

6/83

Ministère de l'Enseignement et de la Recherche Scientifique

20

UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE

«HOUARI BOUMEDIENE»

الجامعة

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE D'ALGER

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

BIBLIOTHEQUE

DEPARTEMENT D'ELECTROTECHNIQUE

Projet de Fin d'Etudes

ELECTRIFICATION D'UN BATIMENT DE MECANIQUE

Proposé par : S.N. METAL

Suivi par :

J. GOTTFRIED

Etudié par :

A. BENBOUZIANE

M. HADJ-AISSA

Promotion : Janvier 1983

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE

« HOUARI BOUMEDIENE »

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE D'ALGER

DEPARTEMENT D'ELECTROTECHNIQUE

Projet de Fin d'Etudes

**ELECTRIFICATION
D'UN BATIMENT DE MECANIQUE**

Proposé par : S.N. METAL

Suivi par :

J. GOTTFRIED

Etudié par:

A. BENBOUZIANE

M. HADJ- AISSA

Promotion : Janvier 1983

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

- Mes parents
- Mes frères et soeurs
- Toute ma famille
- Mes amis

A. BENBOUZIANE

Je dédie ce modeste travail à :

- Mes parents
- Mes frères et soeurs
- Tous mes amis

M. HADJ-AISSA

R E M E R C I E M E N T

Nous tenons à remercier vivement Mr. A. KHALDOUN pour la frappe, Mr. M. BENNACER , M. KHADER et tous ceux qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Nous remercions aussi le personnel du bureau d'études de la S.N. METAL pour leur aide.

Nos remerciements vont également à tout le corps enseignant du département d'électrotechnique.

-----o o o o o-----

---  S O M M A I R E ---

PRESENTATION DU SUJET

Page

<u>PARTIE I :</u>	<u>ECLAIRAGE</u>	
	I/ Introduction.	1
	II/ Grandeurs photométriques	1
	III/ Appareils d'éclairage	2
	IV/ Projet d'éclairage	6
	V/ Eclairage de sécurité	17
<u>PARTIE II :</u>	<u>DISTRIBUTION BASSE-TENSION</u>	20
	I/ Introduction	20
	II/ Alimentation	20
	III/ Catégorie d'installation	
	IV/ Mode de distribution	20
	V/ Schéma d'installation dans l'usine	21
<u>PARTIE III :</u>	<u>BILAN DE PUISSANCE</u>	
	I/ Introduction	24
	II/ Puissance installée	
	III/ Puissance utilisée	24
	IV/ Méthode d'évaluation de la puissance	26
	V/ Puissance des transformateurs	27
<u>PARTIE IV :</u>	<u>AMELIORATION DU FACTEUR DE PUISSANCE</u>	
	I/ Introduction	29
	II/ Facteur de puissance	29
	III/ Consommation de l'énergie réactive	29
<u>PARTIE V :</u>	<u>CANALISATION</u>	
	I/ Introduction	32
	II/ Mode de pose et tracé	
	III/ Section des conducteurs	32
	IV/ Chute de tension	35

PARTIE VI : PROTECTION

I/ Introduction	53
II/ Exigence d'une protection	
III/ Nature des défauts	53
IV/ Protection contre les surintensités	54
V/ Protection des personnes	56
VI/ Mise à la terre	59
VII/ Coordination entre les différents dispositifs de protection	61
VIII/ Calcul des courants de court-circuit	61
IX/ Réglage des dispositifs de protection	65

PARTIE VII : POSTE HT/BT

I/ Introduction	73
II/ Alimentation	
III/ Constitution du poste	73
IV/ Protection complémentaires dans la s/station	75

PARTIE VIII : ARMOIRES ET COFFRETS 76

CONCLUSION GENERALE 78

PARTIE VI : PROTECTION

I/ Introduction	53
II/ Exigence d'une protection	
III/ Nature des défauts	53
IV/ Protection contre les surintensités	54
V/ Protection des personnes	56
VI/ Mise à la terre	59
VII/ Coordination entre les différents dispositifs de protection	61
VIII/ Calcul des courants de court-circuit	61
IX/ Réglage des dispositifs de protection	65

PARTIE VII : POSTE HT/BT

I/ Introduction	73
II/ Alimentation	
III/ Constitution du poste	73
IV/ Protection complémentaires dans la s/station	75

PARTIE VIII : ARMOIRES ET COFFRETS 76

CONCLUSION GENERALE 78

F RESENTATION DU SUJET.

Le bâtiment de mécanique à étudier, fait partie du complexe de fabrication de chaudière situé à RELIZANE.

Il est destiné à l'usinage et à l'assemblage de pièces mécaniques.

Notre étude porte sur l'éclairage et l'installation de la force motrice.

Ce bâtiment comportera son propre poste qui sera situé dans la sous-station électrique et alimenté par câbles souterrains en 30 KV.

*P*ARTIE I.

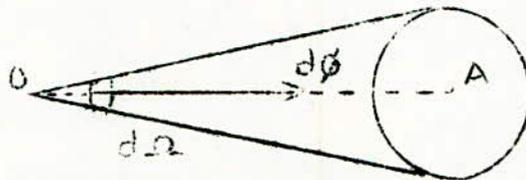
*E*CLAIRAGE.

I- INTRODUCTION :

Le problème de l'éclairage nécessite la connaissance des grandeurs photométriques qui permettent la mesure de la lumière.

II- GRANDEURS PHOTOMETRIQUES :

I/ Intensité lumineuse I, candela (Cd).



$$I = \frac{d\phi}{d\Omega} = \frac{\text{Portion de flux lumineux dans l'angle solide}}{\text{Valeur de l'angle solide}}$$

I est toujours relative à une direction.

$$I_{\vec{OA}} = \lim_{d\Omega \rightarrow 0} \frac{d\phi}{d\Omega}, \vec{OA} \text{ représente la direction de I}$$

$$d\Omega \rightarrow 0 \parallel \vec{OA} \parallel \text{ exprimée en Cd.}$$

On définit la Candela comme étant :

L'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique de fréquence $540 \cdot 10^{12}$ Hz ($\lambda = 555$ nm) et dont l'intensité énergétique dans cette direction est de $1/683$ Watt par stéradian.

Remarque : unité d'angle solide (stéradian)

L'angle solide Ω est égale à : $\Omega = \frac{S}{R^2}$ (S; surface de la sphère,

R: rayon de la même sphère, $\Omega_{\max} = \frac{4\pi R^2}{R^2} = 4\pi$ stéradians).

- Le stéradian est "l'ouverture du cône" sous lequel un observateur au centre d'une sphère de rayon 1 mètre voit une surface de 1 m^2 sur cette sphère.

2/ Flux lumineux ϕ (Lumen: Lm):

$$d\phi = I d\Omega$$

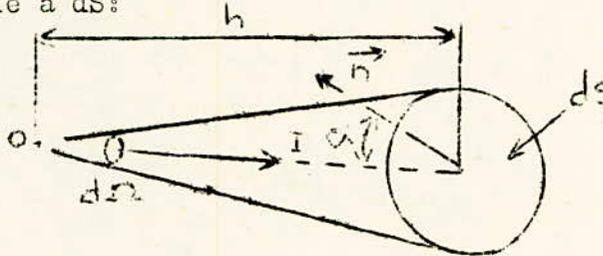
Si I = constante dans toute les directions, on aura :

$$\phi = \int_{4\pi} I d\Omega = I \int_0^{4\pi} d\Omega = 4\pi I.$$

Un Lumen (Lm) = I Cd x I St.

3/ Eclairement E (lux : lx):

C'est la densité de flux reçu par une surface $E = \frac{\phi}{S}$. La notion d'éclairage fait intervenir, en plus de la source, la position de la surface éclairée. Soit O, une source ponctuelle, dS un élément de surface éclairée et \vec{n} la normale à dS:



$$d\Omega = \frac{dS \cdot \cos\alpha}{h^2} = \frac{d\phi}{I}$$

$$d'où : E = \frac{d\phi}{dS} = \frac{I \cdot dS \cdot \cos\alpha}{h^2 \cdot dS} = \frac{I \cos\alpha}{h^2}$$

Cette relation montre que E varie avec l'inclinaison du plan de la surface et en raison inverse du carré de la distance h.

4/ Luminance:

" Intensité lumineuse par m² de surface apparente d'une source de lumière ou d'une surface éclairée ".

- peut amener l'éblouissement si elle est trop importante.

- (Remarque): surface apparente : projection de la surface d'émission de la source sur un plan perpendiculaire à la direction de vision.

III- APPAREILS D'ECLAIRAGE :

. Tout système d'éclairage comporte un appareil producteur et un appareil de répartition de la lumière.

I/ Appareils producteurs :

" Sources de lumière qui comprennent les organes nécessaires à la production de l'énergie radiante ".

. Il existe deux types principaux d'appareils de production de la lumière :

- a) appareils à incandescence.
- b) appareils à décharge.

a) Appareils à incandescence :

+ Principe: Il est basé sur la propriété que possèdent les corps d'être lumineux lorsqu'ils sont portés à l'incandescence (état d'un corps chauffé jusqu'à devenir blanc lumineux) ; le chauffage est obtenu par effet joule.

b) Appareils à décharge :

+ Principe : La lumière de ces lampes est produite par la mise en action d'un phénomène de luminescence :

Des électrons libres émis par une décharge électrique bombardent les atomes d'un gaz ou d'une vapeur métallique. Ce choc fait devier de leur orbite ~~normal~~ les électrons liés à ces atomes. En revenant sur cette orbite les électrons libèrent sous forme de radiation l'énergie qui leur a été communiquée. On obtient ainsi une émission de lumière dont la couleur dépend de la nature du gaz contenu dans le tube.

Pour obtenir une décharge lumineuse, il est nécessaire :

- d'appliquer une tension suffisante entre les électrodes pour provoquer l'amorçage ;
- de réduire cette tension après l'amorçage pour stabiliser la décharge.

Principaux types de lampes à décharge :

- types lumineux qui comprennent :
des tubes à électrodes non émissives ou à cathode froide, les lampes à cathode chaude et les lampes à décharge dans une vapeur métallique (vapeur de Sodium ou vapeur de mercure).

- appareils à fluorescence :

Sous la faible pression de mercure, on produit un rayonnement U.V invisible dans un tube dont la paroi interne est recouverte de substance fluorescente. Ce dépôt de matière fluorescente transforme le rayonnement U.V invisible en un rayon visible.

Comparaison raison entre la fluorescence et l'incandescence

FLUORESCENCE	INCANDESCENCE
Avantages	
<ul style="list-style-type: none"> - Efficacité lumineuse très grande - Dégagement de chaleur faible - Lumière se rapproche de celle du jour - Durée de vie: 5 à 6 fois celle des lampes à incandescence - Faible sensibilité aux variations de tension - Prix revient d'un lumen est 3 fois plus faible 	<ul style="list-style-type: none"> - Commodité et simplicité d'installation - Facteur de puissance = 1 - Faible encombrement - Allumage instantané - Possibilité d'utiliser des foyers puissants
Inconvénients	
<ul style="list-style-type: none"> - Emploi de ballast, celui-ci provoque des pertes qui réduisent l'efficacité lumineuse de 20 % - Facteur de puissance inférieur à 1 - Appareils encombrants - Effets stroboscopiques pour les mono 	<ul style="list-style-type: none"> - Le graphe spectral contient de l'infrarouge (inutile à l'éclairage et nuisible) - Réduction de l'efficacité lumineuse - Echauffement des locaux parfois intolérable - Le prix de l'éclairage est élevé

En conclusion :

D'une manière générale, la fluorescence doit être préférée à l'incandescence :

- Lorsque le nombre d'heures d'éclairage artificiel est grand
- Lorsque la nature du travail exécuté exige un bon rendu de couleur.

2/Appareils de répartition :

Rôle des appareils: c'est de

- Distribuer la lumière, la diriger sur le plan utile, sur le plafond et partiellement sur les murs.
- Diffuser la lumière afin d'éviter les ombres dures.
- Masquer la source pour éviter l'éblouissement.
- Absorber le moins possible du flux lumineux .

Différents modes d'éclairage :

Selon la nature du local à éclairer, on choisit généralement l'un des cinq types de répartition de la lumière suivants :

- l'éclairage direct : plus de 90 % de la lumière est émise vers bas crée des ombres durs qui nécessitent l'utilisation de nombreux foyers pour atténuation. On distingue deux sortes d'éclairage direct, l'intensif (ateliers, extérieur) et l'extensif (bureaux).

- l'éclairage semi-direct : 60 à 90 % de la lumière est émise vers le bas convient pour les bureaux, les ombres sont atténuées, les parois éclairées et l'ambiance lumineuse confortable.

- l'éclairage mixte : 40 à 60 % de la lumière est émise vers le bas et le reste sur le plafond et les parois qui doivent être très réfléchissantes pour un rendement optimal.

- l'éclairage semi-indirect : 10 à 20 % de la lumière vers le bas et 80 à 90 % vers le plafond qui la réfléchit (utilisé surtout dans les salles de spectacles, etc).

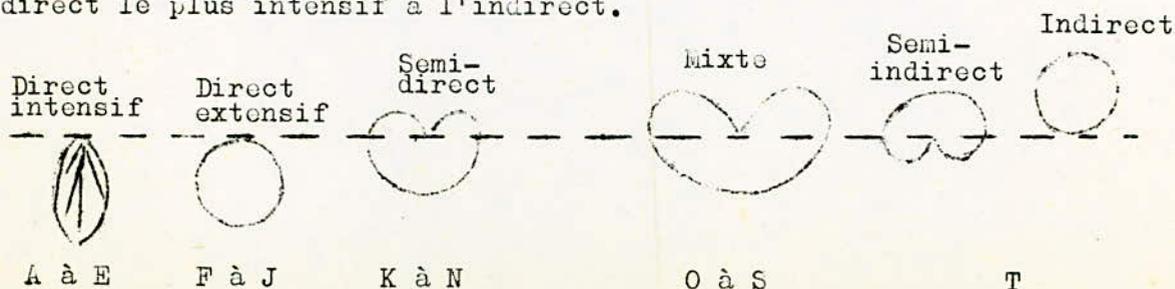
- l'éclairage indirect : plus de 90 % du flux lumineux est émis vers le haut (salle de spectacle, restaurant, etc).

Courbes photométriques :

on appelle ainsi les courbes des intensités lumineuses émises dans un plan contenant l'axe de révolution du luminaire équipé d'une source de 1000 lm prise comme référence.

Ces courbes données par les constructeurs ou relevées expérimentalement, définissent la répartition de la lumière ainsi que le rendement en service du luminaire.

La C.I.E. a établi une classification précise des allures que peuvent prendre les courbes photométriques pour les divers types d'éclairage. Cette classification comporte vingt (20) classes notées de A à T, du direct le plus intensif à l'indirect.



IV- PROJET D'ECLAIRAGE .

I/ Principe d'un bon éclairage :

Pour avoir un bon éclairage on doit respecter les points suivants :

- assurer un éclairement convenable.
- réaliser un éclairement uniforme et la constance de la lumière
- éviter l'éblouissement
- choisir une teinte appropriée pour la lumière.

2/ Méthode de calcul d'un projet d'éclairage :

Il existe plusieurs méthodes de calcul ; elles utilisent en général des formules empiriques déduites de résultats expérimentaux.

Nous avons opté pour la méthode dite de " l'utilance " qui donne une précision suffisante dans le cas de notre étude.

Méthode de l'utilance :

Utilance "U" : le plafond et les murs absorbent une partie du flux émis par les luminaires. L'utilance dépend donc :

- a) du système d'éclairage (direct, semi-direct, ...)
- b) de l'indice du local K ; avec $K = \frac{a \cdot b}{h(a+b)}$

- a: largeur du local (en m)
- b: longueur du local (en m)
- h: distance de la source au plan utile (en m).

- c) du rapport de suspension J.

$$J = \frac{h'}{h+h'} \quad , \quad \text{avec } h' : \text{distance du luminaire au plafond (m)}$$

$$h : \text{distance de la source au plan utile (m)}$$

Les tableaux donnent $J = 0$ et $J = 1/3$, on interpolera entre ces deux valeurs. Eviter un rapport de suspension $>$ à $1/3$.

- d) du facteur de réflexion du plafond et des murs:

- . blanc très clair 70 %
- . couleurs claires (blanc et jaune clair) 50 %
- . couleurs vives 30 %
- . couleurs foncées 10 %

- e) de la classe du luminaire :

Cette classe est donnée par les normes NFC-7I-I20 et 7I-I2I selon le tableau suivant

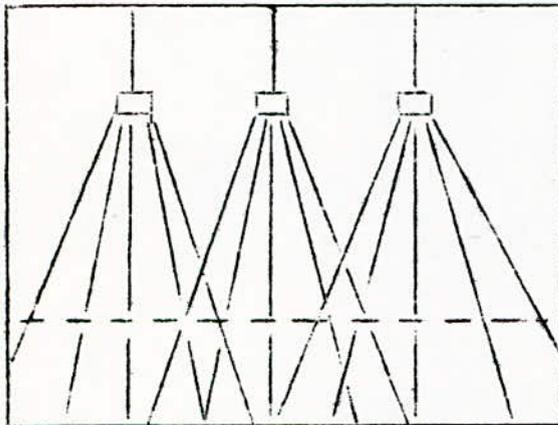
.../...

