

3/82

20

Université des Sciences et de la Technologie

Houari Boumediene



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE D'ALGER

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
BIBLIOTHÈQUE

DEPARTEMENT D'ELECTRICITE

Filière : INGENIORAT EN ELECTROTECHNIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

INSTALLATION ELECTRIQUE DE
L'ATELIER DE MECANIQUE DE
L'E.N.P.A.

3 PLANCHES.

Sujet proposé par :

Mr M. KOURGHLI

Etudié par :

A. ALLEL

D. M. MOUSS.

Bu

Université des Sciences et de la Technologie

Houari Boumedienne

U. S. T. H. B.

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE D'ALGER

DEPARTEMENT D'ELECTRICITE

Filière : INGENIORAT EN ELECTROTECHNIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

**INSTALLATION ELECTRIQUE DE
L'ATELIER DE MECANIQUE DE
L'E.N.P.A.**

Sujet proposé par :

Mr M. KOURGHLI

Etudié par :

A. ALLEL

D. M. MOUSS.

Dédicaces

- A mon père et ma mère.
- A mon frère Nadir et sa femme.
- A ma sœur Habiba et son mari.
- A mon frère Neddine.
- A mes sœurs Kinza, Amel, Leila.
- A mon neveu Ali Bey
- A tous mes Amis (es).

M. Djamel.

- A mon père et ma regrettée mère.
- A mon frère Abdellah.
- A toutes mes sœurs.
- A tous mes Amis (es)

A. Abdelmadjid.

-o- R E M E R C I M E N T S -o-

- Nous tenons avant tout à exprimer nos plus vives remerciement à Monsieur M. KOURGHLI pour toute l'aide et les précieux conseils qu'il nous a prodigués .
- Nous tenons aussi a remercier tous les professeurs qui ont contribué à notre formation.
- Nous prions toutes les personnes qui ont collaboré de près ou de loins à l'élaboration de ce modeste ouvrage, de trouver ici l'expression de notre profonde gratitude .

TABLE DES MATIERES .

Presentation du sujet : Page
1.

Chapitre Un.

Eclairage

1.	Introduction _ _ _ _ _	2
2	Unités et grandeurs photométriques _ _ _	2
3	Lois fondamentales _ _ _ _ _	4
4.	Sources de lumière _ _ _ _ _	5
5	Differents modes d'éclairage _ _ _ _ _	9
6.	Projet d'éclairage _ _ _ _ _	10

Chapitre Deux

Installation de la force motrice.

1	Introduction _ _ _ _ _	17
2	Structure du reseau _ _ _ _ _	17
3	Evaluation de la puissance _ _ _ _ _	20
4	Methode de calcul de la puissance consommée _ _ _ _ _	22
5	Compensation _ _ _ _ _	25

Chapitre Trois.

Calcul des câbles

1.	Introduction _ _ _ _ _	31
2-	Criteres choix des sections des conducteurs.	31
3 -	Mode de pose et choix des câbles _ _ _ _	37

Chapitre Quatre

Protection

1.	Introduction	39
2.	Protection du materiel	39
3.	Protection des personnes	49

Chapitre Cinq

Armoires et Coffrets

1.	Introduction	66
2-	Criteres de choix	66
3-	Calcul de l'encombrement	68



	Conclusion generale	72
--	---------------------	----

Présentation du Sujet .

L'étude que nous nous proposons de faire dans le cadre de ce projet de fin d'étude porte sur l'installation électrique de l'atelier de mécanique de l'Ecole Nationale Polytechnique d'Alger

Les données que nous possédions au départ étaient.

- Le plan de l'atelier .
- La puissance installée des récepteurs que nous avons pu relever .

Nous avons subdiviser notre étude en (cinq) 5 grandes parties

- 1 - Projet d'éclairage .
- 2 - Installation des forces motrices .
- 3 - Calcul des câbles .
- 4 - Protection .
- 5 - Armoires et coffrets .

1 Introduction

Longtemps l'éclairage a été considéré, à tort, comme un élément secondaire. L'anarchie et l'empirisme s'y donnaient libre cours. Tout y était sacrifié sous prétexte d'économie, contrairement à ce que pense la majorité des industriels la productivité est plus un état d'esprit qu'un problème d'argent.

La productivité est liée au climat psychologique régnant dans le lieu de travail et l'éclairage y joue un rôle prépondérant .

2- Unités et grandeurs photométriques

Le problème de l'éclairage nécessite la connaissance des grandeurs photométriques qui servaient, entre autre, à caractériser les propriétés des sources lumineuses.

La détermination de ces unités et symboles photométriques a été faite par la commission internationale de l'éclairage (CIE).

2.1. flux lumineux.

Le flux lumineux est la quantité de lumière émise par une source par seconde . Il s'exprime en lumen (lm).

Si une source émet une énergie dW_E pendant un instant dt son flux énergétique sera défini par :

$$\frac{dW_E}{dt} = \frac{1}{2} V \cdot \epsilon^* E^2 \quad (1).$$

avec. V : vitesse de propagation des rayons électromagnétiques

$\epsilon^* = \epsilon_0 \epsilon_r$: constante diélectrique du milieu .

E = valeur du champ électrique .

2.2. Intensité lumineuse

L'intensité lumineuse est le flux lumineux par unité d'angle solide, dans lequel ce flux est émis et cela dans une direction donnée .

$$I = \frac{d \phi}{d \Omega} \quad (2).$$

Elle s'exprime en candela : 1 cd = 1 lm/sd.

Cette définition s'applique dans le cas d'une source ponctuelle

S'il s'agit d'une ^{source} lumineuse courante (lampe), on peut la considérer comme ponctuelle sachant que :

$$h \gg (2 \div 4) d. \quad (3).$$

h = hauteur à laquelle est placée la lampe.

d = Diamètre où est placée la lampe .

2.3. Eclairement .

L'éclairement en un point d'une surface est la densité du flux lumineux , ou la quotient du flux par l'aire de la surface uniformément éclairée .

$$E = \frac{\phi.}{S.} \quad (4).$$

l'unité pratique de l'éclairement est le lux (lx). C'est l'éclairement d'une surface de 1 m², recevant un flux de 1 lm; uniformément répartie .

$$1 \text{ lx} = \frac{1 \text{ lm.}}{1 \text{ m}^2}$$

2.4. Luminance.

C'est l'intensité lumineuse émise par unité de surface, visible à partir de la source lumineuse .

$$B = \frac{I.}{S_a} \quad (5)$$

l'unité officielle de luminance est la candela par m² ou la candela par cm²

Certains auteurs utilisent le	STILB	cd/cm ²
	NIT	cd/m ²

2.5. Radiance.

C'est le flux lumineux émis par unité de surface ou la densité de flux .Elle s'exprime en lumen par unité de surface. Dans le système C.G.S - c'est le plot.

$$1 \text{ plot} = 1 \text{ lm/cm}^2$$

2.6. Quantité de lumière

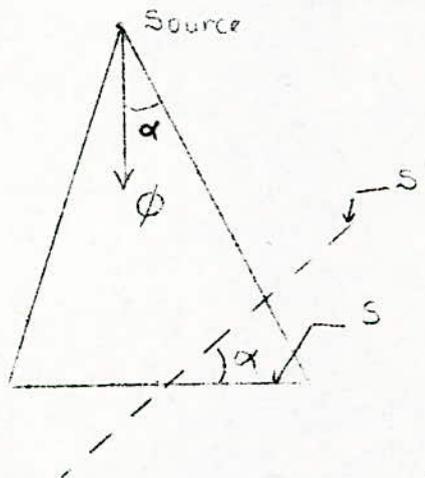
C'est une notion qui découle de la définition du flux lumineux, comme étant le produit du flux lumineux et du temps durant lequel ce flux est émis .

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} \phi dt . \quad (6).$$

Son unité est : lumen seconde .(lms).

3. Loi Fondamentales .

31. Loi du Cosinus.



S: Surface recevant un flux ϕ normalement aux rayons lumineux, En son éclairement.

S': Surface recevant le même flux ϕ , mais formant un angle α avec les rayons lumineux, En son éclairement.

D'après la définition de l'éclairement, nous pouvons écrire

$$E_n = \frac{\phi}{S} \quad (7).$$

$$E = \frac{\phi}{S'} \quad (8).$$

$$\text{Or } S = S' \cos \alpha .$$

$$\phi = E_n S = E S' .$$

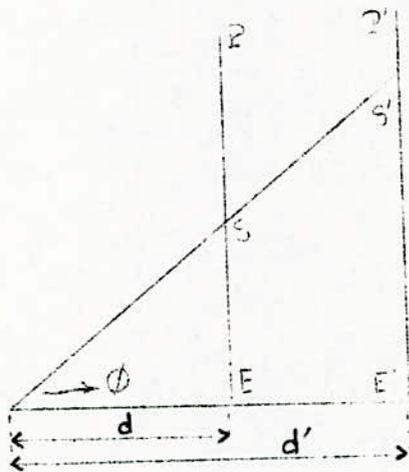
$$\phi = E_n S' \cos \alpha = E S'$$

$$\text{D'où } \boxed{E_n \cos \alpha = E} \quad (9).$$

Cette loi montre que l'éclairement d'une surface est proportionnelle au cosinus de l'angle d'incidence des rayons lumineux .

*. Angle d'incidence : angle compris entre la direction du rayon et la perpendiculaire à la surface élevée au point de rencontre (fig 1).

3.2. Loi de l'inverse du carré de la distance



Soient P et P' 2 plans normaux à la direction des rayons lumineux émanant d'une source ponctuelle O, et situés à une distance "d" et "d'" de cette source .

