

DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE ET D'ELECTROTECHNIQUE

FILIERE D'INGENIEUR EN
ELECTROTECHNIQUE

(AEX)



PROJET DE FIN D'ETUDES

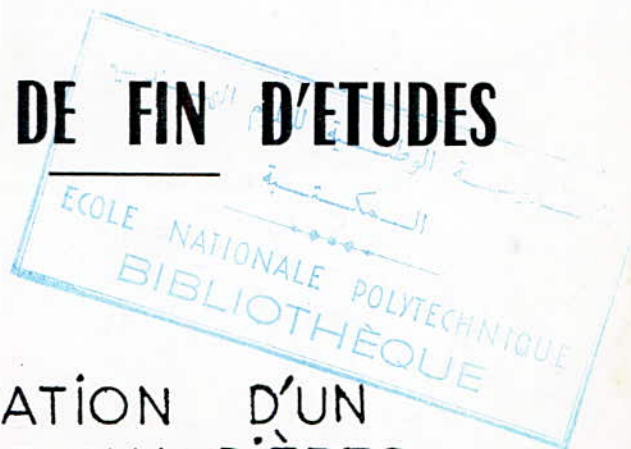
SUJET : ELECTRIFICATION D'UN BATIMENT
DE CHAUDIERES

PROPOSE PAR : M^r. M.KOURGLI

REALISE PAR : M^r. MOURAD RACHEDI
M^r. RACHID ZERROUGUI

FILIERE D'INGENIEUR EN
ELECTRO-TECHNIQUE

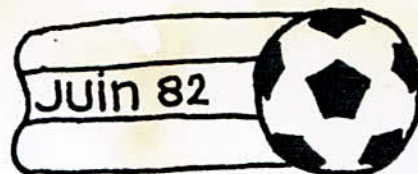
PROJET DE FIN D'ETUDES



SUJET : ELECTRIFICATION D'UN
BATIMENT DE CHAUDIERES

PROPOSE PAR : M^r M. KOURGLI

REALISE PAR : M^r MOURAD RACHEDI
M^r RACHID ZERROUGUI



REMERCIEMENTS

Nous tenons à adresser nos plus vifs remerciements à :

-Notre promoteur ,M. KOURGLI pour ses précieux conseils;

-Tous les professeurs ayant contribué à notre formation.

-Au personnel de la S.N.METAL (Service électricité).

Que tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce projet trouvent ici l'expression de notre profonde reconnaissance .

SOMMAIRE

- Présentation du sujet.
- Chapitre I : Eclairage
- Chapitre II : Bilan de Puissance
- Chapitre III : Distribution Force Motrice
- Chapitre IV : Protection
- Chapitre V : Poste de transformation
- Chapitre VI : Armoires et coffres
- Conclusion.

PRESENTATION DU SUJET

Introduction:

L'étude d'une électrification d'un atelier de production est délicate car
On doit prendre en considération les facteurs suivants:

المدرسة الوطنية للعلوم الهندسية

المكتبة

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

- La production de l'atelier
- La fiabilité de l'installation
- La sécurité du personnel.

La réalisation doit être la plus économique possible sans toutefois sacrifier la sécurité du personnel et du matériel pour des raisons d'économie.

Présentation:

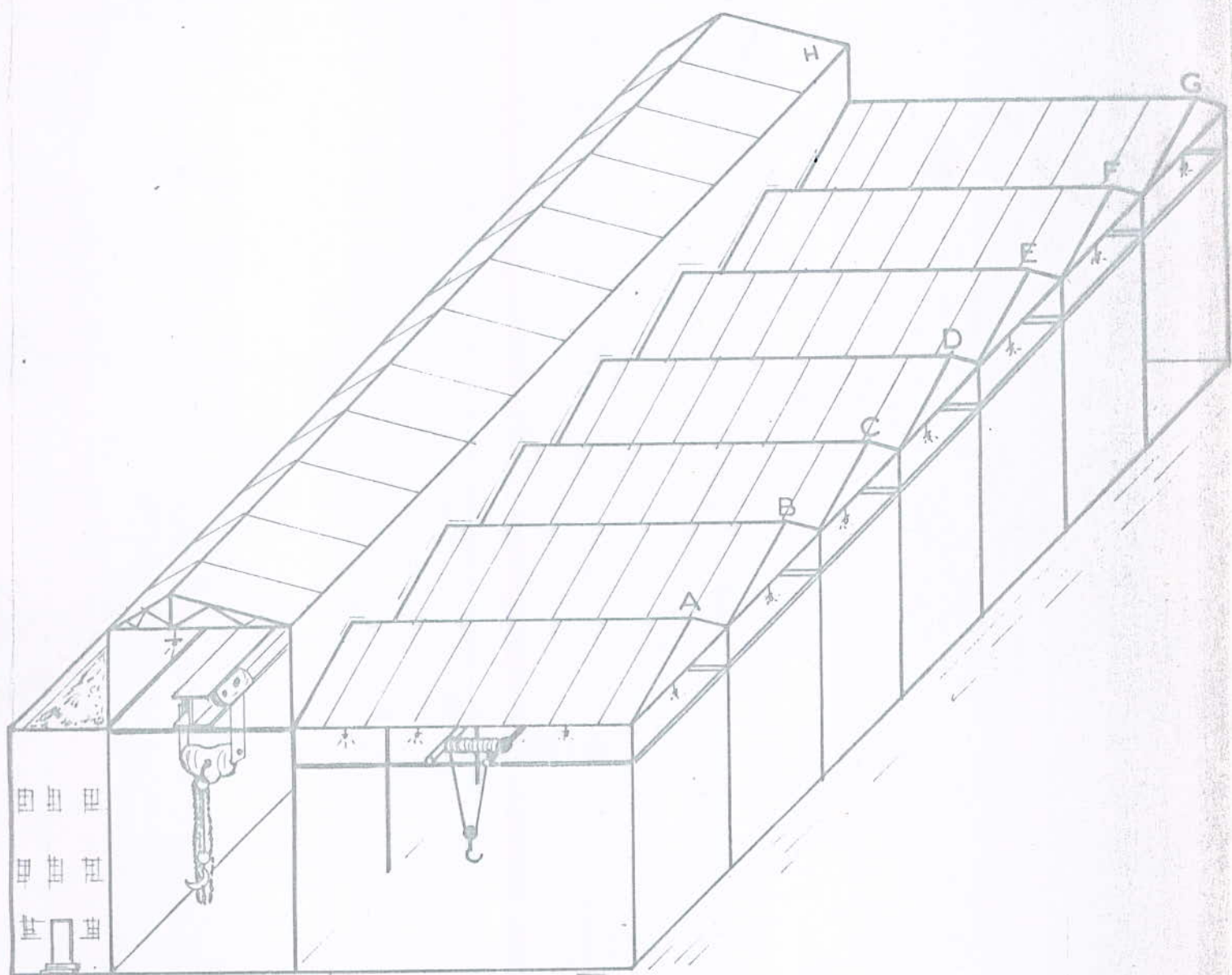
Le schéma de masse du bâtiment de production que nous joignons montre les divers lieux d'implantation des équipements - Nous avons aussi 5 Duplex, ce sont des bureaux pour contremaîtres composés du rez-de-chaussée et du 1^{er} étage.

Ce bâtiment de production présente 7 halls (A, B, C, D, E, F et G) de hauteur 16,50m et un hall H de hauteur 19,50m.

Dans la partie inférieure du plan se trouve un bâtiment technique (il est séparé du hall H par un mur) - Au rez-de-chaussée de ce dernier, nous avons un certain nombre de locaux spécialisés, des vestiaires, et les sous-stations ... Au 1^{er} étage nous avons des bureaux destinés à l'administration et aux études techniques.

Notre étude aura pour but de réaliser le travail suivant:

- 1 - Eclairage normal de l'atelier et du bâtiment technique
- 2 - Eclairage de sécurité (en cas de défaillance de l'éclairage normal.)
- 3 - Installation de la force motrice et ses diverses protections.



Vue en perspective de l'atelier de production
et du bâtiment technique

Equipements De l'Atelier

Postes	DESIGNATION	Puissance installée (kW)	Tension
1/2	Portique d'oxycoupage	2	380-3-50
4	Presse hydraulique	45	"
5	Four	3	"
6/33	cintruse	16,9	"
7	Rouleuse	94	"
8	Rouleuse	142,5	"
9	Affûteuse	3,85	"
10	Perceuse radiale	19,5	"
11	Machine à expander	44,7	"
12	Table tournante	1,5	"
13-14-15 -30	4 potences de soudage	72	"
16	Four de stabilisation	21,5	"
17	Perceuse à colonne	2,2	"
18	Rectifieuse affûteuse	1,5	"
19	Etau linéaire	3,75	"
20	Tour universel	13	"
21	Tour	16	"
22	Affûteuse	1,1	"
23-24	Scies circulaires	7	"
25	Machine à cintrer	4	"
26-42	Mollettes	1,1	"
28-40	Cisaille	11	"
29	Presse plieuse	22,5	"
27	Rouleuse de tôles	6	"

Postes	DESIGNATION	Puissance installée (kw)	Tension
32	Perceuse radiale	10	380-3-50
34	Cisaille	19,1	"
35	Cisaille	5,5	"
36-37	Cintruse universelle	2,25	"
38-39	Presse hélice	7,5	"
43	Grignoteuse	0,56	"
44	Bordeuse de tôles	2,25	"
45	Bordeuse de tôles	0,56	"
46	Cisaille	3	"
47	Presse	15	"
48	Soudeuse à points	38,7	"
49	Cisaille	3	"
50	Grignoteuse	1,5	"
51-52	Cintruse	0,75	220-1-50
53	Scie circulaire	2,2	380-3-50
54	Fileteuse	2,4	"
55-56	Postes de soudage	17,6	"
57-58- 59-60	Postes de goupage	50,4	"
61-62-63	Positionneurs	1,12	"
64	Presse hydraulique	25,5	"
65	Four	1,5	"
66-A	10 transformateurs de soudage	121,5	"
66-B	6 transformateurs de soudage	60,75	"

Postes	DESIGNATION	Puissance installée (kw)	Tension
75	Potence	4,5	380-3-50
79a- c-d	Equipements pour essais	4,1 + 3x0,09	"
X8	Four de séchage	1,5	"
31	Rouleuse de tôles (Bordeuse)	6	"
41	Rouleuse de tôles	6	"

CHAPITRE I : Eclairage

I. ECLAIRAGE

I-1 Introduction :

L'éclairagiste substitue à la notion subjective et imprécise de lieu « bien éclairé » ou « mal éclairé » la notion d'éclairement E définie comme le rapport du flux lumineux sur la surface éclairée.

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

Φ étant défini comme la quantité de lumière reçue par seconde sur le plan utile. (Φ en lumen, S en mm^2 , E sera en lux).

La réalisation d'une bonne installation d'éclairage repose sur :

- a) la détermination préalable de la valeur de l'éclairement désiré, adapté à la tâche visuelle, et la nature des tâches à effectuer dans le local à éclairer.
- b) l'élimination de l'éblouissement éventuel qui se produit directement ou par réflexion.
- c) l'élimination des ombres du plan de travail
- d) la limitation des contrastes.
- e) la recherche d'un rendu de couleurs agréable.

II-2 CHOIX DES SOURCES :

Le choix des sources est guidé par le confort visuel, le niveau d'éclairement, le rendu des couleurs désirées. Dans ce cadre, il existe plusieurs familles de lampes.

a) Lampes à incandescence :

L'émission de lumière est produite par un corps (généralement du tungstène) porté à l'incandescence lors du passage d'un courant.

b) Lampes à fluorescence :

La lumière de ces lampes est produite par une couche de poudre fluorescente tapissant l'intérieur de l'enveloppe tubulaire. Cette couche est excitée par un rayonnement ultra-violet émis par une décharge électrique.

c) Lampes à décharge :

Actuellement, il existe des lampes :

- A vapeur de mercure
- Aux iodures métalliques
- A vapeur de sodium haute pression.

Le passage d'une décharge électrique dans ces tubes provoque une émission de lumière. Ces lampes disposent d'une excellente efficacité lumineuse.

III-3. CHOIX DES LUMINAIRES :

En milieu industriel, on utilise surtout l'éclairage direct du plus intensif au plus extensif classe de A à J suivant les normes UTE 71120 et 121. Ce choix doit répondre aux conditions de limitation de l'éblouissement.

III-4. PRINCIPE DE CALCUL D'UN PROJET D'ECLAIRAGE :

En utilisant la norme S40-001, la norme UTE 71-121 et les notations normalisées suivantes :

- Φ : Flux total des lampes nécessaires à installer, en lumen.
- E : Eclairage moyen déprécié, en lux.
- a : longueur du local, en mètre.
- b : largeur du local, en mètre.

h : hauteur du luminaire au-dessus du plan utile, en mètre.

d : facteur de dépréciation.

H : hauteur de suspension des luminaires, en mètre.

η_i : Rendement du luminaire dans l'hémisphère inférieure

η_s : " " " " " " supérieure.

U_i : Utilance dans l'hémisphère inférieure.

U_s : " " " " " " supérieure.

L'utilance dépend beaucoup des paramètres:

a) Indice du local défini comme $K = \frac{a \cdot b}{h(a+b)}$

b) Indice de maille.

si n est l'écartement longitudinal d'axe en axe des appareils et m l'écartement transversal, on a: $K_m = \frac{2m \cdot n}{h(m+n)}$

c) Indice de proximité: si p est la distance entre la dernière ligne de luminaire et la longueur du local, et q la distance entre la dernière rangée de luminaires et la largeur, on a:

$$K_p = \frac{ap + bq}{h(a+b)}$$

d) Rapport de suspension: $J = \frac{h'}{h+h'}$

e) Facteurs de réflexion des murs, plafond et plan utile.

f) Classe photométrique du luminaire

On appelle facteur de dépréciation à l'instant t le

facteur d tel que: $d = \frac{F_i}{F_t}$ où:

F_i : Flux initial sortant du luminaire .

F_t : Flux sortant du luminaire à l'instant t .

Ce facteur dépend théoriquement :

- de l'ambiance : Empoussiérage et périodicité des nettoyages.

Alteration des luminaires dans le temps .

- des lampes : chute du flux dans le temps et périodicité de leur renouvellement .

Comme on ne dispose pas, au moment de l'établissement du projet, d'indications suffisantes pour tenir compte de tous ces paramètres, on peut calculer le facteur de dépréciation par une

autre méthode : $d = \frac{1}{d_e} \cdot \frac{1}{d_l}$ avec :

d_e : degré d'empoussiérage

degré d'empoussiérage	d_e
Faible	0,90
Moyen	0,80
Fort	0,70

d_l : type de lampes :

type de lampe	d_l
Incandescence courante	0,90
Incandescence aux halogènes	0,95
Tubes fluorescents	0,85
Vapeur de mercure à ballon Fluorescent	0,85
Halogénures métalliques	0,85
Vapeur de sodium haute pression	0,90

En possession de tous les renseignements donnés ci-dessus, on calcule le flux total des lampes à installer par la formule :

$$\phi = \frac{E \cdot a \cdot b \cdot d}{\eta_i \cdot U_i + \eta_s \cdot U_s}$$

le nombre d'appareils étant donné par la relation. $N = \frac{\phi}{F_{la}}$ où

F_{la} , étant le flux de la (ou les) lampe(s) d'un appareil.

Si on ne dépasse pas l'interdistance maximale entre appareils, l'uniformité sera de 75% sur le plan utile.

Exemple de calcul : 1) Soit à éclairer un bureau du bâtiment technique

$E = 200 \text{ lux}$; $a = 8,39 \text{ m}$; $b = 4,88 \text{ m}$

hauteur sous plafond : $2,95 \text{ m}$.

Facteur de reflexion :
 plafond : 70%.
 Mur : 70%.
 Plan utile : 50%.

On utilise des duos $2 \times 40 \text{ w}$, tubes fluorescents de 1200 mm , 3200 lumens , blanc industrie.

Les luminaires sont des NOVAGRILLE 240/CG230 de classe photométrique 0,43C + OT.

LA METHODE

1. Indice du local $K = \frac{a \cdot b}{h(a+b)}$

$$J = \frac{h'}{h+h'}$$

2. Estimer le coefficient de depreciation

3. Rechercher dans les tableaux la définition photométrique de l'appareil et les utilances

4. Flux total à installer :

$$\phi = \frac{E \cdot a \cdot b \cdot d}{\eta_i \cdot U_i + \eta_s \cdot U_s}$$

LES RESULTATS

$h = 2,95 - (0,85 + 0,10) = 2 \text{ m}$.
 $K = \frac{9,88 \cdot 8,20}{2(9,88 + 8,20)} = 1,54$

$J = \frac{0,10}{2 + 0,10} = 0$

$d_e = 0,90$; $d_i = 0,85 \Rightarrow d = \frac{1}{0,90 \cdot 0,85}$
 $d = 1,3$.

$0,43C + OT$ ($\eta_i = 0,43$; $\eta_s = 0$)
 pour $K = 1,54$ et $J = 0$ on a : (tableau C)
 $U_i = 1,065$
 $U_s = 0,54$

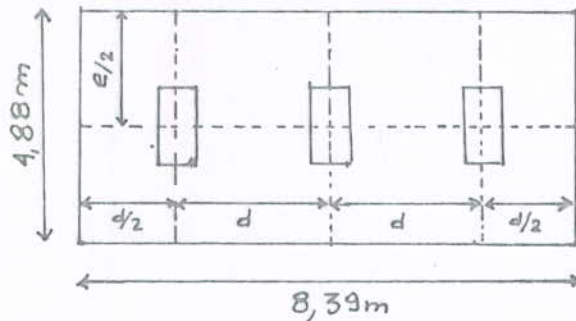
$\phi = \frac{200 \cdot 9,88 \cdot 8,20 \cdot 1,3}{1,065 \cdot 0,43 + 0 \cdot 0,54} = 23245 \text{ lm}$.

5- Nombre d'appareils $N = \frac{\phi}{F_a}$

$N = \frac{23245}{2 \times 3200} = 3 \text{ duos}$

6- Implantation des appareils :
pour les appareils de classe C
on a une interdistance $\leq 1,3h$

- L'espacement maximum des
appareils est : $1,3 \times 2 = 2,6m$.
On prendra une rangée de 3 duos.



Exemple n°2: Soit à éclairer une aire de stockage des produits finis
(chaudières).

Eclairage recommandé : $E = 100 \text{ lux}$

$a = 140m$; $b = 25,5m$; hauteur sous charpente : $15,50m$

On utilise des MAF 250 RV RC 6250/400 AL de classe photométrique
 $0,72 A + 0 T$. Interdistance $\leq 1 \times h$.

La hauteur des MAF 250 RV est de $0,445m$.

$$h = 15,5 - (1 + 0,445) = 14,055m$$

$$\text{d'où } K = \frac{140 \times 25,5}{14,055 (140 + 25,5)} = 1,535.$$

Les tableaux d'utilité donnent $1,023$. D'où $d = \frac{1}{0,90} \cdot \frac{1}{0,85} = 1,47$

Le flux unitaire d'une lampe MAF 250 RV est : 13500 lm .

On calcule tout d'abord le flux lumineux nécessaire :

$$\phi = \frac{E \times a \times b \times d}{U_i \eta_i + U_s \eta_s} = \frac{100 \cdot 140 \cdot 25,5 \cdot 1,47}{0,72 \cdot 1,023} = 712488 \text{ lm}$$

$$N = \frac{712488}{13500} = 51 \text{ lampes.}$$

Types des luminaires choisis pour l'atelier et le bâtiment technique :

- Pour l'atelier : Lampes à vapeur de mercure MAF 250RV - Luminaire RC-6 250/400AL de classe photométrique 0,72A + 0.T. Ce type de luminaire convient aux locaux industriels de grande hauteur ($\geq 7m$)
- Pour les bureaux : Duos 2x40W NOVAGRILLE 240/C630 de classe photométrique 0,43C + 0.T.
- Pour les ateliers se trouvant au R.DC du bâtiment technique, les sous-stations et les vestiaires, on utilise les REJ 240A (2x40W) de classe photométrique 0,48D + 0.T.
- Pour les zones de circulation, on utilise des réglottes bloc RPLS 140 (1x40W) de classe 0,70E + 0.T.