Tableau (selon) les normes NFC 7I-I20 et 7I-I2I

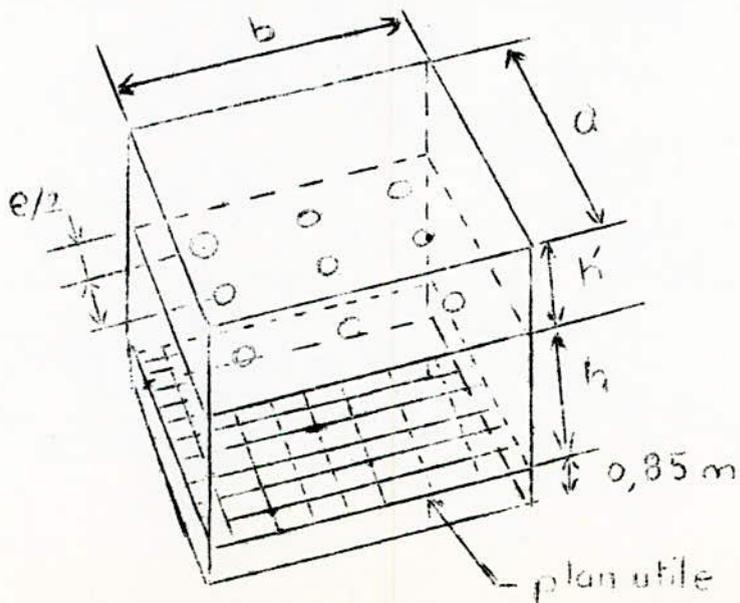
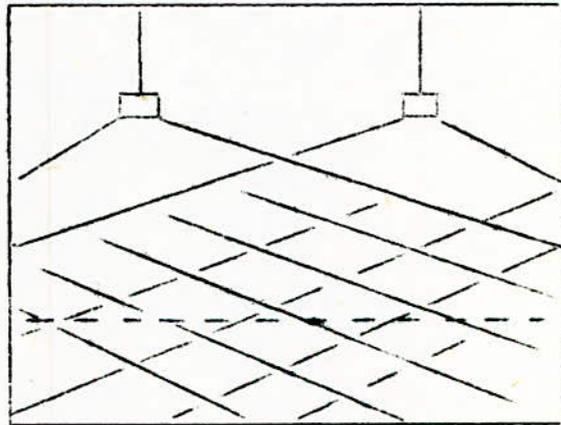
CLASSES	TYPE D'ELAIRAGE
A,B,C,D,E	Direct intensif
F,G,H,I,J	Direct extensif
K,L,M,N	Semi-direct
O,P,Q,R,S	Mixte
T	Indirect

En milieu industriel, on utilise essentiellement l'éclairage direct du plus intensif au plus extensif classé de A à J.

INTENSIF CLASSE A



EXTENSIF CLASSE J



Une fois ces critères définies, on recherchera l'utilance correspondante à l'aide de tableaux.

Détermination du flux lumineux total:

Le flux total qui doit être émis par l'ensemble des sources de lumière est donné par la relation.

$$\phi_t = \frac{E.S.d}{\eta.U}$$

ϕ : flux lumineux total nécessaire en lumens (Lm)

E : éclairage moyen en lux

S : surface du plan utile en m² (S = axb)

d : facteur de dépréciation

η : rendement du luminaire

U : utilance.

. Eclairage E : on a choisit les niveaux d'éclairage en fonction des recommandations des normes.

TABLEAU DES NIVEAUX D'ECLAIREMENT.

LOCAL	ECLAIREMENT RECOMMANDE EN LUX
- Bureaux :	
Travaux divers	200
Comptabilité	600
- Ateliers de mécanique	
.Poste de contrôle moyen	200 - 300
.Montage pièce moyenne	250 - 300
.Montage grosses pièces	150 - 200
.Machines -outils	250 - 300
.Magazin	100 - 150
.Dépôt	80 - 100

Facteur de dépréciation d :

La valeur de ce facteur dépend :

- de l'atmosphère du local (plus ou moins chargé de poussière)
- du luminaire choisi (plus ou moins sujet à l'encrassement)
- de la qualité de l'entretien de l'installation.

Valeurs moyennes de d :

d = 1,3 (conditions favorables)

d = 1,4 (dans la majorité des cas)

d \geq 1,5 (conditions défavorables)

Rendement du luminaire η :

$$\eta = \frac{\text{flux sortant du luminaire}}{\text{flux émis par la source}}$$

η est donné par les constructeurs de luminaires. η est compris entre 0,4 et 1 ($0,4 \leq \eta < 1$).

3/ Eclairage de l'usine :

a) Bâtiment technique (étage + RDC) :

Les luminaires sont fixés directement au plafond ($J = 0$) et alimentés par des câbles U500 V placés dans les conduits types encastrés (mode de pose B).

Dans les locaux présentant une atmosphère humide nous avons choisi des luminaires du type étanche.

Tous les circuits électriques du bâtiment technique (sont alimentés par le tableau d'éclairage (T.E) situé à l'entrée principale du bâtiment.

b) Bâtiment de production :

Notre atelier comporte plusieurs zones (zone d'usinage, d'assemblage, de stockage, etc). Le niveau d'éclairement dans chaque zone a été choisi en fonction de son utilisation.

- dans l'optique d'un montage futur de ponts roulant, nous avons jugé nécessaire de placer nos luminaires à une hauteur telle qu'ils ne puissent pas gêner leur évolution.

Les luminaires seront donc fixés directement à la charpente ($J=0$) évitant ainsi du même coup

- l'inconvénient du balancement

- les risques d'éblouissement

- et réduire par la même occasion le coût d'installation.

Les circuits d'éclairage de l'atelier sont alimentés par les armoires desservant les circuits de la force motrice. Leurs raccordements sont faits en moyen de câble du type U500 V placés dans des conduits apparents (type MAB9, mode de pose A) fixés aux poutres de la charpente.

4/ Exemple de calcul :

Nous allons donner deux exemples de calcul détaillés pour l'éclairage d'un bureau du bâtiment technique et une zone de l'atelier. On dressera ensuite un tableaux groupant les valeurs relatives aux autres locaux.

Eclairage d'un bureau du bâtiment technique.

$$a = 6 \text{ m}$$

$$b = 8 \text{ m}$$

$$D = 2,9 \text{ m}$$

$$h_u = 0,85 \text{ m (h: hauteur du plan util)}$$

On choisit un éclairement de 200 lux.

- type de luminaire choisi : Géalux W.B 240 , $\eta = 0,63$
de classe D ;

Source: tubes fluorescents, blanc brillant de luxe.

2 x 40 W, 2100 lumen/tube.

Indice du local K.

$$K = \frac{a \times b}{(a+b).h} = \frac{8 \times 6}{(8+6).2,05} = 1,6 \approx 1,5$$

$$h = D - h_u$$

Coefficient de réflexion des murs : 50 %

Coefficient de réflexion du plafond : 70 %

$$J = \frac{h'}{h+h'} = \frac{0}{0 + 2,05} = 0$$

$$K = 1,5$$

classe D

$$d = 1,3$$

$$U = 0,78$$

$$\phi_t = \frac{E.a.b.d}{\eta.U} = \frac{200 \times 6 \times 8 \times 1,3}{0,63.0,78} = 25397.$$

$$\text{Nombre de luminaire : } N = \frac{\phi_t}{\phi_{\text{duo}}} = \frac{25397}{2 \times 2100} = 6 \text{ luminaires.}$$

répartition des luminaires.

N_R : nombre de rangées de luminaires

N_I : nombre de luminaires par rangées

e : espacement entre les centres de deux luminaires d'une rangée

i : espacement entre les deux rangées.

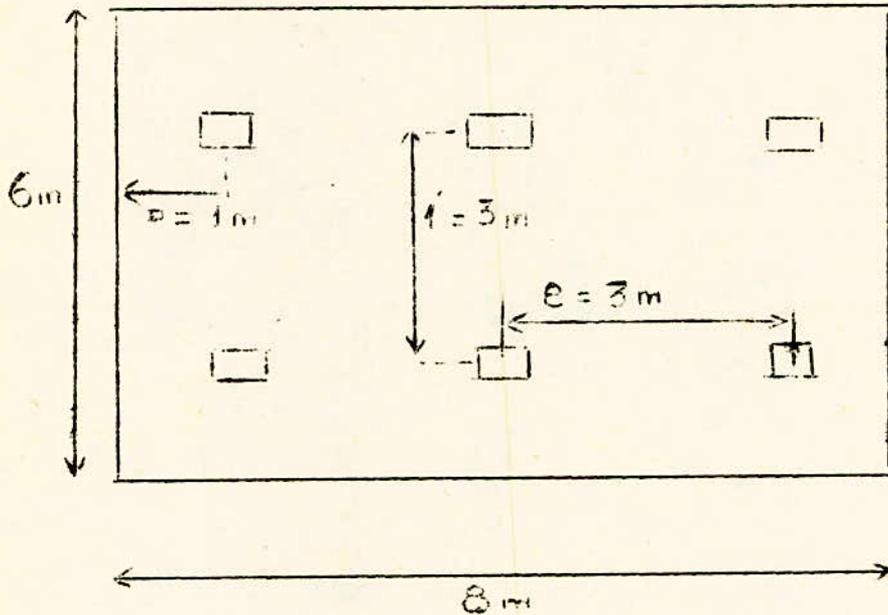
-II-

$$e = \frac{b}{N_I}, \quad i = \frac{a}{N_2}, \quad N = N_r \times N_I$$

$$i = \frac{6}{2} = 3 \quad e = \frac{8}{3} = 2,6$$

e doit être $\leq 1,5 h$; on prendra $e = 3 \text{ m}$

$$D \leq \frac{e}{2}$$



Exemple de calcul : pour l'éclairage d'une zone de l'atelier
(zone assemblage):

$$a = 20 \text{ m}$$

$$E = 280 \text{ Lux}$$

$$b = 60 \text{ m}$$

type de luminaire choisi TPE B2 BF 250

$$D = 8,40 \text{ m}$$

$$\rho = 0,7 \quad ; \quad \text{classe D}$$

$$h_u = 0,85 \text{ m}$$

Source : ballon fluorescent 250 W

$$\phi_{\text{lampe}} = 13500 \text{ lm}$$

$$K = \frac{a \times b}{(a+b) \cdot h} = \frac{20 \times 60}{7,5 (20+60)} = 2 \quad ; \quad h = D - h_u = 8,40 - 0,85 = 7,5 \text{ m}$$

$$J = \frac{h'}{h+h'} \quad , \quad \text{lampe non suspendue, } J = 0$$

$$r_p = 0,3 \quad (\text{réflexion plafond})$$

$$r_m = 0,3 \quad (\text{réflexion du mur})$$

classe D

$$K = 2 \quad ; \quad d = 1,3 \quad (\text{conditions favorables})$$

$$U = 0,77$$

$$\phi_{\text{total}} = \frac{280 \times 60 \times 20 \times 1,3}{0,77 \times 0,7} = 810\ 000$$

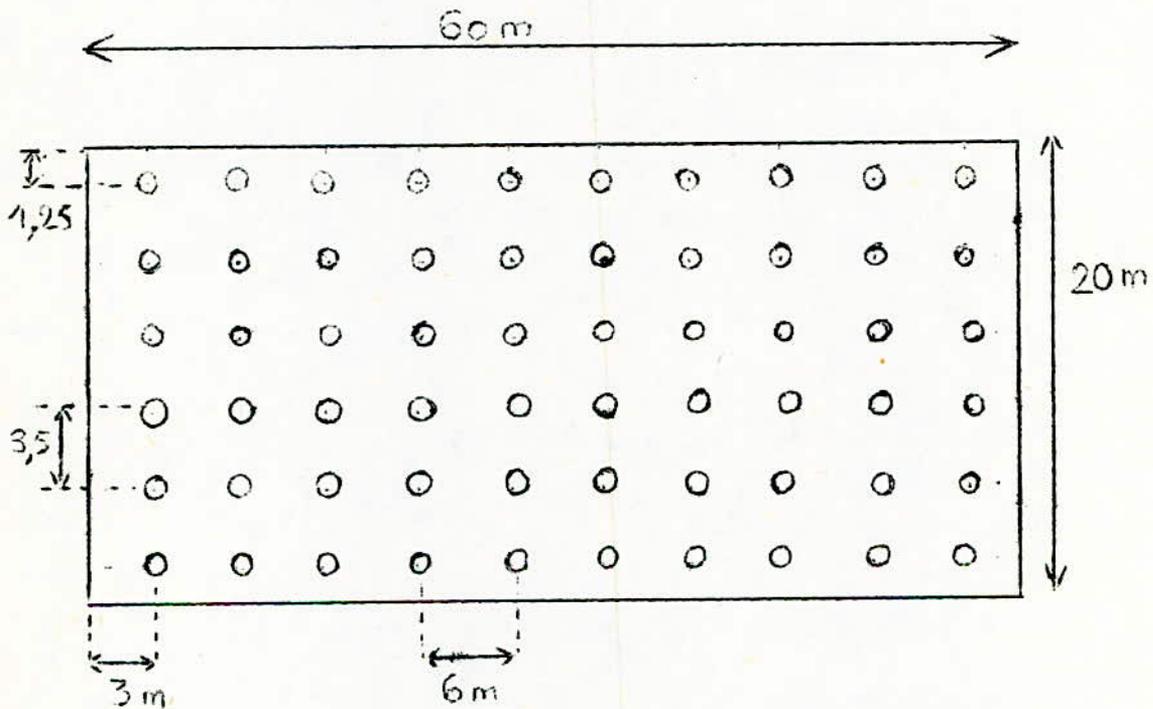
Nombre de luminaires installés : $N = \frac{\phi_t}{\phi_{\text{lampe}}}$

$$N = \frac{810\ 000}{13500} = 60 \text{ lampes}$$

Répartition des luminaires: on prend 6 rangées de 9 luminaires.

$$e = 6 \text{ m}$$

$$D = 1,25 \text{ m}$$



$$e = 6 \text{ m} \quad D = 1,25 \text{ m}$$

TABLEAU DES UTILANCES (J = 0)

K indice du local	Classe du Luminaire	Facteurs de réflexion					
		Plafond	70	70	50	50	30
		murs	70	50	50	30	30
I	A	U	0,92	0,88	0,87	0,83	0,83
	B		0,86	0,80	0,79	0,75	0,74
	C	T	0,81	0,73	0,71	0,66	0,55
	D		0,76	0,67	0,65	0,59	0,59
I,25	A	I	0,95	0,92	0,90	0,88	0,87
	B		0,91	0,85	0,84	0,80	0,80
	C	L	0,86	0,74	0,72	0,67	0,66
	D		0,87	0,83	0,82	0,80	0,69
I,50	A	A	0,97	0,93	0,92	0,90	0,89
	B		0,93	0,89	0,87	0,83	0,82
	C	N	0,89	0,83	0,81	0,77	0,76
	D		0,85	0,78	0,75	0,71	0,70
2	A	C	I	0,97	0,95	0,93	0,92
	B		0,97	0,93	0,91	0,88	0,87
	C	E	0,93	0,88	0,86	0,83	0,82
	D		0,91	0,85	0,83	0,78	0,74
2,5	A	S	I,01	0,99	0,97	0,95	0,94
	B		0,99	0,96+	0,94	0,92	0,90
	C		0,96	0,92	0,90	0,86	0,85
	D		0,94	0,89	0,87	0,83	0,82

CALCUL D'ECLAIRAGE

BATIMENT TECHNIQUE R-D-C

ZONE	E(Lux)	S(m2)	K indice du local	U utilance	φ(Lm)	Type de luminaire	Nbre installés	P (KW)
Dépot	100	640	1,5	0,7	182857	TPEB 2 BF 250W λ = 0,7 φ=13500 Lm	12	3
USINAGE GROSSIER	210	880	2	0,77	432000	//	36	9
USINAGE PRECIS	250	1200	2	0,77	729000	//	54	13,5
ASSEMBLAGE	280	1200	2	0,77	810000	//	60	15
MAGASIN GENERAL	100	480	1,5	0,7	127347	//	11	2,75
MAGASIN DEPOT	100	192	1	0,59	60436	//	4	1
RESERVE A	150	1200	2	0,77	405.000	//	30	7,5
RESERVE B	140	576	1,25	0,66	243000	//	18	4,5
LOCAL COMPRESSEUR	100	60	1	0,59	13916	RDN2X65 n = 0,9 2 X φ=3200 (2 X 65W) Lm		0,26

PUISSANCE TOTALE ECLAIRAGE BATIMENT TECHNIQUE (R-D-C-)

$$P = 3,88 \quad + \quad 0,88 \quad = \quad 4,76 \text{ KW}$$

LAMPES

BALLAST (25%)

CALCUL ECLAIRAGE
BATIMENT TECHNIQUE ETAGE

LOCAL	E(Lux)	S(m ²)	K	U Utilisation	∅ lm	Type de luminai- re choisis	Nbre installé	P(KW)
BUREAU	200	48	1,5	0,82	24158	GA Lux WB2X40 n= 0,63 ∅= 2100	6	0,48 (X II)
BUREAU	200	96	2,5	0,92	43064	//	8	0,64 (X 2)
BUREAU	200	60	2	2	28138	//	6	0,48
BUREAU	200	31,5	1,5	0,82	15853	//	5	0,4
SECRETARIAT	200	31,5	1,5	0,82	15853	//	4	0,32
COULOIR	80	204	I	0,61	36230	RMEIX40 n=0,96 ∅=2100	17	0,68
HALL	80	28,8	1,5	0,68	4636	RDN2X40 n=0,95 ∅2100	1	0,008 (X3)
SANITAIRES	100	24	1,25	0,82	3980	REKIX20 Hublot étanche avec Inc 40 W	2 Fluo. + 6 Inc.	0,28 (X2)

PUISSANCE TOTALE ECLAIRAGE BATIMENT TECHNIQUE ETAGE.