ϕ S et S' 2 surfaces de coupées par le flux ϕ
E et E' les éclairement de S et S' .

$$\text{On a . } \phi = ES = E'S' \Rightarrow \frac{E}{E'} = \frac{S'}{S} \quad (10).$$

$$\text{On démontre en géométrie que } \frac{S'}{S} = \frac{d'^2}{d^2} \quad (11).$$

$$\text{d'où . } \boxed{E = E' \frac{d'^2}{d^2}} \quad (12).$$

Cette formule s'énonce ainsi : l'éclairement d'une surface par une source ponctuelle varie en raison inverse du carré de la distance de la source à l'écran .

4. Sources de lumière

L'éclairage électrique est une branche très importante de l'utilisation de l'énergie électrique. Plusieurs moyens ont été mis en oeuvre pour l'obtention de l'énergie radiante (lumière).

Ces appareils peuvent être classés d'après la source de rayonnement (foyers lumineux) utilisée, cette dernière dépend elle même du phénomène principal entrant en jeu pour produire l'énergie radiante.

4.a Incandescence .

L'émission de lumière est produite au moyen d'un corps porté à l'incandescence par le passage d'un courant électrique .

4 b . D'écharge .

La lumière est produite soit par dècharge électrique

- dans un ou plusieurs gaz rarefiés
- dans des vapeurs metalliques
- dans un mélange de plusieurs gaz et vapeurs .

Quelque soit le phénomène entrant en jeux, tout système d'éclairage comporte : (fig 3).

- Une source de lumière qui comprend les organes nécessaires à la production de l'énergie radiante : (appareil producteur).
- Un dispositif qui dirige ou diffuse les rayons lumineux emis par la source : (appareil de repartition.)

4.1. Lampes à incandescence .

Le flux énergétique que ces lampes émettent est dû uniquement à une élévation de température. L'émission de lumière est causée par l'agitation thermique des électrons par suite du passage d'un courant électrique . Elles comportent un filament (généralement en Tungstène Spirale) enfermé dans un ballon dans lequel on a fait un vide tres poussé .

Ces lampes se distinguent par leur puissance, leur tension d'alimentation , le flux lumineux emis et si cela est nécessaire par la forme de l'ampoule. (Spherique, oignon, flamme) et le type de culot (à vis , à baïonnette).

Caracteristiques .

- emission de lumière blanche .
- Prix relativement bas .
- Durée de vie relativement faible (1000 heures)
- 9/10 de l'énergie reçu est dépensée sous forme de chaleur.
- Bonne adaptation au réseau électrique .

4.2. Lampes à décharges .

4.2.1. Principe de fonctionnement .

Si aux extrémités d'un tube, vide d'air, ou contenant un gaz à très faible pression, on applique une différence de potentiel (ddp) suffisamment élevée, un courant électrique s'établit dans le tube accompagné d'un rayonnement lumineux (produit par le processus d'ionisation du gaz dans le tube).

En maintenant cette tension, le flux électronique augmenterait ce qui pourrait entraîner la destruction du tube si les précautions ne sont pas prises. Ainsi on se heurte dans tous les tubes à décharge à deux (2) problèmes .

- Amorçage du courant.
- Stabilisation du courant .

Pour palier à ces 2 problèmes on dispose respectivement d'un starter et d'un ballast.

4.2.1 a). Le starter .

Constitué d'un bilame plongé dans un tube renfermant un gaz rare (néon ou argon). La mise sous tension provoque le jaillissement d'une effluve qui a pour effet de chauffer le bilame et de fermer l'interrupteur "A" (fig5). La décharge dans le tube court-circuite l'interrupteur (tension trop faible pour qu'il y ait décharge) le condensateur "C" a pour rôle d'absorber l'étincelle à la rupture et, d'éliminer les parasites radiophoniques et faciliter l'amorçage .

4.2.1 b). Le ballast .

Appareil de stabilisation du courant (monté en série avec la lampe); composé d'un noyau en tôle magnétique entouré d'un enroulement en fil de cuivre dans le cas où la tension du secteur est insuffisante pour créer la tension d'amorçage, si non on disposera d'un transformateur permettant l'élévation de la tension et d'une bobine d'inductance .

4.21 c). Compensation

L'introduction d'une inductance dans le circuit du tube fait que l'ensemble tube-ballast possède un faible facteur de puissance (de l'ordre de 0,5) . Pour réduire l'intensité du courant absorbé et les pertes d'énergie (relever ce facteur de puissance) soit qu'on dispose :

- Une capacité en parallèle avec le starter (fig 4).
- 2 tubes en duo (l'un inductif, l'autre capacitif)

4.22 Montage en duo (fig 7).

Toute lampe fonctionnant sur courant alternatif à faible fréquence, émet une lumière irrégulière, due aux variations cycliques du courant. Cette irrégularité n'apparaît pas à la fréquence de 50 Hz s'il s'agit de lampes à incandescence dont le filament de Tungstène offre une certaine inertie au refroidissement, par contre les substances fluorescentes n'ayant qu'une rémanence assez faible ne permettent pas d'éviter un papillotement désagréable - variations périodiques du flux lumineux - Quand cette lumière éclaire des machines ou des objets en mouvement, elle produit un effet stroboscopique gênant pour la vue. On corrige cet effet en utilisant un montage duo .

La lampe dite inductive est montée de façon normale (comme - fig 5) celle dite capacitive est montée sur un condensateur "C" en série avec la bobine de stabilisation L_2 (fig 7) elle absorbe un courant décalé par rapport au courant du premier tube

La superposition des courants des 2 (deux) tubes a pour effet de produire un décalage presque nul (facteur de puissance voisin de 0,95).

Caractéristiques . . .

- efficacité lumineuse grande avec faible dégagement de chaleur . . . / . . .

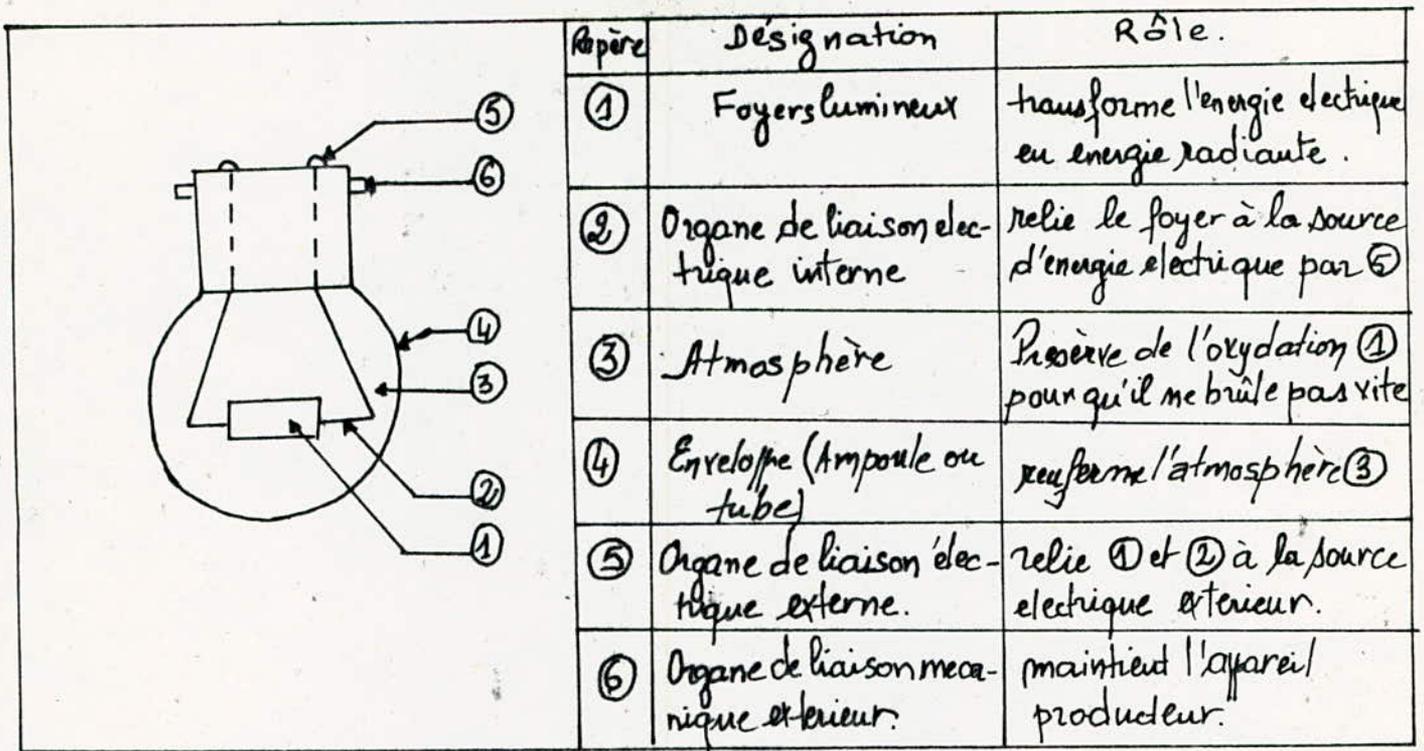


fig 3. Constitution générale des appareils d'éclairage.