Eclairage de l'atelier:

Notre atelier n'est pas éclairé uniformément car nous avons des zones où l'éclairage doit être élevé (zone de finition ou de précision), et des zones où l'éclairage est faible (zone de circulation, allée, ...). Pour cela, nous avons divisé notre atelier en plusieurs repères (XIII au total) pour effectuer le calcul d'éclairage, et chaque repère possède son éclairage requis.

Ainsi, nous réduisons le nombre de lampes.

Nous joignons un tableau donnant le nombre de lampes nécessaires pour chaque repère.

Dans les halls A, B, C, D, E, F et G les luminaires sont placés à une hauteur de 15,50 m.

Dans le hall H qui est surelevé, les luminaires sont placés à une hauteur de 18 m.

Les luminaires ne peuvent pas être descendus davantage car ils risqueraient de gêner l'évolution des ponts roulants.

Eclairage du bâtiment technique :

Tous les luminaires sont accrochés aux plafonds. Dans le bloc rayons X, les luminaires sont descendus par des chainettes de longueur 1 m. Tous les tubes choisis ont un diamètre de 38 mm, une puissance de 40w, une longueur de 1,20m et un flux de 3200 lumens (blanc industrie).

Dans notre bâtiment technique, nous avons plusieurs locaux qui se ressemblent soit au R.D.C, soit au 1^{er} étage. Alors nous donnons un tableau rassemblant chaque type de local.

Les facteurs de réflexion moyens des parois utilisés pour le bâtiment technique et l'atelier sont respectivement :

$$r_{\text{plafond}} : 80\% \quad ; \quad r_{\text{mur}} : 80\% \quad ; \quad r_{\text{plan utile}} = 30\% .$$

$$r_p \quad : \quad 70\% \quad ; \quad r_m \quad : \quad 70\% \quad ; \quad r_{pu} \quad : \quad 30\% .$$

Le plan utile est à une hauteur de 0,85m du sol.

Au R.D.C, le plafond est à une hauteur de 2,95m.

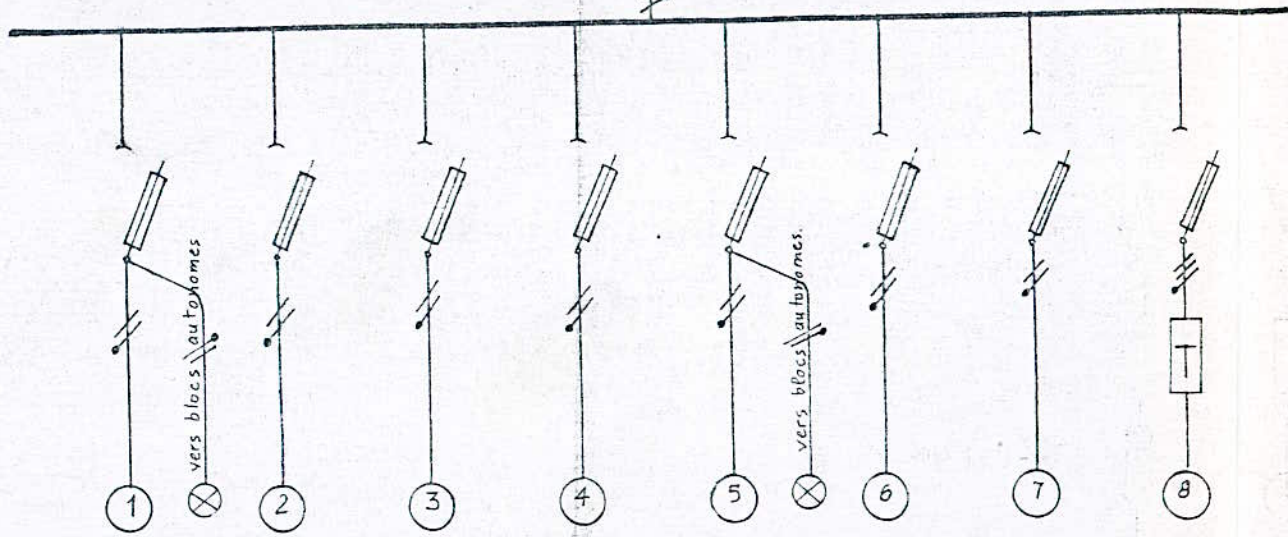
Au 1^{er} Etage, le plafond est à une hauteur de 2,80m.

L'éclairage du bâtiment technique est commandé par le T.S 10 et le tableau d'éclairage T.E..

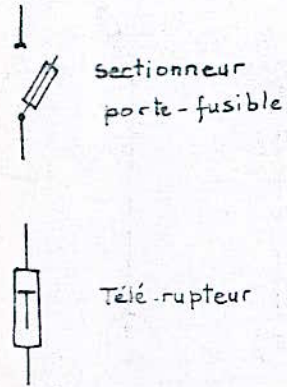
Dans notre étude, nous avons utilisé des luminaires de classe A,C,E. Nous donnons quelques valeurs des utilances pour les 3 classes.

Tableau D'Éclairage (TE)

U500 V
4x4°
Pose D



Légende



ΔU (%)	1,3	1,3	2,77	1,13	0,55	0,14	2,98	0,17
$P_{installée}$ (kw)	2,45	8,8	17,6	13,2	3,25	1,2	17,6	0,35
K_u	1	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	1
P_u (kw)	2,45	4,4	8,8	6,6	3,25	1,2	8,8	0,35
K_{S1}	1	0,325	0,212	0,25	1	1	0,212	1
P_{S1} (kw)	2,45	1,43	1,87	1,65	3,25	1,2	1,87	0,35
I_b (A)	13	6,5	8,5	7,5	17,4	6,4	8,5	1,9
S U500V	2 x 2,5°	2 x 2,5°	2 x 2,5°	2 x 2,5°	2 x 4°	2 x 1,5	2 x 2,5°	3 x 1,5

TABLEAU DES UTILANCES EN % (Pour J=0)

		classe A interdistance $\leq 1h$			classe C interdistance $\leq 1,3h$			classe D interdistance $\leq 1,6h$			classe E interdistance $\leq 1,9h$		
Facteur de réflexion	Plafond	8	8	7	8	8	7	8	8	7	8	8	7
	Mur	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Plan utile	3	1	3	3	1	3	3	1	3	3	1	3
indice du local (K)	0,60	90	83	89	72	67	71	66	61	65	61	57	60
	0,80	98	89	97	83	76	81	77	70	75	73	66	71
	1,00	104	93	102	96	86	93	89	80	87	88	79	86
	1,25	109	96	106	100	89	98	95	85	92	95	85	92
	1,50	111	98	109	106	93	103	101	89	98	99	87	96
	2,00	116	101	113	111	97	108	107	93	108	107	93	103

* Valeurs prises de MAZDA INTÉRIEUR

LOCAL	Eclairage (LUX)	a(m)	b(m)	Φ requis (Lm)	Type de Luminaire	Coef. photométrique du luminaire	Nombre de Luminaires
Atelier d'entretien	300	10,35	10,35	87483	REJ 240A 2x40W	0,48D+OT	12
BUREAU	200	8,39	4,88	23245	NOVAGRILLE 2x40W	0,43C+OT	3
BUREAU	200	9,88	8,39	42110	"	"	6
BUREAU	200	14,88	8,39	65640	"	"	10
Bloc Rayons X	200	13	12	34325	"	"	12
Labo - test	300	8,39	5,88	39596	"	"	6
Bloc Opérateur	200	8,39	2,64	13806	"	"	2
S/ Station électrique	150	9,88	8,39	30613	REJ 240A 2x40W	0,48D+OT	4
Vestiaires	70	10	8,2	14132	"	"	2
Douches	70	5,20	5	6588	"	"	1
ALLÉE de circulation RDC partie gauche	100	43	1,68	25164	Réplante RPL6 140 (1x40W)	0,70E+OT	7
W.C (H. ou F.)	70	4,9	3,75	3159	"	"	1
ALLÉE de circulation RDC partie droite	100	79,8	1,68	52851	"	"	16
Atelier de montage de pupitres	200	30	10,20	129975	REJ 240A 2x40W	0,48D+OT	17
Dernier bureau 1 ^{er} étage	200	29	10,20	90307	NOVAGRILLE 2x40W	0,43C+OT	13
DUPLEX (1 ^{er} au RDC)	200	4	4	5659	Réplante RPL6 140 (1x40W)	0,70E+OT	1
Sanitaires allée sup.	70	10	4	6958	"	"	2

Eclairage normal du bâtiment production
Lampes MAF 250 RV RC-6 250/400 AR

Répète	Eclairage (Lum)	a(m)	b(m)	hauteur (m)	K	U _i	φ (Lm)	Puissance (kW)	nombre de lampes
I	100	79	40,4	14,055	1,9	1,06	614734	11,25	45=5
II	150	54,1	25,5	"	1,23	0,986	428486	8	32=4
III	150	54,1	24,2	"	1,19	0,978	409968	8	32=4
IV	150	54,2	52,7	"	1,9	1,06	823717	16	64=8
V	150	79	62	"	2,47	1,098	1366132	25	100=10
VI	200	109,6	49,2	"	2,42	1,095	2010835	36	144=12
VII	100	21,3	14	"	0,6	0,8	76103	1,5	6=2
VIII	100	21,3	13,2	"	0,6	0,8	74754	1,5	6=2
IX	200	23,7	21,3	"	0,8	0,88	234239	4	16=4
X	100	140	25,5	"	1,53	1,023	712488	12,75	51=9
XI	200	137,7	27,1	14,555	1,37	1,005	1516184	27,5	110=10
XII	100	39,6	27,1	"	0,97	0,931	235342	5	20=5
XIII	100	177,65	10,4	14,055	0,69	0,836	451208	8,5	34=10

Eclairage de secours et de sécurité

1) Eclairage de secours :

Une défaillance de l'éclairage normal conduirait à un arrêt de production. L'éclairage de secours permettant la continuité de production n'est pas exigé dans notre cas. Néanmoins, un éclairage de sécurité assurant l'évacuation doit être prévu.

2) Eclairage de sécurité :

a) Introduction : l'éclairage de sécurité (dit parfois de panique) doit permettre une évacuation sûre des travailleurs vers l'extérieur, il comprend :

- Eclairage de balisage : permettant aux personnes d'atteindre les issues à l'aide des foyers lumineux assurant notamment la reconnaissance des obstacles et l'indication de changement de direction. Ces foyers ne doivent pas être espacés de plus de 15m.

- Eclairage d'ambiance : il doit être suffisamment uniforme sur toute la surface du bâtiment pour permettre une bonne visibilité. Pour cela, il doit offrir un éclairement moyen voisin de $1/10$ de l'éclairement normal pour éliminer toute sensation d'obscurité.

3) Appareils d'éclairage de sécurité :

Cet éclairage ne doit pas être assuré par des lampes à décharge car : lors de la mise en régime, le flux de la lampe est relativement faible - Sa valeur nominale n'est atteinte qu'au bout

de 3 à 5 mn. Pour l'éclairage d'ambiance, le choix est porté sur des lampes à incandescence.

L'éclairage de balisage est assuré par des blocs autonomes à incandescence conformes à la norme NFC 71-800 pouvant assurer un flux de 60 lumens pendant une heure.

Pour le bâtiment technique, un éclairage de balisage est suffisant pour assurer une bonne évacuation du personnel en disposant le long des couloirs des blocs autonomes.

D'autre part, les sous-stations doivent disposer d'un bon éclairage pour faciliter l'intervention du personnel spécialisé en cas de défaillance du réseau normal. On mettra dans chaque sous-station deux lampes à incandescence de 150W.

Pour le bâtiment de production, on disposera à chaque sortie des blocs autonomes comportant la mention "SORTIE".

L'éclairage d'ambiance est assuré par des lampes à incandescence permettant un éclairage de 7 lux.

La disposition des lampes est représentée sur le plan « éclairage de sécurité » - On a 80 lampes de 150W dans l'atelier et 6 lampes de 150W dans les 3 sous-stations.

Au total, on a 86 lampes de 150W, soit une puissance P de $0,150 \times 86 = 12,90 \text{ KW}$.

INSTALLATION DE SECURITE ET ALIMENTATIONS DE REMPLACEMENT :

Les installations de sécurité ou de remplacement sont classées en 4 types, la classification de ces types étant basée sur les critères suivants :

- Temps de coupure admissible en cas de défaillance de l'alimentation normale .

- Etat des installations de sécurité en service normal .

A) Type sans coupure : système dans lequel les matériels de sécurité demeurent alimentés en permanence par la source de sécurité, aussi bien en service normal qu'en cas de défaillance de l'alimentation normale .

B) Type permanent (avec coupure brève) : système dans lequel les matériels de sécurité sont alimentés en service normal par la source normale et dont l'alimentation est commutée automatiquement sur la source de sécurité en cas de défaillance de la source normale .

C) Type non permanent : système dans lequel les matériels de sécurité ne sont pas alimentés en service normal et sont automatiquement alimentés par la source de sécurité en cas de défaillance de l'alimentation normale .

D) Type non automatique : système dans lequel l'alimentation des matériels par la source de sécurité s'effectue

par commande manuelle en cas de défaillance de l'alimentation normale.

Dans notre atelier, le matériel de sécurité étant des lampes d'éclairage de sécurité et d'ambiance, nous optons pour le type C : type non permanent.

Les sources suivantes peuvent être utilisées par l'alimentation des équipements de sécurité ou comme source de remplacement :

- batteries d'accumulateurs.
- Groupes générateurs indépendants de l'alimentation normale et ayant des dispositions appropriées pour démarrer dans le temps spécifié.

Comme la puissance de l'éclairage de sécurité est importante (12,9 kW), il est plus économique d'opter pour un groupe électrogène.

CARACTERISTIQUES DU GROUPE :

Groupe électrogène BERLIET type LBA1.

Utilisation en secours : $P = 13,2 \text{ kW}$; $S = 16,5 \text{ kVA}$.

$I = 25 \text{ A}$ sous 380 V

batterie plomb : quantité électrolyte 6 litres

Capacité 96 Ah.

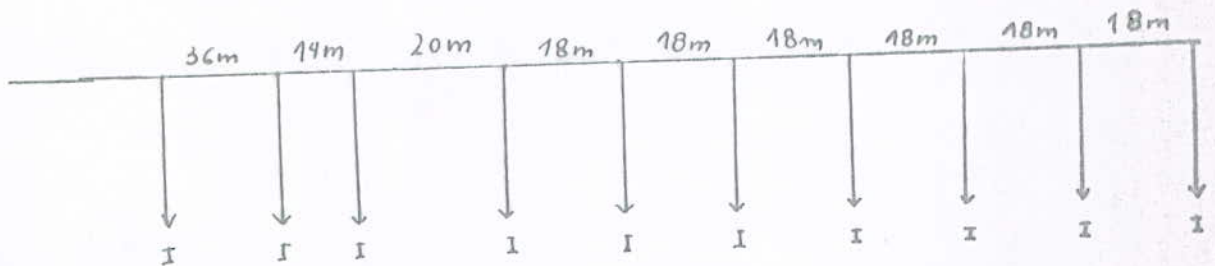
Le groupe est conçu pour une installation fixe en salle, il est monté sur châssis simple. Il démarre automatiquement sur coupure du secteur. Le circuit d'eau est préchauffé par

résistance de 0,5 kW et la coupure du démarreur est automatique à 400t/mn. Le groupe est livré avec un coffret électrique type BDA monté au-dessus de l'alternateur. Ce coffret comprend les diverses protections du groupe. Ce groupe sera placé dans la sous-station 1.

On a 3 circuits d'éclairage de sécurité partant du tableau d'éclairage de sécurité pour alimenter tout l'atelier

Calcul de chute de tension :

- circuit 1: longueur total : 196m. (circuit principal).

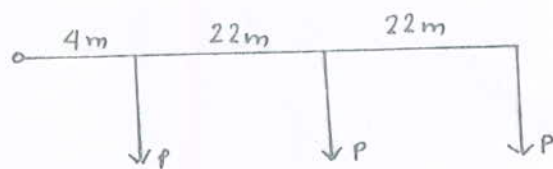


$$I = \frac{3 \times 150}{220} = 2,045A$$

$$\Delta U = \frac{2,045 \cdot 100}{57 \cdot 10 \cdot 220} (36 + 50 + 70 + 88 + 106 + 124 + 142 + 160 + 178 + 196)$$

$$\Delta U = 1,88\% \text{ en prenant } S = 10\text{mm}^2$$

Dans un circuit de dérivation ΔU est: il y a 3 lampes à chaque dérivation.



$$P = 150W$$

$$\Delta U = \frac{150 (4 + 26 + 48)}{57 \cdot 220^2 \cdot 1,5} = 0,28\%$$

$$\text{avec } S = 1,5\text{mm}^2$$

la chute de tension de la lampe la plus éloignée est :

$$\Delta U_{\text{totale}} = 1,88 + 0,28 = 2,16\%$$

la même méthode sera appliquée pour les circuits 2 et 3.. Nous donnons les chutes de tension respectives :

Circuit 2 : circuit principal $\Delta U = 1,91\%$ ($s = 10 \text{ mm}^2$)

circuit de dérivation $\Delta U = 0,41\%$ ($s = 1,5 \text{ mm}^2$).

$$\Delta U_{\text{totale}} = 2,32\%$$

Circuit 3 : circuit principal $\Delta U = 1,99\%$ ($s = 10 \text{ mm}^2$).

circuit de dérivation $\Delta U = 0,09\%$ ($s = 1,5 \text{ mm}^2$).

$$\Delta U_{\text{totale}} = 2,08\%$$

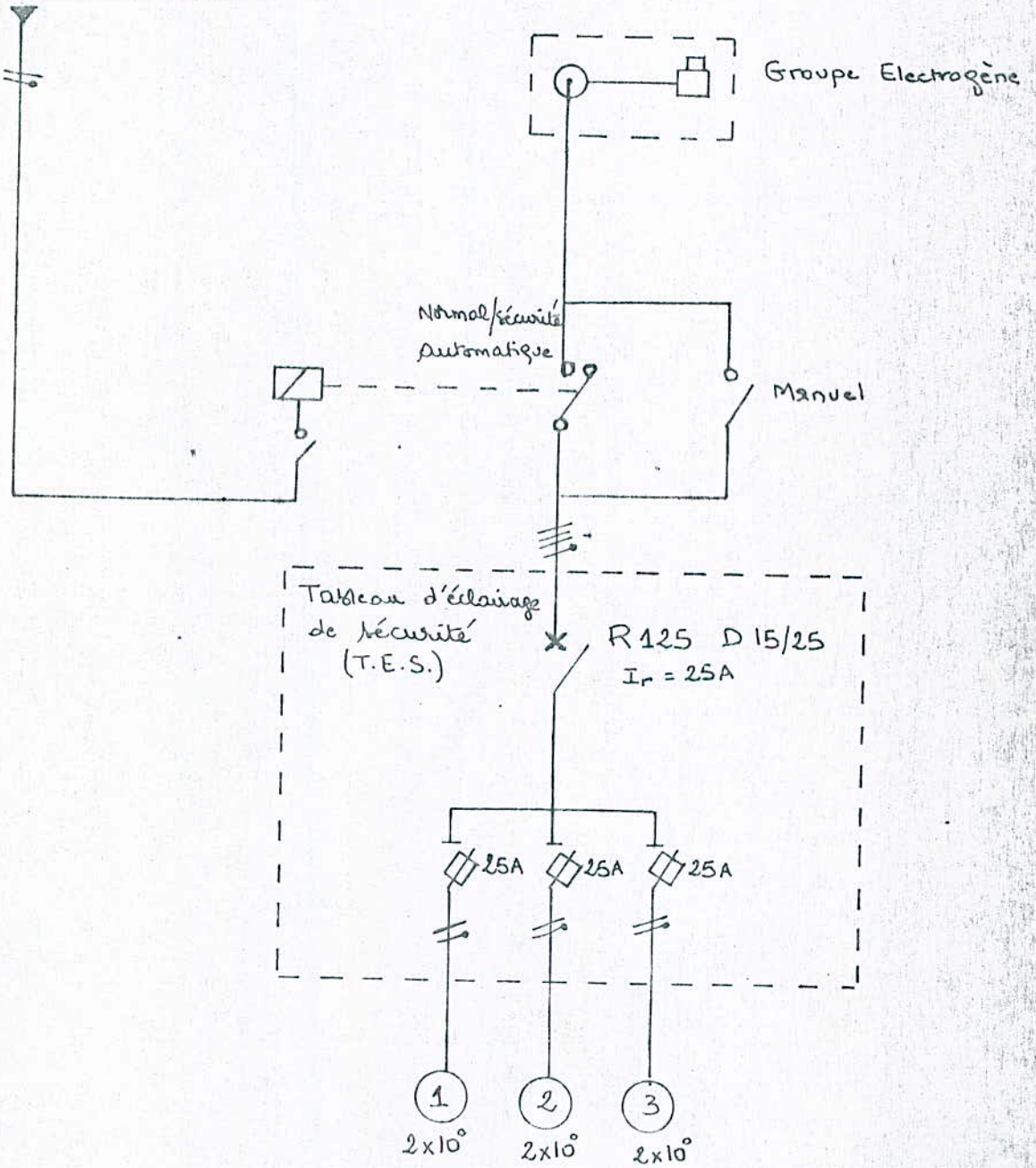
(schéma de dérivation: voir plan).

