM125	50	14	140
S3	C60N	16 A (C)	4	80	102
S4	NS250H	TM250	150	28	211
S5	NS80 H	MA80 A	16	50	56
S6	GV2P22	25 A	4	75	65 ⁽¹⁾
S7	NS100H	TM25	2,5	10	29

(1) La protection des personnes n'est pas assurée pour le câble S6 de section 4 mm². Choisir une section supérieure, soit 6 mm², qui conduit à une longueur maximale de 98 m, ou mettre un DDR, ou réaliser une liaison équipotentielle supplémentaire (des mesures doivent obligatoirement être effectuées dans ce cas).