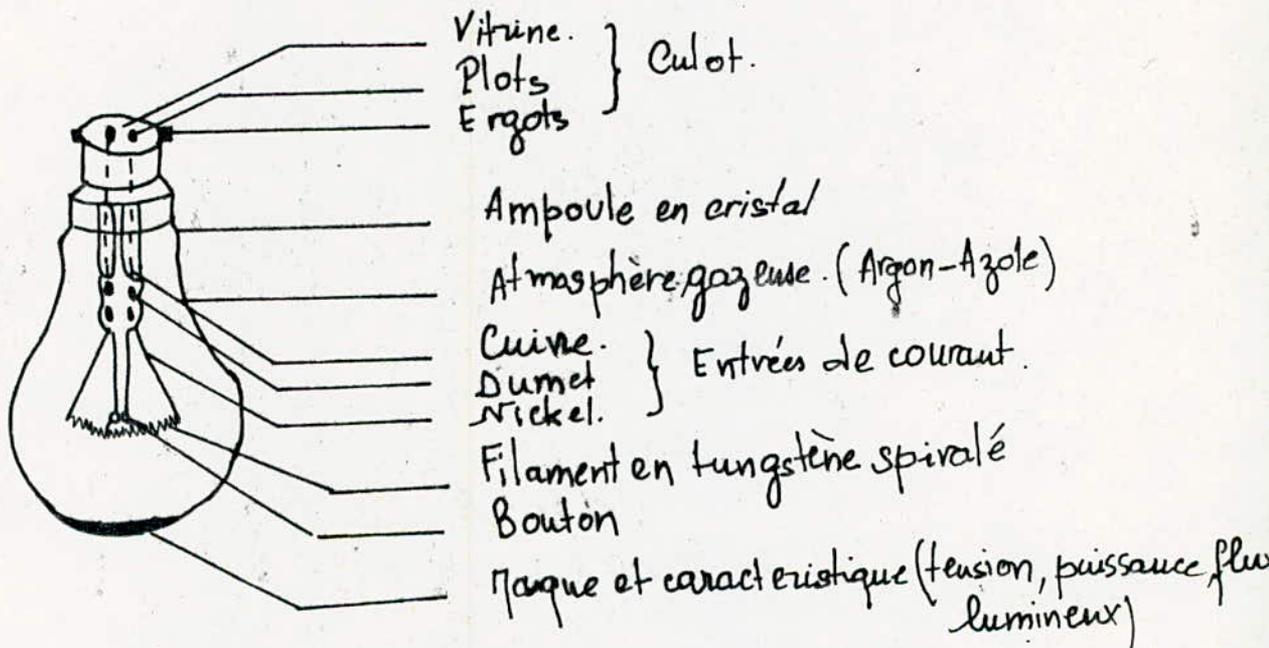


fig 4: Constitution d'une lampe à incandescence de la série standard.

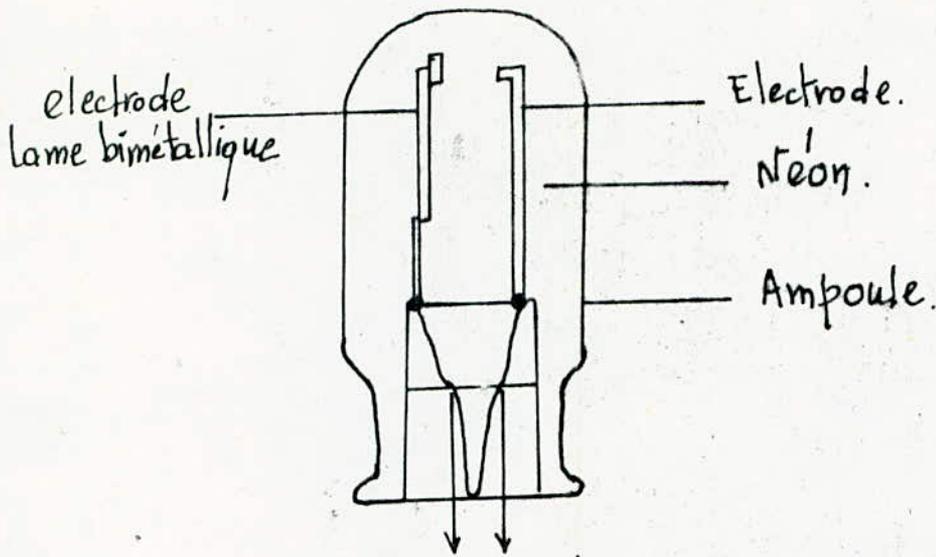


fig 5 Schéma d'un starter à lueur.

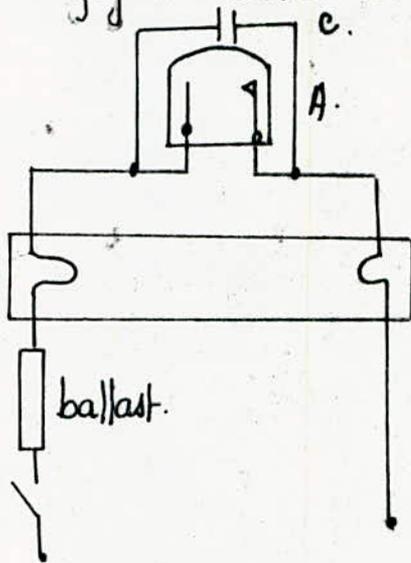


fig. 6.
fonctionnement d'une lampe à décharge (rôle de compensation)

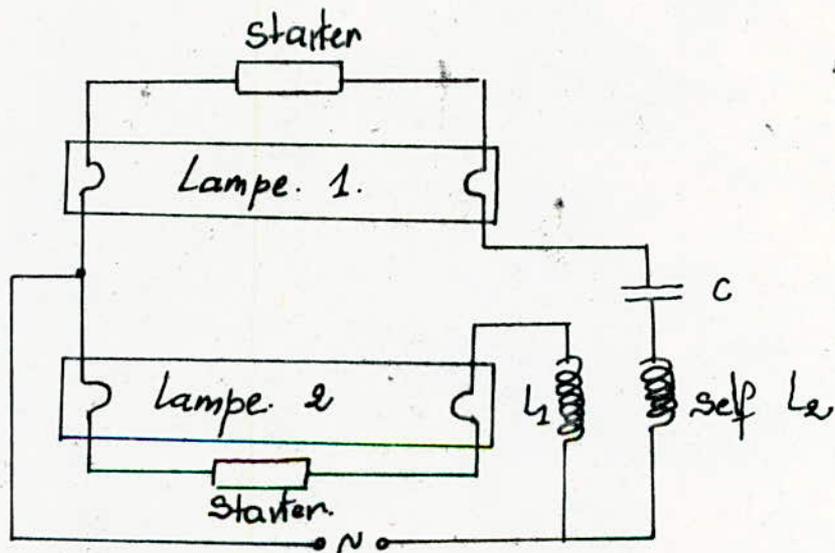


fig. 7. montage en duo.

(30 a 35 lm/W contre 15 lm/W pour les meilleurs lampes a incandescence).

- Durée de vie plus grande (5000 heures).
- Puissance limitée pour des raisons de construction.
- grande uniformité d'éclairage(forme linéaire).

5. Différents modes d'éclairage .

En fonction de la distribution du flux lumineux, les corps d'éclairage sont classés en plusieurs groupes (tableau 1) -

5.1. éclairage direct.

Le flux lumineux produit par la lampe est envoyé le plus directement possible sur le plan util .

5.2. éclairage indirect.

Le flux lumineux produit par la source est envoyé sur un grand écran diffuseur(plafond) qui diffuse la lumière dans toutes les directions .

5.3. éclairage mixte, semi direct, semi indirect.

Le flux lumineux emis est envoyé en partie directement sur le plan util et en partie au plafond .

5.4. éclairage masqué sur les côtes

La lumière est emise dans les angles de 180° à 135° et de 0 à 45° dans des proportions variables suivant que l'on désire un éclairage à prédominance directe ou indirecte .

5.5. Uniformité de l'éclairage .

C'est le rapport de l'éclairage minimum a l'éclairage maximum .

On rencontre 2 (deux) sortes d'uniformité .

a . Uniformité spaciale .

Elle répond à la définition

$$K_i = \frac{E_{\min}}{E_{\max}} \quad (13).$$

Catégorie d'éclairage	Distribution du flux.		Caractéristique.	
	Répartition en %	Courbes photométriques allures générales.	Avantages.	Inconvénients
Direct	<p>0 à 10%</p> <p>90 à 100%</p>		<ul style="list-style-type: none"> * Economie * peu de lumière absorbée par le plafond * laisse subsister quelque ombre favorable à la vision des objets en relief. 	<ul style="list-style-type: none"> * éblouissement direct souvent difficile à éliminer.
Indirect	<p>90 à 100%</p> <p>0 à 10%</p>		<ul style="list-style-type: none"> * éclairage très uniforme * supprime tout éblouissement. * exclus les ombres. 	<ul style="list-style-type: none"> * Onéreux. * éclairage difficile des surfaces verticales * reçoit facilement la poussière
	<p>Mixte 40 à 60%</p> <p>40 à 60%</p> <p>Semi-direct</p> <p>10 à 40%</p> <p>60 à 90%</p> <p>Semi-indirect</p> <p>60 à 90%</p> <p>10 à 40%</p>		<p>Avantages et inconvénients des 2 systèmes (direct et indirect)</p>	
manœuvre - cotés				

TABLEAU 1.

Classification des types d'appareils d'éclairage.

b - Uniformité dans le temps .

Elle est due aux conditions d'éclairage et caractérise le clignotement des sources .

$$K_t = \frac{F_{\min}}{F_{\max}} \quad (14).$$

6 - Projet d'éclairage -

L'établissement d'un projet d'éclairage comporte une série d'opérations dans lesquelles il faut distinguer un choix et un calcul .

L'objectif final d'un éclairagiste est d'assurer une vision confortable, un travail rapide, une diminution des erreurs et des accidents et une fatigue moindre .

6.1. Niveau d'éclairage .

C'est une des données principales, se trouvant généralement sur des brochures . Nous donnons à titre d'exemple quelques niveaux d'éclairages recommandés par l'Association Française d'éclairage (AFE).

Nature du local .	Eclairage recommandé en lux
Atelier	150
Dépot	100
Hall.	150
Magasin	150
Bureaux .	200 - 300 .

Tableau(2).

6.2. Système d'éclairage .

Le choix sera basé sur les considérations que nous recommandons dans le tableau suivant. tableau (3).

Nature du local	systeme d'éclairage
Atelier de grande hauteur ou a plafond noir, vitré ou absent	systeme direct.
Atelier de faible hauteur a parois claires.	Systeme semi direct.
Bureaux de tout genre, magasin (avec quelque foyers direct en complement).	Systeme mixte .