De la même manière, les calculs des sections ont été faits pour l'éclairage normal de l'atelier - L'équilibre des phases a été vérifié.

Sur le plan, nous donnons les différentes sections de chaque circuit. Toutes les dérivations ont été effectuées avec des sections de $1,5 \text{ mm}^2$.

ECLAIRAGE DE SECURITE

Alimentation normale
provenant du T.S. 10



CHAPITRE II : Bilan de Puissance

BILAN DE PUISSANCE

I. Introduction:

La réalisation d'un projet d'installation électrique passe par l'examen des puissances qui permet par conséquent de déterminer:

- 1°) la puissance à souscrire auprès de la SONEGAZ.
- 2°) le nombre et la puissance du (ou des) transformateurs nécessaires en tenant compte d'une éventuelle croissance de la demande de puissance.

II Généralités:

II-1- Puissance installée:

Elle est définie comme étant la somme des puissances de tous les récepteurs.

II-2- Puissance consommée:

La détermination de cette puissance suppose la parfaite connaissance de deux coefficients:

- coefficient d'utilisation maximale K_u
- coefficient de simultanéité K_s

II-3- Coefficient d'utilisation maximale K_u :

Ce coefficient exprime le fait qu'un récepteur utilise une certaine quantité de puissance inférieure à la puissance maximale installée.

Il est généralement fourni par les constructeurs - Sinon, la norme NFC 15-100 donne des valeurs de K_u pour un certain nombre de récepteurs.

Dans notre cas, les constructeurs donnent les valeurs suivantes:

Récepteurs	Ku
Equipement de production	0,9
Equipement de soudage	0,5
Ponts roulants	0,3

D'autre part, une distinction est à faire entre prises de courant de type industriel et celles destinées aux bureaux.

La nature de la tâche accomplie par chaque type a conduit aux valeurs suivantes du coefficient d'utilisation.

Type de prise de courant	Ku.
type industriel (de production)	1
pour bureaux	0,5

II-4 Coefficient de simultanéité :

Les récepteurs ne sont pas toujours en service simultanément ; ce qui peut être exprimé par le coefficient de simultanéité noté K_s . Il ne peut être déterminé qu'à partir de la parfaite maîtrise du process et de la nature des récepteurs. Des précisions sur ce coefficient sont données par la norme NFC 15-100 et la NFC -14-100.

Le tableau suivant donne quelques valeurs pour certaines utilisations

... / ...

Type d'utilisation	Ks
- Eclairage, chauffage électrique, chauffe-eau	1
- Prises de courant (N: nombre de prises)	$0,1 + \frac{0,9}{N}$
- Appareils de cuisson	0,7
- Ascenseurs et monte-charges :	
o pour le moteur le plus puissant	1
o pour le moteur suivant	0,75
o pour les autres moteurs	0,6

La norme UTE 63-410 donne d'autres précisions sur ce coefficient rapporté à une armoire de distribution B.T. -

Nombre de circuits	Ks
2 à 3	0,9
4 à 5	0,8
6 à 9	0,7
10 et plus	0,6

Il faut cependant noter que si les circuits sont constitués principalement d'éclairage, il est nécessaire de majorer ces valeurs.

III Méthode de calcul de la puissance consommée :

Les différents coefficients étant précisés à partir des tableaux précédents, On calcule les différentes puissances aux différents étages de la distribution.

III-1. Calcul de la puissance consommée au niveau des coffrets :

Partant des valeurs des coefficients assignés aux récepteurs, on calcule la puissance au 1^{er} niveau : $P_{S1} = \sum K_{S1i} \cdot P_{ui} = \sum K_{S1i} \times K_{ui} \times P_i$ (i étant l'indice des récepteurs dans un coffret divisionnaire.)

III-2 Calcul de la puissance au niveau des tableaux secondaires :

La détermination de cette puissance est réalisée à partir de la connaissance de PS_1 et celle de KS_2 fixé par le tableau donné -

$$PS_2 = KS_2 \sum PS_{1j}$$

(j: indice des coffrets divisionnaires dans un tableau secondaire).

III-3 Calcul de la puissance au niveau du T.G.B.T. :

De la même manière que précédemment, la puissance PS_3 est calculée:

$$PS_3 = KS_3 \left(\sum PS_{2i} \right)$$

(i: indice des différents tableaux secondaires.)

IV COMPENSATION

IV-1. Généralités:

La puissance électrique fournie à des récepteurs est composée:

- d'une puissance active qui est transformée en énergie mécanique
- d'une puissance réactive, nécessaire à l'excitation magnétique des bobinages des récepteurs inductifs.

Le facteur de puissance est la valeur du $\cos \varphi$ exprimée par le rapport

$$P_{active} / P_{apparente}.$$

L'importance du facteur de puissance réside dans le fait que :

1. un $\cos \varphi$ trop faible conduirait à une intensité plus élevée que celle réellement nécessaire.
2. un $\cos \varphi$ trop faible fait diminuer la puissance active disponible (ex: un transformateur de 800 kVA à $\cos \varphi = 0,8$ dispose d'une puissance à pleine charge de 640 kW, tandis qu'à $\cos \varphi = 0,86$ cette puissance serait de 688 kW.)

3- Un bon facteur de puissance éviterait les pénalités facturés par la Sonelgaz - Le seuil est fixé à $\cos \varphi = 0,86$ environ.

IV-2 Détermination du facteur de puissance de l'installation.

T.S. N°	P_{inst}	$\cos \varphi$	Q_{inst}
1	823,61	0,84	525,96
2	372,68	0,90	179,30
3	534,65	0,76	457,01
4	457,31	0,72	446,71
5	593,91	0,67	651,84
6	580,47	0,71	528,03
7	688,68	0,72	667,05
8	461,94	0,88	250,00
9	805,25	0,89	395,47
10	280,40	0,98	48,42
TOTAL	5545,9	0,80	4149,8

Ainsi le $\cos \varphi$ de notre installation est 0,80, cette valeur nécessite donc une compensation.

IV-3 Compensation

La compensation est réalisée efficacement grâce à l'installation de batteries de condensateurs. L'implantation de ces batteries dépend de l'installation et exige au préalable une étude économique appréciable. Néanmoins, on opte pour notre cas pour une compensation aux bornes du transformateur - Installées en tête d'installation, les batteries de

condensateurs sont divisés en gradins.

La valeur du $\cos\phi$ est déterminée à l'aide d'un transformateur de courant relié à un relais varométrique qui commande graduellement l'enclenchement des gradins en fonction du $\cos\phi$ désiré et celui détecté. Ce système convient notamment pour des grandes installations présentant un facteur de puissance global variable ; ce, qui est le cas de notre projet.

Le calcul de la puissance de la batterie de condensateurs nécessaire se fait pratiquement à l'aide du tableau (6).

On désire avoir un $\cos\phi = 0,89$ et ayant un facteur de puissance de 0,80, la puissance de la batterie est :

$$Q = 1286 \times 0,24 = 308 \text{ kVAR.}$$

Pour ce, on choisira deux (2) éléments de batteries de 180 kVAR. Chaque élément est relié à un transformateur du côté B.T. à l'aide de câbles du type U1000 R2V de section : $S = 2 \times 60 \text{ mm}^2$. Cet équipement devra être doté de son appareillage de protection et de commande.

V Puissance des transformateurs

La puissance à souscrire auprès de la Sonelgaz est 1414 kW ($1286 \times 1,10$)

Cette puissance tient compte d'une réserve de 10%.

Donc la puissance nécessaire est 1414 kW, le facteur de puissance amélioré étant 0,89 ; la puissance des transformateurs est : $1414 / 0,89 = 1588 \text{ kVA}$.

On choisira 2 transformateurs de puissance unitaire 800 kVA.

Caractéristiques techniques :

Tension primaire : 30 kV

Tension secondaire : 380/220 V

Intensité secondaire : 1155 A.

Intensité de court-circuit : 25670 A.

TYPE MERLIN GERIN

Couplage triangle-étoile à neutre sorti (Dyn 11.)

$V_{cc} = 4,5\%$

CHAPITRE III : Distribution Force Motrice

DISTRIBUTION basse-tension

le point de livraison de l'alimentation principale et l'emplacement des tableaux de distribution sont choisis en fonction des centres de gravité des points de consommation, en prévoyant les possibilités de changements qui peuvent se produire.

La distribution radiale a été adoptée car elle est compatible avec une installation étendue —

elle présente 3 étages :

- départs principaux
- départs secondaires
- départs terminaux

Vue la grande étendue et le nombre important de rece-
-pteurs on a choisi :

- une (1) armoire générale basse-tension (TG.BT) alimentée par les deux transformateurs.
- dix (10) tableaux secondaires (TS)
- vingt-deux (22) coffrets divisionnaires (CD)
- un (1) tableau d'éclairage

CALCUL DES CÂBLES

I introduction

Les récepteurs sont liés à la source par des câbles qui doivent répondre à 3 exigences principales :

- Sécurité de service
- Echauffement modéré
- chute de tension admissible

en outre le choix du câble ou du conducteur doit correspondre au choix de l'appareil de protection

ces exigences doivent répondre au ~~souci~~ contraintes diverses subies par le conducteur ou le câble, entre autres :

- thermiques
- mécaniques (corrosion, chocs)
- Contraintes diélectriques
- électriques

II canalisations et tracé des canalisations

ce tracé doit répondre au souci de réduire au maximum les longueurs des câbles et l'importance des ouvrages nécessaires

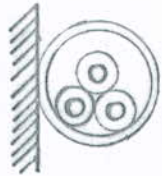
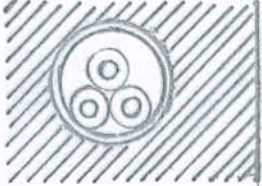
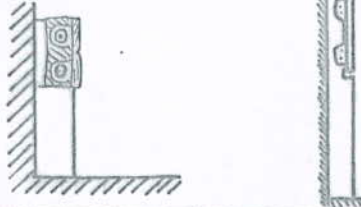


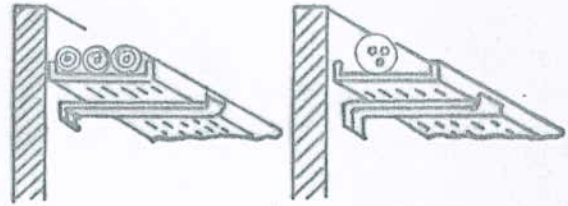
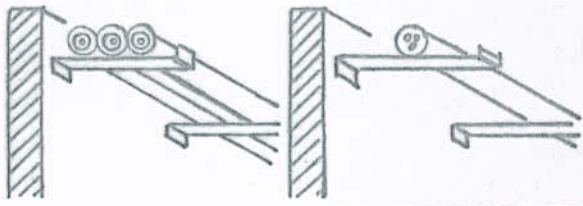
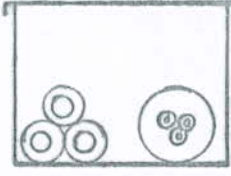
Mode de pose : il y'a plusieurs types de modes de pose - Dans le tableau suivant, nous donnons les modes de pose les plus utilisés.

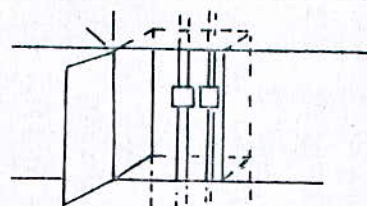
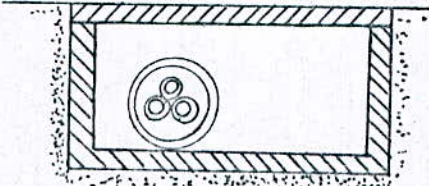
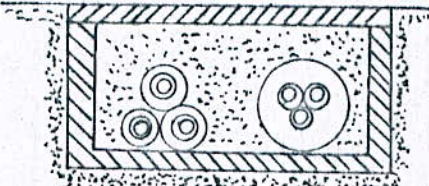
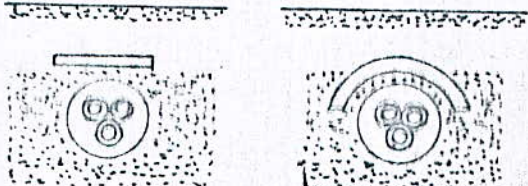
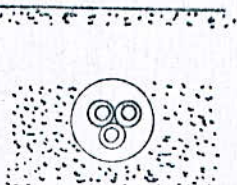


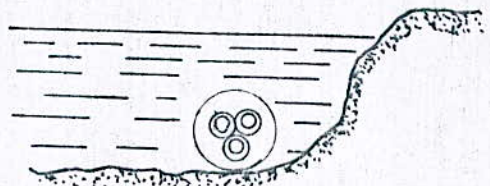
Notre choix a été porté sur la pose - L5, la section du caniveau est supposée très grande par rapport à la somme des sections totales des conducteurs et câbles qui y sont installés

a) détermination des courants admissibles

Pour la détermination de la section des conducteurs, on détermine d'abord le courant nominal du dispositif de protection qui doit être au moins égal au courant d'emploi, ensuite 2 cas sont à distinguer :

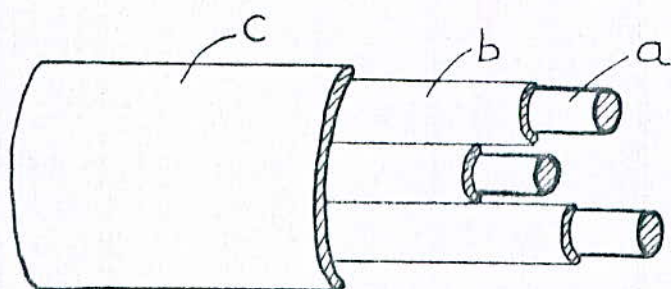
DIFFERENTS MODES DE POSE

<p>A. Conduits en montage apparent</p>	
<p>B. Conduits en montage encastré.</p>	
<p>C. Moultures, plinthes et chambranles lainerés.</p>	
<p>D. Fixation directe aux parois par colliers, attaches.</p>	
<p>E. Fixation directe aux plafonds</p>	
<p>F. Pose sur chemins de câbles ou tablettes.</p>	
<p>G. Pose sur vitreaux</p>	
<p>H. Goulottes.</p>	

<p>K</p> <p>GAINES</p>	
<p>L2</p> <p>Conduits dans caniveaux fermés</p>	
<p>L5</p> <p>Pose directe dans caniveaux remplis de sable</p>	
<p>S2</p> <p>Enterré avec protection mécanique</p>	
<p>S1</p> <p>Enterré directement</p>	
<p>T</p> <p>Canalisations préfabriquées</p>	
<p>U</p> <p>Pose sur isolateurs</p>	
<p>W.</p> <p>Immersion dans l'eau</p>	

- aucun facteur de correction n'est à appliquer: la section des conducteurs est celle qui correspond d'après les tableaux au courant nominal du dispositif de protection qui doit être ~~qui doit être~~ précédemment déterminé
- un ou plusieurs facteurs de correction doivent être appliqués pour tenir compte de la température ambiante ou du groupement des conducteurs et câbles

b) Choix des câbles




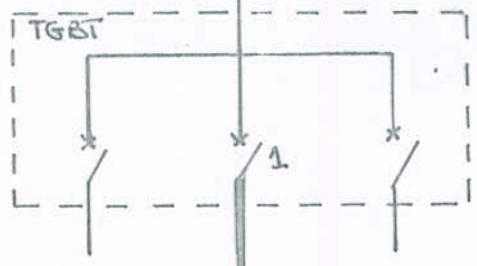
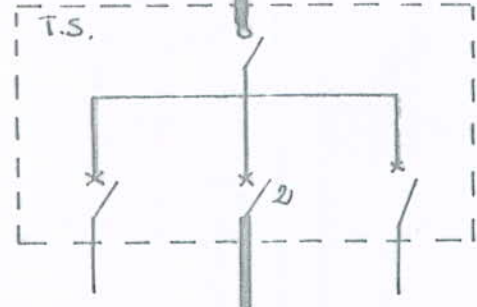
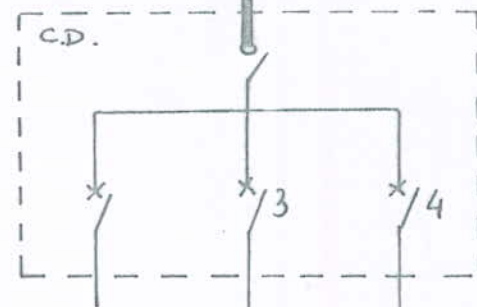
- a/ âme cuivre rouge
- b/ enveloppe isolante polyéthylène réticulé
- c/ gaine extérieure néoprène

III Chute de tension

La tension des transformateurs des postes est 400 V à vide et ceci afin de combler la chute de tension qui a lieu tout au long des câbles et pour obtenir au niveau du récepteur sa tension nominale (380 V).

les valeurs maximales admises depuis l'origine d'une installation jusqu'aux points d'utilisation (récepteurs fixes ou prises de courant)

Alimentation	Chute de tension (% de U)	
	éclairage	autres usages
c		
directe à partir d'un réseau de distribution public	3%	5%
Par un poste d'abonné ou de transformation à partir d'une installation de haute-tension	6%	8%

		Pour le récepteur	
		A Lumière	B FORCE
 x	Transformateur au tableau général basse tension ΔU de l'ordre de	0,5%	0,5%
 x 1	TGBT départ 1 au TS ΔU de l'ordre	1%	1%
 x 2	T.S. départ 2 coffret divisionnaire ΔU de l'ordre	1,5%	1,5%
 x 3 x 4	Coffret divisionnaire aux récepteurs Départ 3 (lumière) ΔU	3%	
A B Lumière FORCE	Départ 4 (Force) ΔU		5%
TOTAL ΔU		6%	8%

Respecter ces valeurs revient en pratique à calculer à chaque étage de la distribution, la valeur de la chute de tension. Pour les circuits terminaux, il est recommandé de ne pas dépasser respectivement 3% et 5%.