P = 9,24 + 2,17 = 11,41 KW

LAMPES

BALLAST

CALCUL D'ECLAIRAGE
BATIMENT DE PRODUCTION

LOCAL	E (Lux)	K	S(m ²)	U Utilan- ce	∅	Type de Luminai- re choisie	Nbre insta- llé	P(KW)
MAGASIN EQUIPE- MENT	120	1,5	96	0,71	23662	RME2X40 n = 0,96 ∅ = 2100	6	0,48
MAGASIN OUTILLA- GE	//	//	//	//	//	//	//	0,48
CENTRALE CLIMATI- SATION	100	2	144	0,74	33634	REK2X40 n = 0,81 ∅=2100m	8	0,64
CHAUDI- ERE	80	1	48	0,53	12523	//	3	0,24
S/STA- TION ELECTR- IQUE	100	2	148	0,64	26680	RME2X40 n = 0,96 ∅ = 2100	5	0,4
HALL (X 3)	80	1,5	28,8	0,68	4636	RDN2X40 n ≈ 0,95 ∅ = 2100	1	0,08 (X 3)
SANITAI- RES (X2)	100	2,5	144	0,86	23580	REKIX40 n=0,81 +Hublot étanche P/INC.40	10 Fluor. +6 Inc.	0,64 (X2)
ESCALI- ER (X3)						Hublot Diffusur avec Inc.40W	1	0,04 (X3)

PUISSANCE TOTALE ECLAIRAGE BATIMENT PRODUCTION.

$$P = 56,5 \text{ LAMPES} + 14,1 \text{ BALLAST(25\%)} = 70,6 \text{ KW}$$

ECLAIRAGE DE SECURITE.

INTRODUCTION :

Dans toute installations industrielle, il est prévu un éclairage de sécurité afin d'éviter les risques de panique que pourrait provoquer la disparition de l'éclairage normal soit à la suite d'une simple de faillance de la source de distribution, soit pour une cause grave, tel un début d'incendie.

Pour cela il doit assurer un niveau suffisant d'éclairement permettant l'évacuation sûre et facile des personnes vers l'extérieur et les manoeuvres intéressant la sécurité et l'intervention des secours.

+ Etat des sources d'éclairage de sécurité :

- Etat de "veille" : les sources d'éclairage de sécurité sont prêtes à intervenir en cas de baisse ou d'interruption de la tension d'alimentation de l'éclairage normal.

- Etat de fonctionnement : les sources d'éclairage de sécurité alimentent effectivement les circuits d'éclairage de sécurité.

- Etat de repos : l'éclairage de sécurité est éteint alors que l'alimentation de l'éclairage normal est interrompue.

+ Installation :

a) Dans le bâtiment technique :

L'installation d'éclairage de sécurité comprend :

- un éclairage de balisage remplissant efficacement les trois fonctions : circulation, reconnaissance des obstacles, signalisation des issues.

- implantation des foyers : ils sont situés à 2,25 m au dessus du sol et espacés de 15 m.

- foyers : blocs autonomes incandescents de type E réalisant un flux de 60 lumen, équipés d'un chargeur automatique.

- circuit : les blocs autonomes sont raccordés au secteur en aval du dispositif de protection et en amont de l'organe de commande de l'éclairage normal du couloir du bâtiment (voir schéma sur bleu).

Le raccordement se fait par conducteur ordinaire de section $1,5 \text{ mm}^2$.
Les blocs autonomes d'éclairage de sécurité possèdent un dispositif de télécommande situé à proximité du tableau d'éclairage normal.

b) Dans le bâtiment de protection :

En plus du balisage, nous devons réaliser un éclairage d'ambiance à raison de $0,5 \text{ W/m}^2$ ou 5 lm/m^2 . Cette mesure est appliquée aussi dans les vestiaires et les douches.

La signalisation des issues est assurée par l'un des panneaux non lumineux suivants :

. catadioptrés ; . plaques réflectorisantes ou autoluminescentes.

- Eclairage d'ambiance :

. Calcul du flux nécessaire :

$$S = 60 \times 120 = 7200 \text{ m}^2$$

$$\phi \text{ (reçu par S)} = 7200 \times 5 = 36\ 000 \text{ lm}$$

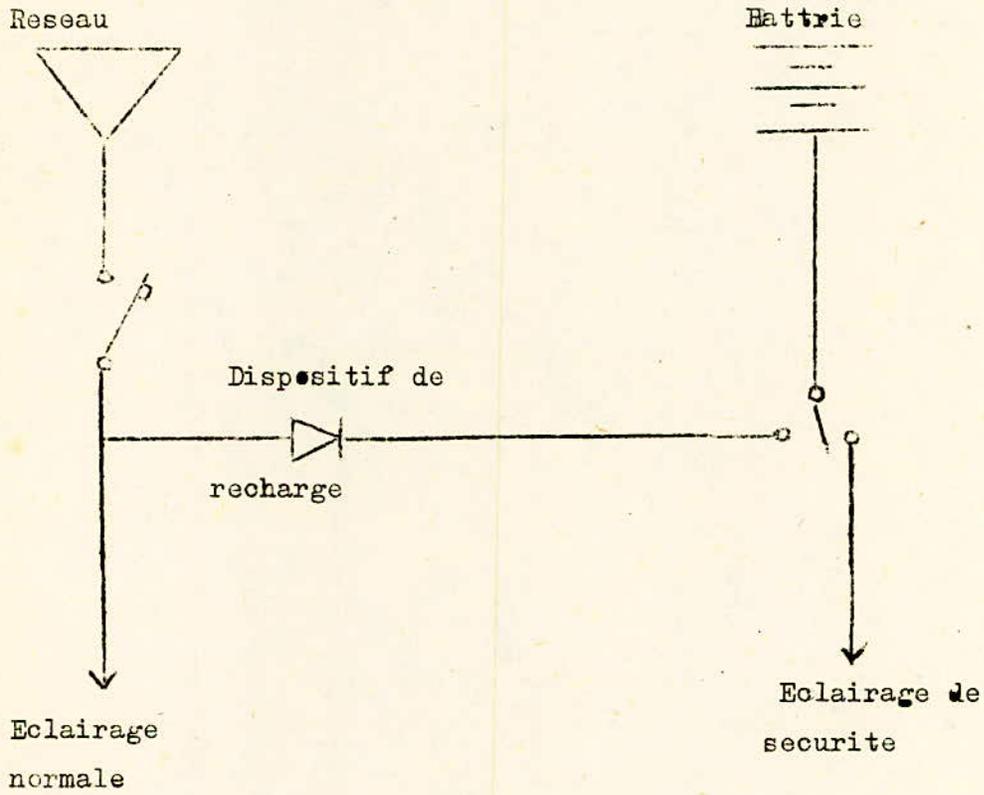
$$\phi_{\text{tot.}} \text{ (atelier et vestiaire)} = 36\ 480 \text{ lm.}$$

$$\phi_{\text{total à produire}} = 48\ 913 \text{ lm}$$

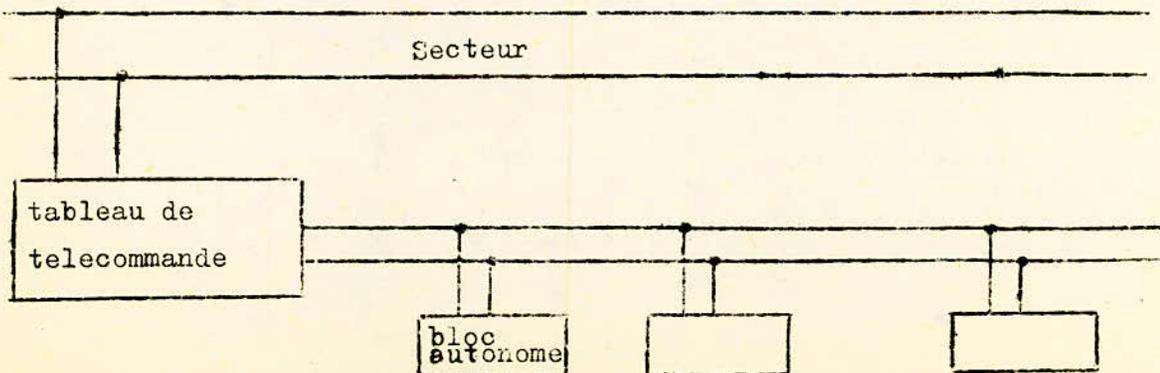
On choisit des lampes à incandescence de 60 Watts, produisant un flux de 744 lm chacune, nous aurons alors une puissance absorbée de 3960 Watts, soit 66 lampes.

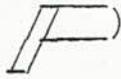
La source alimentant l'éclairage de sécurité sera une armoire d'énergie équipée d'une batterie du type KP associée à un chargeur automatique. La puissance nominale de la batterie est de 4000 Watts.

ECCLAIRAGE DE SECURITE

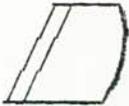


Schema de telecommade





A R T I E II.



ISTRIBUTION BASSE - TENSION .

Pour cela on a le choix entre deux principaux modes de distribution :

- La distribution radiale : L'alimentation est divisée en plusieurs étages, principaux, secondaires et terminaux, elle permet une assez bonne selectivite, une économie de cuivre et la réduction des courants de court-circuit, son principal inconvénient est la dépendance de l'alimentation de tout étage de l'étage qui le précède. Ce mode convient à une installation étendue comprenant un nombre important de récepteurs.

- Distribution en peigne : Un seul étage de distribution d'ou meilleure selectivité, réduction des chutes de tension mais l'importance des valeurs de courants de court-circuit nécessite des dispositifs de protection plus importants donc plus chers et l'utilisation de cuivre est ici aussi plus élevée.

Remarque/

Il y'a aussi la distribution en boucle, mais elle est pratiquement abandonnée, sauf dans de rares cas, aussi nous ne l'envisagerons pas comme mode de distribution dans notre installation.

V

SCHEMA D'INSTALLATION DANS NOTRE USINE

Dans notre usine on a choisi une distribution de type radiale compatible avec sa grande surface et le nombre élevé de récepteurs qui s'y trouve.

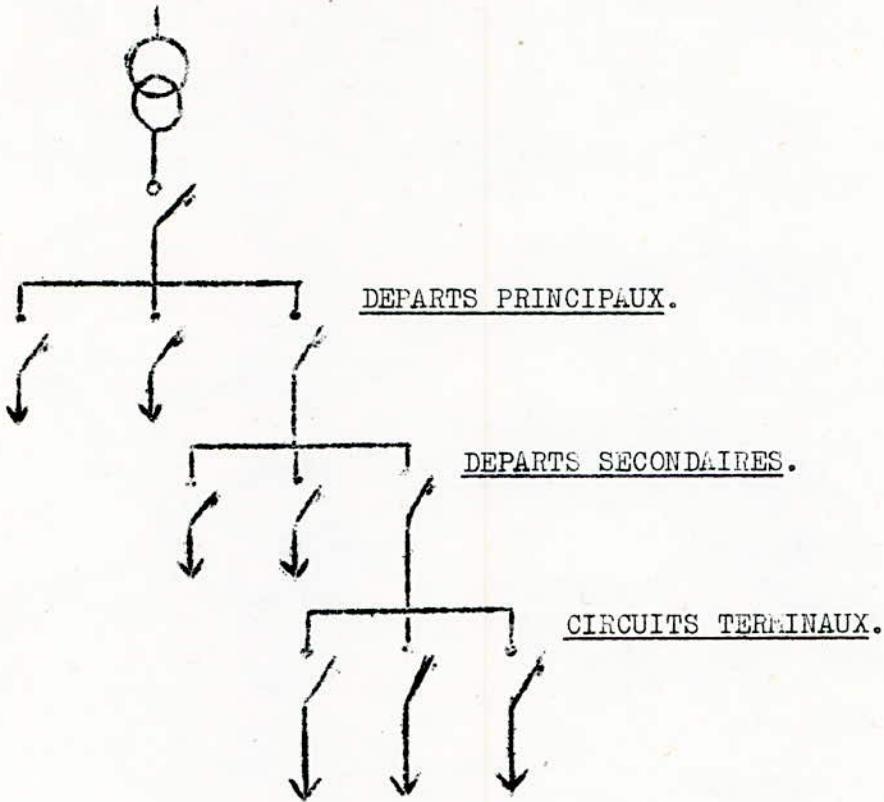
Notre installation comprend :

- UN (1) tableau général principal (T.G.B.T.) situé dans la sous-station électrique et alimenté directement des transformateurs
- Six (6) tableaux secondaires : alimentés par le tableau général et sisposés dans l'usine en fonction des centres de gravité des points de consommation .
- QUINZE (15) coffrets divisionnaires : alimentés par les tableaux secondaires et situés à proximité immédiate des récepteurs qu'ils desservent.

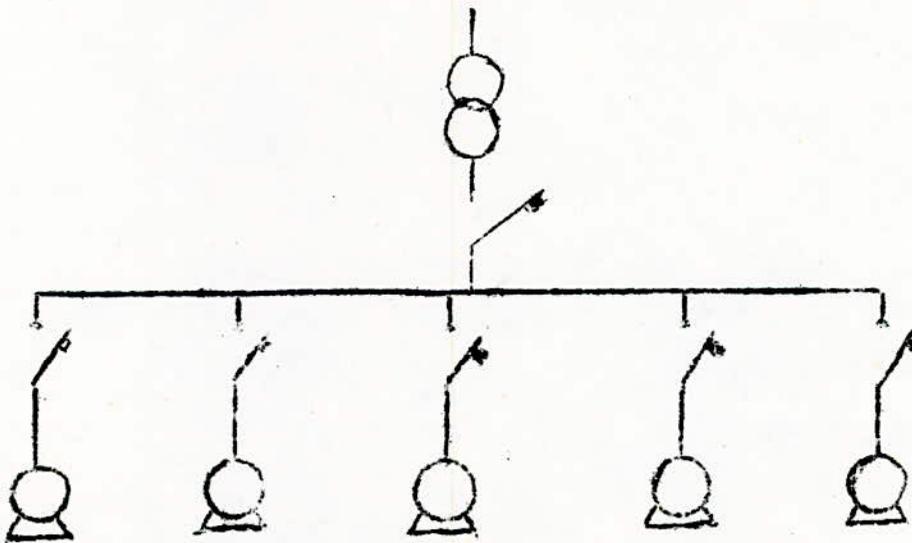
- Un (I) tableau d'éclairage : alimenté par le T.G.B.T. et situé dans le hall d'entrée principale, il alimente tous les circuits d'éclairage et ceux des prises de courant du bâtiment technique (étage + Rez-de-chaussée)

○ Les circuits d'éclairage et les socles de prise de courant dans les ateliers sont alimentés directement à partir des tableaux secondaires.

Remarque/ La répartition des tableaux secondaires et coffrets et leurs emplacements ont été choisis avec le souci de réduire au maximum la longueur des différents circuits, de permettre une localisation rapide des défauts susceptibles d'apparaître lors de l'exploitation ainsi que pour être facilement accessibles lors d'entretiens ou de dépannage sans pour autant gêner l'évolution des ouvriers ou encombrer les allées de circulation.



D I S T R I B U T I O N R A D I A L E



F ARTIE III.

B ILAN DE PUISSANCE.

I - INTRODUCTION

Dans toute installation électrique, c'est l'importance des puissances (installées et surtout utilisés) mises en jeu qui conditionne le choix de l'appareillage, celui des cables et conducteurs et la nature des protections à prévoir.

Aussi avant toute réalisation , une estimation aussi précise que possible de la puissance utilisée à chaque niveau de la distribution doit-elle être faite; la connaissance de sa valeur à l'origine de l'installation nous permet (on y ajoutant une réserve) de déterminer la puissance du transformateur à installer.

II - PUISSANCE INSTALLEE

C'est la somme des puissances de tous les recepteurs existants dans l'installation (éclairage + force-motrice).

- Pour la force motrice prendre la puissance nominale inscrite sur la plaque signalétique de chaque moteur.

- Pour l'éclairage prendre la puissance nominale des lampes et y ajouter 25 % de cette puissance pour celles autres qu'incondescentes

- Pour les prises de courant prendre la puissance nominale installée.

III- PUISSANCE UTILISEE

On la détermine approximativement à l'aide de deux coefficients

- Le coefficient d'utilisation (d'un récepteur) : Ku

- Le coefficient de simultanéité (d'un groupe de récepteurs):Ks

a) Coefficient d'utilisation (Ku)

- Il est défini comme le rapport de la puissance effectivement utilisée par un récepteur à la puissance qui y est installée

$$Ku = \frac{P(\text{utilisés})}{P(\text{installée})}$$

- Au contraire de l'éclairage où tout récepteur utilise la totalité de sa puissance installée, pour la force-motrice, les moteurs n'utilisent qu'une partie de cette puissance dont l'évaluation exacte demande une bonne connaissance des recepteurs et de leurs conditions d'emploi.

- Pour les prises de courant le choix de coefficient d'utilisation dépend de leur destination, bureaux (faible consommation) ou ateliers (consommation plus importante).

- S'ils ne sont pas donnés par constructeurs, ces coefficients peuvent être déterminés à partir de tableaux de la norme N.F.C. 1500 qui donne des valeurs de Ku par un certain nombre de récepteur

TABLÉAU DES (KU)

Recepteurs	Ku
éclairage	1
Ateliers	0,5 à 0,8
PRISES \ bureaux	0,2 : 0,5
Force-motrice :	
- Equipement de production	0,8
- Equipement de soudage	0,5
- Ponts Roulants	0,3

b- Coefficient de simultanéité (Ks)

- Il est défini comme le rapport de la " puissance utilisée" par les recepteurs en service à la puissance d'utilisation totale des recepteurs installés si tous fonctionnaient en même temps.