Nature du local	Systeme d'éclairage
Bureau de dessin, habitation.	Systeme semi indirect.
Bureau de dessin, salle de lecture, salle d'attente, de spectacle etc...	Systeme indirect.

6.3. Hauteur de suspension des foyers

Cette hauteur dépend avant tout de la hauteur disponible sous le plafond . En général il faut la choisir aussi grande que possible car en élevant les foyers :

- On diminue les risques d'éblouissement.
- Chaque foyer doit être plus puissant, donc a une meilleur efficacité lumineuse .
- l'instalation est simplifié et est moins onereuse.

Mais cette hauteur est liée à l'écartement des foyers par le facteur d'uniformité de l'éclairement qui est satisfaisant lorsqu'il atteint 0,7 .

On constate qu'on a une uniformité lumineuse satisfaisante si l'on a :

a). En éclairage direct, semi-direct, mixte .

$$\frac{L}{h} \leq 1,5 \quad (15)$$

b). En éclairage indirect, semi-indirect .

$$\frac{L}{h'} \leq 1,5 \quad (16)$$

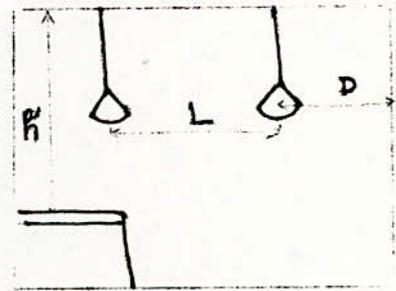
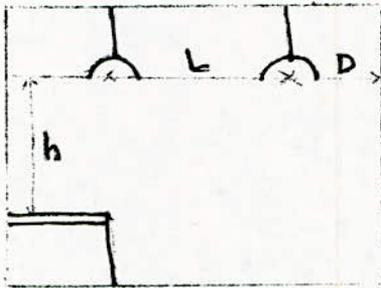


fig 8.éclairage direct . fig 9.éclairage indirect.

L = écartement des foyer.

h = hauteur des foyers au dessus du plan util.

h' = hauteur du plafond au dessus du plan util .

Pour ce qui est de la distance des foyers aux murs, elle sera. D = L/2 toutefois, si un travail est effectué près des murs, il y a intérêt à diminuer cette distance et prendre D = L/3.

6.4. Méthodes de calcul de l'éclairage .

Il y a plusieurs méthodes de calcul, l'une exacte mais laborieuse (méthode directe), l'autre expéditive, conduisant à des résultats plus ou moins expéditifs (méthode du coefficient d'utilisation)

641. Méthode du coefficient d'utilisation

Elle est basée sur la connaissance d'un certain nombre de coefficients expérimentaux. C'est la plus employée, étant simple et tenant compte de facteurs importants en pratique (foyers multiples, pouvoir réfléchissant des murs et des plafonds etc...).

641.a. Coefficient d'utilisation.

On appelle coefficient d'utilisation le rapport:

$$u = \frac{F_u}{F_e} \quad (17)$$

Fu = flux lumineux reçu par le plan util.

Fc = flux lumineux total emis par les lampes dans un local .

Il depend :

→ * Du rendement de l'appareil choisi .

→ * De la forme du local à éclairer qui est caractérisé par son indice K.

$$K = \frac{a b}{h.(a+b)} \quad 18.$$

a = longueur en metre (m).

b = largeur en metre (m)

h = hauteur de suspension au dessus du plan utile en mètre (m)

→ *. Des facteurs de reflection (rapport du flux - réfléchit au flux incident .

γ_p facteur de reflection du plafond.

γ_m " " " des murs .

641 b . Coefficient de dépreciation "d"

C'est un facteur qui tiendra compte :

- De la perte du flux des lampes pendant leur vie.
- Du salissement des tubes et des surfaces réfléchissantes des appareils .
- De la fréquence du nettoyage .

Il nous permet en surestimant le calcul théorique de récupérer une partie du flux perdu dans le temps .

On prend généralement $d = 1,5$ locaux poussiéreux.

$d = 1,3$ locaux très poussiéreux

$d = 1,4$ la plus part des cas.

641 C. Applications

Vu le nombre assez important des locaux , nous avons jugé utile de traiter deux (2) exemples détaillés de calcul. Les résultats des autres locaux sont reportés sur le tableau

Exemple.1. Local n° = 25 : Atelier.1

Longueur. 41,5 m.

Largeur 27 m.

Hauteur 9,7 m.

- Notre atelier dispose d'un toit vitré, de fenêtres qui faciliteront l'entrée de la lumière du jour par beau temps .

- Nous devons assurer un éclairage moyen de 150 lux .

- Nous optons pour un éclairage .

- direct .

- à tubes fluorescents (65W).

- a blanc soleil de luxe $\phi_u = 3250$ lumen.

On prend alors des reflecteurs industriels SABIR RFD serie confort .

- Indice du local .

- Nous accrochons nos appareils à la charpente métallique situé a 7,2 m du sol.

- Comme nous avons une hauteur importante, nous suspendrons nos appareils à l'aide de chainettes de 1,2 m.

- Le plan de travail est situé a 0,80m du sol.

Ce qui donne pour la hauteur utile .

$$h = 7,2 - 0,8 - 0,16 - 1,2 = 5,04 .$$

indice du local . $K = 3,2$.

On prend : $r_p = 0,5$. facteur de reflexion du plafond .

$r_m = 0,3$ facteur de reflexion des murs .

$d = 1,4$ facteur de depreciation (sallissement-moyen).

$u = 0,6$. (référence catalogue SABIR 75.).

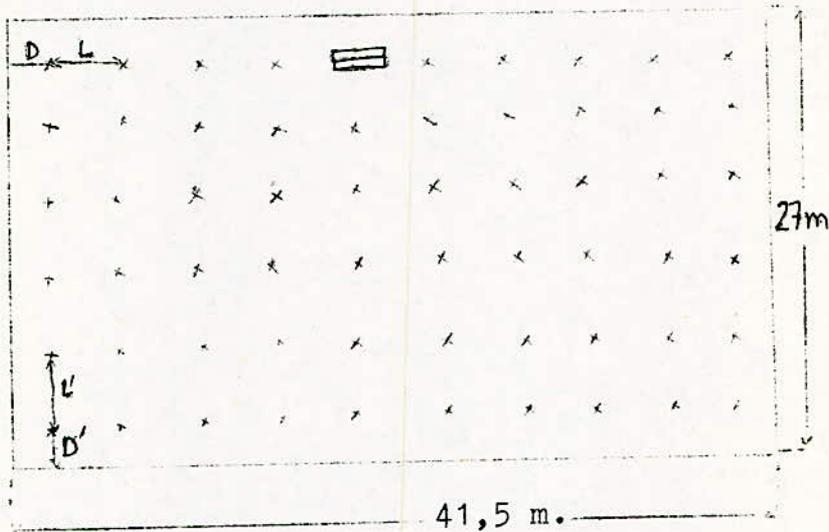
Soit. $F = \frac{150.1120,5.1,4}{0,6}$ flux total du local.

$F = 392175$ lm .

et n le nombre de foyers lumineux .

$n = \frac{392175}{3250} = 120,6$.

On prend $n = 120$ soit 60 Duos, disposés en rangées de 10 duos chacune .



Ce qui donne pour les écartements .

$L = 4,15\text{m}$. $L' = 4,5\text{m}$.

$D = 2,07\text{ m}$. $D' = 2,25\text{m}$.

Exemple 2 . Bureau administratif n° = 21 .

Données . Longueur 5m.

Largeur. 4,70m.

Hauteur 3,26m.

On a un plafond blanc, murs clairs, on prend :

$r_p = 0,7$.

$r_m = 0,5$.

$d = 1,25$.

ECLAIRAGE NORMAL - Tableau 4

Locaux	Reperes		Surface [m ²]	Eclairage moyen [lx]	Eclairage (lx)		Flux par local [lm]	Type de luminaire	Nature de l'éclairage	Nombre de foyers	Prest. [Kw]
					Unitaire (lx)	Flux unitaire (lm)					
Salle de classe	1	RDC	32,5	400	65	3250	54870,1	Sabir C50	flux masqué sur les côtés	16	1,04
Laboratoire	2	RDC	99,45	750	65	3250	188279,1	Sabir R.F.D	flux direct	58	3,77
Vestiaire	3	RDC	35	100	125	1700	10937,5	D.A. 250	Incandescent diffus	6	0,75
Hall	4	RDC	30,8	150	125	1700	14744,6	D.A. 250	Incandescent diffus	9	1,12
Vestiaire	5	RDC	35	100	125	1700	10937,5	D.A. 250	Incandescent diffus	6	0,75
Salle de classe	6	RDC	49	400	65	3250	77212,1	Sabir C50	flux masqué sur les côtés	24	1,56
Lavabo	7	RDC	38,9	100	125	1700	10281,2	D.A. 250	Incandescent diffus	6	0,75
Garage	8	RDC	28	100	125	1700	8521,7	D.A. 250	Incandescent diffus	5	0,62
Bureau	9	RDC	31,5	250	40	2100	21399,4	Sabir R.F.D	flux direct	10	0,4
Magasin	10	RDC	156	150	125	1700	55525,4	D.A. 250	Incandescent diffus	32	4
Magasin	11	RDC	99,6	150	125	1700	36062	D.A. 250	Incandescent diffus	21	2,62
Laboratoire	12	RDC	32,25	750	65	3250	74299,3	Sabir R.F.D	flux direct	22	1,43
Bureau	13	RDC	21,5	250	40	2100	16796,8	Sabir R.F.D	flux direct	8	0,32
Magasin	14	RDC	17,2	150	125	1700	9505,3	D.A. 250	Incandescent diffus	6	0,75
Magasin	15	RDC	66	150	125	1700	25200	D.A. 250	Incandescent diffus	15	1,87
Outils	16	RDC	42,6	100	125	1700	12425	D.A. 250	Incandescent diffus	7	0,87
Bureau	17	RDC	15,6	250	40	2100	13928,5	Sabir R.F.D	flux direct	6	0,24
Reserve de gaz	18	RDC	73	100	125	1700	6066,6	D.A. 250	Incandescent diffus	4	0,5
Salle de classe	19	1 ^{er} Eto	91,99	400	65	3250	116670,2	Sabir C50	flux masqué sur les côtés	36	2,34
Salle de dessin	20	1 ^{er} Eto	79,1	500	65	3250	126017,1	Sabir C50	flux masqué sur les côtés	32	2,47
Bureau	21	1 ^{er} Eto	23,5	250	40	2100	14122,6	Sabir R.F.D	flux direct	6	0,24
Bureau	22	1 ^{er} Eto	23,5	250	40	2100	14122,6	Sabir R.F.D	flux direct	6	0,24
Bureau	23	1 ^{er} Eto	31	250	40	2100	17299,4	Sabir R.F.D	flux direct	8	0,32
Laboratoire	24	1 ^{er} Eto	91,99	750	65	3250	153526,6	Sabir R.F.D	flux direct	42	2,9
Atelier A	25	RDC	1237,14	150	65	3250	453411	Sabir R.F.D	flux direct	138	8,97
Atelier B	26	RDC	487,2	150	65	3250	176400	Sabir R.F.D	flux direct	54	3,54