L'exemple ci-dessous donne les ordres de grandeur à respecter pour chaque partie de l'installation -

Si la chute de tension totale est supérieure à celle admise, augmenter la section des conducteurs alimentant les récepteurs.

Calcul de la chute de tension dans les câbles

pour une ligne monophasée : $\Delta U = 2 \rho \frac{L}{S} I \cos \varphi$

" " " triphasée : $\Delta U = \sqrt{3} \rho \frac{L}{S} I \cos \varphi$

ρ : résistivité du conducteur ($\Omega.m$) $17,3 \cdot 10^{-3}$

L : longueur du câble (m)

S : Section du conducteur

$\cos \varphi$: facteur de puissance

Exemple de calcul

* Liaison TG.BT-TS1 / L = 100 m I = 643,2 A

La valeur du courant étant très grande, on utilise deux câbles de même section montés en parallèle transportant chacun la moitié du courant:

$$I = 643,2 / 2 = 321,6 \Rightarrow S = 150$$

$$\Delta U = 2 \rho \frac{L}{S} I \cos \varphi = 2 \times 17,3 \cdot 10^{-3} \frac{100}{150} \times 321,6 \times 0,84 = 6,23 \Rightarrow 2,8\%$$

Cette chute de tension étant trop grande, on passe à S = 185

$$\Delta U = 5,1 \text{ V} \Rightarrow \Delta U = 2,3\%$$

* liaison TS1-CD1 / L = 24 m I = 228 A $\cos \varphi = 0,89$

d'où S = 70

$$\Delta U = 2 \rho \frac{L}{S} I \cos \varphi = 2,08 \text{ V} \Rightarrow \Delta U = 0,55\%$$

* Liaison CD₁ - Machine 1 / L = 57m I = 6,75A

d'où $S = 1,5^\circ$ $\Delta U = 6,15V$ et $\Delta U = 1,61\%$

au total La chute de tension entre la Source et le récepteur :

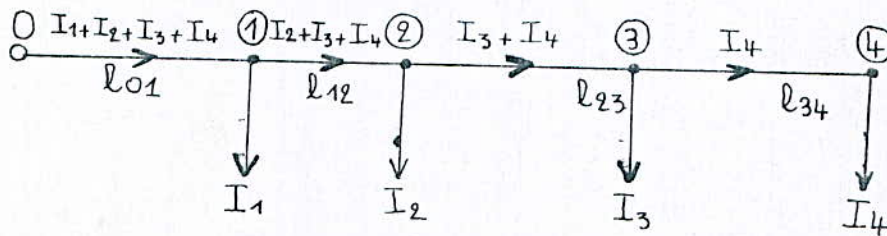
$$\Delta U_T (\%) = 2,3 + 0,55 + 1,61 = 4,46\% < 8\%$$

ETUDE DU BATIMENT TECHNIQUE

la norme NFC-15-100 précise le nombre de points d'éclairage ou de socles de prises de courant 10/16A alimentés par un même circuit est limité à 8.

Calcul des chutes de tension

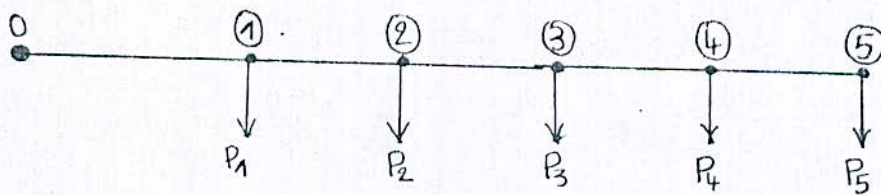
- par la méthode des courants



$$\Delta U = R_{01} (I_1 + I_2 + I_3 + I_4) + R_{12} (I_2 + I_3 + I_4) + R_{23} (I_3 + I_4) + R_{34} I_4$$

$$\Delta U \% = (I_1 l_{01} + I_2 l_{02} + I_3 l_{03} + I_4 l_{04}) \cdot \frac{100}{\gamma S U_n^2}$$

- par la méthode des puissances



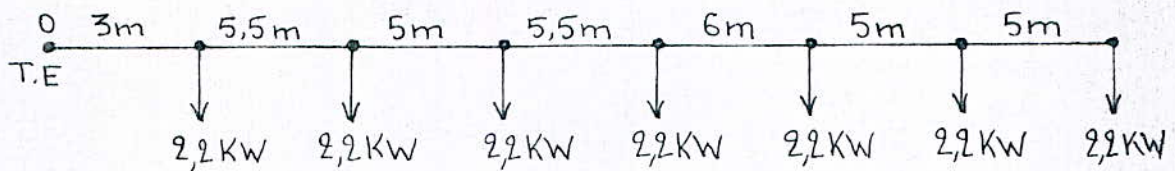
$$\Delta U \% = (P_1 l_{01} + P_2 l_{02} + P_3 l_{03} + P_4 l_{04} + P_5 l_{05}) \cdot \frac{100}{\gamma S U_n^2}$$

on multiplie par K_{S1} quand il s'agit de prises, de courant les points ①, ② ... sont les points de dérivation pour l'éclairage ou les socles de prises de courant

la longueur l_{0i} : est celle considérée entre l'origine et le point i (en m)

Exemples

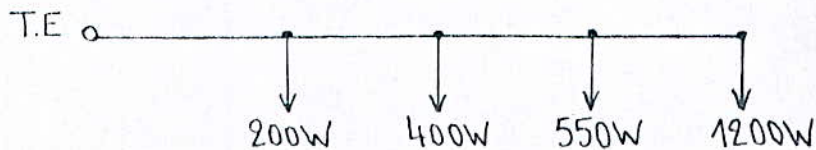
q/ soit le circuit ③ allant du tableau d'éclairage (T.E) et comprenant 7 prises de 10A :



$$KS_1 = \left(1 + \frac{0,9}{7}\right) = 0,223$$

$$\Delta U\% = \frac{2200 \times 0,228 \times 100}{57 \times 220^2 \times 2,5} \cdot (3 + 8,5 + 13,5 + 19 + 25 + 30 + 35) = 0,97\%$$

b/ Circuit ① allant du tableau éclairage et alimentant 4 points d'éclairage



$$\Delta U = \left((200 \times 3) + (400 \times 13,5) + (550 \times 33,5) + (1200 \times 45) \right) \cdot \frac{100}{57 \cdot 220^2 \cdot 1,5} = 1,9\%$$

Courants admissibles des câbles enterrés

les valeurs données sont valables pour les hypothèses suivt:

- Température du sol 20°C
- profondeur de pose 0,60m
- résistivité thermique du Sol 100 °C · cm/W

colonne 1 : câbles à 4 conducteurs isolés au PRC

colonne 2 : câbles à 3 " " "

colonne 3 : 3 câbles unipolaires isolés au PRC

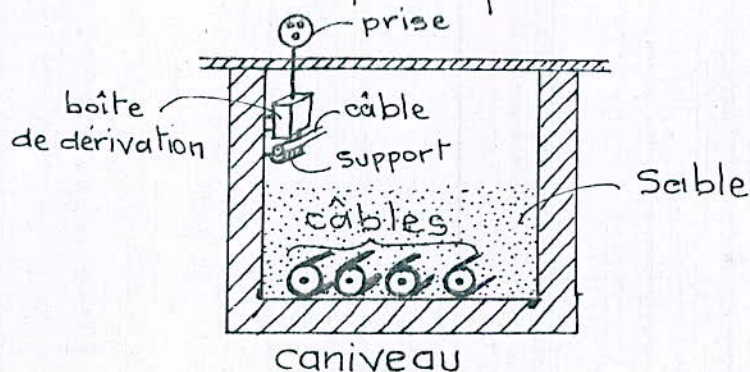
Rq/le courant est exprimé en Ampères

(Voir Tableau suivant)

Section (mm ²)	1	2	3
1,5	26,5	29	—
2,5	236	40	—
4	46	51	—
6	58	64	—
10	79	88	—
16	100	111	—
25	127	141	148
35	153	170	179
50	184	204	214
70	227	252	264
95	272	302	317
120	311	345	363
150	348	386	405
185	392	435	457
240	454	504	529

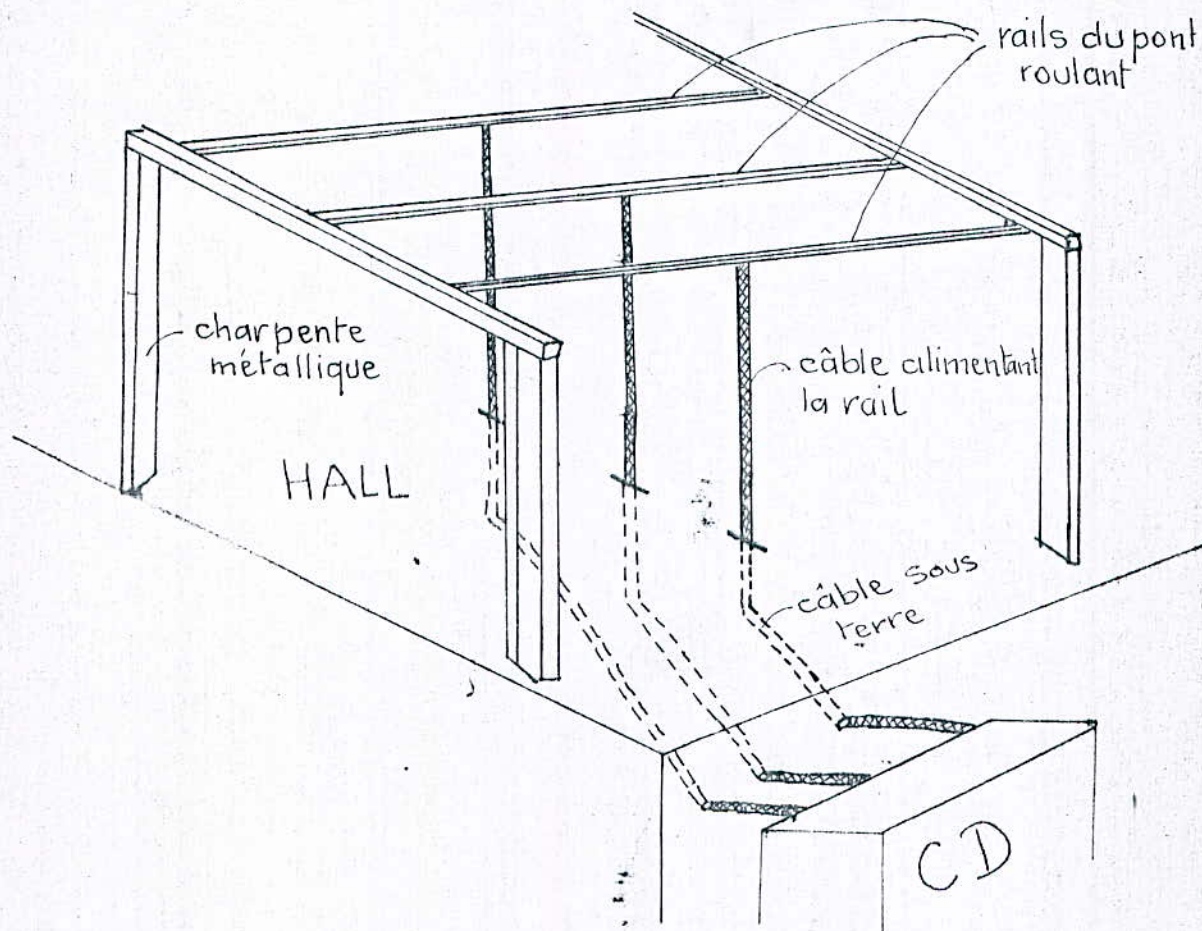
Acheminement des câbles pour le circuit-prises

les câbles alimentant les armoires et les différents récepteurs sont enterrés dans du sable à 0,80m au dessous du sol - Quant à l'alimentation des différentes prises d'un même circuit, elle est assurée par un seul câble et au niveau de chaque prise une boîte de dérivation est prévue à cet effet - Ce câble alimentant les prises ne sera pas enterré mais sera situé juste au dessus du niveau du sable et accroché aux parois du caniveau - Ainsi les dérivation peuvent être effectuées avec des sections différentes de celle du câble principal.



Alimentation des ponts-roulants

les ponts roulants sont alimentés à partir des CD20 et CD21.
 - les câbles sont acheminés par voie aéro-souterraine.
 ils alimentent les rails en leur milieu ceci pour équilibrer la chute de tension de part et d'autre du point de connexion :



Comme chaque pont roulant possède 3 moteurs : 1 moteur de levage, 1 moteur de translation et 1 moteur de direction, on devra prendre en considération les courants de démarrage pour déterminer la Section des conducteurs. Pour cela le courant d'emploi est :

$$I_s = 100\% \left(I_{n1} + \frac{I_{d1}}{3} \right) + 75\% \left(I_{n2} + \frac{I_{d2}}{3} \right) + 60\% \left(I_{n3} + \frac{I_{d3}}{3} \right)$$

avec : I_{n1} → Courant nominal du moteur de levage
 I_{n2} → " " " " " translation
 I_{n3} → " " " " " direction

Pour les 3 Moteurs : $I_d = 3 I_n$

Pour l'alimentation TS₁₁-CD $I_s = I_n + \frac{I_{dem}}{3}$

avec I_{dem} : courant de démarrage du plus grand moteur appartenant au CD

CD20 alimente les ponts roulants suivants :

HALL A 1 PR 10T

HALL B 1 PR 10T

HALL C 1 PR 10T

HALL D 1 PR 10T

HALL E 1 PR 15T

CD21 alimente les ponts roulants suivants :

HALL F 1 PR 50T

HALL G 1 PR 50T

HALL H 1 PR 50T + 1 PR 25T

Nous donnons un tableau comportant les différentes sections chutes de tension et courant d'emploi pour l'alimentation de chaque pont roulant

Exemple de calcul de l'alimentation des ponts roulants

PR 10T $I_s = 100\% (49 + \frac{3.49}{3}) + 75\% (23,4 + 3. \frac{23,4}{3}) + 60\% (3,7 + 3. \frac{3,7}{3})$

$I_s = 137,5 A$

CD 20 - HALL A : 62m (Voie aéro-souterraine), 1 PR 10T

$\Delta U = \sqrt{3} \rho \frac{L}{S} I_s \cos \varphi$

TS11-CD20 : 91m (câble enterré)

$I_s = I_n + \frac{I_{dem}}{3}$

$I_{dem} = 176 A$ (courant de démarrage du plus grand moteur)

donc $I_s = 140 + \frac{176}{3} = 198,7 A$

Liaison	Temps (A)	Longueur (m)	Section (mm ²)	ΔU %	Mode de pose et Câble choisi
T.G.B.T-TS1	643,2	100	2x185	2,3	Pose L5 U1000 R12N 2(3x185°+95°)
T.G.B.T-TS2	311,2	62	185	0,74	" " (3x185°+95°)
T.G.B.T-TS3	532,3	61	2x120	1,9	" " 2(3x120°+70°)
T.G.B.T-TS4	440	116	240	1,2	" " (3x240°+120°)
T.G.B.T-TS5	433,9	127	240	1,6	" " (3x240°+120°)
T.G.B.T-TS6	469,9	24	2x120	0,5	" " 2(3x120°+70°)
T.G.B.T-TS7	538,6	132	2x150	2,6	" " 2(3x150°+70°)
T.G.B.T-TS8	368,4	276	300	2,5	" " (3x300°+150°)
T.G.B.T-TS9	337,9	12	150	0,2	" " (3x150°+70°)
T.G.B.T-TS10	153,4	56	35	1,9	" " (3x35°+25°)
TS1 - CD1	228	24	70	0,55	Pose L5 U1000 R12N (3x70°)
TS1 - CD2	202,8	6	70	0,13	" " (3x70°)
TS1 - CD3	231,5	10	70	0,14	" " (3x70°)
TS1 - CD4	141,4	35	35	0,62	" " (3x35°)
TS2 - CD5	65	7	10	0,3	Pose L5 U1000 R12N (3x10°)
TS2 - CD6	210	7	70	0,14	" " (3x70°)
TS3 - CD7	320,4	6	120	0,08	Pose L5 U1000 R12N (3x120°)
TS3 - CD8	273,3	26	95	0,14	" " (3x95°)
TS4 - CD9	138	58	35	1,33	Pose L5 U1000 R12N (3x35°)
TS4 - CD10	335,2	47	150	0,4	" " (3x150°)
TS5 - CD11	189,5	28	70	0,3	Pose L5 U1000 R12N (3x70°)
TS5 - CD12	185,7	13	70	0,15	" " (3x70°)
TS5 - CD13	192,3	28	70	0,3	" " (3x70°)
TS6 - CD14	370,9	9	185	0,07	Pose L5 U1000 R12N (3x185°)
TS6 - CD15	157	37	35	1,05	" " (3x35°)
TS7 - CD16	280,6	48	95	0,6	Pose L5 U1000 R12N (3x95°)
TS7 - CD17	403	5	240	0,03	" " (3x240°)
TS8 - CD18	162,6	107	50	1,7	Pose L5 U1000 R12N (3x50°)
TS8 - CD19	93	119	35	2,1	" " (3x35°)
TS9 - CD20	198,7	91	70	1,79	Pose L5 U1000 R12N (3x70°)
TS9 - CD21	388	35	240	0,29	" " (3x240°)
TS10 - CD22	6,92	46	1,5	1,28	Pose D U1000 R12N (3x1,5°)

Liaison	I emploi (A)	Longueur (m)	section phase (mm ²)	ΔU %	Mode de pose et câble choisi.
CD1 - 1	6,75	57	1,5	1,62	Pose L5 U1000 R12N (3x1,5°)
CD1 - 2	6,75	17	1,5	0,48	" " (3x1,5°)
CD1 - 8	225	31	70	0,70	" " (3x70°)
CD1 - 5	8	13	1,5	0,55	" " (3x1,5°)
CD2 - 4	85	24	16	0,80	Pose L5 U1000 R12N (3x16°)
CD2 - 6	30,5	25	6	1,24	" " (3x6°)
CD2 - 7	166	38	50	0,89	" " (3x50°)
CD3 - 75	12	35	1,5	1,87	Pose L5 U1000 R12N (3x1,5°)
CD3 - 66A	185	26	70	0,27	" " (3x70°)
CD3 - X8	6,8	26	1,5	2,2	" " (3x1,5°)
CD3 - 64	45	6	6	0,31	" " (3x6°)
CD3 - 65	2,5	10	1,5	0,13	" " (3x1,5°)
CD4 - 66B	92,5	10	16	0,46	Pose L5 U1000 R12N (3x16°)
CD4 - X8	6,8	13	1,5	0,46	" " (3x1,5°)
CD4 - 31	11,7	26	1,5	1,36	" " (3x1,5°)
CD4 - 12 ex r. inf.	65	430	70	2,68	Pose D U1000 R12N (3x70°)
CD4 - 75	12	41	1,5	2,2	Pose L5 U1000 R12N (3x1,5°)
CD5 - 9	8,5	12	1,5	0,46	Pose L5 U1000 R12N (3x1,5°)
CD5 - 17	6	10	1,5	0,25	" " (3x1,5°)
CD5 - 18	3,6	16	1,5	0,25	" " (3x1,5°)
CD5 - 19	9	14	1,5	0,56	" " (3x1,5°)
CD5 - 20	28	18	2,5	1,32	" " (3x2,5°)
CD5 - 21	31	12	4	0,62	" " (3x4°)
CD5 - 22	3,2	21	4	0,10	" " (3x4°)
CD5 - 81	33,5	14	4	0,74	" " (3x4°)
CD6 - 10	40	10	4	0,68	Pose L5 U1000 R12N (3x4°)
CD6 - 10	40	16	4	1,08	" " (3x4°)
CD6 - 10	40	22	4	1,49	" " (3x4°)
CD6 - 10	40	28	4	1,9	" " (3x4°)
CD6 - 13	137	40	35	0,99	" " (3x35°)
CD6 - 61	2,7	44	1,5	0,49	" " (3x1,5°)
CD6 - 57	96	38	16	1,44	" " (3x16°)
CD7 - 30	137	23	35	0,57	Pose L5 U1000 R12N (3x35°)
CD7 - 60	96	17	16	0,64	" " (3x16°)
CD7 - 66A	185	8	70	0,08	" " (3x70°)