On définit un coefficient de simultanéité à chaque niveau de la distribution :

Ks1 : Simultanéité entre les recepteurs d'un même coffret.

Ks2 : Simultanéité entre les coffrets d'une même armoire.

Ks3 : Simultanéité entre les armoires au niveau du T.G.

- Comme pour le coefficient d'utilisation, la détermination exacte du coefficient de simultanéité nécessite la bonne connaissance de l'exploitation et de la nature des recepteurs; néanmoins des tableaux de la N.F.C. 1500, NFC 1400 et UTE 63410, permettent d'approximer ce coefficient pour les calculs d'une installation.

TABLERAU DES KS I (COFFRETS DIVISIONNAIRES)

Type d'utilisation	Ks I
- Eclairage, chauffage électrique	I
- Prise de courant n = nombre de prises	$0,1 + \frac{0,9}{n}$
- Recepteurs à moteur	0,9

TABLERAU DES KS2, Ks3 (Armoires Secondaires et T.G)

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

IV - METHODE D'EVALUATION DE LA PUISSANCE

a) Calcul de Ps I (Puissance consommée au niveau des coffrets)

- Connaissant la puissance utilisée au niveau de chaque receptrer $P_{ut} = K_u \times P_{inst}$, on fait la somme des puissances de tous les recepteurs alimentés par le coffret ($\sum P_{ut_i}$) et on la multiplie par le coefficient de simultaneite K_{sI} de ce coffret :

$$P_{s I} = K_{s I} \times \left(\sum P_{ut_i} \right) \quad i = \text{indice d'un récéoteur}$$

- On définit donc une puissance de simultaneite P_{sI} au niveau de chaque coffret ainsi que pour la lumière et le prise de courant

b) Calcul de Ps2 (Puissance consommée au niveau des A.S.)

- Connaissant P_{sI} au niveau de chaque coffret alimenté par l'armoire secondaire (A.S.) ainsi que celle de l'éclairage et des prises de courant, on fait la somme de toutes ces puissances et on la multiplie par le $K_{s 2}$ de cette armoire pour obtenir P_{s2} ;

$$P_{s2} = K_{s2} \times \left(\sum P_{sI_i} \right) \quad i = \text{indice d'un coffret, lumière, ou prise de courant.}$$

- On définit aussi P_{s2} au niveau de chaque armoire secondaire.

b) Calcul de Ps3 (Puissance consommée au niveau de l' A.G.)

- Connaissant la puissance de simultanéité Ps2 au niveau de chaque armoire secondaire, on fait la somme de toutes ces puissances et on la multiplie par le Ks3 de l'armoire générale :

$$Ps3 = Ks3 \times (\sum Ps2_i) \quad \begin{array}{l} i = \text{indice d'une armoire} \\ \text{secondaire} \end{array}$$

BILAN E PUISSANCE DANS NOTRE INSTALLATION.

(voir calculs détaillés sur tirage)

V - PUISSANCE DES TRANSFORMATEURS (Sn)

• Pour la détermination de la puissance des transformateurs à installer, on introduit un facteur K avec :

$$1,2 \leq K \leq 2$$

• Ce facteur tient compte :

- de la conversion des KW en KVA.
- du $\cos \phi$ moyen de l'installation.
- d'une croissance normale des besoins en énergie.
- d'une alimentation à 50 % de la puissance totale en cas d'avarie d'un des transformateurs.

• A partir de la puissance d'utilisation totale Ps3 de l'installation, déterminée à partir du bilan de puissance au niveau de l'armoire générale, on détermine :

$$Sn \geq K \times Ps3$$

Nota / nous avons deux (2) zones (A et B) réservées à l'assemblage et à l'usinage pour une extension future de l'usine, nous avons fait une estimation de la puissance nécessaire à prévoir pour ces deux zones à partir des tableaux suivants:

TABLEAUX D'ESTIMATION DES PUISSANCES INSTALLEES

Distribution	Type d'exploitation	Puissance estimée
ECLAIRAGE FLUORESCENT	bureaux	20 W/m ²
	Ateliers	12 W/m ² (H = 6 m) 18 W/m ² (H = 9 m)
Force motrice	atelier d'usinage	300 VA/m ²
	atelier d'assemblage	70 VA/m ²
	bureaux	25 VA/m ²

Puissance estimée : 330 + 40 = 370 KWA
(A) (B)

- Pour tenir compte d'une telle réserve, nous avons choisis :

$$K = 1,9$$

on aura alors : $S_n = 555 \times 1,9 = 1054,5 \text{ KWA}$

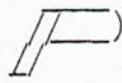
- Pour satisfaire cette demande nous choisissons :
deux (2) transformateurs de 630 KWA chacun

$$S_n = 1260 \text{ KWA.}$$

- On aura ainsi en plus de la réserve (370 KWA) pour les futures zones A et B , une réserve en énergie de :

$$1260 - (370 + 641) = 249 \text{ KWA.}$$

- ce qui représente 25 % de la puissance consommée après extension de l'usine.

 ARTIE IV.

 MELIORATION DU FACTEUR DE PUISSANCE .

I- INTRODUCTION :

L'énergie électrique absorbée en courant alternatif se décompose en :

- énergie active (Kw) (transformée en énergie mécanique ou chaleur)
- énergie réactive (KVAR) (excitation magnétique des récepteurs inductifs tels que moteurs, transformateurs, postes de soudures).

II- FACTEUR DE PUISSANCE OU COS ϕ .

Il exprime le rapport $\frac{P_{act}}{P_{réact}}$; lorsque le Cos ϕ est trop faible, il s'ensuit :

- intensité plus élevée que celle nécessaire au travail réel fourni, d'où une augmentation des chutes de tension.
- Pénalités pour surconsommation d'énergie réactive.
- diminution de la puissance disponible.

III- COMPENSATION DE L'ENERGIE REACTIVE :

L'installation de batteries de condensateur est un moyen économique et efficace pour l'amélioration du Cos ϕ .

- Lieux d'emplacement des condensateurs.

Ils peuvent être installés :

- au niveau de la source basse tension.
- à l'entrée de chaque atelier.
- aux bornes du moteur (moteur puissant fonctionnant souvent à vide).
- aux bornes du transformateur (branchement permanent sans appareils de coupure).

Cas de notre atelier :

Le facteur de puissance globale dans notre atelier est de 0,86 (valeur limite fixée par la SONELGAZ). Vu les grands avantages à tirer d'un Cos ϕ élevé, nous avons décidé une compensation à 0,93.

- Calcul des batteries à installer.

Avant compensation :

$$Q_I = 330 \text{ KVAR} = P_I \text{tg } \phi_I \quad \text{avec : } P_I = 555 \text{ Kw et Cos } \phi_I = 0,86$$

Après compensation :

$$\text{On aura Cos } \phi_2 = 0,93 \text{ et } Q_2 = P_I \text{tg } \phi_2$$

$$Q = Q_I - Q_2 = \text{énergie réactive compensée.}$$

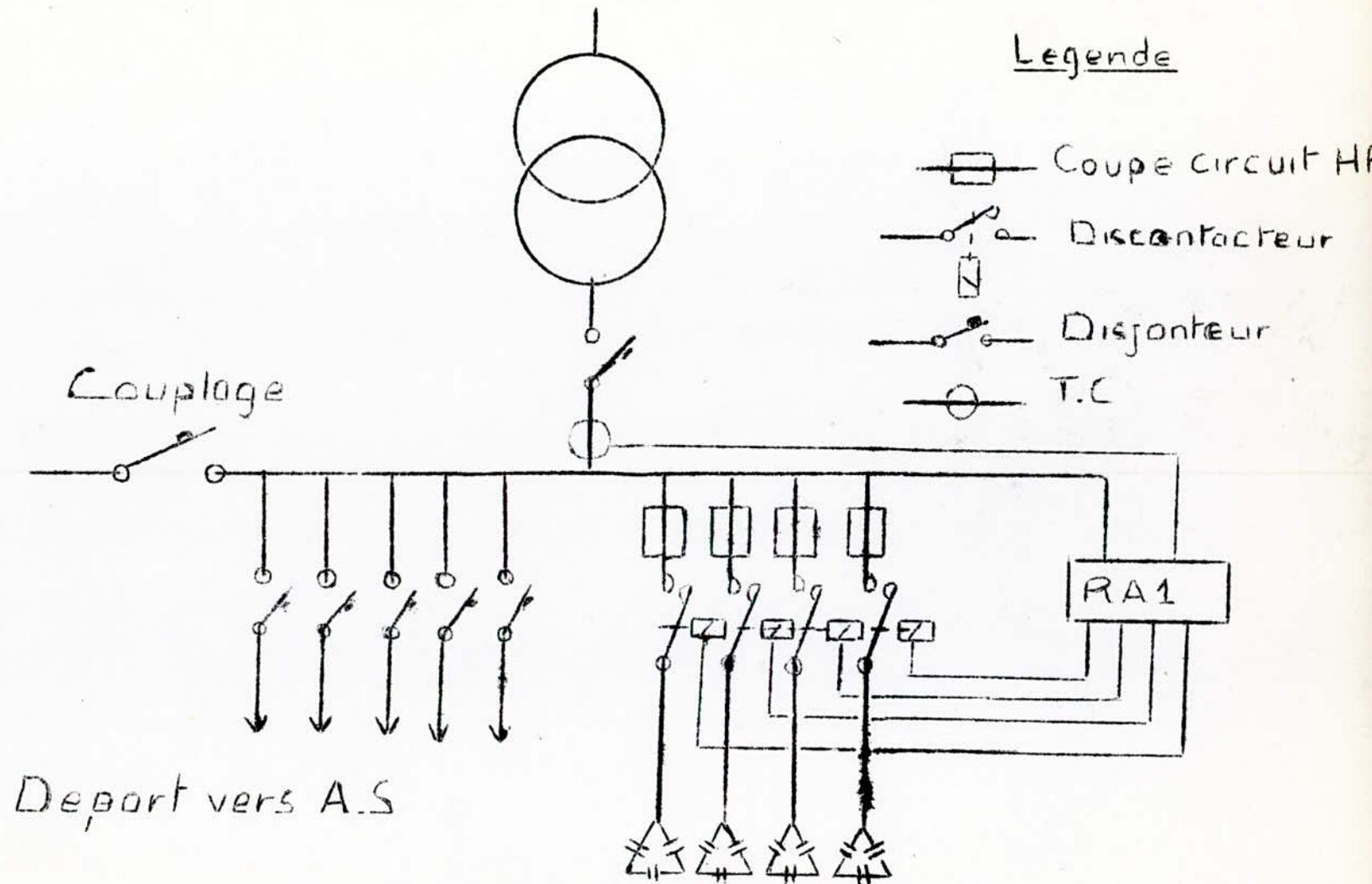
$$= P_I \text{tg } \phi_I - P_I \text{tg } \phi_2 = P_I (\text{tg } \phi_I - \text{tg } \phi_2)$$

$$= 555 (0,593 - 0,395) = 109,96 \text{ KVAR.}$$

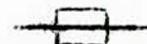
On installera donc deux batteries de condensateurs de 60 KVAR chacune. Chaque batterie comporte 4 éléments de 15 KVAR et est raccordée par câble du type U 1000 R2V de section 25 mm^2 .

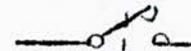
Les batteries sont divisées en gradins et installées en tête de l'installation B.T.

La valeur du $\text{Cos } \phi$ est détectée par un transformateur de courant relié à unx relais varométrique qui commande automatiquement l'enclenchement des gradins en fonction de la charge et du $\text{Cos } \phi$ désirés (voir schéma de branchement).



Legende

 Coupe circuit H.F.

 Discontacteur



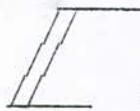
 Disjoncteur

 T.C.

Départ vers A.S.

Amélioration du facteur de puissance

 ARTIE V.

 ANALISATION .

I- INTRODUCTION

Le transport de l'énergie électrique de la source d'alimentation aux différents points d'utilisation s'effectue par l'intermédiaire de canalisations, ce terme désignant les conducteurs ou câbles, avec leur mode de pose.

Lors de l'exploitation, ces canalisations sont soumises à différentes contraintes (échauffements, chocs, corrosion, ...) pouvant perturber le bon fonctionnement de l'installation, aussi lors de tout projet d'installation, on devra veiller à limiter ces effets par un dimensionnement adéquat des conducteurs et un choix convenable de la nature, du mode de pose, du tracé et de la protection des canalisations.

II- MODE DE POSE ET TRACE DES CANALISATIONS

Leur choix est conditionné par l'emplacement des différents récepteurs à alimenter et les caractéristiques des locaux. De plus ce choix devra être fait de manière à permettre la recherche, la localisation rapide et aisée des défauts. Il doit aussi faciliter le remplacement ou la réparation éventuelle des câbles ou conducteurs et réduire au maximum les coûts de réalisation (longueur des câbles, ouvrages, main d'oeuvre, ...), tout en veillant à ce qu'il ne présente aucun risque à la sécurité des travailleurs.

III- Section des Conducteurs

Elle est déterminée en fonction du courant d'emploi, du mode de protection choisi (fusibles ou disjoncteurs) et de la chute de tension admissible.

+ Calcul du courant d'emploi I_b

- pour les canalisations alimentant des moteurs:

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

avec:

$$I_{dem} = 5 \cdot I_n$$

I_s : courant de service

I_{dem} : courant de démarrage de la machine la plus puissante alimentée par la canalisation

I_n : courant nominal de la machine.

- pour les autres canalisations prendre :

$$I_D = I_S = \frac{P_{ut}}{\sqrt{3} U \cos \phi} \quad (\text{en } 3 \text{ ph}) \quad \text{et} \quad I_D = I_S = \frac{P_{ut}}{U \cos \phi} \quad (\text{en } 1 \text{ ph})$$

I/ Méthode de calcul des sections (suivant NFC-1500)

On distingue deux cas :

1^{er} cas : aucun facteur de correction n'est à appliquer pour la détermination des courants admissibles ; il en est ainsi si la température ambiante n'est pas supérieure à 30°C et si la canalisation du circuit considéré n'est pas jointive avec une autre.

a) Lorsque le dispositif de protection est un fusible ou un petit disjoncteur, son courant nominal I_n (ou I_r) est celui dont la valeur est immédiatement supérieure au courant d'emploi I_D de la canalisation considérée.

- le tableau 53A ou 53B de la NFC-1500 permet alors de déterminer la section des conducteurs en cherchant dans la colonne appropriée, le courant nominal du dispositif de protection.

b) lorsque le dispositif de protection est un disjoncteur d'usage général, son courant de réglage (I_r) est au moins égal au courant d'emploi I_D .

- la section des conducteurs est déterminée d'après le tableau (52DI) de la NFC-1500 en cherchant dans la colonne appropriée la valeur immédiatement supérieure au courant de réglage thermique du disjoncteur (I_r).

2^{ème} cas : un ou plusieurs facteurs de correction sont à appliquer pour la détermination des courants admissibles.

Soit F le facteur de correction global qui est, d'une façon générale, le produit des facteurs : - F_I : facteur de correction pour la T° ambiante

- F_2 : facteur de correction pour pose jointive

le facteur F_I est donné par le tableau 52F de la NFC-I5I00

le facteur F_2 est donné par les tableaux 52G ou 52H de la NFC-I5I00

$$F = F_2 \times F_I$$

- comme dans le ICR cas le courant nominal (ou de réglage) I_n (ou I_r) du dispositif de protection est choisi immédiatement supérieur à I_b .

- en calcul alors un courant fictif $I'_z = \frac{I_n(\text{ou } I_r)}{F}$, et la section des conducteurs est alors déterminée quelque soit le dispositif de protection, en cherchant dans la colonne appropriée du tableau 52DI, la valeur immédiatement supérieure au courant admissible fictif I'_z .

FACTEURS DE CORRECTION: F_I (pour pose jointive dans conduits).

	Nombre de conducteurs chargés											
	4	6	8	10	12	16	20	24	28	32	36	40
Facteur de correction	0,8	0,7	0,62	0,6	0,55	0,5	0,48	0,43	0,4	0,38	0,36	
F_I												

FACTEURS DE CORRECTION: F_I (pour pose jointive sur chemin de câble)

	Nombre de Câbles				
	2	3	4 ou 5	6 à 8	9 et plus
Facteur de corrections pour					
- Disposition horizontale	0,85	0,78	0,75	0,72	0,70
- Disposition verticale	0,80	0,73	0,70	0,68	0,66

FACTEURS DE CORRECTION: F_2 (pour températures ambiantes $\neq 30^\circ\text{C}$)

T° ambiante °C	ISOLATION		
	Caoutchouc	P.C.V	Butyle, éthylène, propylène, polyéthylène réticulé.
20	1,15	1,12	1,09
25	1,07	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,93	0,95
40	0,82	0,87	0,90
45	0,71	0,79	0,85

2/ Exemple de calcul :

Liaison armoire secondaire I- coffret divisionnaire I.

- Courant d'emploi: $I_b = 97,5 \text{ A}$ (en triphasé).

- Mode de pose: 5 câbles multipolaires jointifs UIC00 RI2N sur chemin de câble. Le tableau 52C donne la colonne 5 (mode de pose F, PRC, câbles multipolaires).

- Température ambiante : 35°C .