TOTAL 44,35

On doit assurer un eclairage moyen de 250 lux .

On choisit un eclairage .

- direct .
- tubes fluorescents (40 W).
- Blanc soleil $\phi_u = 2100$ lumens

On prend alors des reflecteurs industriels R.F.D (2x40)serie confort .

- On suspendra nos foyers à 0,20m du plafond.

Ce qui donne : $h_u = 3,26 - 0,8 - 0,2 - 0,16 = 2,1m.$

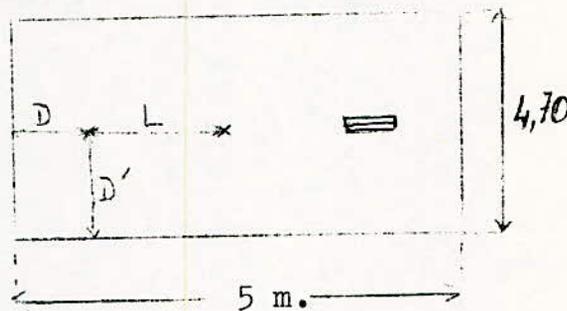
indice du local $K = 1,15$

facteur d'utilisation $u = 0,52$

flux total du local $F = \frac{250 \cdot 23,5 \cdot 1,25}{0,52} = 14122,59.$

nombre de foyers $n = \frac{14122,59}{2100} = 6,72.$

On prend $n = 6$ soit 3 duos .



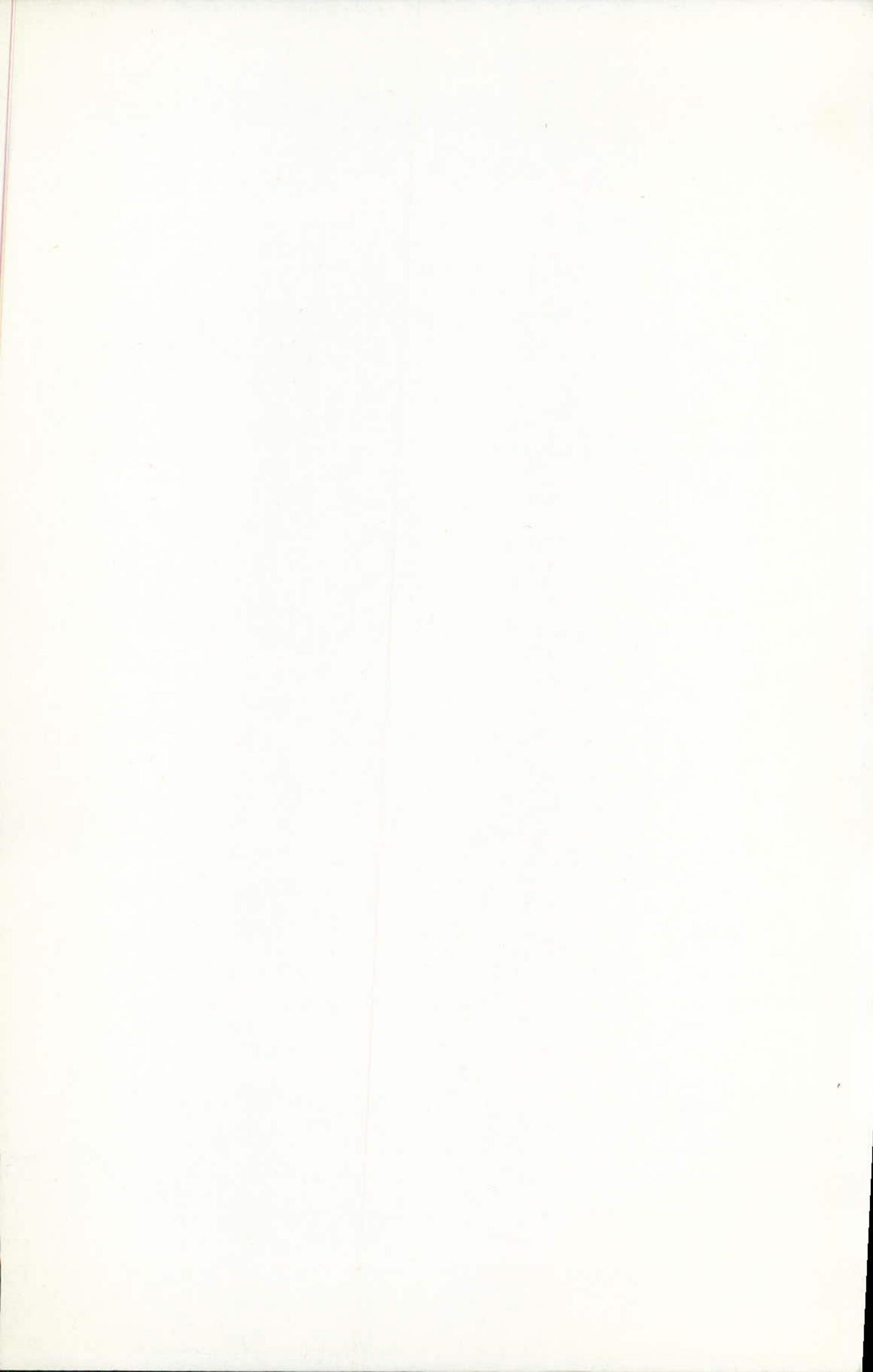
Pour les ecart.

$$L = 1,87m.$$

$$D = 0,62m.$$

$$D' = 2,35 m.$$

~~... ..~~



(CHAPITRE DEUXIEME.

Installation De la Force Motrice)

1. Introduction .

La distribution de l'énergie électrique peut se définir comme étant l'ensemble des moyens permettant de transporter l'énergie électrique, depuis la source (transformateur ou alternateur) jusqu'aux récepteurs(moteurs, sources lumineuses).

Son étude réside dans le choix d'un schéma convenable permettant d'assurer une bonne continuité du service, une exploitation facile du matériel tout en tenant compte du facteur économique. Il est aussi recommandé de tenir compte d'une modification possible du lieu de travail.(adaptation facile de nouveaux appareils).

Suivant l'importance et le degré de continuité de l'alimentation en énergie électrique, les installations ont été classées en différentes catégories .

a/ Installation de première catégorie : Si l'interruption de l'alimentation en énergie électrique peut porter préjudice à la vie des hommes ou à l'économie du pays .

b/ Installation de seconde catégorie : Si l'interruption de l'alimentation en énergie électrique a pour conséquence la non réalisation d'une production .

N.B. Notre atelier fait partie de la seconde catégorie.

2- Structure du reseau .

La norme NF C15.100 précise que toute installation doit être convenablement divisée en plusieurs circuits afin de limiter les conséquences résultants d'un défaut survenant dans un circuit.

Cette division de l'installation dépend du mode de distribution basse tension (BT) utilisé .

21. Distribution radicale .

Cette distribution est conseillée systématiquement dans tout installation industrielle BT

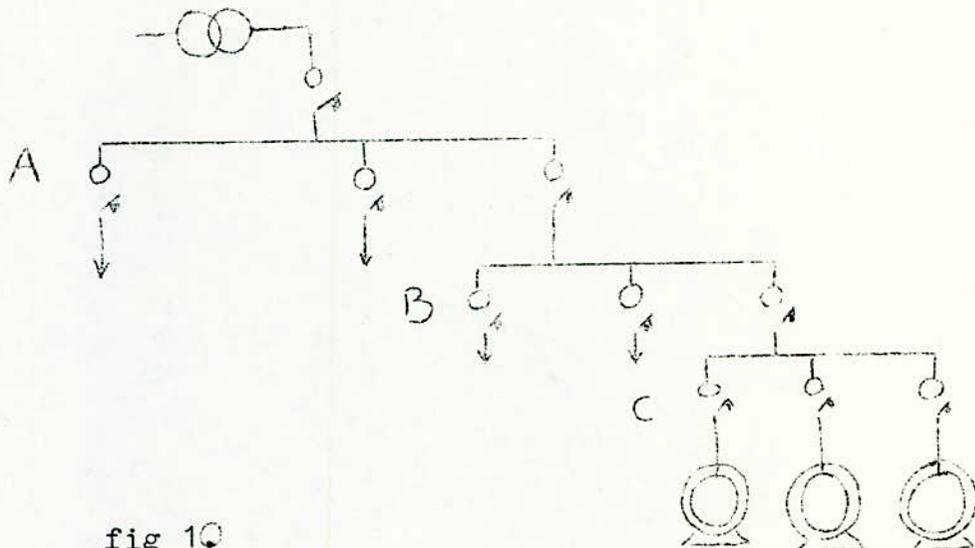


fig 10

Niveau "A,"	Départs principaux :
Niveau "B,"	" secondaires .
Niveau "C,"	Circuits terminaux d'utilisation.