Liaison	Templin (A)	longueur (m)	section phase (mm ²)	ΔU %	Mode de pose et câble choisi
CD8 - X8	6,8	21	1,5	0,75	Pose L5 U1000 R12N (3x1,5°)
CD8 - 32	25	19	2,5	1,24	" " (3x2,5°)
CD8 - 32	25	15	2,5	0,98	" " (3x2,5°)
CD8 - 66B	92,5	15	16	0,34	" " (3x16°)
CD8 - 75	12	17	1,5	0,91	" " (3x1,5°)
CD8 - 11	93	12	16	0,47	" " (3x16°)
CD8 - 12	4	16	1,5	0,27	" " (3x1,5°)
CD8 - 35	13	11	1,5	0,64	" " (3x1,5°)
CD8 - 36	6	7	1,5	0,18	" " (3x1,5°)
CD8 - 37	6	12	1,5	0,32	" " (3x1,5°)
CD9 - 75	12	20	1,5	1,07	Pose L5 U1000 R12N (3x1,5°)
CD9 - 59	96	9	16	0,34	" " (3x16°)
CD9 - 63	1,8	15	1,5	0,11	" " (3x1,5°)
CD9 - 14	137	11	35	0,27	" " (3x35°)
CD10 - 34	40,5	15	6	0,69	Pose L5 U1000 R12N (3x6°)
CD10 - 33	30,5	10	4	0,52	" " (3x4°)
CD10 - X8	6,8	9	1,5	0,32	" " (3x1,5°)
CD10 - 55	33	13	4	0,68	" " (3x4°)
CD10 - 66A	185	13	70	0,14	" " (3x70°)
CD10 - 66B	92,5	33	16	0,75	" " (3x16°)
CD11 - 51	5,3	6	1,5	0,26	Pose L5 U1000 R12N (3x1,5°)
CD11 - 52	5,3	3	1,5	0,20	" " (3x1,5°)
CD11 - 53	4,5	13	1,5	0,25	" " (3x1,5°)
CD11 - 54	7	9	1,5	0,26	" " (3x1,5°)
CD11 - 66A	185	10	70	0,10	" " (3x70°)
CD11 - X8	6,8	23	1,5	0,32	" " (3x1,5°)
CD12 - 66A	185	5	70	0,05	Pose L5 U1000 R12N (3x70°)
CD12 - X8	6,8	4	1,5	0,14	" " (3x1,5°)
CD12 - 75	12	16	1,5	0,86	" " (3x1,5°)
CD13 - 66B	92,5	18	16	0,41	Pose L5 U1000 R12N (3x16°)
CD13 - 66B	92,5	12	16	0,27	" " (3x16°)
CD13 - X8	6,8	18	1,5	0,64	" " (3x1,5°)
CD13 - 56	33	56	4	2,91	" " (3x4°)
CD14 - 66A	185	18	70	0,19	Pose L5 U1000 R12N (3x70°)
CD14 - 66A	185	21	70	0,22	" " (3x70°)
CD14 - X8	6,8	11	1,5	0,39	" " (3x1,5°)
CD15 - 58	96	5	16	0,19	Pose L5 U1000 R12N (3x16°)
CD15 - 15	137	11	35	0,27	" " (3x35°)
CD15 - 62	1,8	13	1,5	0,10	" " (3x1,5°)
CD15 - 16	40	35	4	2,31	" " (3x4°)

Liaison	I emploi (A)	longueur (m)	section (mm ²)	ΔU %	Mode de pose et câble choisi.
CD16-X8	6,8	22	1,5	0,79	Pose L5 U1000 R12N (3x1,5°)
CD16-66A	185	19	70	0,20	" " (3x70°)
CD16-23	14	12	1,5	0,75	" " (3x1,5°)
CD16-24	14	12	1,5	0,75	" " (3x1,5°)
CD16-25	12	23	1,5	1,23	" " (3x1,5°)
CD16-29	43,5	20	6	0,98	" " (3x6°)
CD17-43	1	20	1,5	0,08	Pose L5 U1000 R12N (3x1,5°)
CD17-26	2,5	10	1,5	0,10	" " (3x1,5°)
CD17-27	11,7	8	1,5	0,42	" " (3x1,5°)
CD17-28	25	10	2,5	0,65	" " (3x2,5°)
CD17-66A	185	34	70	0,35	" " (3x70°)
CD17-X8	6,8	28	1,5	1	" " (3x1,5°)
CD17-66A	185	8	70	0,08	" " (3x70°)
CD17-X8	6,8	6	1,5	0,26	" " (3x1,5°)
CD18-38	19	13	1,5	1,1	Pose L5 U1000 R12N (3x1,5°)
CD18-39	19	10	1,5	0,85	" " (3x1,5°)
CD18-40	20,5	9	2,5	0,48	" " (3x2,5°)
CD18-41	11,7	13	1,5	0,68	" " (3x1,5°)
CD18-66B	92,5	4	16	0,09	" " (3x16°)
CD18-9 ext. sup	49	450	50	2,78	Pose D U1000 R12N (3x50°)
CD19-42	2,5	8	1,5	0,08	
CD19-43	1	11	1,5	0,04	
CD19-44	5	16	1,5	0,34	
CD19-45	1	18	1,5	0,07	
CD19-46	7	20	1,5	0,60	
CD19-47	30,5	19	4	0,97	
CD19-48	68,5	13	10	0,60	
CD19-49	7,4	9	1,5	0,29	
CD19-50	4	20	1,5	0,34	
CD19-X8	6,8	6	1,5	0,21	

CARACTERISTIQUES DES PONTS ROULANTS

MOTEURS	Puissance installée (kw)	cos φ	I _{Nominal} (A)
<u>Pont roulant 10 tonnes</u>			
Moteur de levage	27,77	0,86	49
Moteur de translation	12,76	0,83	23,4
Moteur de direction	1,97	0,81	3,7
<u>Pont roulant 15 tonnes</u>			
Moteur de levage	33,15	0,86	58,6
Moteur de translation	12,86	0,83	23,5
Moteur de direction	1,97	0,81	3,7
<u>Pont roulant 25 tonnes</u>			
Moteur de levage	59,46	0,88	102,7
Moteur de translation	27,77	0,85	49
Moteur de direction	4,82	0,85	8,6
<u>Pont roulant 50 tonnes</u>			
Moteur de levage	118,27	0,89	202
Moteur de translation	40,43	0,86	71,5
Moteur de direction	6,54	0,85	11,7

ALIMENTATION DES PONTS ROULANTS (câble U1000 R12N)

LIAISON	I service (A)	longueur (m)	section phase (mm ²)	ΔU %
TS9 - CD20	198,7	91	70	1,79
CD20 - HALL A (PR10T)	137,54	62	35	1,65
CD20 - HALL B (PR10T)	137,54	38	35	1
CD20 - HALL C (PR10T)	137,54	12	35	0,32
CD20 - HALL D (PR10T)	137,54	12	35	0,32
CD20 - HALL E (PR15T)	157	40	50	0,83
TS9 - CD21	388	35	240	0,29
CD21 - HALL F (PR50T)	525,3	64	2x120	1,94
CD21 - HALL G (PR50T)	525,3	80	2x120	2,42
CD21 - HALL H (PR50T)	525,3	16	2x120	0,48
CD21 - HALL H (PR25T)	289,2	16	150	0,21

TABLEAU DES SECTIONS ET CHUTES DE TENSION DES PRISES DE L'ATELIER

CIRCUITS	Prises monophasées		Prises triphasées	
	S (mm ²)	ΔU %	S (mm ²)	ΔU %
1.C.1.1.	6	1,6	10	1,6
1.C.1.2.	4	0,82	6	0,6
1.C.1.	10	1,23	16	0,8
1.C.2.1.	6	0,9	6	1,45
1.C.2.2.	6	1,7	6	2,2
1.C.2.3.	4	négligeable	6	négligeable
1.C.2.	16	0,25	16	0,28
2.C.1.	4	1,3	6	0,87
2.C.2.	4	2,1	6	1,4
3.C.1.	4	1,36	6	0,92
3.C.2.	4	1,30	6	0,87
4.C.	4	3	6	2
5.C.1.	6	2	6	2
5.C.2.	4	0,9	6	0,6
5.C.3.	4	2,1	6	2,1
6.C.	6	2,4	10	1,4
7.C.1.	6	2,91	10	0,96
7.C.2.1.	4	0,94	6	0,6
7.C.2.2.	4	2,49	6	1
7.C.2.	16	négligeable	16	0,4
8.C.1.2.	6	3,1	6	3,2
8.C.1.1.	10	2,7	10	2,7
8.C.1.	16	1,5	25	0,98

NB: Le chiffre précédant la lettre C désigne le tableau secondaire duquel part le circuit prise de courant.

Le chiffre qui suit la lettre C désigne le numéro de départ prise de courant du tableau secondaire (T.S.) correspondant.

Le dernier chiffre éventuel désigne la dérivation du circuit prise de courant.
 Ex: 8.C.1.2. : 2^e dérivation du 1^{er} circuit partant du T.S.8

Câble reliant le transformateur au disjoncteur

pour ce câble on recommande une densité de
Courant de 2 A/mm^2 .

le courant de service est 1155 A , ainsi $S = 578 \text{ mm}^2$
On prendra 3 câbles unipolaires de section 240 mm^2
par phase.

BOOKING

CHAPITRE IV : Protection

EXTRA

PROTECTION

I : Introduction

Dans toute installation, des dispositifs doivent être prévus pour limiter les conséquences des défauts qui surviennent dans l'installation.

Ces défauts peuvent se classer en trois types :

- les court-circuits
- les surcharges
- les défauts d'isolement

L'étude de la protection, fera donc la distinction entre

- la protection du matériel (— des circuits)
- la protection des travailleurs

II Protection des circuits

Cette protection a pour but de limiter les conséquences destructives d'une surintensité causée par une surcharge ou un court-circuit

II-1 Contraintes électriques

Ce sont les surintensités et les surtensions

Les surintensités sont définies comme les intensités supérieures à l'intensité nominale qui figure dans la plaque signalétique du récepteur.

Les surtensions sont définies, elles, par les tensions supérieures à la tension nominale de service, figurant aussi sur la plaque signalétique.

Les chauffements dus à des surintensités, ont pour effet de détériorer les isolants, et de modifier les propriétés des matériaux. Ainsi dans ce cas, des dispositifs de coupure (coupe-circuit ou disjoncteur) doivent intervenir pour couper le tronçon du circuit où apparaît la surintensité.

Il existe deux causes de surintensité :

- les surcharges
- les court-circuits

II-1-1 Les surcharges

Au delà des échauffements qu'ils produisent, une distinction cependant est à faire entre

- les surcharges normales dues à la mise en service, notamment, le démarrage des moteurs.
- les surcharges anormales, dues à un appel trop grand de puissance de la part des récepteurs.

En plus, ils risquent de provoquer la destruction des appareils, des câbles, voire même des incendies ou des explosions

II-1-2 les court-circuits

le court-circuit est défini comme le bouclage de deux ou plusieurs conducteurs entre le (ou les) récepteurs et la source.

Cette valeur d'intensité du courant de court-circuit est très importante (des dizaines de milliers d'Ampère près des transformateurs)

Les court-circuits ont généralement des causes accidentelles telles que contact de deux ou plusieurs conducteurs actifs de différentes phases. Dans notre calcul c'est le défaut triphasé qui va être pris en considération, il correspond en règle générale à l'intensité de court circuit la plus élevée.

II 2 protection contre les surcharges

Elle doit inclure des appareils de coupure qui doivent interrompre un courant de surcharge anormale.

II-3 Protection contre les courts-circuits

Elle doit inclure des dispositifs permettant d'interrompre le courant lorsqu'un court-circuit parcourt au moins l'un des conducteurs du circuit, dans toute la mesure possible (en tenant compte de certaines considérations de sélectivité) pour que les conducteurs ne soient pas détériorés.

II-4 Dispositifs de protection

On dispose de deux sortes d'appareils de protection.

- les disjoncteurs (à maximum d'intensité)
- les coupe-circuits à fusibles gF , gI , gII et gL

II-4-1 les coupe-circuits à fusibles

La protection par les appareils est obtenue par la fusion d'un conducteur calibré (fusible) en cas de surintensité.

Si ce dispositif reste adapté aux installations de faibles puissances, il est néanmoins peu utilisé dans celle de grandes puissances et, est déconseillé dans les machines triphasées.

Par contre le coupe circuit de type gM est très efficace contre les courts-circuits

II-4-2 Les disjoncteurs

Un disjoncteur est un dispositif de coupure pouvant détecter les surintensités et couper en charge.

Il possède au moins (si l'on exclut la protection différentielle) deux étages de protection : protection contre les surcharges par déclencheurs thermiques, leur interval est de pouvoir détecter de faibles surcharges.

- protection contre les courts-circuits par déclencheurs électromagnétiques. Ils interviennent au delà du courant de surcharges et jusqu'à l'intensité de courant de court-circuit.

Son pouvoir de coupure doit être au moins égal à cette valeur.

Il existe plusieurs types de disjoncteurs, on citera entre autres les disjoncteurs rapides et les disjoncteurs sélectifs.

Les disjoncteurs rapides (de type COMPACT) par exemple) sont à déclenchement instantané par contre, les disjoncteurs sélectifs peuvent être à déclenchement chronométré.

A cet effet, on définit quelques caractéristiques d'un disjoncteur.

- tension nominale d'isolement : tension à laquelle se rapportent les essais diélectriques les distances d'isolement
- tension nominale de service :
- courant nominal : valeur du courant que le disjoncteur est capable de supporter sans échauffement nuisible.
- courant de réglage (ou calibre) : le courant maximal que le déclencheur thermique peut supporter en permanence dans une température ambiante donnée.
- pouvoir de coupure : la plus grande intensité du courant de court-circuit qu'un disjoncteur peut interrompre sous une tension donnée.

III Exigences d'une protection

La protection des circuits doit répondre à certaines exigences dont :

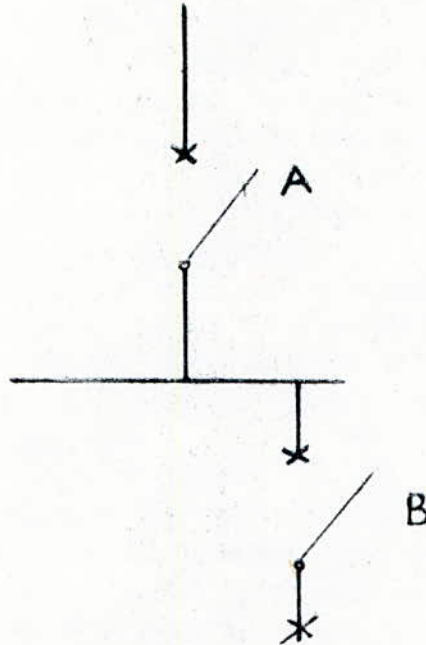
- la fiabilité
- la sélectivité
- la rapidité

IV Sélectivité

IV Définition

Toute installation doit être étudiée avec le souci d'assurer au maximum la continuité de service. Par conséquent on utilise la sélectivité entre appareils de protection.

Cette sélectivité est assurée si un défaut survenant en un lieu est éliminé seulement par l'appareil de protection qui se trouve en amont.



Si lors d'un défaut qui arrive en aval de B, seul le disjoncteur B s'ouvre, cette sélectivité est dite totale. Elle est partielle si cette condition n'est vérifiée que pour un courant inférieur à une certaine valeur.

Cette sélectivité (totale ou partielle) est réalisée à l'aide de deux techniques

- Sélectivité chronométrique
- Sélectivité ampérométrique

IV-2. Sélectivité chronométrique

Cette technique nécessite des disjoncteurs sélectifs, elle consiste à retarder plus ou moins les ouvertures des disjoncteurs mis en œuvre.

Cette technique présente l'avantage d'une sélectivité fiable et le plus souvent totale. Par contre, elle nécessite l'introduction de retardateurs dans les déclencheurs d'une part, et des disjoncteurs capables de supporter les contraintes électrodynamiques pendant toute la durée du retard.

IV-3. Sélectivité ampérométrique

Elle est la plus souvent satisfaisante et met en œuvre des disjoncteurs rapides.

Cette technique est basée sur l'échelonnement des courants de réglage des déclencheurs magnétiques, cependant la sélectivité totale est généralement impossible, on devra donc se contenter d'une sélectivité ampérométrique.

Dans notre cas, on a opté pour une sélectivité ampérométrique qui met en œuvre des disjoncteurs rapides de type COMPACT (MERLIN GERIN)

V. Protection des personnes.

Toute installation électrique doit offrir une protection aux travailleurs contre tout danger, aussi bien en fonctionnement normal qu'en cas de défaillance quelconque.

V-1. Contacts directs.

ce sont les contacts des personnes avec les parties actives des matériels et des équipements électriques normalement sous tension

V-2 Contacts indirects

ce sont les contacts des personnes avec des masses mises accidentellement sous tension

V-3 Protection contre les contacts directs

la norme NFC-15 100 conçoit trois (3) mesures de protection

- Par isolation des parties actives
- Par éloignement des parties actives des matériels (mesure utilisée surtout en Haute tension)
- Au moyen d'obstacles que peuvent constituer les armoires et les coffrets.

V-4 Protection contre les contacts indirects

la norme NFC-15 100 stipule que deux (2) mesures de protection sont à prévoir

- Mesure A : relative à la qualité de l'installation.

- par alimentation en très basse tension (TBT)
- par inaccessibilité des masses et éléments conducteurs.
- par isolation des personnes.

- Mesure B

- un appareil de coupure assure la protection des personnes.

Pour un régime de neutre relié à la terre, le déclenchement de cet appareil est obligatoire pour le premier défaut, il est obtenu par un dispositif résiduel (DR) différentiel agissant sur le dispositif de coupure.

Cette protection doit permettre d'éviter l'élevation du potentiel d'une masse par rapport à la terre à la tension de 24V (parfois de 50V).

- mise à la terre des masses métalliques.

Plusieurs de ces moyens peuvent être employés simultanément, cependant, on développera essentiellement deux moyens de protection, ceux de la mesure B

V-5 Régimes de neutre

Le régime de neutre caractérise la position du neutre par rapport à la terre.

- il peut en être isolé : neutre isolé (schéma IT)
- il peut être relié à la terre à une impédance : neutre impédant (schéma IT)
- il peut être relié directement à la terre (schéma TT)
- il peut être confondu avec le conducteur de protection : mise au neutre (schéma TN)

Le choix d'un régime dépend d'une très bonne connaissance de l'installation et de son exploitation

Pour notre installation, on a choisi le schéma TT

- du fait des risques de surtensions d'origine atmosphérique.
- du fait que le personnel d'entretien hautement qualifié sera probablement inexistant
- du fait que le personnel est peu qualifié

VII Protection par mise à la terre

elle consiste à réduire le plus possible la différence de potentiel entre masse métallique et la terre.

L'installation d'une protection par mise à la terre comprend:

- une canalisation de liaison
- une prise de terre, et l'ensemble est mis à la terre.