- Facteurs de correction $F_1 = 0,75$
 $F_2 = 0,95$ $F = 0,75 \times 0,95 = 0,71$.

Protection par disjoncteur : $I_r = I_b = 97,5 \text{ A}$ (condition Ia)

$$I_z = 97,5 \times \frac{1}{0,71} = 137 \text{ A (condition 2)}.$$

Le tableau 52 DI, donne pour la colonne 5, une section de 35 mm^2 (courant admissible 157 A).

IV- CHUTE DE TENSION.

- Lors de la détermination de la section des conducteurs, il y a lieu de vérifier que la longueur des canalisations ne conduit pas à des chutes de tension supérieures à :

• 3 % : pour les circuits d'éclairage.

• 5 % : pour les autres circuits.

(NFC-15100).

- Dans le cas contraire, il faudra augmenter les sections.

- Cette chute de tension est calculée lors du fonctionnement normal et lorsque l'ensemble des appareils susceptibles de fonctionner simultanément sont alimentés.

- Pour les canalisations du bâtiment de production on calcule les chutes de tension par les formules suivantes :

$$\Delta U = 2\rho \frac{L}{S} \cdot I \cos \phi \quad (\text{pour une ligne monophasée}).$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \rho \frac{L}{S} \cdot I \cos \phi \quad (\text{pour une ligne triphasée}).$$

ρ : résistivité du conducteur = $17,3 \cdot 10^{-9}$ ($\Omega \cdot m$) , pour le Cu.

L : longueur du câble (m)

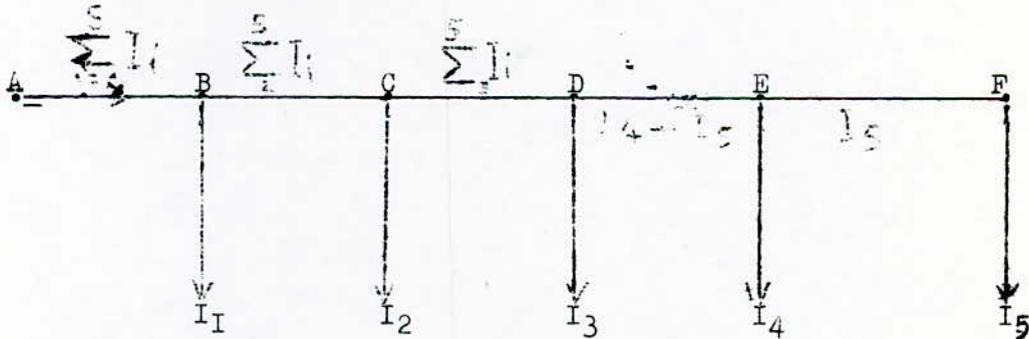
S : section du conducteur (M^2)

I : courant de service (A)

$\cos \phi$: facteur de puissance.

- Dans le cas de circuits comprenant de nombreuses dérivations et ayant des longueurs importantes, les formules précédentes de calcul de chute de tension induisent des erreurs considérables ; dans ce cas on utilisera l'une des deux méthodes suivantes :

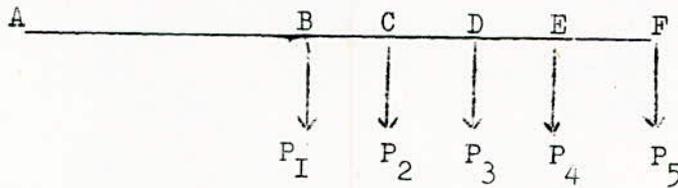
+ Méthode des courants :



$$\Delta U = R_{AB}(I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5) + R_{BC}(I_2 + I_3 + I_4 + I_5) + R_{CD}(I_3 + I_4 + I_5) + R_{DE}(I_4 + I_5) + R_{EF}I_5.$$

$$\Delta U \% = (I_1 l_{AB} + I_2 l_{AC} + I_3 l_{AD} + I_4 l_{AE} + I_5 l_{AF}) \cdot \frac{100}{\rho S U_n}$$

+ Methode des puissances



$$\Delta U \% = (P_1 \times L_{ab} + P_2 \times L_{ac} + P_3 \times L_{ad} + P_4 \times L_{ae} + P_5 \times L_{af}) \times \frac{100}{\gamma S U_n^2}$$

Ra/(A,B,C,D,E,F) sont les points de dérivation pour l'éclairage ou les prises de courants; (L_{ij}) sont les longueurs de câble du point i à point j; U_n : tension d'alimentation (220w Ph-N)

P : puissance des lampes (+ ballast) ou des socles de prises de courant (à multiplier par K_{SI}); $\gamma = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{17,3 \times 10^{-9} \text{ (}\Omega \cdot \text{m}^{-1}\text{)}}$

EXEMPLE DE CLACUL. (1)

Chute de tension AG --- Machine (I).

a) liaison A G - A S I :

Ligne triphasée -- L = 20 m; $I_s = 185 \text{ A}$; $S = 150 \text{ mm}^2$; $\text{Cos } \phi = 0,81$

$$\Delta U = \sqrt{3} \left(\frac{L}{S} \times I \text{Cos } \phi \right) = \sqrt{3} \times \frac{17,3 \times 10^{-9} \times 20 \times 185 \times 0,81}{150 \times 10^{-6}} = 0,59 \text{ V}$$

$$\Delta U \% = \frac{0,59 \times 100}{380} = 0,15 \%$$

b) Liaison AS I - CDI

ligne triphasée -- L=20m; $I_s = 52,5 \text{ A}$; $S = 35 \text{ mm}^2$; $\text{Cos } \phi = 0,81$

$$\Delta U = \sqrt{3} \left(\frac{L}{S} \times I \text{cos } \phi \right) = \sqrt{3} \times \frac{17,3 \times 10^{-9} \times 20 \times 52,5 \times 0,81}{35 \times 10^{-6}} = 0,72 \text{ V}$$

$$\Delta U \% = \frac{0,72 \times 100}{380} = 0,18 \%$$

c) Liaison CD I --- Machine I

Ligne triphasée -- L=4m; $I_s = 19,5$; $S = 16 \text{ mm}^2$; $\text{Cos } \phi = 0,81$

$$\Delta U = \sqrt{3} \left(\frac{L}{S} \times I \text{cos } \phi \right) = \sqrt{3} \times \frac{17,3 \times 10^{-9} \times 4 \times 19,5 \times 0,81}{16 \times 10^{-6}} = 0,12 \text{ V}$$

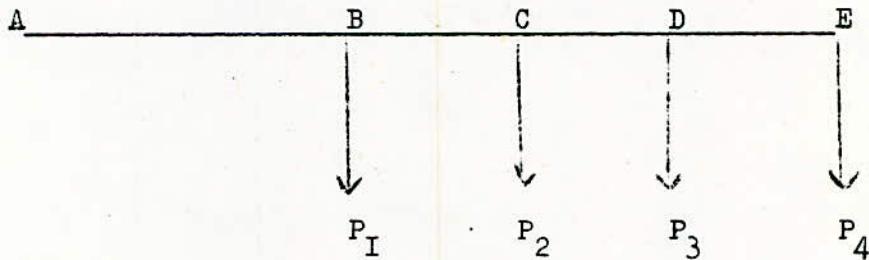
$$\Delta U \% = \frac{0,12 \times 100}{380} = 0,03 \%$$

CHUTE DE TENSION TOTALE AG --- MACHINE I

$$\Delta U \% \text{ (totale)} = 0,15 + 0,18 + 0,03 = 0,36 \% < 5 \%$$

EXEMPLE DE CALCUL 2

Chute de tension TE — Bureaux - Etage
(Circuit I du T.E.)



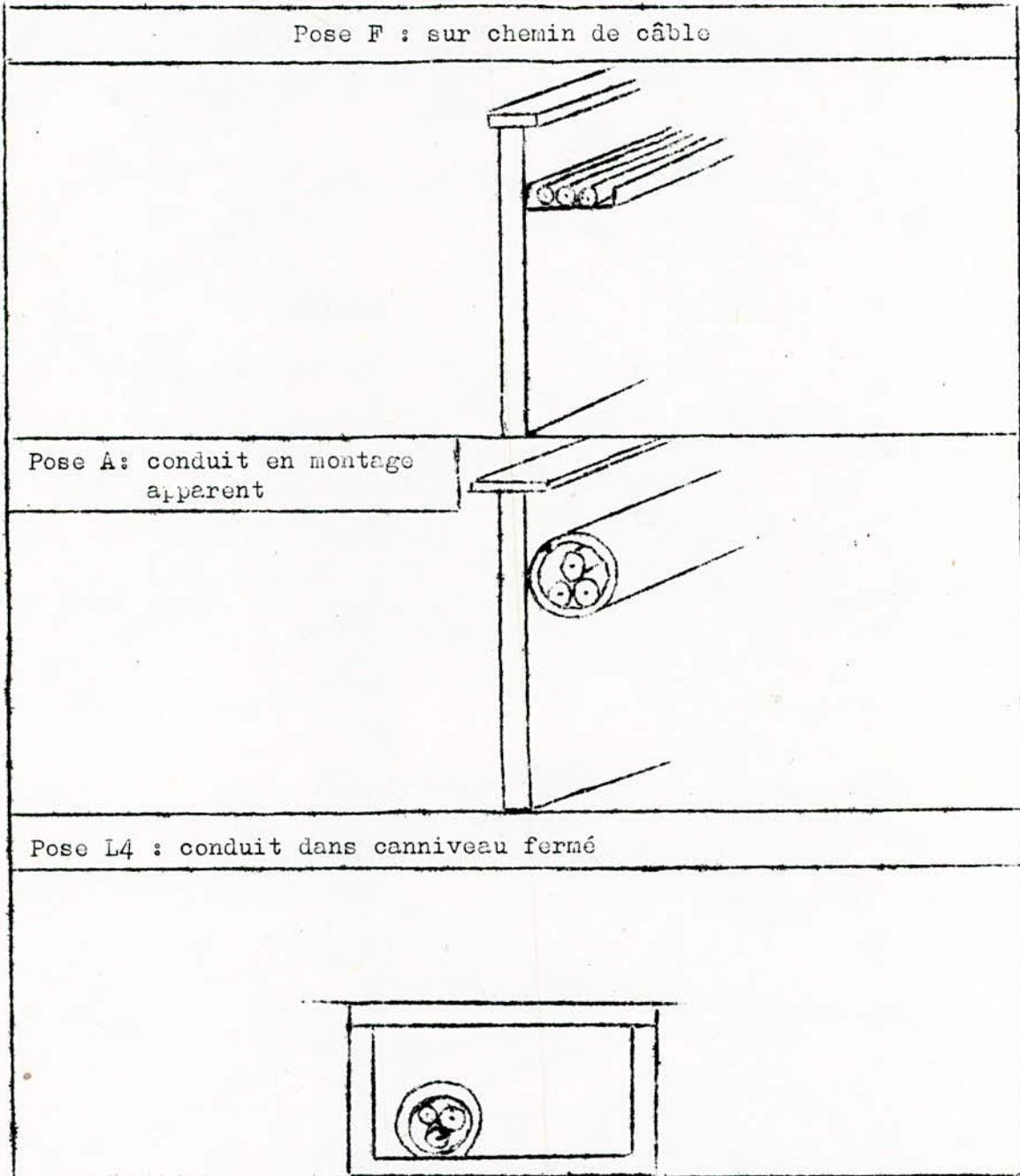
- | | | | | | |
|-------|---------|----|--------|-----------------------------|------------------------------|
| P_1 | = 600 W | AB | = 48 m | U_n | 220 V |
| P_2 | = 600 W | BC | = 6 m | S | 6 mm ² |
| P_3 | = 800 W | CD | = 6 m | $\gamma = \frac{1}{\rho} =$ | $\frac{1}{18 \cdot 10^{-9}}$ |
| P_4 | = 320 W | DE | = 20 m | | |

$$\Delta U = \frac{(P_1 L_{ab} + P_2 L_{ac} + P_3 L_{ad} + P_4 L_{ae})}{\gamma S U_n}$$

$$\Delta U = \frac{((600 \times 48) + (600 \times 54) + (800 \times 60) + (320 \times 80)) \times 18 \cdot 10^{-9}}{6 \cdot 10^{-6} \times 220}$$

$$\Delta U = 2,8 \text{ V}$$

MODES DE POSE



CIRCUITS : COFFRETS - MACHINES.

Câble : UI000 RI2 N

Pose : L 4 (dans caniveau fermé)

$$\left. \begin{array}{l} F_1 = 1,09 \\ F_2 = 0,78 \end{array} \right\} F = 0,85$$

$$\left. \begin{array}{l} F_1 = 1,09 \\ F_2 = 0,75 \end{array} \right\} F = 0,81$$

COFFRET 1 (1,2,3) COFFRET 3 (8,9,10)

COFFRET 2

N° de machine	1	2	3	4	5	6	7
	8	9	10				
P_u (KW)	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4
$\cos \phi$	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
I_s (A)	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
I_b (A)	64,5	64,5	64,5	64,5	64,5	64,5	64,5
I'_z (A)	76	76	76	80	80	80	80
I_a (A)	85	85	85	85	85	85	85
S (mm ²)	16	16	16	16	16	16	16
L (m)	4	4	8	10	4	4	10
	8	4	8				
ΔU (V)	0,13	0,13	0,27	0,34	0,13	0,13	0,34
	0,27	0,13	0,27				
ΔU %	0,40	0,40	0,42	0,31	0,25	0,23	0,31
	0,6	0,5	0,6				

LIAISON : COFFRETS- MACHINES.

Câble : UI000 RI2 N

Mode de pose : L 4

$$\left. \begin{array}{l} F_1 = 1,09 \\ F_2 = 0,74 \end{array} \right\} F = 0,81$$

$$\begin{aligned} F &= F_1 \cdot F_2 \\ F &= (1,09 \times 0,85) \\ &= 0,92 \end{aligned}$$

COFFRET 5

COFFRET 6

N° de machine.	I1	I2	I3	I4	I5	I6
P_u (KW)	10,4	10,4	10,4	10,4	17,6	17,6
$\cos \phi$	0,81	0,81	0,81	0,81	0,84	0,84
I_s (A)	19,5	19,5	19,5	19,5	32	32
I_b (A)	64,5	64,5	64,5	64,5	103,5	103,5
I'_z (A)	80	80	80	80	112,5	112,5
I_a (A)	85	85	85	85	138	138
S (mm ²)	16	16	16	16	35	35
L (m)	10	4	4	10	6	6
ΔU (V)	0,34	0,13	0,13	0,34	0,16	0,16
ΔU % totale	1,3	1,1	1,1	1,3	0,8	0,8

CIRCUITS / COFFRETS - MACHINES

Câble : UI000 RI2 N

Pose : L 4 (caniveaux fermés)

$$\left. \begin{array}{l} F_1 = 1,09 \\ F_2 = 0,85 \end{array} \right\} F = 0,92$$

$$\left. \begin{array}{l} F_1 = 1,09 \\ F_2 = 0,75 \end{array} \right\} F = 0,81$$

COFFRET 7

N° de machine	I7	I8
P_u (KW)	23,2	23,2
$\cos \phi$	0,85	0,85
I_s (A)	72	72
I_b (A)	163,5	163,5
I'_z (A)	178	178
I_a (A)	213	213
S (mm ²)	70	70
L (m)	4	8
ΔU	0,12	0,24
$\Delta U \%$	0,7	0,8

COFFRET 8

	I9	20
P_u (KW)	8	8
$\cos \phi$	0,8	0,8
I_s (A)	15,2	15,2
I_b (A)	52	52
I'_z (A)	56,5	56,5
I_a (A)	63	63
S (mm ²)	10	10
L (m)	8	4
ΔU	0,33	0,16
$\Delta U \%$	0,8	0,7

COFFRET 9

	45	46	48	49
P_u (KW)	1,98	5,04	1,98	2,02
$\cos \phi$	0,69	0,82	0,69	0,69
I_s (A)	4,35	9,33	4,35	4,5
I_b (A)	13	29,5	13	13,5
I'_z (A)	16	36,5	16	16,5
I_a (A)	19,5	46	19,5	19,5
S (mm ²)	1,5	6	1,5	1,5
L (m)	6	14	10	6
ΔU	0,40	0,61	0,69	0,40
$\Delta U \%$	1,8	1,9	1,9	1,8

CIRCUITS : COFFRETS - MACHINES

Câble: UI000 RI2 N

Pose : L 4

$$\left. \begin{array}{l} F_1 = 1,09 \\ F_2 = 0,78 \end{array} \right\} F = 0,85$$

$$\left. \begin{array}{l} F_1 = 1,09 \\ F_2 = 0,75 \end{array} \right\} F = 0,81$$

COFFRET 10

COFFRET 4

Machines	37	30	40	25	26
P_u (KW)	10,4	7,2	3,6	8	8
$\cos \phi$	0,81	0,78	0,76	0,8	0,8
I_s (A)	19,5	14	7,2	15,2	15,2
I_b (A)	52	47,5	21,5	52	52
I'_z (A)	61	56	25,5	64	64
I_a (A)	85	63	35	85	85
S (mm ²)	16	10	4	16	16
L (m)	4	8	5	4	6
ΔU	0,13	0,30	0,23	0,10	0,15
ΔU	0,80	0,83	0,82	0,65	0,65

CIRCUITS : COFFRETS - MACHINES.