Caracteristiques .

Avantages :

- Entretien facil .
- Compatible avec une installation étendue.
- Moindre frais le réalisation.
- Plusieurs étages possible de protection-Sélectivité.

Inconveneant - Un défaut au niveau "A," affecte les circuits "B," et "C,".

2.2. Distribution en peigne .

Elle est surtout utilisée pour des installations peu etendues de faibles puissance (installation domestique).

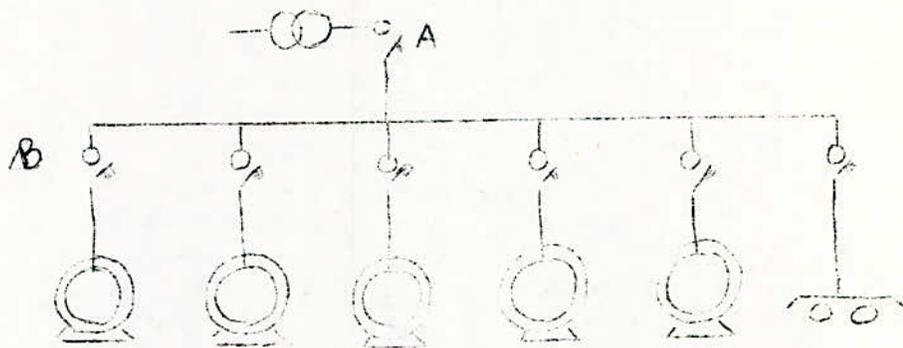


fig 12

Niveau "A,"

Depart Général .

Niveau "B,"

Circuit d'utilisation .

Caracteristiques.

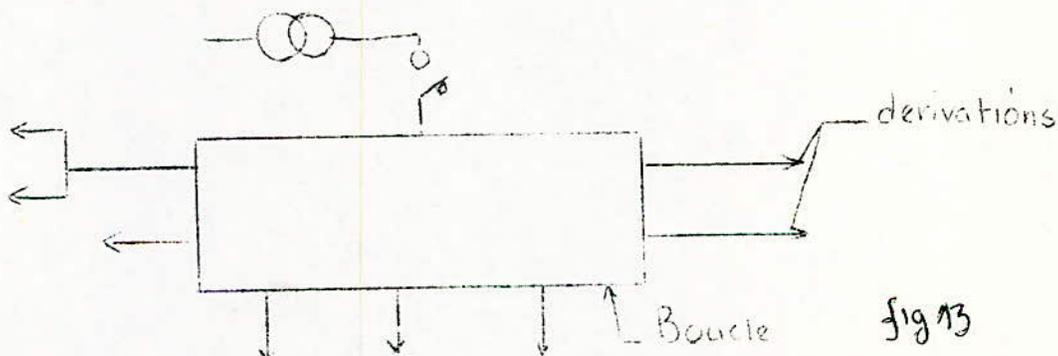
- Avantages :
- Sur un défaut (autre qu'en "A,") coupure d'un seul circuit.
 - Meilleur répartition des charges .
 - Récepteur recevant la totalité de la tension.

Inconvénients- Frais de réalisation élevés.

- Les caracteristiques de l'appareillage de protection (niveau B) doivent être élevées (proximité de la source).

2.3. Les circuits bouclés .

Ils sont très abondant en Grande Bretagne, dans les installations domestiques(désserte des prises de courant).



Caracteristiques.

- Avantages:
- Reduction des pertes chimiques .
 - Un seul dispositif de protection par boucle.

- Inconvénients: - Connexions Spéciales aux dérivations.
 - Chaque dérivation peut au maximum alimenter deux(2)circuits d'utilisation.
 - Répartition difficile des intensités optimales .

2.4. Choix du mode de distribution

Faire un choix dans ce cas nécessite une étude économique très poussée tenant compte non seulement du prix de revient du réseau mais aussi de la qualité du service devant être assuré .

Vu le manque de données, on ne pouvait prétendre à une étude aussi approfondie.

Pour assurer une certaine forme de continuité de service(notre atelier étant à vocation didactique et abonde de récepteurs)et afin d'éviter des pannes généralisées, nous optons pour une distribution radiale(Nous prévoyons six(6)tableaux secondaires).

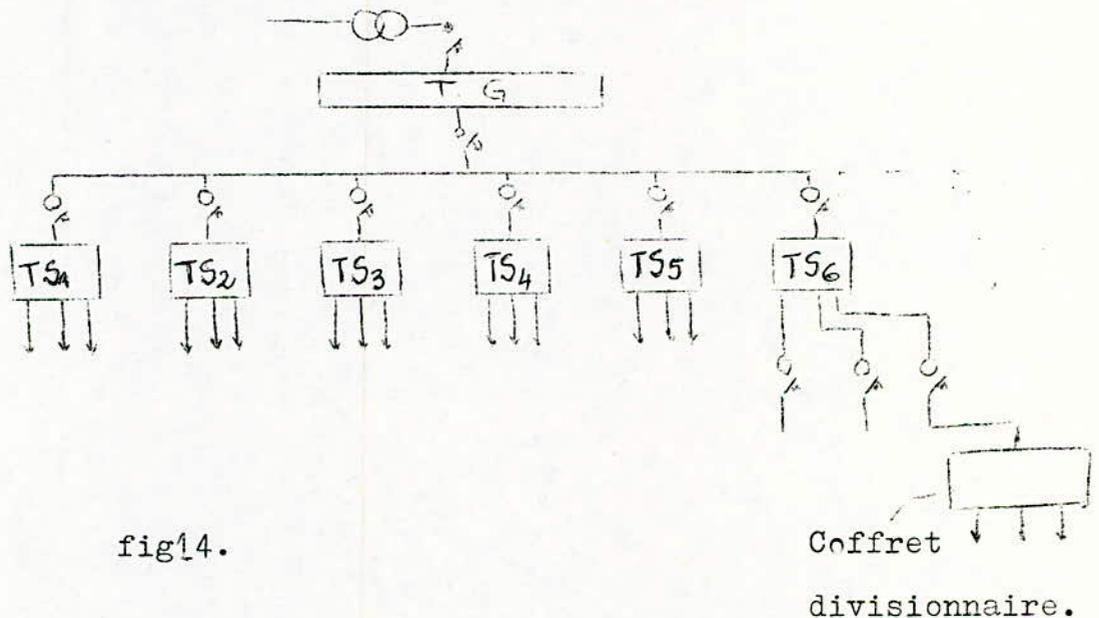


fig14.

3 - Evaluation de la puissance .

L'examen des puissances mises en jeu doit permettre de :

- a/ Déterminer avec suffisamment de précision la puissance du transformateur (HT/BT)en tenant compte d'une croissance normale des besoins en énergie .

- b/ Evaluer la puissance a souscrire, puissance d'après laquelle le contrat de fourniture d'énergie sera établi avec le fournisseur en l'occurrence la SONEGAS.

En dehors des recepteurs déjà existant ,nous avons jugé utile d'ajouter d'autre recepteurs(a savoir des prises de courant pour l'alimentation de recepteurs portatifs).Le tableau 5. donne la repartition de ces prises de courant.

31. Puissance installée.

Cette puissance s'obtient en faisant la somme des puissances de tous les recepteurs (indication sur la plaque signaletique)y compris l'éclairage. Elle est beaucoup plus élevée que celle réellement consommée car elle suppose que tous les recepteurs fonctionnent simultanément

Tableau 5i, Repartition des prises de courant .

N°	Utilisation	nombre et genre.	Pin	kw
25	grand atelier	12. PC.(3ph).(16A);		126.
26	petit atelier	4 PC(3ph) (16A).		42.
16	Outillage	6 PC(3ph) (16A).		63.
1	S ^o /de classe	2 PC(mono). (10A)		4,4
2	Laboratoire	3 PC(mono)(10A).		6,6
6	S/classe	2 PC mono (10A).		4,4
8	Garage	1 PC mono (10A).		2,2
9	Bureau	3 PC.mono (10A).		6,6
10	Magasin	1 PC mono (10A).		2,2
11	Magasin	1 PC. mono (10A).		2,2
12	Laboratoire	3 PC mono (10A).		6,6
13	Bureau	3 PC mono (10A).		6,6
14	Magasin	1 PC mono (10A).		2,2
15	Magasin	1 PC mono (10A).		2,2

.../...

17	Bureau	3	PC mono (10A).	6,6
19	S/classe	2	PC mono (10A).	4,4
20	S/classe	2	PC mono (10A).	4,4
21	Bureau	3	PC mono (10A).	6,6
22	Bureau	3	PC mono (10A).	6,6
23	Bureau	3	PC mono (10A)	6,6
24	Laboratoire	3	PC.mono (10A).	6,6

Total : 319.kw.

reçoit en fonctionnement direct.

3.2. Puissance consommée

C'est la puissance de pointe réellement consommée par notre atelier. Elle dépend du mode de fonctionnement de chaque récepteur pris individuellement et de tous les récepteurs pris ensemble.

Son estimation fait appel à 2 coefficients .

321. Coefficient d'utilisation maximale (K_u).

Le régime de fonctionnement d'un récepteur peut être tel que la puissance consommée soit inférieure à la puissance nominale installée d'où la notion de coefficient d'utilisation maximale affecté à chaque type de récepteur

322. Coefficient de Simultanéité (K_s)

La variation du régime de fonctionnement d'un récepteur dans le temps entraîne la non superposition des pointes de consommation maximale d'un groupe de récepteurs d'où la notion de coefficient de simultanéité .