VII-1 Prise de terre

Elle est constituée par une électrode métallique de formes diverses (plaque, tube,

piquet ou grillage) enfoncées dans le sol à une profondeur convenable.

On devra donc prévoir différentes prises de terre

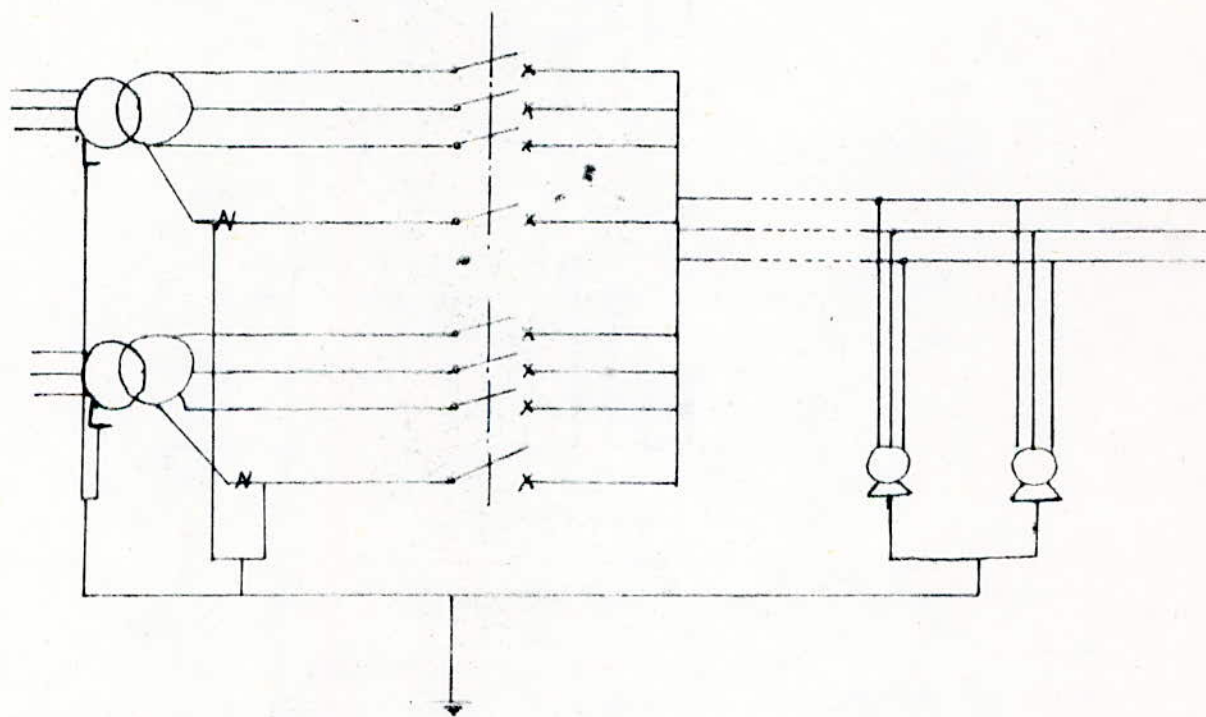
- prise de terre des masses du poste
 - prise de terre du neutre
 - prise de terre des masses d'utilisation
 - et en éventualité les prises de terre du parafoudre ou de l'éclateur HT
- La résistance de la prise de terre dépend entre autres de la nature du sol et de la technique de prise de terre

Pour les bâtiments neufs, la solution conseillée consiste à réaliser une boucle à fond de fouille pendant la construction du bâtiment.

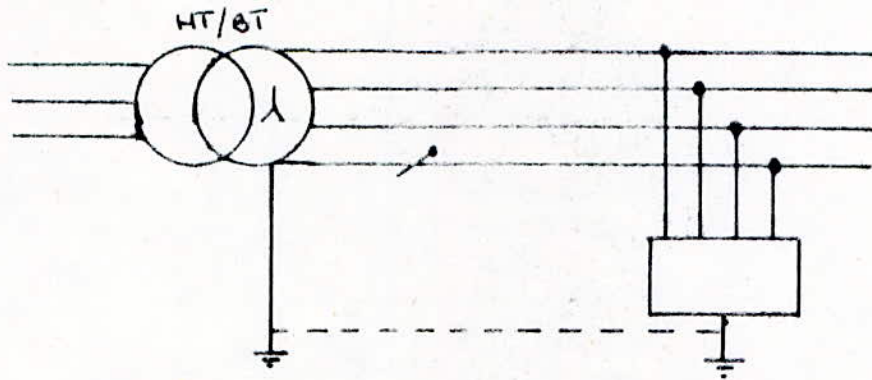
Cette boucle peut être constituée par un conducteur en cuivre nu en bon contact avec le sol, sa section est de 28 mm^2 pour les bâtiments de moyenne puissance et de 50 mm^2 pour les bâtiments de grande puissance.

Dans notre cas, le choix a porté sur cette dernière prise de terre avec une section du conducteur de 50 mm^2 ; on aura ainsi une résistance de prise de terre inférieure à 1Ω au l'échelle de l'installation.

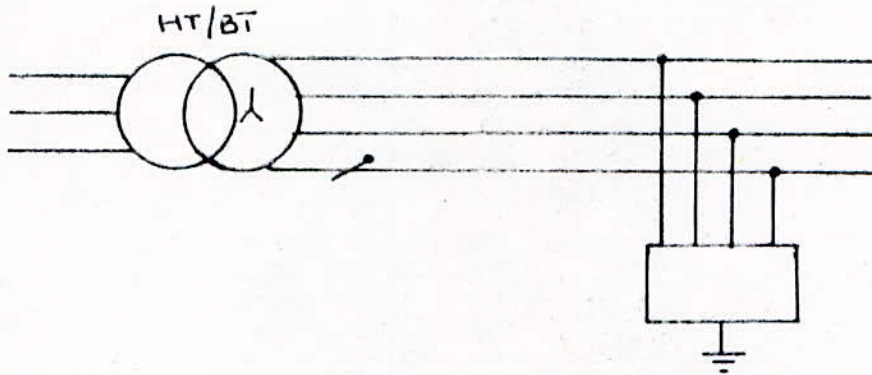
Si cette résistance s'avère supérieure à 1Ω , on prévoira des raccordements à des piquets additionnels en différents points compte tenu du bâtiment.



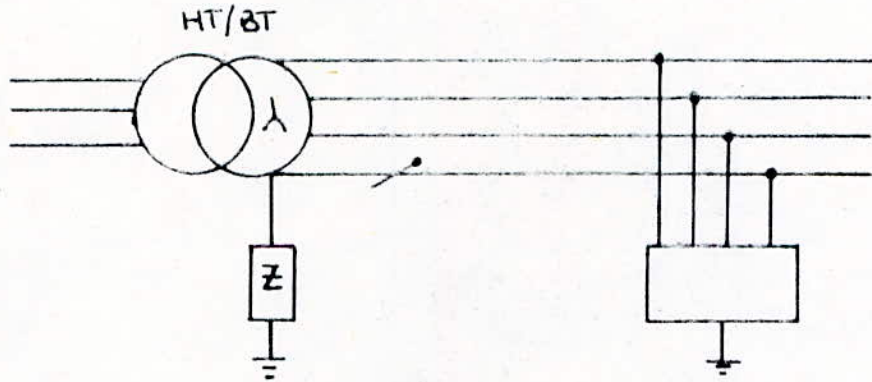
DIFFERENTS REGIMES DU NEUTRE



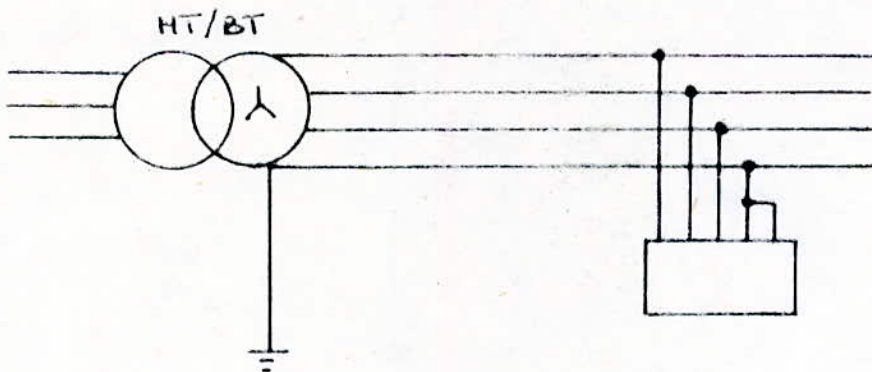
NEUTRE DIRECT



NEUTRE ISOLÉ



NEUTRE IMPEDANT



MISE AU NEUTRE

V-1-1 Prise de terre des masses du poste

Les masses du poste sont toutes les parties métalliques isolées fonctionnellement des parties sous tension, mais pouvant accidentellement être portées à un potentiel dangereux

Les masses sont reliées à la prise de terre avec un conducteur principal de terre, qui aura une section déterminée à partir du tableau suivant extrait de la norme NFC-15-100

Section des phases (mm ²)	$S \leq 16$	$16 \leq S \leq 35$	$S > 35$
Section minimale des conducteurs de terre (mm ²)	28	28	$S/2$ avec minimum de 28

Ce conducteur aura donc une section de 300 mm².

VII-1-2 prise de terre des masses d'utilisation

La mise à la terre des masses d'utilisation est exécutée par groupe de machines. Les conducteurs de protection ne doivent pas relier les masses en série mais toujours en dérivation et aura une section déterminée par le tableau suivant

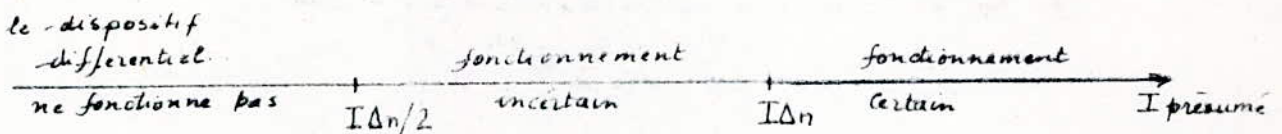
Section des phases (mm ²)	$S \leq 16$	$16 \leq S \leq 35$	$35 > 35$
Section des conducteurs de protection (mm ²)	5	16	$S/2$

VI-2 Relais différentiels résiduels

Le relais différentiel résiduel (DR) est un dispositif assurant la protection des personnes en cas de défaut entre phase et masse d'utilisation par exemple. Le relais est installé par groupe de masses interconnectées et est caractérisé par sa sensibilité au seuil de fonctionnement $I\Delta n$.

Sa valeur doit être fixée telle que $R_A \cdot I\Delta n \leq 24V$

la tension 24V est considérée comme la valeur limite d'une tension non mortelle R_A étant la résistance de prise de terre.



VII Emplacement et choix des appareils de protection

VII-1 Emplacement des appareils de protection

Les appareils de protection ont été installés à tous les étages de la distribution BT, ils sont donc placés partout où il y a :

- changement de section
- changement de mode de pose
- changement éventuel de nature du câble

VII-2 Critères de choix des dispositifs de protection

La solution disjoncteur a été adoptée, étant donné qu'elle évite toujours la marche en monophasée des machines triphasées

Néanmoins, on a utilisé dans certains circuits BT des fusibles et des sectionneurs porte-fusibles.

Ainsi le choix du disjoncteur approprié est basé sur trois critères essentiels :

- a) le courant de réglage I_r est au moins égal au courant d'emploi I_b
- b) le courant de réglage est au plus égal au courant admissible du câble
- c) le pouvoir de coupure du disjoncteur doit être au moins égal au courant maximal de court-circuit au point où il est installé.

N.B Pour les prises de courant triphasées, les fusibles de type GL choisis sont équipés de socles isolants tripolaires, de la série 55 (catalogue Ferraz).

pour les prises monophasées, les fusibles GL choisis seront dotés de socles isolants série 5 (catalogue Ferraz).

les manœuvres de cartouches, pour échange notamment, se font seulement avec pince d'extraction.

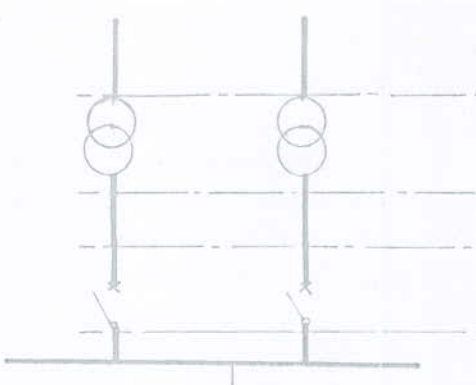


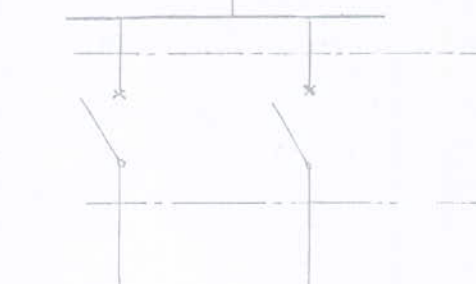
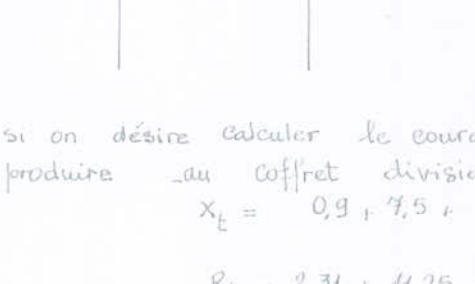


VIII Protection différentielle

Elle entre dans le cadre d'une protection des personnes, on adoptera donc ce sera une protection différentielle aux départs principaux

Vu la faible valeur escomptée de la résistance de prise de terre, une sensibilité moyenne (MS) devra être suffisante

En outre les déclencheurs résiduels seront à déclenchement instantané, les disjoncteurs assurant la protection des départs principaux étant des Compact H500, on optera pour des DR à terre séparé, un RH111 en l'occurrence

sensibilité 300 mA
retard 0 s.

Circuit	resistance (mΩ)	réactance (mΩ)	
	$R_0 \approx 0$	$X_0 = 0,41$	
transformateurs	R_1 negligee	$X_1 = 9$	
	liaison $L=1,5m$ $S=3 \times 240$ $R_2 \approx 0$	$X_2 = 0,08$	
disjoncteurs rapides C1250	$R_3 = 0$	$X_3 = 0$	
	jeu de barres $L=4m$ $R_4 = 0$	$X_4 = 0,6$	
disjoncteur rapide	$R_5 = 0$	$X_5 = 0$	
	Cables $L=100m$ $S=2 \times 120$ $R_6 = 11,25$	$X_6 = 7,5$	
disjoncteur rapide	$R_7 = 0$	$X_7 = 0$	
	liaison par cables $L=6$ $S=70$ $R_8 = 2,31$	$X_8 = 0,9$	
	disjoncteurs rapides	$R_9 = 0$	$X_9 = 0$
	liaison par cables $L=38$ $S=50$ $R_{10} = 20,52$	$X_{10} = 5,7$	

si on désire calculer le courant de court-circuit maximal pouvant se produire au coffret divisionnaire CD2, on calcule

$$X_t = 0,9 + 7,5 + \frac{0,6 + 0,08 + 9 + 0,41}{2} = 13,25 \text{ m}\Omega$$

$$R_t = 2,31 + 11,25 = 13,56 \text{ m}\Omega \quad \text{d'où} \quad Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = 18,96 \text{ m}\Omega$$

$$\text{et le courant de court-circuit} \quad I_{cc} = \frac{380}{\sqrt{3} \cdot 18,96} = 11,57 \text{ kA}$$

calcul des I_{cc} aux différents étages de la distribution

point de calcul du courant de court-circuit	resistance ($m\Omega$)	réactance ($m\Omega$)	I_{cc} (KA)
avant transformateurs	0	0,41	6,79
après transformateurs	0	9,49	23,12
après jeu de barres principal	0	5,05	43,8
jeu de barres du tableau secondaire 1	11,25	12,35	12,84
" " " " " " 2	13,95	14,35	10,85
" " " " " " 3	6,86	14,2	13,91
" " " " " " 4	16,93	22,45	7,74
" " " " " " 5	28,58	24,1	5,84
" " " " " " 6	3,5	8,65	22,83
" " " " " " 7	14,85	24,85	7,51
" " " " " " 8	31,05	46,45	3,91
" " " " " " 10	43,2	13,45	4,85
" " " " " " 9	1,35	5,95	35,96
arrivée du Coffret divisionnaire 1	21,66	15,95	8,16
" " " " " 2	13,56	13,25	11,57
" " " " " 3	16,65	13,85	10,13
" " " " " 4	49,05	17,50	4,21
" " " " " 5	32,85	15,4	6,07
" " " " " 6	16,65	15,4	9,67
" " " " " 7	8,57	15,1	12,64
" " " " " 8	20,09	18,1	7,94

point de calcul du courant de court-circuit	resistance(m Ω)	réactance(m Ω)	I _{cc} (kA)
arrivee - du coffret divisionnaire 9	61,57	31,15	3,17
" " " 10	35,06	29,50	4,78
" " " 11	58,82	28,37	3,36
" " " 12	42,62	26,05	4,39
" " " 13	58,82	28,37	3,36
" " " 14	6,97	10	18
" " " 15	32,04	14,15	6,26
" " " 16	33,36	32,05	4,74
" " " 17	16,27	25,60	7,23
" " " 18	88,83	62,5	2,02
" " " 19	122,85	64,3	1,58
" " " 20	36,45	19,6	5,3
" " " 21	5,29	11,39	17,71
" " " 22	888,48	74,95	0,25

Circuit protégé	I_b (A)	I_{cc} (kA)	Disjoncteurs et déclencheurs choisis
Transfo - jeu de barres	1155	23,12	C1250 tétrapolaire 3D1250 + 1D630
départ 1 du TGBT	643,2	43,8	C1250 tétrapolaire 3D800 + 1D400
départ 2 du TGBT	311,2	'	H500 tétrapolaire 3A320 + 1A195
départ 3 du TGBT	532,3	'	C1250 3A630 + 1A320
départ 4 du TGBT	440	'	H500 tétra 3A500 + 1A250
départ 5 du TGBT	433,9	'	H500 3A500 + 1A250
départ 6 du TGBT	469,9	'	H500 3A500 + 1A250
départ 7 du TGBT	532,6	"	C1250 3A630 + 1A320
départ 8 du TGBT	368,4	"	3A400 + 1A200 H500
départ 9 du TGBT	337,9	"	H500 3A400 + 1A200
départ 10 du TGBT	153,4	"	H500 tétra 3A200 + 1A100

Légende :

T.G.B.T	tableau Général Basse Tension
I_b	Courant d'ampér.
I_{cc}	Courant de court-circuit

Caractéristiques électriques des disjoncteurs choisis. (compact)

disjoncteur	tension de service (V)	Courant nominal (A)	pouvoir de coupe (kA)
C1250	380	1250	50
H500	380	500	50

circuits protégés	I_b (A)	I_{cc} (kA)	Disjoncteurs et déclencheurs choisis
départ vers CD 1	228	12,84	C 250 tripolaire. 3A250
" " CD ₂	202,8	"	C 250 tripolaire 3A250
" " CD ₃	231	"	C 250 tripolaire. 3A250
" " CD ₄	141	"	C 250 tripolaire. 3A175.
" " CD ₅	65	10,85	R125 Cal 55/80 tripolaire. Réglé à 80
" " CD ₆	210	10,85	C 250 3A250 tripolaire
" " CD ₇	320,4	13,91	C 500 tripolaire. 3A 400
" " CD ₈	273,3	13,91	C 500 tripolaire. 3A320
" " CD ₉	138	7,74	C 250 tripolaire. 3A160
" " CD ₁₀	335,2	7,74	C 500 tripolaire. 3A 400
" " CD ₁₁	190,2	5,84	C 250 tripolaire 3A200
" " CD ₁₂	185,7	"	C 250 tripolaire. 3A200
" " CD ₁₃	192,3	"	C 250 tripolaire. 3A 200
" " CD ₁₄	370,9	22,83	C 500 tripolaire 3A 400
" " CD ₁₅	157	22,83	C 250 tripolaire. 3A200
" " CD ₁₆	289,6	7,51	C 500 tripolaire 3A 320
" " CD ₁₇	401	7,51	C 500 tripolaire 3A 500
" " CD ₁₈	162,6	3,91	C 250 tripolaire. 3A 200
" " CD ₁₉	93,77	3,91	F100 tripolaire. 3A100
" " CD ₂₀	90,61	35,96	H500 3A125 tripolaire.
" " CD ₂₁	290,88	35,96	H500 tripolaire. 3A320
" " CD ₂₂	6,92	3,54	Sectionneur porte-fusible Serie SGR (Ferraz) avec cartouche 8-32. $I_n = 8A$