Câble : UI000 RI2 N

Pose : L 4

$$\left. \begin{array}{l} F_1 = 1,09 \\ F_2 = 0,72 \end{array} \right\} F = 0,78$$

$$\left. \begin{array}{l} F_1 = 1,09 \\ F_2 = 0,85 \end{array} \right\} F = 0,92$$

COFFRET II

COFFRET I2

Machines	41	42	43	44	47	38	35	36
P_u (KW)	0,75	0,55	1,89	1,98	0,37	1,35	12,8	12,8
cos ϕ	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,82	0,82
I_s (A)	1,65	1,20	4,20	4,35	0,81	3	23,5	23,5
I_b (A)	5	4	12,5	13,5	3	10	78,5	78,5
I'_z (A)	6,5	5	16	17,5	4	13	85,5	85,5
I_a (A)	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	112	112
S (mm ²)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	25	25
L (m)	10	4	12	14	4	8	10	14
ΔU	0,20	0,07	0,80	0,90	0,05	0,30	0,26	0,37
ΔU %	1,4	1,3	1,5	1,5	1,3	1,4	1,5	1,6

CIRCUITS : COFFRETS - MACHINES

Câble : UI000 RI2 N

Pose : L4 (dans caniveau fermé)

$$\left. \begin{array}{l} F_1 = 1,09 \\ F_2 = 0,75 \end{array} \right\} F = 0,81$$

$$\left. \begin{array}{l} F_1 = 1,09 \\ F_2 = 0,78 \end{array} \right\} F = 0,85$$

COFFRET I3

COFFRET I4

MACHINES	21	22	23	24	27	28	29
P_{ut} (kW)	12	6,4	6,4	6,4	3,15	7,2	7,2
$\cos \phi$	0,82	0,8	0,8	0,8	0,76	0,78	0,78
I_s (A)	22,5	12,5	12,5	12,5	6,5	14	14
I_b (A)	74	42,5	42,5	42,5	20	47,5	47,5
I'_z (A)	91,5	52,5	52,5	52,5	23,5	56	56
I_a (A)	112	63	63	63	26	63	63
S (mm ²)	25	10	10	10	2,5	10	10
L (m)	12	8	8	12	8	4	8
U (V)	0,3	0,2	0,2	0,4	0,5	0,15	0,3
ΔU_{tot} %	1,26	1,25	1,25	1,27	0,63	0,6	0,61

CIRCUITS : COFFRETS - MACHINES

Câble : UI000 RI2 N

Pose : L 4

COFFRET I5

$$\begin{matrix} F_1 = 1,09 \\ F_2 = 0,75 \end{matrix} \quad F = 0,81$$

N° de machine	31	32	33	34	Compres-seur
P_u (KW)	3,6	4,5	2,7	2,7	187
$\cos \phi$	0,76	0,82	0,69	0,69	0,88
I_s (A)	7,2	8,33	6	6	323
$I_b = I_s + \frac{I_d}{3}$	21,5	25	17,5	17,5	760
$I'_z = \frac{I_b}{F}$ (A)	26,5	31	22	22	2 x 550
I_a (A)	35	35	26	26	2 x 595
S (mm ²)	4	4	2,5	2,5	2 x 300
L (m)	8	4	10	12	5
ΔU	0,37	0,23	0,57	0,68	0,5
$\Delta U \%$	0,71	0,70	0,72	0,73	0,13

CIRCUITS : ARMOIRE SECONDAIRE - COFFRETS

Câble : UI000 RI2 N

Pose : F (sur chemin de câble)

$$F_1 = 0,75$$

$$F = 0,71$$

$$F_2 = 0,95$$

COFFRET	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
P _{ut} (kW)	28	37,5	28	14,5	37,5	32	42	14,5
Cos ϕ	0,81	0,81	0,81	0,80	0,81	0,84	0,85	0,80
I _B (A)	52,5	70	52,5	27,5	70	57	74,5	27,5
I _b (A)	97,5	115	97,5	64	115	128	168	64
I' _z (A)	137	162,5	137	90	162,5	181	236,5	90
I _a (A)	157	190	157	96	190	190	293	96
S (mm ²)	35	50	35	16	50	50	95	16
L (m)	20	8	28	40	55	40	38	18
ΔU (V)	0,84	0,31	1,2	1,8	2,1	1,3	0,9	0,85

SECTION ET CHUTE DE TENSION : (AS - CD)

Câble : UI000 RI2 N

Pose : F (chemin de câble)

Protection : par disjoncteur

$\bar{I}_{\text{réglage}} = I_b$

Coffret	C 9	C 10	C 11	C 12	C 13	C 14	C 15
P_u (KW)	8,8	1,9	5,5	2,3	28	15,8	10,8
$\cos \phi$	0,74	0,78	0,69	0,85	0,80	0,77	0,75
I_s (A)	18	37	12	52	53	31	22
I_b (A)	38	82	20	105	105	64	38
$F = F_1 \cdot F_2$	0,71	0,68	0,68	0,68	0,68	0,80	0,80
I'_z (A)	53	120	30	155	155	80	48
I_a (A)	71	127	40	157	157	96	52
S (mm ²)	10	25	4	35	35	16	6
L (m)	50	15	35	15	30	10	10
ΔU (V)	1,9	0,6	2,5	0,6	1,8	0,5	0,9

CIRCUIT : PRISES-ATELIERS.

Câble : U500 V

Pose : A

Protection : parfusibles

Prises	Assemblage - mono	Assemblage - triphasées	Soudure - triphasée	Magasins - mono	Usinage grossier
P_u (KW)	3,3	16,2	27,1	4,4	7,8
$\cos \phi$	I	I	0,86	I	I
I_b (A)	15	12,8	49	20	12
I_n (A) fusible	20	20	50	25	20
I_a (A)	24	24	57	32	24
S (mm ²)	2,5	2,5	10	4	2,5
L (m)	80	80	15	43	24
ΔU (V)	4	5	2,5	1,7	3
$\Delta U_{t\%t}$	2,5	2,2	1,5	2	1,5

CIRCUITS : ARMOIRE GENERALE - ARMOIRES SECONDAIRES

Câble : UI000 RCMV 12 N

Pose : F (chemin de câble)

$$\left. \begin{array}{l} F_1 = 0,72 \\ F_2 = 0,95 \end{array} \right\} F = 0,68$$

ARMOIRES SECOND.	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	T.E.
P _{ut} (kW)	98,8	128	69	78,6	37,5	187	17,6
I _s (A)	185	230	116,5	140,5	68,5	323	27,5
Cos φ	0,81	0,84	0,9	0,85	0,83	0,88	0,95
I _b (A)	230	326,5	136,5	192	102	760	27,5
I' _z (A)	338	480	201	282	150	3(2x559)	58,8
I _a (A)	390	522	242	339	190	3(2x595)	96
S (mm ²)	3x150 S _n = 70	3x240 S _n = 120	3x70 S _n = 35	3x120 S _n = 70	3x50 S _n = 25	3(2x300) S _n = 150	16
L (m)	20	45	65	85	36	125	28
ΔU(V)	0,7	1,25	3,4	2,2	1,4	2	0,75

SECTION ET CHUTE DE TENSION / TABLEAU D'ECLAIRAGE.

Câble : U500 V

Pose : B (conduits encastrés)

Circuit	P_U (KW)	P_S (KW)	I_n (A)	I_{fusi}	I_a (A)	S (mm ²)	L(m)	/ U	/ U %
I	2,3	—	II	20	4I	6	80	2,8	I,8
2	3	—	I4	20	24	2,5	45	4,5	2,5
3	2,7	—	I3	20	24	2,5	25	3	I,9
4	2,3	—	II	20	24	2,5	50	5	2,8
5	I,I	—	5,2	I2	24	2,5	66	3	I,9
6	0,9	—	4,3	I2	24	2,5	35	2	I,4
7	I,4	—	6,4	I2	24	2,5	60	4	2,3
8	I,9	—	9,2	20	24	2,5	42	4	2,3
9	3,52	0,75	3,4	I2	24	2,4	40	2,5	0,5
I0	7,48	I,I44	5,2	I2	24	2,5	60	2,8	I,8
II	7,48	I,I44	5,2	I2	24	2,5	60	2,8	I,8
I2	I,5	—	7	20	24	2,5	60	3	I,9

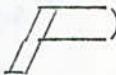
SECTIONS ET CHUTE TENSION : ECLAIRAGE ATELIERS

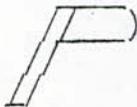
Câble : U500 V

Pose : A (conduit apparent)

Protection : par fusibles (I_n)

Départ lumière	Allée	Usinage précis	Assemblage	Réserve A	Réserve B	Usinage grossier
P_u (KW)	0,5	2,25	2,5	2	1,5	1
$\cos \phi$	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
I_s (A)	2,5	10,7	12	9,5	7	4,5
I_n (A) fusible	4	12	14	12	12	12
I_a (A)	15,5	21	21	21	21	21
S (mm ²)	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
L (m)	75	85	80	80	60	80
ΔU (V)	1,9	4	4,5	4,2	4	4
ΔU totale	0,68	2,7	2,8	2,6	2,4	2,4

 ARTIE VI.

 ROTECTION.

Les installations des batiments à usage industriel font toujours l'objet d'une mesure de protection contre les défauts pouvant affecter un ou plusieurs circuits.

Ces perturbations engendrent en général des surintensités ou surtensions pouvant être dangereuses aussi bien pour le personnel que pour le matériel. Nous devons donc veiller à la sécurité des travailleurs et protéger les biens d'équipements.

II- EXIGENCE D'UNE PROTECTION.

+ Fiabilité:

L'appareillage de protection doit fonctionner lorsqu'il s'agit d'un défaut situé dans sa zone et correspondant à sa conception.

+ Rapidité:

Le défaut doit être éliminé le plus rapidement possible.

+ Sélectivité:

Elle consiste à isoler seulement le ou les éléments des circuits qui sont le siège de défaut.

III- NATURE DES DEFAUTS.

• Surintensité.

Les surintensités se manifestent le plus souvent par un échauffement anormal dû à l'effet Joule. Cet échauffement est préjudiciable au matériel, aux canalisations et aux isolants particuliers.

Les causes principales des surintensités sont les surcharges et les court-circuits.

+ Surcharges :

- Elles se produisent lors de la mise sous tension des circuits et plus particulièrement pendant le démarrage des moteurs (F.E.M = 0 pendant le démarrage ; résistance à froid d'une lampe est plus faible qu'à chaud).

- La puissance des récepteurs est supérieure à la puissance que peut fournir le réseau (moteur chargé mécaniquement).

+ Les court-circuits :

Généralement, les causes des courts-circuits sont accidentelles : mise à la terre d'une phase de l'installation, liaison de deux ou plusieurs conducteurs de potentiels différents. L'intensité du courant

de court-circuit est d'autant plus grande qu'on se rapproche de la source.

IV- PROTECTION CONTRE LES SURINTENSITES.

Elle est réalisée le plus souvent par l'emploi des disjoncteurs, et exceptionnellement, pour les installations de faible importance, par les coupés-circuits à fusibles.

+ Disjoncteurs.

Les disjoncteurs comportent un détecteur de courant qui, lorsque l'intensité de celui-ci dépasse une valeur de réglage provoque l'ouverture des contacts. La fermeture des contacts nécessite une action volontaire qui peut être commandée manuellement ou par l'action d'un relais. Les disjoncteurs possèdent en outre une commande d'ouverture manuelle, ce qui permet d'assurer également la fonction de commande.

Un disjoncteur possède en général deux niveaux de protection :

- protection contre les surcharges par déclencheurs thermiques pouvant détecter de faibles surcharges.

- Protection contre les courts-circuits par déclencheurs électromagnétiques intervenant au-delà des courants de surcharges et jusqu'à l'intensité maximale de court-circuit.

+ Critère de choix d'un disjoncteur.

Un disjoncteur est caractérisé par :

- sa tension nominale d'isolement (essai diélectrique).
- sa tension nominale d'emploi ; tension à laquelle se rapportent les pouvoirs de coupures et de fermetures.
- son courant nominal I_n ; courant maximal permanent que peut supporter un disjoncteur.
- son courant de réglage ; courant de réglage du déclencheur thermique.
- son pouvoir de coupure (PDC) ; plus grande intensité de court-circuit qu'un disjoncteur peut interrompre.

2+ Les coupes circuits à fusibles.

Ils comportent des éléments sensibles à la chaleur dégagée par le passage du courant électrique. Ils fondent lorsque cette chaleur dépasse une valeur limitée fixée par le choix du calibre du fusible.

Du point de vue de leurs caractéristiques de fonctionnement, on distingue les types suivants de fusibles :

- le type GI qui assure à la fois la protection contre les surcharges et la protection contre les courts-circuits.

- le type AM (accompagnement moteur) qui n'assure que la protection contre les courts-circuits.

3+ Protection et commande des moteurs puissants.

Dans notre atelier nous avons des machines très puissantes telles que machines -outils (29 Kw) et compresseur (220 Kw).

Au démarrage l'appel important du courant peut occasionner des chutes de tension excessives et peut diminuer la durée de vie des enroulements des moteurs.

. Procédés de limitation de courant de démarrage.

° Démarrage par réduction de la tension primaire.

- insertion d'impédances entre la source et le moteur.

- démarrage en étoile d'un moteur destiné à travailler en triangle.

Ces procédés s'appliquent surtout aux moteurs à cage.

° Démarrage par rhéostat secondaire.

- les résistances de démarrage sont montées sur le rotor ; leur élimination est assurée par des contacts à force centrifuge.

- les rhéostats liquide-vapeur (R.L.V.) ; ils sont montés à proximité des moteurs. Leur principe se base sur la vaporisation d'un liquide par effet Joule sous l'effet du grand courant de démarrage au secondaire.

La vapeur constitue la résistance rotorique. Au fur et à mesure qu'elle se condense la résistance diminue. A la fin du lancement les électrodes sont court-circuitées par un contacteur lié à un relais temporisé.

Ce procédé est applicable dans le cas de moteurs à grande puissance tel que notre compresseur.

. Dispositif de commande.

L'élimination des résistances de démarrage statoriques ou rotoriques est assurée par des contacteurs associés parfois à des relais temporisés et placés dans une armoire de commande.

Le démarrage étoile-triangle se fait aussi généralement par des contacteurs.

4- Les contacteurs.

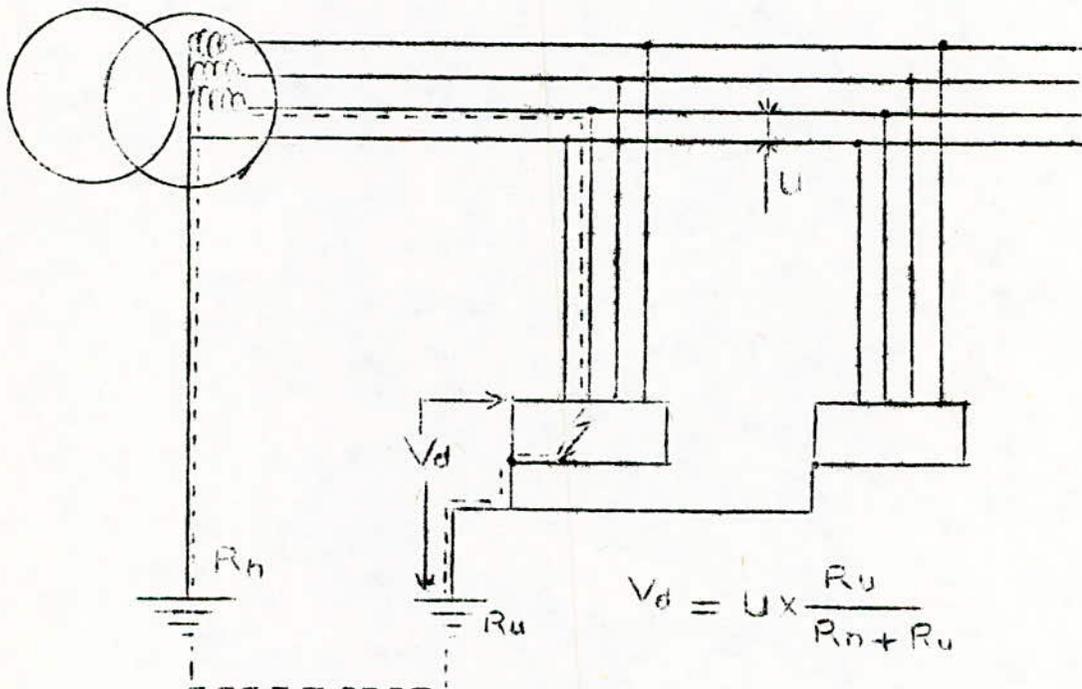
Un contacteur électromagnétique simple comprend généralement un électro-aimant devant lequel se trouve une palette mobile solidaire d'un certain nombre de contacts. Lorsque cet organe est alimenté, la palette est attirée et les contacts mobiles viennent s'appuyer contre les contacts fixes; ainsi, il est possible de fermer un ou plusieurs circuits électriques. L'association d'un relais avec un contacteur forme un discontacteur.

V- PROTECTION DES PERSONNES.