4- Methode de calcul de la puissance consommé

Le problème dans ce cas réside dans le choix délicat des différents coefficients. Mais leur estimation ne peut se faire que si les conditions d'exploitation de l'installation projetée sont parfaitement connues.

4.1. Puissance consommée au niveau de chaque coffret.

Soit un récepteur d'indice "j", de puissance "Pj"

Désignons par : K_{uj} . le coefficient d'utilisation maximale du récepteur .

K_{si_1} : coefficient de simultanéité du groupe de récepteurs d'indice "j", au niveau du coffret "i", qui les alimente ($i = 1, 2, \dots, n$).

Alors :. La puissance d'utilisation est :

$$P_{uj} = K_{uj} \cdot P_j \quad (1)$$

$$Q_{uj} = K_{uj} \cdot Q_j \quad (2)$$

-La puissance consommée au niveau du coffret "i"

$$P_{si} = \left(\sum_{j=1}^m P_{uj} \right) \cdot K_{si_1} \quad (3)$$

$$Q_{si} = \left(\sum_{j=1}^m Q_{uj} \right) \cdot K_{si_1} \quad (4)$$

"i", indice du coffret .

N.B. Il est possible qu'au niveau d'un même coffret on puisse avoir deux (2) ou plusieurs coefficients de simultanéités A, B, ...

$$P_{si} = \left[\left(\sum P_{ujA} \right) \cdot K_{si_1A} \right] + \left[\left(\sum P_{ujB} \right) \cdot K_{si_1B} \right] + \dots \quad (5)$$

4.2. Puissance consommée au niveau de chaque tableau secondaire .

Soit "K", l'indice du tableau secondaire alimentant les différents coffrets d'indice "i", le tableau est lui aussi affecté du coefficient de simultanéité $K_{s_{k2}}$.

K \rightarrow indice du tableau secondaire .

2 \rightarrow indice de simultanéité de deuxième niveau.

Ainsi la puissance consommée au niveau du tableau secondaire"

$$P_{sk} = \left(\sum_{i=1}^n P_{si} \right) \cdot K_{sk2} \quad (6)$$

$$Q_{sk} = \left(\sum_{i=1}^n Q_{si} \right) \cdot K_{sk2} \quad (7)$$

De même :

- facteur de puissance du tableau secondaire "K,"

$$\cos \varphi_k = \frac{P_{sk}}{\sqrt{(P_{sk})^2 + (Q_{sk})^2}} \quad (8)$$

- Intensité du courant au niveau du tableau secondaire"

$$I_k = \frac{P_{sk}}{\sqrt{3} U \cos \varphi_k} \quad (9)$$

4.3. Puissance consommée au niveau du tableau général.

Tous les tableaux secondaires sont reliés au tableau général, affecté d'un coefficient de simultanéité de troisième niveau K_{s3} .

3: indice de troisième niveau .

La puissance consommée à ce niveau est :

$$P_c = \left(\sum_k P_{sk} \right) K_{s3} \quad (10)$$

$$Q_c = \left(\sum_k Q_{sk} \right) K_{s3} \quad (11)$$

- Facteur de puissance au niveau du tableau général.

$$\cos \varphi_c = \frac{P_c}{\sqrt{(P_c)^2 + (Q_c)^2}} \quad (12)$$

- Intensité du courant au niveau du tableau général .

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} U \cos \varphi_c} \quad (13).$$

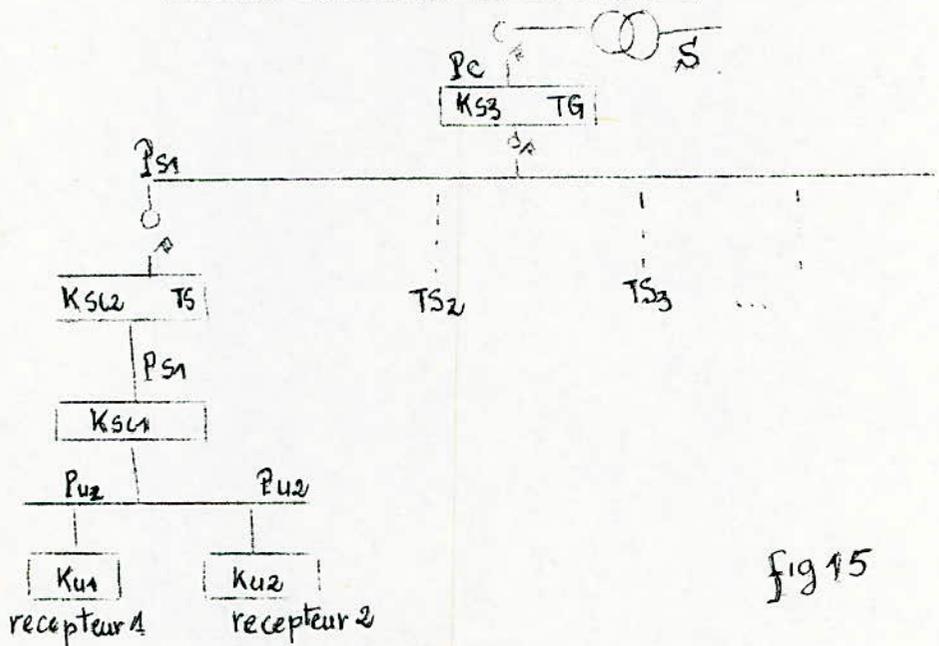
4.3. Puissance consommée au niveau du transformateur

Généralement, elle est calculée en introduisant un coefficient de sécurité "K", qui tient compte d'une éventuelle croissance de la demande en énergie.

$$S = k \cdot P_c \quad 1,2 \leq k \leq 2 \quad (14).$$

Dans notre cas., nous avons jugé utile de réserver au niveau de chaque tableau secondaire 2(deux) départ de réserve pour un éventuel branchement de nouveaux récepteurs

schema resumant la methode .



5. Compensation .

Dans toute installation alimentée en courant alternatif, l'énergie électrique absorbée se décompose en :

- Energie active transformée en énergie mécanique ou en chaleur .
- Energie réactive nécessaire à l'excitation magnétique des récepteurs(moteurs, transformateurs)

L'expression du facteur de puissance moyen étant :

$$\cos \psi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad (15).$$

Ainsi si Q augmente, $\cos \psi$ devient faible .

Et pour un faible courant actif , le courant total absorbée par l'installation est grand .

5.1. Importance du facteur de puissance

Soit par exemple une installation ayant :

- 1 facteur de puissance $\cos \psi$.
- 1 puissance active P .
- 1 tension efficace U_{eff} .
- 1 ligne électrique de résistance R .

Alors l'intensité de notre installation est :

$$I_{\text{eff}} = \frac{P}{U_{\text{eff}} \cos \psi} \quad (16)$$

Mais la ligne consomme une certaine puissance par effet joule.

$$P_L = R I_{\text{eff}}^2 = R \frac{P^2}{U_{\text{eff}}^2 \cos^2 \psi} \quad (17)$$

Et les pertes relatives de puissances .

$$\frac{P_L}{P} = \frac{R P^2}{P \cdot U_{\text{eff}}^2 \cos^2 \psi} = \frac{R P}{U_{\text{eff}}^2 \cos^2 \psi} \quad (18).$$

Ces pertes relatives de puissances étant inversement proportionnelle au carré du facteur de puissance, d'où l'interet qu'il soit le plus proche possible de l'unité .

5.2. Methode de compensation .

La compensation peut être faite par divers moyen .

a). Moteurs synchrones avec variation du courant d'excitation .

Procédé appliqué surtout dans des installations importantes.

b). Moteurs asynchrones synchronisés .

Applicable seulement dans des installations importantes .

c). Condensateurs .

C'est le procédé le plus appliqué et le plus souple. Suivant le lieu d'installation de ces condensateurs on distingue .

C_1 - Compensation individuelle (fig 17).

C'est une solution idéale, mais sa réalisation est très difficile et n'est point économique. A envisager lorsque la puissance du moteur est importante .

C_2 - Compensation par groupe de machines (fig 18).

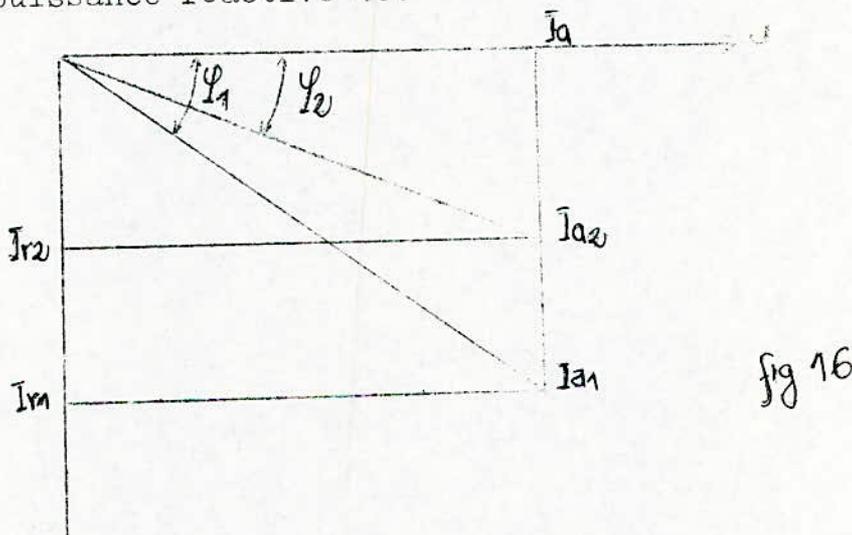
C'est la solution la plus intéressante . A envisager si la puissance de branchement est élevée ou si nous avons plusieurs groupes de machines à régime différent .

C_3 . Compensation générale . (fig 19).

Cette compensation convient à une distribution simple et regroupée .