Circuit protege	I_b (A)	I_{cc} (kA)	Dispositifs de protection	
CD ₁ -1	6,75	8,16	F32 H	tripolaire 3A10
" -2	6,75	"	"	" "
" -8	225	"	C250	tripolaire 3A250
" -5	8	"	F32 H	tripolaire 3A10
CD ₂ -4	85	11,57	R125	tripolaire 75/100 réglé à 100
" -6	30,5	"	R125	tripolaire 40/60 réglé à 40A
" -7	166	"	C250	tripolaire 3A200
CD ₃ -75	12	10,13	R125	tripolaire 15/25 réglé à 15A
" -66A	185	"	C250	tripolaire 3A200
" -X8	6,8	"	Sectionneur porte-fusible serie SGR avec Cartouche NORMECO taille 8-32 $I_n = 18A$	
" -64	45	"	R125	tripolaire 55/80 réglé à 55A
" -65	2,5	"	Sectionneur porte-fusible serie SGR avec Cartouche taille 8-32 $I_n = 4A$	
CD ₄ -66B	92,5	4,21	R125	tripolaire 95/125 réglé à 125A
" -X8	6,8	"	Sectionneur porte fusible serie SGR avec Cartouche taille 8-32 $I_n = 8A$	
" -31	11,7	"	F32	tripolaire 3A15.
" -E I	65	"	C80	tripolaire 3A70
" -75	12	"	F32	tripolaire 3A15
CD ₅ -9	8,5	6,07	F32 H	3A10 tripolaire.
" -17	6	"	F32 H	tripolaire 3A10
" -18	3,6	"	Sectionneur porte fusible serie SGR avec Cartouche taille 8-32 $I_n = 4A$	
" -19	9	"	F32 H	3tripolaire 3A10

Circuit protégé	I_b (A)	I_{cc} (kA)	Dispositif de Protection.
CD ₅ -20	28	6,07	F32H tripolaire 3A32
" -21	31	6,07	F32H tripolaire 3A32
" -22	3,2	"	sectionneur porte-fusible serie SGR avec cartouche taille 8-32 $I_n = 4A$
" -81	33,5	"	C80 tripolaire 3A40
CD ₆ -10	40	9,67	C80 tripolaire 3A50
" -13	137	"	C250 tripolaire 3A160
" -61	2,7	"	sectionneur porte fusible serie SGR avec cartouche taille 8-32 $I_n = 4A$
" -57	96	"	R125 tripolaire 95/125 réglé à 125A
CD ₇ -30	137	12,64	C250 tripolaire 3A160
" -60	96	"	H125 tripolaire 95/125 réglé à 125A
" -66A	185	"	C250 tripolaire 3A200
CD ₈ -X8	6,8	7,94	sectionneur porte-fusible serie SGR avec cartouche taille 8-32 $I_n = 4A$
" -32	25	"	F32H tripolaire 3A32
" -66B	92,5	"	R125 tripolaire 95/125 réglé à 125.
" -75	12	"	F32H tripolaire 3A15.
" -11	93	"	R125 tripolaire 95/125 réglé à 125.
" -12	4	"	sectionneur porte fusible serie SGR avec cartouche taille 8-32 $I_n = 4A$
" -35	13	"	F32H tripolaire 3A15.
" -36	6	"	sectionneur porte-fusible serie SGR avec cartouche taille 8-32 $I_n = 8A$
" -37	6	"	" Idem
CD ₉ -75	12	3,17	F32 tripolaire 3A15.

Circuit protégé	$I_b(A)$	$I_{cc}(kA)$	Dispositif de protection
CD ₉ -59	96	3,17	R125 tripolaire 95/125 réglé à 125
" - 63	1,8	"	sectionneur porte-fusible serie SGR avec cartouche taille 8-32 $I_n=2A$
" - 14	137	"	C250 tripolaire 3A160
CD10-34	40,5	4,78	F70 tripolaire 3A50
" - 33	16,9	"	F32 tripolaire 3A20
" - X8	6,8	"	Sectionneur porte-fusible serie SGR avec cartouche taille 8-32 $I_n=8A$
" - 55	17,6	"	F32 tripolaire 3A20
" - 66A	185	"	C250 tripolaire 3A200
" - 66B	92,5	"	R125 tripolaire 95/125 réglé à 125A
CD11-91	5,3	3,36	Sectionneur porte fusible serie SGR avec cartouche taille 8-32 $I_n=6A$
" - 52	5,3	"	Idem.
" - 53	4,5	"	Idem
" - 54	7	"	Sectionneur porte fusible serie SGR avec cartouche taille 8-32 $I_n=8A$
" - 66A	185	"	C250 tripolaire 3A200
" - X8	6,8	"	Sectionneur porte fusible serie SGR avec cartouche taille 8-32 $I_n=8A$
CD12-66A	185	4,39	C250 tripolaire 3A200
" - X8	6,8	"	Sectionneur porte fusible serie SGR avec cartouche taille 8-32 $I_n=8A$
" - 75	12	"	F32 3A15 tripolaire
CD13-66B	92,5	3,36	R125 tripolaire 95/125 réglé à 125
- 66B	"	"	" " " " "
- X8	6,8	"	Sectionneur porte fusible serie SGR avec cartouche taille 8-32 $I_n=8A$

Circuit protégé	$I_b(A)$	$I_{cc}(kA)$	Protection
CD13-56	33	3,36	F70 tripolaire 3A40
CD14-66A	185	18	C250 tripolaire 3A200
" - 66A	"	"	" " "
" - X8	6,8	"	Sectionneur porte fusible serie SGR avec Cartouche taille 8-32 $I_n = 8A$
CD15-58	96	6,26	R125 tripolaire 45/125 réglé à 125
" - 15	137	"	C250 tripolaire 3A160
" - 62	1,12	"	Sectionneur porte fusible serie SGR avec Cartouche taille 8-32 $I_n = 8A$
" - 16	21,5	"	F32H tripolaire 3A25
CD16-X8	6,8	4,74	Sectionneur porte fusible serie SGR avec Cartouche taille 8-32 $I_n = 8A$
- 66A	185	"	C250 tripolaire 3A200
- 23	14	"	F32 tripolaire 3A20
- 24	14	"	F32 3A20 tripolaire
- 25	12	"	F32 tripolaire 3A15
- 29	43,5	"	F70 tripolaire 3A50
CD17-43	1	7,23	Sectionneur porte fusible serie SGR avec Cartouche taille 8-32 $I_n = 2A$
- 26	2,5	"	Sectionneur porte fusible serie SGR avec Cartouche taille 8-32 $I_n = 4A$
- 27	11,7	"	F32H 3A15 tripolaire
- 28	25	"	F32H tripolaire 3A32
- 66A	185	"	C250 tripolaire 3A200
- X8	6,8	"	Sectionneur porte fusible serie SGR avec Cartouche taille 8-32 $I_n = 8A$
- 66A	185	"	C250 tripolaire 3A200
- X8	6,8	"	Sectionneur porte fusible serie SGR avec Cartouche taille 8-32 $I_n = 8A$
CD18-38	19	2,02	F32 tripolaire 3A25

circuit protégé	I_b (A)	I_{cc} (kA)	Dispositifs de protection
CD18-39	19	2,02	F32 tripolaire 3A25.
-40	20,5	"	F32 tripolaire 3A25.
-41	11,7	"	" " 3A15.
-66B	92,5	"	R125 tripolaire 95/125 réglé à 125.
-ES	49	"	C80 tripolaire 3A63.
CD19-42	2,5	1,58	Sectionneur
-43	1	1,58	Sectionneur porte fusible serie SGR avec cartouche taille 8-32 $I_n = 8A$
-44	5	"	Sectionneur porte fusible serie SGR avec cartouche taille 8-32 $I_n = 6A$
-45	1	"	sectionneur porte fusible serie SGR avec cartouche taille 8-32 $I_n = 6A$
-46	9	"	Sectionneur porte fusible serie SGR avec cartouche taille 8-32 $I_n = 8A$
-47	30,5	"	F32 tripolaire 3A32
-48	68,5	"	C80 tripolaire 3A80
-49	7,4	"	Sectionneur porte fusible serie SGR avec cartouche taille 8-32 $I_n = 8A$
-50	4	"	Sectionneur porte fusible serie SGR avec cartouche taille 8-32 $I_n = 4A$
CD20-PR10A	73	17,71	C250 tripolaire 3A100
-PR10B	"	"	C250 " "
-PR10C	"	"	" " "
-PR10D	"	"	" " "
-PR15E	82,37	"	" " "
CD21-PR50F	282	5,3	C500 tripolaire 3A320
-PR50G	"	"	" " "
-PR25H	157,1	"	C250 tripolaire 3A200
-PR50H	282	"	C500 tripolaire 3A320

			Protection.
CD22-79a	7,33	0,25	F32 tripolaire 3A10
-79b	0,52	"	Sectionneur porte fusible serie SGR avec cartouche 8-32 $I_n=1A$
-79c	"	"	" " "
-79d	"	"	" " "

Légende:

- T-S: tableau secondaire.
- CD Coffret Divisionnaire.
- PR Ponts Roulants.
- I_b : courant d'emploi en A
- I_{cc} courant de court circuit en kA.

N°	I _s	Dispositifs de protection du Tableau Secondaire 10
1	9	sectionneur porte-fusible serie SGR avec cartouche NORME:O taille 8-32 I _n = 10A unipolaire
2	11	" I _n = 12A " tripolaire. " " "
3	7,5	" I _n = 8A " unipolaire. " " "
4	15	" I _n = 10A " unipolaire. " " "
5	8,5	" I _n = 10A unipolaire. " " "
6	8	" I _n = 8A unipolaire. " " "
7	13,6	idem avec cartouche I _n = 16A
8	9,5	idem avec cartouche I _n = 10A
9	11	sectionneur porte-fusible serie SGR tripolaire avec cartouche taille 8-32 I _n = 12A
10	19	sectionneur porte-fusible serie SGR unipolaire avec cartouche taille 8-32 I _n = 20A
11	9,5	idem avec cartouche I _n = 10A.
12	8	idem avec cartouche I _n = 8A.
13	2,7	Sectionneur porte fusible serie SGR bipolaire avec cartouche taille 8-32 I _n = 3A
14	2,7	idem. que 13.
15	21,8	sectionneur porte fusible serie SGR tripolaire avec cartouche taille 10-38 I _n = 25A
16	73,9	Combine' IMC 300 modele PIT Cartouche gL 14-51 avec percuteur
17	48,3	combine' IMC 300 modele PIT Cartouche gL 14-51 avec percuteur
18	6,92	Sectionneur tetrapolaire à fusible serie SGR avec cartouche 8-32 I _n = 8A

N.B.: le départ 15 est le tableau d'éclairage (TE)
 le départ 18 n'est autre que le CP 22 / Documentation: Catalogue FERRAZ.

Circuit Prise de courant	$I_b(A)$	$I_{cc}(kA)$	Dispositif de Protection. (prises 1N)
1.C.1	70,4	12,84	sectionneur fusibles bipolaire serie SCA avec cartouche 22-58 $I_n = 80A$
1.C.1.1	38,41	12,84	fusible HPC à capsule cylindrique Pronorm $I_n = 40A$ taille 14-51
1.C.1.2	32	"	fusible HPC à capsule cylindrique Pronorm $I_n = 40A$ taille 14-51
1.C.2	64	"	sectionneur fusible bipolaire serie SCA avec cartouche 22-58 $I_n = 80A$
1.C.2.1	35,2	"	fusible HPC à capsule cylindrique Pronorm taille 14-51 $I_n = 40A$
1.C.2.2	35,2	"	Idem
1.C.2.3	32	"	fusible HPC à capsule cylindrique Pronorm taille 14-51 à $I_n = 32A$
2.C.1	35,2	10,85	sectionneur fusible serie SCA bipolaire avec cartouche taille 14-51 à $I_n = 40A$
2.C.2	35,2	"	Idem
3.C.1	35,2	13,91	Idem
3.C.2	35,2	13,91	Idem
4.C	38,41	7,74	Idem
5.C.1	38,41	5,84	Idem
5.C.2	32	"	sectionneur fusible serie SGR bipolaire avec cartouche taille 10-38 $I_n = 32A$
5.C.3	35,2	"	sectionneur fusible serie SCA bipolaire avec cartouche 14-51 à $I_n = 40A$
6.C	44,8	22,83	sectionneur fusible serie SCA bipolaire avec cartouche taille 14-51 à $I_n = 50A$
7.C.1	41,6	7,51	Idem
7.C.2	70,4	"	sectionneur fusible serie SCA avec cartouche 22-58 à $I_n = 80A$
7.C.2.1	35,2	"	fusible HPC à capsule cylindrique Pronorm taille 14-51 $I_n = 40A$
7.C.2.2	35,2	"	Idem
8.C.1.2	35,2	3,91	Idem
8.C.1.1	41,6	3,91	fusible à capsule cylindrique Pronorm taille 14-51 $I_n = 50A$
8.C.1	105,6	3,91	sectionneur à fusibles bipolaire serie 55 avec cartouche 22-58 $I_n = 125A$

Circuit de Prise de Courant	I_b (A)	I_{cc} (kA)	Dispositif de Protection (prises 3n)
1. C. 1	70,4	12,84	Sectionneur fusible tripolaire serie 5S cartouche taille 22-58 $I_n = 80A$
1. C. 1. 1	38,41	"	fusible HPC à capsule cylindrique Pronorm taille 14-51 $I_n = 40A$
1. C. 1. 2	32	"	fusible HPC à capsule cylindrique Pronorm. taille 14-51 $I_n = 32A$.
1. C. 2	64	"	Sectionneur fusible tripolaire serie 5S avec Cartouche 22-58 $I_n = 64A$
1. C. 2. 1	35,2	"	fusible HPC à capsule cylindrique Pronorm. taille 14-51 $I_n = 40A$
1. C. 2. 2	35,2	"	Idem.
1. C. 2. 3	32	"	fusible HPC à capsule cylindrique Pronorm taille 14-51 $I_n = 32A$.
2. C. 1	35,2	10,85	sectionneur fusible tripolaire serie 5S avec Cartouche taille 14-51 $I_n = 40A$.
2. C. 2	35,2	"	Idem.
3. C. 1	35,2	13,91	Idem
3. C. 2	35,2	"	Idem
4. C	38,41	7,74	Idem
5. C. 1	32	5,84	Idem
5. C. 2	32	"	sectionneur fusible tripolaire serie 5GR avec Cartouche taille 10-38 $I_n = 32A$
5. C. 3	35,2	"	sectionneur fusible tripolaire serie 5S avec Cartouche taille 14-51 à $I_n = 40A$
6. C	44,8	22,83	sectionneur fusible tripolaire serie 5S avec Cartouche taille 14-51 à $I_n = 50A$
7. C. 1	41,6	7,51	Idem
7. C. 2	70,4	"	sectionneur fusible tripolaire serie 5S avec Cartouche taille 22-58 à $I_n = 80A$
7. C. 2. 1	35,2	"	fusible à capsule cylindrique Pronorm taille 14-51 à $I_n = 40A$
7. C. 2. 2	35,2	"	Idem
8. C. 1. 2	35,2	3,91	Idem
8. C. 1. 1	41,6	"	fusible à capsule cylindrique Pronorm taille 14-51 à $I_n = 50A$
8. C. 1	105,6	"	sectionneur fusible tripolaire serie 5S avec Cartouche taille 22-58 à $I_n = 125A$

CHAPITRE V : Poste de transformation

EXTRA S E P P O

POSTE DE TRANSFORMATION

I - INTRODUCTION :

Les postes de transformation sont des ensembles reliant deux réseaux de distribution, l'un à haute tension, l'autre à basse tension. Son schéma électrique peut être divisé en cinq parties aux fonctions différentes:

- Arrivée HT
- Comptage
- Protection HT
- Transformation HT/BT
- Protection générale.

II-1 ARRIVÉE HT

Sa fonction est de raccorder le poste au réseau du distributeur. Elle peut être aérienne ou souterraine. En outre, l'alimentation dépend de la structure du réseau. Elle peut se présenter de trois manières :

a) En antenne (ou simple dérivation) :

C'est le système d'alimentation le plus simple, un seul câble (ou ligne aérienne) alimente les abonnés qui sont branchés en dérivation. Toute intervention dans le câble (ou dans la ligne) oblige à priver de courant tous les abonnés pendant toute la durée de l'intervention.

b) Alimentation en coupure d'artère :

C'est le système le plus fréquent, il permet d'effectuer un travail sur un câble tout en continuant à alimenter tous les postes.

c) Alimentation en double dérivation :

Celui-ci offre la plus grande continuité de service, chaque armoire

est raccordée en deux câbles, issus généralement de deux sources distinctes, l'un alimente normalement le poste, l'autre en réserve. La permutation de l'un sur l'autre peut être réalisée automatiquement mais peut l'être par contre manuellement.

II-2 COMPTAGE:

La norme NFC15-100 stipule que le comptage basse tension n'est possible que dans une installation comportant un seul transformateur de puissance inférieure ou égale à 630 KVA. Sinon, dans le cas d'un transformateur de puissance supérieure ou de deux ou plusieurs transformateurs, on fera appel au comptage HT.

II-3. PROTECTION HT:

Située en aval de l'arrivée et du comptage HT, la protection HT est destinée à mettre hors tension le réseau de l'abonné en cas de défaut sur son circuit HT. Là encore, les normes définissent le type de protection HT à adopter suivant les caractéristiques du poste (notamment la norme NFC13-100).

II-4 TRANSFORMATION HT/BT:

Cette fonction qui consiste à la conversion haute-tension - basse tension est assurée par les deux transformateurs 800 KVA, 30 kV/0,38 kV.

II-5 PROTECTION GENERALE:

Elle réalise la protection contre les défauts qui peuvent survenir dans la partie basse tension du poste.

III - CONCEPTION GENERALE DU POSTE:

Le poste de transformation comprend:

- La partie MT en amont des 2 transformateurs.
- La partie BT en aval.

1) PARTIE HAUTE TENSION:

a) Arrivée haute tension souterraine, alimentée en boucle (coupure d'artère).

Les cellules d'arrivée comprennent:

- Un sectionneur tripolaire type BM170 avec sa commande mécanique OB (36 kV- 400A).
- Un interrupteur sectionneur tripolaire type KAR (36kV- 400A), avec sa commande mécanique.

b) Protection haute tension :

Elle comprend comme appareillage :

- 4 sectionneurs tripolaires type BM170 36KV.
- 2 Interrupteurs tripolaires.
- 2 coupe-circuits HPC type sole fuse 36KV.

c) Comptage :

Dans notre cas, on adopte obligatoirement un comptage HT.

L'équipement du comptage installé dans un panneau de comptage

Comprend:

- 3 transformateurs d'intensité.
- 3 transformateurs de potentiel.
- 1 Wattmètre
- 1 Varmètre.