Le défaut d'isolement apparaît lorsqu'un conducteur actif (phase ou neutre) entre en contact avec une masse métallique (carcasse d'un moteur par exemple). Ses conséquences sont fonction du régime de neutre mis en oeuvre :

I/ Neutre à la terre ou schéma T.T :

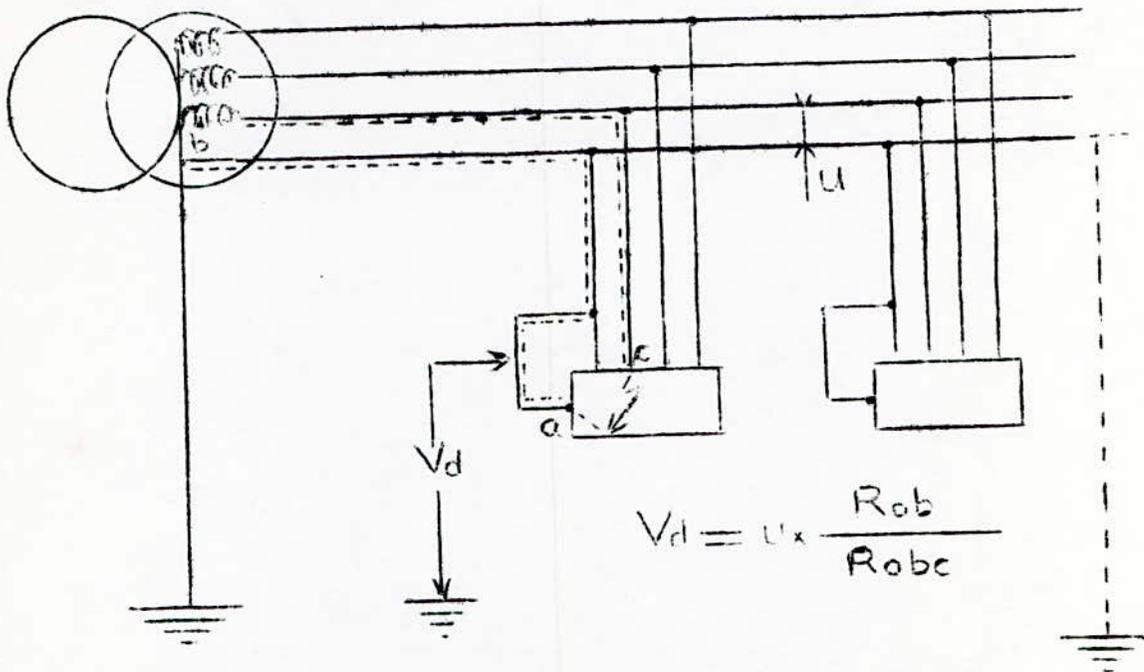
La masse est portée à un potentiel dangereux pour les personnes, il faut éliminer le défaut rapidement. Un dispositif différentiel placé en tête d'installation suffit à assurer la protection si toutes les masses sont interconnectées et reliées à la terre.



2/ En mise au neutre

Le défaut d'isolement se transforme en court-circuit phase-neutre. La masse est portée à un potentiel dangereux. Il convient de s'assurer que les dispositifs de protection contre les surintensités fonctionnent et élimineront le défaut.

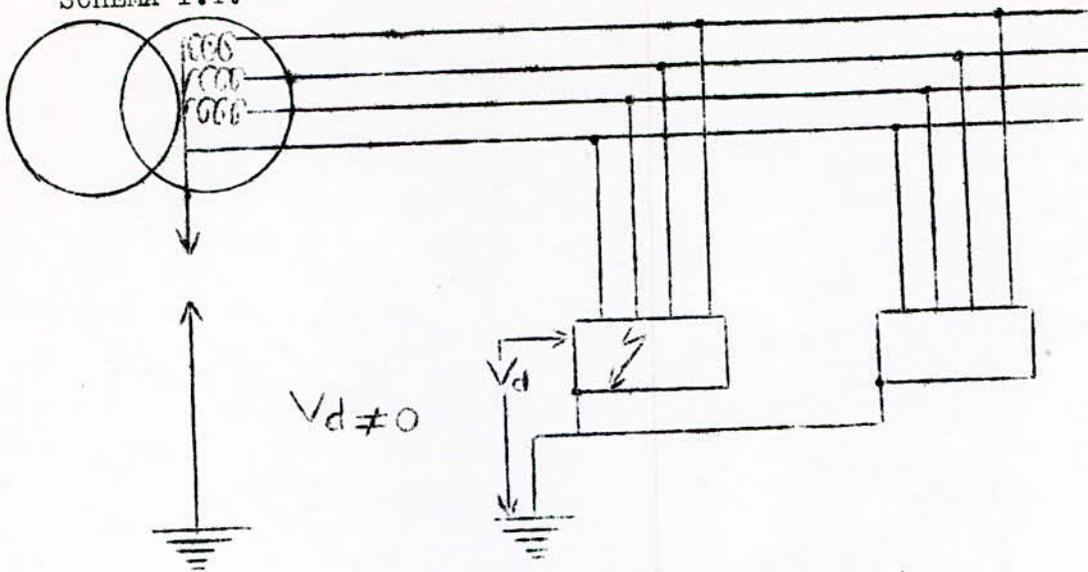
SCHEMA T.N.



3/ En neutre isolé ou impédant (Schéma I.T.):

La masse est portée à un potentiel inoffensif : il n'est pas nécessaire d'intérompre l'alimentation. La continuité est ainsi maintenue. Mais le défaut doit être signalé par un contrôleur d'isolement, recherché et éliminé. L'interconnexion des masses et les dispositifs de protection contre les surintensités assurent la protection en cas de défaut double.

SCHEMA I.T.



4/ Critères d'appréciation d'un régime de neutre

L'objectif commun des régimes de neutre est la sécurité : ne pas porter les masses ou éléments conducteurs à un potentiel dangereux. Aucun régime ne peut être présenté comme le meilleur. Chacun à ses avantages et ses inconvénients. Il faudra donc surtout adopter un compromis qui tiendra compte des paramètres suivants :

a) compatibilité du régime avec le type d'installation ; par exemple réseau très étendu où est sujet de surtension (zone orageuse...). Dans ce cas le schéma T.T. est préféré.

b) Compatibilité du régime avec le type d'exploitation ; par exemple la continuité d'exploitation est un impératif (usine à feu continu, fours à arc...) ; le neutre isolé (I.T.) est conseillé.

c) Personnel entretien :

- Si le personnel est inexistant ; le défaut doit être éliminé $\frac{x}{x}$ automatiquement (le schéma T.T ou T.N est conseillé).

- Si l'installation risque d'être modifiée (apport de nouveaux récepteurs), le schéma T.T est souhaité.

Notre atelier comporte deux zones de réserves qui seront dotées dans l'avenir d'équipement nouveaux. Le neutre mis en œuvre sera donc le schéma T.T. Les masses de chaque groupe de machines seront interconnectés et mises à la terre. Un dispositif différentiel résiduel en tête du groupe détectera tout défaut d'isolement.

VI- MISES A LA TERRE.

L'efficacité des mises à la terre dépend des conditions locales du terrain, et la valeur de la résistance de la prise de terre doit satisfaire aux conditions de protection (en schéma T.T $r_p < 3 \Omega$).

1/ Nature des prises de terre :

Les prises de terre peuvent être de l'un des types suivants : conducteurs nu, ruban, piquets, plaques, conduites métalliques d'eau, fondation des bâtiments.

2/ Choix de la prise de terre.

Pour les bâtiments neufs telx que le notre, la meilleur solution consiste à réaliser une boucle à fond de fouille pendant la construction du bâtiment (selon la NFC I5 100).

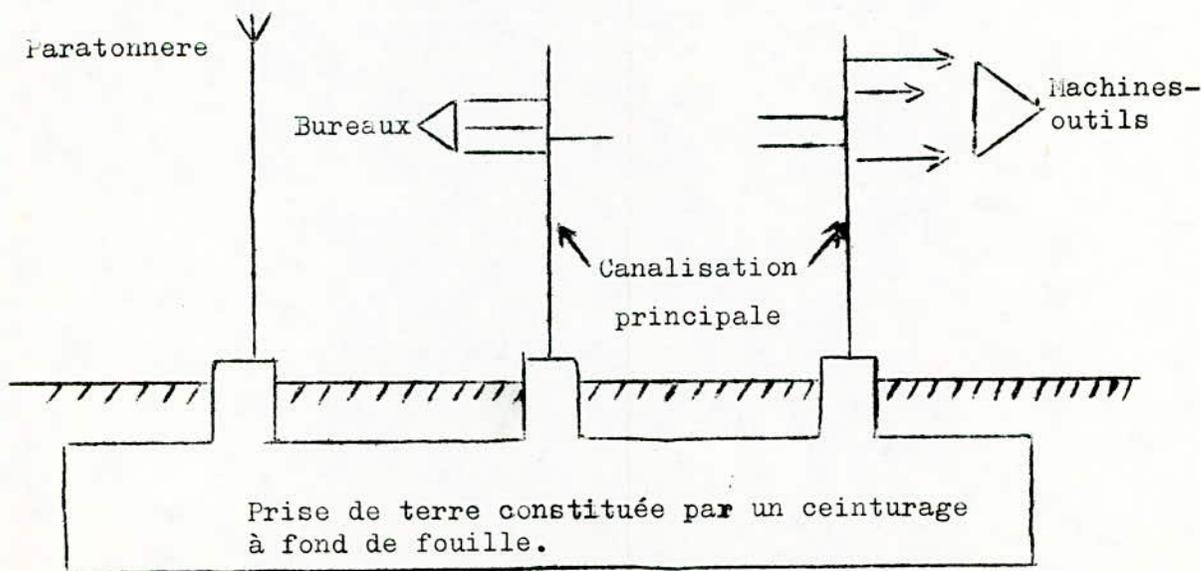
La boucle à fond de fouille peut être constituée:

- Soit par un conducteur en cuivre nu d'au moins 25 mm² de section, en bon contact avec le sol.
- Soit par un feuilard en acier de qualité marchande d'au moins 100 mm² de section et de 3 mm d'épaisseur.
- Soit par un câble en acier de 95 mm² de section, noyé dans le béton de propreté des fondations du bâtiment (ceinturage à fond de fouille).

Remarque/

L'avantage de noyer les conducteurs ou les feuilards d'acier dans le béton est leur protection contre la corrosion.

SCHEMA DE REALISATION :



3/ Détermination approximative de la résistance de terre.

Pour les boucles à fond de fouille :

$$R_p = \frac{2\rho}{L} \quad \text{avec : } \rho : \text{résistivité du terrain}$$

$$L : \text{périmètre du bâtiment}$$

Dans le cas de plaques minces enterrées, on aura :

$$R_p = 0,8 \cdot \frac{\rho}{L}, \quad L \text{ étant le périmètre de la plaque.}$$

Pour les piquets verticaux enfoncés de plus de 2m, R_p vaut :

$$R_p = \frac{\rho}{L}, \quad L : \text{longueur du piquet.}$$

Dans le cas où la prise de terre est réalisée par l'intermédiaire de piliers métalliques enterrés à une certaine profondeur, on aura :

$$R_p = 0,366 \cdot \frac{\rho}{L} \text{Log}_{10} \frac{3L}{d}$$

avec : L: longueur du pilier en mètre.

d: diamètre du cylindre circonscrit au pilier en mètre.

Notre atelier est classé parmi les locaux secs, la tension d'isolement ne doit pas dépasser 50 V ($R_p \cdot I_f \leq 50 \text{ v}$).

NATURE DU TERRAIN	VALEUR MOYENNE DE LA RESISTIVITE ρ ($\Omega \cdot m$)
Terrains arables gras, remblais compact humides.	50
Terrains arables maigres, gravier remblais grossiers.	500
Sols pierreux nus, sable sec, roches imperméables.	3000

VII- COORDINATION ENTRE LES DIFFERENTS DISPOSITIFS DE PROTECTION.

Elle ne peut être obtenue que par une sélectivité entre appareillages de protection. Cette sélectivité est soit ampèremétrique ou chronométrique.

I/ Sélectivité ampèremétrique:

Cette méthode consiste à l'échelonnement des seuils de réglage des déclencheurs magnétiques instantanés. Elle utilise des disjoncteurs rapides ou rapides limiteurs. La sélectivité totale est difficile à réaliser, quand il s'agit de disjoncteurs en cascade rapprochés.

2/ Sélectivité chronométrique:

Elle consiste à retarder plus ou moins l'instant d'ouverture des disjoncteurs. Cette technique nécessite l'introduction d'appareils retardateurs et des disjoncteurs capables de supporter les effets du courant de court-circuit pendant le temps de retard. Ce procédé est moins économique que le 1^{er} mais réalise une sélectivité totale.

3/Emplacement de l'appareillage de protection:

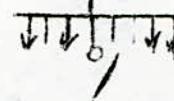
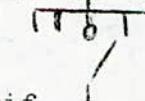
Les dispositifs de protection sont installés dans des endroits tel que:

- en tête d'un circuit alimentant un ou plusieurs récepteurs.
- lorsqu'il s'agit de changement de section ou de mode de pose, etc.

+ La connaissance des courants de courts-circuits dans ces endroits permet la détermination des pouvoirs de coupure (Pdc) des appareils de protection qu'on doit installer.

VIII- CALCUL DES COURANTS DE COURTS-CIRCUIT :

Nous allons appliquer une méthode simplifiée. Néanmoins, elle donne une approximation suffisante des courants de court-circuit.

Point considéré (M_i)	R_t (m.)	X_t (m.)	I_{cc} (KA)
Circuit amont du transformateur 	Négligeable/A	$X_t \neq Z_1 = \frac{U_b^2}{P_{cc}}$	$I_{cc} = \frac{1,1 U_n (HT)}{\sqrt{3} Z_1}$ (M_1)
Transformateur	Peut-être négligé	$X_t = \frac{U_{b0}^2}{S_n} \times U_{cc}$	
Disjoncteur sélectif	0	$X_t = 0,15m. / p\hat{o}le$	
A.G Jeu de barre 	0	$X_t = 0,15m / m$	$I_{cc} = \frac{U_b}{\sqrt{3} [\sum R_t^2 + \sum X_t^2]}^{1/2}$
Conducteurs et câbles	$\rho \cdot \frac{L}{S}$	$X_t = 0,15m / m$ pour câbles unipolaires $X_t = 0,08m / m$ (tripolaires)	
A. Secondaire jeu de barre disjoncteur sélectif 	$\rho \cdot \frac{L}{S}$	négligeable $X_t = 0,15m / p\hat{o}le$	$I_{cc} = \frac{U_b}{\sqrt{3} [\sum R_t^2 + \sum X_t^2]}^{1/2}$
Conducteurs et câbles	$\rho \cdot \frac{L}{S}$	négligeable pour $S \geq 25mm^2$	
Coffrets Disjoncteurs rapide 	0	0	$I_{cc} = \frac{U_b}{\sqrt{3} [\sum R_t^2 + \sum X_t^2]}^{1/2}$
Récepteurs 			

N.B. U_b : tension nominal BT; = 380 V
 P_{cc} : puissance de c.c du réseau HT dans notre cas elle vaut 250 MVA
 U_{b0} : tension à vide BT; = 400 V
 U_{cc} : tension de c.c en %
 S_n : $630 \cdot 10^3$ VA

Z_1 (ramenée) = $Z_1 \cdot \left(\frac{U_n (HT)}{U_n (BT)} \right)^2$
 $U_n (HT) = 30$ KV
 $U_n (BT) = 0,38$ KV

CALCUL DES COURANTS
DE COURT - CIRCUIT.

Calcul de I_{cc} au point M_n		R_t (m.)	X_t (m.)	I_{cc} (KA)
Avant transformateurs (M1)		0	3,6	5,3
Après transformateurs (M2)		0	11,38	19,2
Après jeu de barres de l'A - G (M3)		0	12,58	17,4
Après jeu de barres du TS I (M4)		2,4	14,18	15,25
Après jeu de barres du TS 2 (M4)		3,37	16,18	13,27
Après jeu de barres du TS 3 (M4)		16,7	17,78	9
Départ du CD I (M5)		12,6	15,78	11
Départ du CD 2 (M5)		5,28	13,82	15
Départ du CD 3 (M5)		16,8	16,42	9,3
Départ du CD 4 (M5)		47,4	17,38	4,34
Départ du CD 5 (M5)		23,17	20,58	7
Départ du CD 6 (M5)		17,77	19,38	8,3
Départ du CD 7 (M5)		10,57	19,22	10
Départ du CD 8 (M5)		23,57	17,62	7,5
Départ du CD 9 (M5)		166,7	20,18	13

CALCUL DES COURANTS
DE COURT - CIRCUIT.