Les dispositifs de comptage doit être protégés, en ce sens une protection de ce circuit est prévue avec 2 sectionneurs porte fusibles HPC Solé fuse.

2) PARTIE BASSE TENSION:

Elle comprend :

- Une protection par mise à la terre de toutes les masses métalliques des appareils.
- Des organes de protection (grillage).
- Deux disjoncteurs débouchables C1250 Visucompact.

IV PROTECTION ET MESURES DE SECURITE DIVERSES.

On prévoit à l'intérieur des sous-stations :

- 1 perche de manœuvre avec support.
- 1 perche de sauvetage avec support.
- 1 coffret avec gants.
- 1 tabouret intérieur.
- Un jeu de 4 affiches réglementaires.
- Un jeu de 3 fusibles de recharge.

En plus, on prévoit deux extincteurs dans chaque sous-station placés près des portes.

V PROTECTION DU TRANSFORMATEUR.

Les transformateurs doivent être protégés contre les défauts éventuels internes. Pour cela, on utilise des relais Buchholz d'une part et un assécheur d'air et un conservateur.

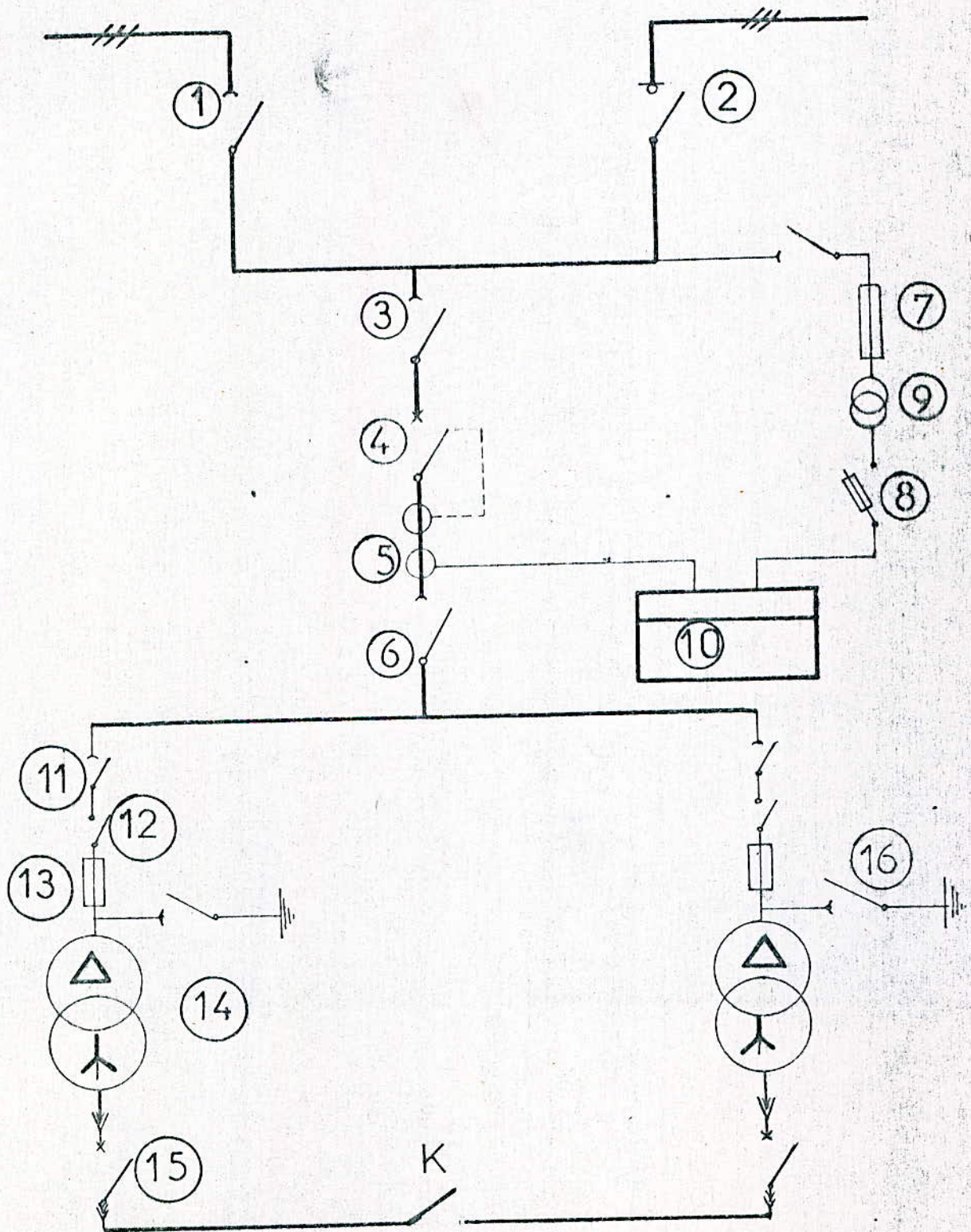
VI PROTECTION CONTRE LES SURTENSIONS :

Elle a pour fonction de protéger l'appareillage du poste contre les surtensions d'origine atmosphérique. Cette fonction peut être réalisée par deux types d'appareils : les éclateurs et les parafoudres.

Cette protection est obligatoire dans le cas où le poste est situé dans une zone classée comme foudroyée.

En plus du critère économique, le choix entre un éclateur et un parafoudre dépend de la résistance de prise de terre. Ainsi un éclateur constitue une protection suffisante dans le cas d'une faible valeur de la résistance de terre. Il sera situé au niveau du poteau d'arrêt (poteau où a lieu le changement d'alimentation voie aérienne - voie souterraine).

Schéma Unifilaire



Légende

repere	Désignation
1	Sectionneur tripolaire type BMI 70 400A-36KV avec sa commande mécanique.
2	interrupteur-sectionneur type K+R 400A-36KV avec sa commande mécanique.
3	sectionneur tripolaire type BMI 70 400A-36KV avec sa commande mécanique.
4	Disjoncteur tripolaire type FB 4.80 600A/30KV
5	transformateur d'intensité type 6TC /5A,
6	Sectionneur tripolaire type BMI 70 400A-36KV avec sa commande mécanique
7	Coupe-Circuit HPC Solefuse 36KV - 6,3A
8	sectionneur porte fusibles
9	Transformateur de potentiel TPRS 4 $\sqrt{3} \cdot 30\text{kv} / \sqrt{3} \cdot 100\text{V} - 50\text{VA} - \text{Cl } 0,5$
10	Panneau de Comptage
11	Sectionneur tripolaire type BMI 70 400A/36KV avec sa commande mécanique
12	Interrupteur tripolaire type RAF 7, 200A, 36KV
13	-Coupe-Circuit HPC type Solefuse 36KV-31,5A
14	Transformateurs de puissance 800kVA 30KV/0,38KV Dyn 11
15	Disjoncteurs C1250 Visucompact - Debouchable
16	Sectionneur tripolaire de mise à la terre.
K	Interrupteur de couplage.

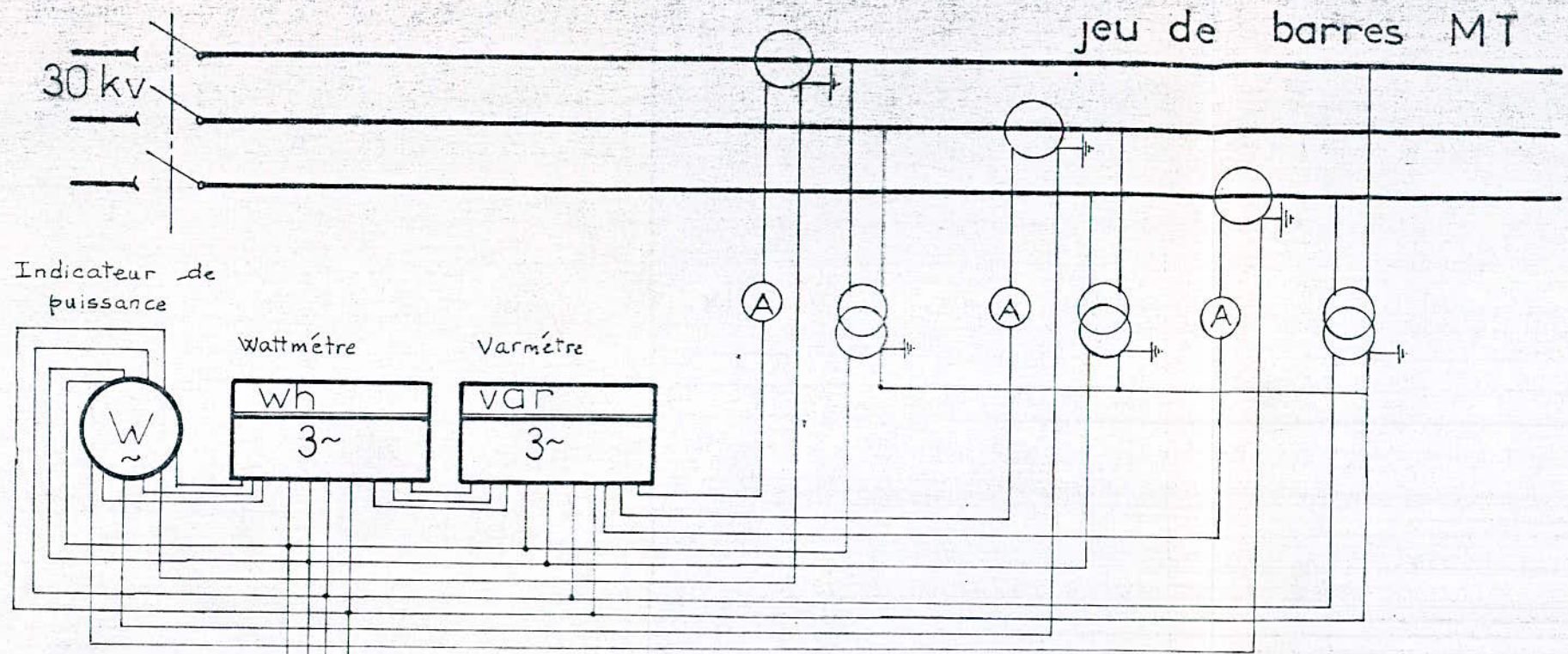
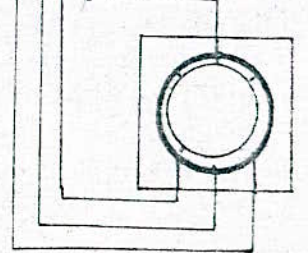




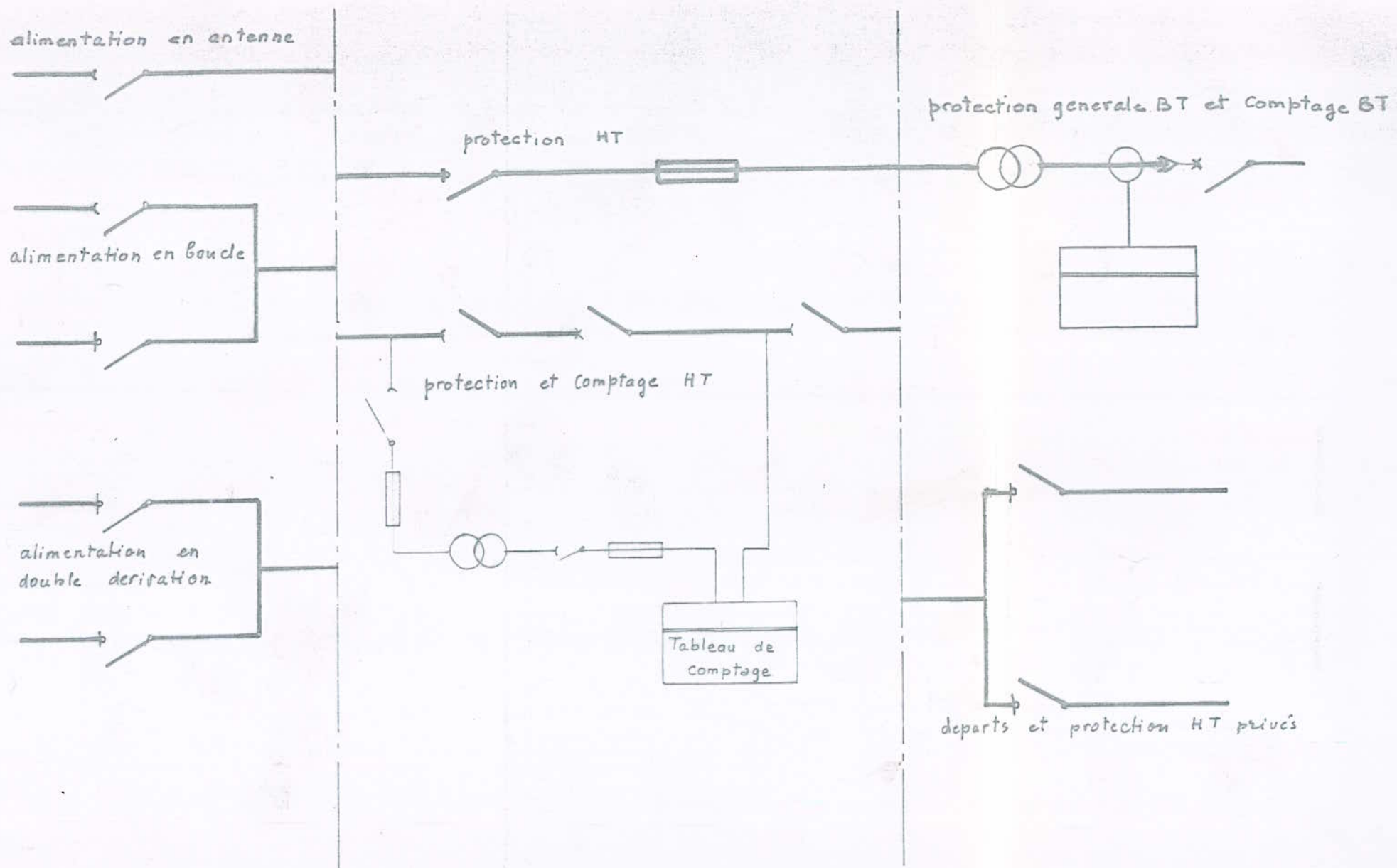


Schéma du comptage HT



Commutateur de Voltmetre

-  Transformateur de courant
-  ampere metre
-  transformateur de potentiel
-  sectionneur



CHAPITRE VI : Armoires et coffres

COFFRETS ET ARMOIRES

I - Introduction:

La division d'une installation électrique en plusieurs étages de distribution permet de disposer en différents points d'installation, des armoires et des coffrets regroupant l'appareillage nécessaire à la commande et à la protection.

Ces armoires et coffrets constituent des moyens de protection des personnes contre les contacts indirects.

II Dimensionnement des armoires:

Le choix des armoires et coffrets nécessite un calcul des dimensions à partir de celles de l'appareillage et en considérant un facteur de foisonnement noté K_f - Ce coefficient tient compte:

- des espaces perdus.
- de l'aération plus ou moins importante donnée à l'équipement.
- de quelques dispositions particulières.

Sa valeur peut être déterminée à l'aide du tableau suivant.

Type d'équipement	10 à 64	Combinaison de ces calibres.	125 et plus
- Equipements serrés	1,5	1,6	1,8
- Equipements moyens	1,7	1,9	2,1
- Equipements larges	2,2	2,4	2,6

La détermination de l'enveloppe (armoire ou coffret) passe par:

- 1°) Calcul de la somme brute du matériel d'équipement.
- 2°) Choix du coefficient de foisonnement

.../...

3°) Calcul de la surface nette.

Exemple: soit à choisir une armoire pour le T.S.1

Nombre.	Nomenclature	Encombrement (dm ²)
4	Disjoncteurs C 250	$4 \times 3,8 = 15,2$
2	Sectionneurs fusibles série 5S trip.	$2(1,07 \times 1,36) = 2,91$
2	" " série SCAtrip.	$2(0,66 \times 1,27) = 1,68$
1	" " série SGR uni.	$1(0,18 \times 0,84) = 0,15$
16	bornes D36 HB1	$16 \times 0,32 = 5,12$
1	interrupteur type 50 - 630A tétrapolaire	$4,6 \times 3,2 = 14,72$

Ainsi la surface brute du châssis est $S = 39,78 \text{ dm}^2$.

On choisit un coefficient de foisonnement = 2,6

$$\text{d'où } S_f = 39,78 \times 2,6 = 103,43 \text{ dm}^2$$

Dans le catalogue d'armoires normalisées, on trouve les dimensions convenables suivantes :

$$H = 1250 \text{ mm}$$

$$L = 1605 \text{ mm}$$

$$P = 220 + 200 = 420 \text{ mm}$$

Cette armoire est à 2 portes.

Pour trouver la profondeur de l'armoire on cherche l'élément le plus profond contenu dans l'armoire ; à sa profondeur on ajoute 200 mm.

ARMOIRE OU COFFRET	HAUTEUR (mm)	LARGEUR (mm)	PROFONDEUR (mm)	Nombre de joints
ARMOIRE G ^{le} (A.G)	2150	1605	420	4
TABLERAU SECONDAIRES	1250	1605	420	2
(T.S.) 1				
T.S. 2	950	1510	420	2
T.S. 3	950	1605	420	2
T.S. 4	950	1510	420	2
T.S. 5	950	1510	420	2
T.S. 6	950	723	420	1
T.S. 7	950	1605	420	2
T.S. 8	1550	1415	460	2
T.S. 9	1250	1105	420	2
T.S. 10	1250	1355	460	2
Coffret divisionnaire				
C.D. 1	950	723	410	1
C.D. 2	950	818	410	1
C.D. 3	950	818	410	1
C.D. 4	950	568	350	1
C.D. 5	950	568	350	1
C.D. 6	1250	723	410	2
C.D. 7	1250	723	420	2
C.D. 8	950	723	410	1
C.D. 9	950	568	350	1
C.D. 10	950	818	410	1
C.D. 11	950	723	410	1

ARMOIRE OU COFFRET	HAUTEUR (mm)	LARGEUR (mm)	PROFONDEUR (mm)	Nombre de rails
C.D. 12	950	568	350	1
C.D. 13	950	568	350	1
C.D. 14	950	723	410	1
C.D. 15	950	723	350	1
C.D. 16	950	723	410	1
C.D. 17	1250	818	420	1
C.D. 18	950	568	350	1
C.D. 19	950	568	350	1
C.D. 20	1250	818	350	1
C.D. 21	1250	1260	420	1
C.D. 22	950	568	350	1
Tableau d'Eclairage (T.E.)	950	568	350	1

Conclusion

Dans ce travail accompli, nous avons passé en revue presque toutes les étapes nécessaires pour l'électrification d'un atelier de production et d'un bâtiment technique tout en respectant les normes. Nous avons pu déceler les différents problèmes qu'on rencontre lors de l'étude d'une telle installation.

Le choix des chemins de câbles et l'emplacement des coffrets et armoires a été fait dans le souci de minimiser le coût d'installation, de permettre une intervention rapide en cas d'avarie et de faciliter l'entretien.

On aurait voulu faire la même étude avec les canalis et faire une comparaison entre les deux distributions du point de vue économique surtout.

Seulement le temps a été très restreint.

Nous espérons que notre étude serait prise en considération.

BIBLIOGRAPHIE

- MAZDA Eclairage Interieur .
- Encyclopédie QUILLET .
- Technologie d'électricité(P.HEINY, R. NAUDY) .
- HOLOPHANE SABIR .
- Guide de l'installation électrique (Merlin Gerin) .
- Règles de l'installation électrique à basse tension (Norme NFC 15-100) .
- Distribution basse tension (Merlin Gerin) .
- Catalogue FERRAZ .
- Catalogue LEGRAND .
- Catalogue SOCOMEC .