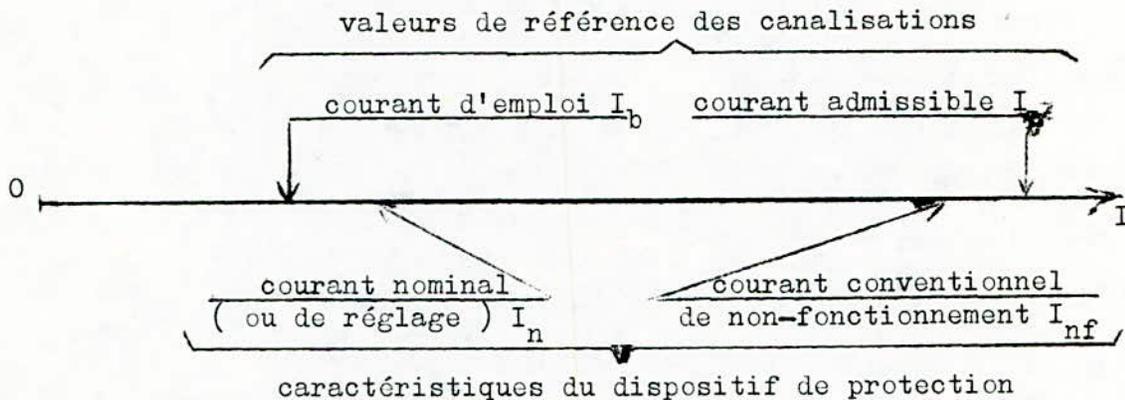
Point de calcul de I_{cc} (au point M_i)		R_t (m.Ω)	X_t (m.Ω)	I_{cc} (KA)
Avant transformateurs (M1)	MI	0	3,6	5,3
Après transformateurs (M2)	M2	0	11,38	19,3
Après jeu de barres de 1'A-G (M3)	M3	0	12,58	17,4
Après jeu de barres du TS 4 (M4)	M4	9,75	17,78	11
Après jeu de barres du TS 5 (M4)		12,96	16	10
Après jeu de barres du TS 6 (M4)		3,75	25	8,7
Départ du CD I0 (M5)	M5	20,55	19	7,8
Départ du CD II (M5)		167,25	20,58	1,3
Départ du CD I2 (M5)		17,46	19	8,5
Départ du CD I3 (M5)		25,17	20,18	6,8
Départ du CD I4 (M5)		24,21	16,28	7,5
Départ du CD I5 (M5)		42,96	16,28	4,8

Récepteurs

IX- REGLAGE DES DISPOSITIFS DE PROTECTION

I/ Protection contre les surcharges:

Le réglage des déclencheurs thermiques des disjoncteurs ou les calibres des fusibles doivent être situés par rapport à l'axe des courants selon le schéma suivant:



2/ Protection contre les court-circuits:

Dans notre installation nous avons choisi une sélectivité chronométrique. La sélectivité ampermétrique étant très difficile à réaliser, les disjoncteurs sont disposés en cascade rapprochés et le seuil des déclencheurs magnétiques est limité.

+ réglage du temps de coupure du courant de court-circuit

Le temps t de coupure du dispositif de protection (disjoncteur ou fusible) doit être inférieur à la valeur déduite de la formule suivante:

$$\sqrt{t} = K \cdot \frac{S}{I} \quad (t \text{ en secondes})$$

avec:

- S: section des conducteurs en mm^2
- I: intensité en Ampère du courant de court-circuit franc.
- K: constante

pour les conducteurs en cuivre, K vaut:

- K = 115 isolation en PCV
- K = 135 isolation en caoutchouc naturel, caoutchouc butyle, polyéthylène réticulé, ou à l'éthylène-propylène.

TABLEAU DE VALEURS ET
DISPOSITIF DE PROTECTION

Circuit à protéger	I_e (A)	I_a (A)	I_{cc} (M5) (KA)	Dispositif de protection et courant de réglage
CI - 1	19,5	85	II	Disjoncteur type F32 $I_r = 20$ A
CI - 2	19,5	85	II	" " " " " " " "
CI - 3	19,5	85	II	" " " " " " " "
C2 - 4	19,5	85	I5	Disjoncteur type F32 $I_r = 20$ A
C2 - 5	19,5	85	I5	" " " " " " " "
C2 - 6	19,5	85	I5	" " " " " " " "
C2 - 7	19,5	85	I5	" " " " " " " "
C3 - 8	19,5	85	9,3	Disjoncteur type F32 $I_r = 20$ A
C3 - 9	19,5	85	9,3	" " " " " " " "
C3 - 10	19,5	85	9,3	" " " " " " " "
C4 - 25	15,2	85	4,34	Disjoncteur type F32 $I_r = 20$ A, $I_{rm} = 110$ A
C4 - 26	15,2	85	4,34	" " " " " " " "
C5 - 11	19,5	85	7	Disjoncteur type F32 $I_r = 20$ A
C5 - 12	19,5	85	7	" " " " " " " "
C5 - 13	19,5	85	7	" " " " " " " "
C5 - 14	19,5	85	7	" " " " " " " "
C6 - 15	32	138	8,34	Disjoncteur type F100 $I_r = 35$ A, $I_{rm} = 350$ A

TABLEAU DE VALEURS ET
DISPOSITIF DE PROTECTION (suite)

Circuit à protéger	I_e (A)	I_a (A)	I_{cc} (M5) (KA)	Dispositif de protection et courant de réglage.
C6 - I6	32	138	8,34	Disjoncteur type FI00 $I_r = 35$ A, $I_{rm} = 350$ A
C7 - I7	72	213	10	Disjoncteur type FI00 $I_r = 80$ A, $I_{rm} = 640$ A
C7 - I8	72	213	10	" " " " " " " "
C8 - I9	15,2	63	7,5	Disjoncteur type F32 $I_r = 16$ A, $I_{rm} = 88$ A
C8 - 20	15,2	63	7,5	" " " " " " " "
C9 - 45	4,35	19,5	1,3	Disjoncteur type F32 $I_r = 5$ A, $I_{rm} = 30$ A
C9 - 46	9,33	46	1,3	Disjoncteur type F32 $I_r = 10$ A, $I_{rm} = 60$ A
C9 - 48	4,35	19,5	1,3	Disjoncteur type F32 $I_r = 5$ A, $I_{rm} = 30$ A
C9 - 49	4,50	19,5	1,3	" " " " " " " "
C10-37	19,5	85	7,8	Disjoncteur type F32 $I_r = 20$ A, $I_{rm} = 110$ A
C10-30	14	63	7,8	" " " " " " $I_r = 15$ A
C10-40	7,2	35	7,8	" " " " " " $I_r = 10$ A
CII-41	1,65	19,5	1,3	Disjoncteur type F32 $I_r = 2$ A, $I_{rm} = 11$ A
CII-42	1,20	19,5	1,3	" " " " " " " "
CII-43	4,2	19,5	1,3	Disjoncteur type F32 $I_r = 5$ A, $I_{rm} = 30$ A
CII-44	4,35	19,5	1,3	" " " " " " " "
CII-47	0,81	19,5	1,3	Sectionneur porte fusibles

TABLEAU DE VALEURS ET
DISPOSITIFS DE PROTECTION (Suite-2-)

Circuit à protéger	I_e (A)	I_a (A)	I_{cc} $\left(\frac{M5}{KA}\right)$	Dispositif de protection et courant de réglage
CI1 - 38	3	19,5	1,3	Disjoncteur type F32 $I_r = 5$ A, $I_{rm} = 30$ A
CI2 - 35	23,5	112	8,5	Disjoncteur type FI00 $I_r = 25$ A, $I_{rm} = 150$ A
CI2 - 36	23,5	112	8,5	" " " " " " " "
CI3 - 21	22,5	112	6,8	Disjoncteur type FI00 $I_r = 25$ A, $I_{rm} = 150$ A
CI3 - 22	12,5	63	6,8	Disjoncteur type F32 $I_r = 15$ A, $I_{rm} = 90$ A
CI3 - 23	12,5	63	6,8	" " " " " " " "
CI3 - 24	12,5	63	6,8	" " " " " " " "
CI4 - 27	6,5	26	7,5	Disjoncteur type F32 $I_r = 10$ A,
CI4 - 28	14	63	7,5	Disjoncteur type F32 $I_r = 15$ A
CI4 - 29	14	63	7,5	" " " " " " " "
CI5 - 31	7,2	35	4,8	Disjoncteur type F32 $I_r = 10$ A, $I_{rm} = 60$ A
CI5 - 32	8,33	35	4,8	" " " " " " " "
CI5 - 33	6	26	4,8	" " " " " " " "
CI5 - 34	6	26	4,8	" " " " " " " "

TABLEAU DE VALEURS ET
DISPOSITIF DE PROTECTION

Circuit à Protéger	I_e (A)	I_a (A)	I_{cc} (M4) (KA)	Type de dispositif de protection et courant de réglage
AI - C1	52,5	157	15,25	Disjonct. type compact C250 $I_r = 100$ A, $I_{rm} = 0,8$ KA, $t = 80$ mS
AI - C2	70	190	15,25	Disjoncteur type C250 $I_r = 100$ A, $I_{rm} = 0,8$ KA, $t = 80$ mS
AI - C3	52,5	157	15,25	Disjoncteur type C250 $I_r = 100$ A, $I_{rm} = 0,8$ KA, $t = 80$ mS
AI - C4	27,5	96	15,25	Disjoncteur type C250 $I_r = 100$ A, $I_{rm} = 0,8$ KA $t = 80$ mS
AI-lumiere	2,5	15,5	15,25	Sectionneur porte fusibles $I_f = 16$ A
A2 - C5	70,15	190	13,30	Disjoncteur type C250 $I_r = 100$ A, $I_{rm} = 0,8$ KA $t = 80$ mS
A2 - C6	57	190	13,30	" " " " " " " "
A2 - C7	74,6	293	13,30	" " " " " " " "
A2 - C8	27,3	96	13,30	Disjoncteur type RI25 $I_r = 40/60$, $I_{rm} = 320/480$ $t = 80$ mS
A2 - lumière	10,76	28	13,30	Fusible débrochable (contacteur type NCI-DB) $I_f = 16$ A
A3 - C9	18	52	9	Disjoncteur type RI25 $I_r = 25/40$, $I_{rm} = 210/320$ $t = 80$ mS
A3- lumière	12	24	9	Fusible débrochable (contacteur type NCI-DB) $I_f = 20$ A
A3 - prises de courant	15	24	9	Sectionneur porte fusibles $I_f = 20$ A
A3 - prises de courant	49	57	9	" " " $I_{fus} = 60$ A " "

TABLEAU DE VALEURS ET
DISPOSITIF DE PROTECTION (Suite)

Circuit à protéger	I_e (A)	I_a (A)	I_{cc} (M4) (KA)	Type de dispositif de protection et courant de réglage
A3 - prises de courant	12,8	24	9	Sectionneur porte fusibles $I_{fus} = 20$ A
A3 - lumière	9,5	17,5	9	Fusible débrosable (contacteur type NDC-DB) $I_f = 16$ A
A4 - AIO	37	127	II	Disjoncteur type RI25 $I_r = 55/80, I_{rm} = 400/800$ $t = 80$ mS
A4 - CII	12	40	II	Disjoncteur type RI25 $I_r = 55/80, I_{rm} = 400/800$ $t = 80$ mS
A4 - CI2	52	157	II	Disjoncteur type RI25 $I_r = 75/100, I_{rm} = 450/1000$ $t = 80$ mS
A4 - CI3	53	157	II	" " " " " " " "
A4 - lumière	7	24	II	Fusible débrosable (contacteur type NCI-DB) $I_f = 12$ A
A4 - prises	12	24	II	Sectionneur porte fusibles $I_{fus} = 16$ A
A4 - Prises	20	24	II	Sectionneur porte fusibles $I_{fus} = 24$ A
A5 - CI4	31	96	IO	Disjoncteur type RI25 $I_r = 40/60, I_{rm} = 320/480$ $t = 25$ mS
A5 - CI5	22	52	IO	Disjoncteur type RI25 $I_r = 25/40, I_{rm} = 210/320$ $t = 25$ mS
A5 - lumière	9,5	24	IO	Fusible débrosable (contacteur NCI-DB) $I_{fus} = 16$ A
A6 - Compresseur	323	1190	8,7	Disjoncteur type C500 $I_r = 325$ A, $I_{rm} = 2$ KA

PROTECTION

BATIMENT TECHNIQUE

	Circuit	I_n (A)	$I_{fusible}$	Dispositif de protection
	I	II	20	Sectionneur porte fusible
	2	I4	20	" " " " " "
	3	I3	20	" " " " " "
	4	II	20	" " " " " "
	5	5,2	I2	Coupe circuit à fusible
	6	4,3	I2	" " " " " "
	7	6,7	I2	" " " " " "
	8	9,2	20	Sectionneur porte porte fusible
	9	3,4	I2	Coupe circuit à fusible
	10	5,2	I2	" " " " " "
	11	5,2	I2	" " " " " "
	12	7	I2	" " " " " "

Les transformateurs seront protégés contre les défauts internes par relais Bucholz (détection par mouvement d'huile) et éventuellement par relais différentiel contre les mauvais isollements.

3/ Partie BT :

Elle comporte un T.G.B.T. contenant :

- deux disjoncteurs généraux B.T.
- un disjoncteur de couplage.
- un jeu de barre alimentant les départs.
- un interrupteur ou un disjoncteur par départ.
- une protection par fusibles, par départ, dans le cas d'utilisation d'interrupteur.
- des appareils de contrôle tels que voltmètres, ampèremètres, phasemètre, etc.
- des batteries de condensateurs et leurs appareils de commande et de protection.

IV- MESURES DE PROTECTION COMPLEMENTAIRES DANS LA S/STATION.

- Protection contre le toucher : grillage, blindage en acier, etc.
- Protection par mise à la terre de toutes les masses métalliques.
- La s/station doit comprendre au minimum un un tabouret isolant, une perche isolante et une paire de gants spéciaux afin d'effectuer les manoeuvres en toute sécurité.

PARTIE VIII.

PROMOIRES ET **P**OFFRETS.

I - INTRODUCTION

Les armoires et les coffrets contiennent l'appareillage de protection et de commande. Ils doivent être visibles et installés auprès des recepteurs qu'ils desservent. Leur emplacement ne doit en aucun cas gener le personnel et les engins mobiles. Les armoires sont verrouillées et protegés contre les chocs mécaniques. La partie metallique est mise à la terre.

Les armoires et les coffrets sont choisis en fonction de leur milieu (corrosif, humide,) et dimentionnés en fonction de l'appareillage qu'ils contiennent.

DIMENSIONNEMENT DES ARMOIRES ET DES COFFRETS.

Nous allons donner un exemple de calcul de dimensionnement et dresser un tableau d'encombrement.

CALCUL D'ENCOMBREMENT POUR L'ARMOIRE AI

- 1^{er}) Somme des surfaces du materiel d'équipement.
- 2 °) La surface obtenue est multipliée par un coefficient de foisonnement, qui tient compte des dispositions de l'appareillage (équipements serrés, moyens, ou larges, etc,...) on prendra un coefficient moyen egal à 2,1.
- 3 °) Détermination de la profondeur de l'armoire on prenant comme référence l'element le plus profond et on lui ajoutant un intervalle de 200 mm.
- 4 °) Choix de l'armoire.
les armoires sont normalisées; on choisira l'armoire dont les dimension sont égaux ou superieurs immediatement aux valeurs trouvées.
- 5 °) Calcul.
l'armoire AI contient :

ELEMENTS	SURFACES DES ELEMENTS (dm2)	PROFONDEUR
- 4 Disj. compact C 250	4 X (3,65 X 2,5)	1,47
- I interrupteur sectionneur 4 poles type interpack	1,4 X 2,12	1,50
- I Sectionneur porte fusible	2,87 X 1,35	1,45

$$St = \sum Se = 43,3$$

$$Sa = St \times 2,1 = 91,01$$

$$Profondeur = 1,50 + 2,00 = 3,50$$

Dans les catalogues des armoires on choisit :
Une armoire type DEAG de : H = 1500; L = 800; P = 400.

CALCUL D'ENCOMBREMENT

ARMOIRES SECONDAIRES

ARMOIRE	HAUTEUR	LARGEUR	PROFONDEUR
A1/ TYPE DEA6	1500	800	400
A2/ " " "	""	"	"
A3/ " " "	1200	600	400
A4/ " " "	""	"	"
A5/ " " "	""	"	"
A6/ " " "	1500	800	350

COFFRETS DIVISIONNAIRES

COFFRET	HAUTEUR	LARGEUR	PROFONDEUR
CI/ TYPE DEI	500	400	250
C2/ " " "	"	"	"
C3/ " " "	"	"	"
C4/ " " "	400	300	200
C5/ " " "	500	400	250
C6/ " " "	500	400	250
C7/ " " "	"	"	"
C8/ " " "	400	300	200
C9/ " " "	"	"	"
CI0/" " "	500	400	250
CII/" " "	"	"	"
CI2/" " "	"	"	"
CI3/" " "	"	"	"
CI4/" " "	"	"	"
CI5/" " "	400	300	200

ARMOIRE GENERALE

T.G.B.T./TYPE TD 7x4	H = 2100	L = 1200	P = 725
----------------------	----------	----------	---------

CONCLUSION GÉNÉRALE.

Nous avons conçu notre installation en tenant compte de son extension future. A cette fin, nous avons prévu :

- une réserve d'énergie de 50 % de la puissance installée.
- un mode de pose par chemin de câble permettant l'adjonction facile de nouvelles dérivations et une modification éventuelle du tracé des canalisations.
- pour l'éclairage, des luminaires accrochés directement à la charpente évitant ainsi tout risque de gêner l'évolution des ponts roulants qui seront installés ultérieurement.

L'emplacement des armoires et coffrets a été choisi dans le but de minimiser au maximum le coût d'installation tout en permettant une intervention rapide en cas d'avarie.

Les calculs relatifs aux chutes de tensions et aux sections des conducteurs ainsi que le choix des modes de protection ont été faits selon les prescriptions des normes.

Par cette étude, que nous espérons voir passer à la réalisation, nous avons pu cerner les différents problèmes qu'on rencontre généralement dans les installations usinales.

B i b l i o g r a p h i e .

- | | |
|---|----------------------------|
| -Encyclopedie Quillet | |
| -L'eclairage | P.Vandeplanque |
| -La technique de l'éclairage | M.Deribere |
| -Technologie d'électricité | Heiny & Capliez T.I |
| -" " " | Heiny & Naudy T.3 |
| -" " " | Heiny & Capliez T.2 |
| -" " " | Heiny , Naudy & Darées T.4 |
| -Guide des installations
electriques | Merlin Gerin |
| -Appareillage électrique B.T | " " |
| -Installations électriques B.T | (NFC -15 100) |
| -Catalogue.. Europhane | |
| -" " Mazda | |
| -" " Lienard Soval | |
| -NFC 13 100 | |