5.3. Détermination de la capacité du condensateur .

La valeur 0,86 correspond au $\cos \varphi$ que l'installation BT doit posséder pour que l'abonné ne soit pas pénalisé. Ainsi pour relever le facteur de puissance de $\cos \varphi_1$ à $\cos \varphi_2$, on doit fournir une puissance réactive Q_c .



- L'état initial est défini par :

$$P, I_1, \cos \varphi_1, Q_1 \text{ avec } Q_1 = P \cdot \tan \varphi$$

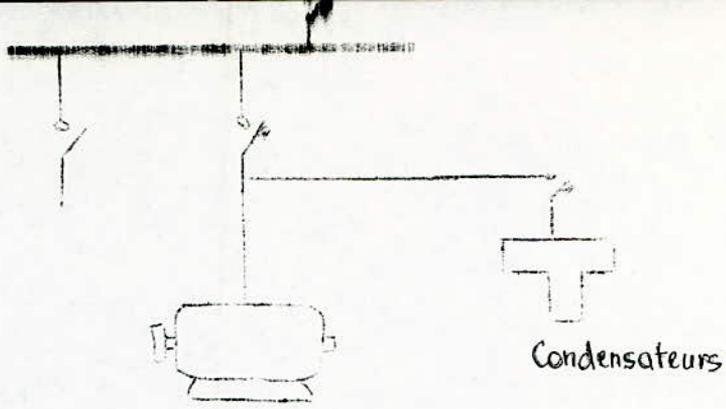


fig. 17 Compensation individuelle.

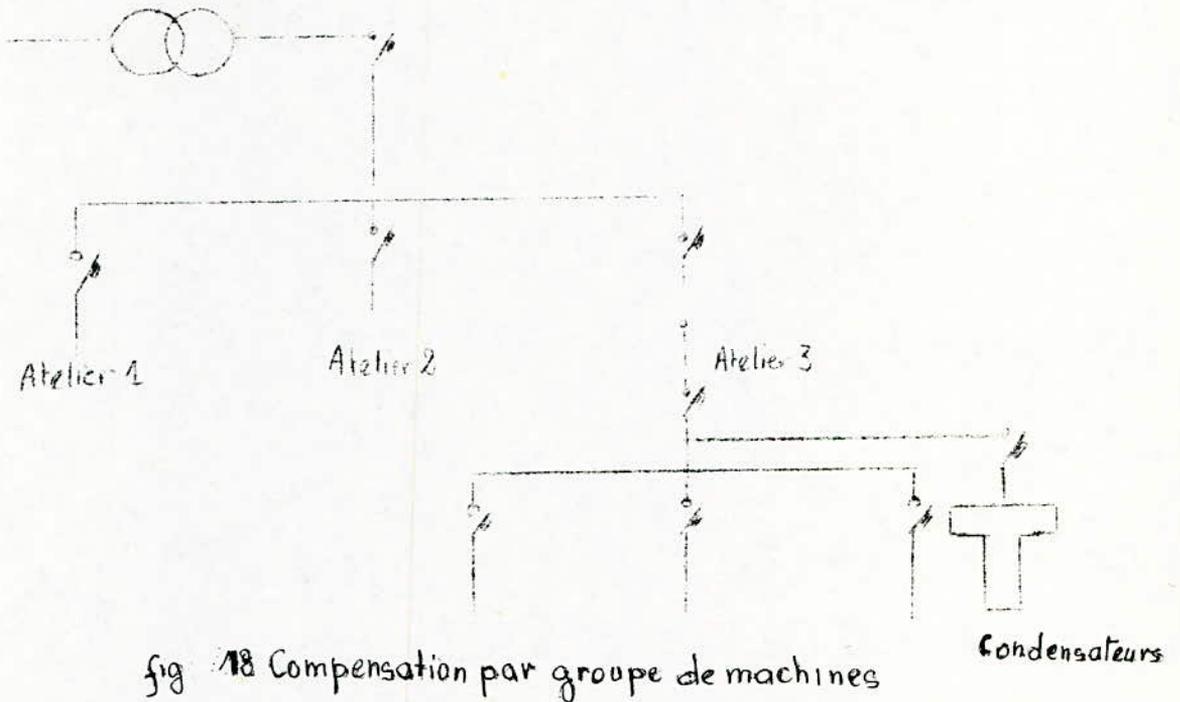


fig. 18 Compensation par groupe de machines

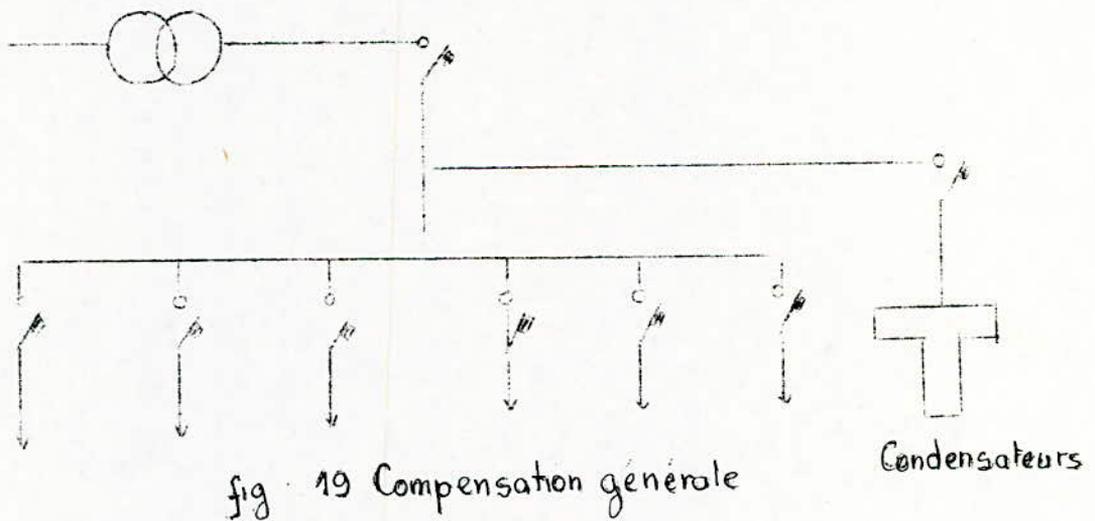


fig. 19 Compensation générale

- L'état final est défini par .

$$Q_2 \quad \text{avec} \quad Q_2 = P \cdot \operatorname{tg} \psi_2$$

Donc la puissance réactive qu'on doit fournir est :

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = P \operatorname{tg} \psi_1 - P \operatorname{tg} \psi_2 .$$

$$Q_c = P (\operatorname{tg} \psi_1 - \operatorname{tg} \psi_2) . \quad (19).$$

Mais . $Q_c = U^2 C \cdot \omega$

Donc . $C = \frac{P(\operatorname{tg} \psi_1 - \operatorname{tg} \psi_2)}{\omega U^2}$ (20)

5.4 Calcul du facteur de puissance global .

Tableau 5 bis

Tableaux	$P_{\text{inst}}(\text{Kw})$	$Q_{\text{inst}}(\text{kVAR})$	COS
TS ₁	145,69	39,22	0,96
TS ₂	164,48	34,68	0,97
TS ₃	131,85	54,88	0,92
TS ₄	106,40	41,40	0,93
TS ₅	159,10	71,59	0,91
TS ₆	304,81	167,83	0,87
TG.	1012,31	409,15	0,92

Nota. Notre installation possède un facteur de puissance assez élevée (0,92), donc notre installation ne nécessite pas une compensation .

5.5 Choix du transformateur .

Notre puissance active au niveau du transformateur étant :

$$P = 293,64 \text{ kw} .$$

$$\operatorname{COS} \psi = 0,92 .$$

$$\text{Soit } S = 319,17 \text{ kVA} .$$

Les puissances des transformateurs étant normalisées, on choisit un transformateur dont la puissance est supérieure ou égale à la puissance qu'on a :

1 transformateur de 400 kVA .

Caracteristiques

Intensité secondaire . $I = 580 \text{ A}$.

" de court-circuit $I_{cc} = 14500 \text{ A}$.

$U_{cc}(\%) = 4$

Type Merlin Gerin .

Couplage

Δ / Y

BILAN DES PUISSANCES Tableau 6

Appareils	N°	Type	Capac.	Q _{max}	Q _{min}	P _{max}	P _{min}	Q _{max}	Q _{min}	P _{max}	P _{min}
Tour	2	2,2	0,95	4,55	0,75	1,65	0,6	1,95			
Tour	3	2,2	0,95	4,55	0,75	1,65					
Tour	4	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Tour	5	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Tour	6	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Tour	7	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Tour	8	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Tour	9	3,2	0,85	3,22	0,75	3,9	0,75	24,86			
Tour	10	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Tour	11	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Tour	12	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Tour	13	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Reserve	A	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Reserve	B	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Lampes Néon	(1)	4,6	1	0	1	4,6	1	26,17			
Eclairage	(2)	12,57	0,35	5,77	0	17,67					
L.P.C. (A0)	(1)	12,57	1	0	1	12,57	0,62	45,62			
L.P.C. (A0)	(2)	21,4	1	0	1	21,4	0,45	5,61			
Moteur	15	2,2	0,82	4,55	0,75	1,65					
Moteur	16	0,56	0,60	0,45	0	0,27					
Tour	19	4,85	0,61	1,35	0	1,28	0,6	3			
Compresseur	20	0,34	0,50	0,44	0	0,19					
Moteur	21	1,31	0,84	0,94	0	0,95					
Moteur	22	0,72	0,72	0,72	0	0,66					
Tour	23	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Tour	24	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Tour	25	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Tour	26	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Reserve	A	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Reserve	B	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Tour (général)	26	12	0,84	7,70	0,75	9	1	12,77			
Eclairage	(1)	10,20	0,35	3,64	0	10,89					
L.P.C. (A0)	(1)	8,4	1	0	1	8,4	0,24	12,64			
L.P.C. (A0)	(2)	24,3	1	0	1	24,3	0,18	4,55			
Compresseur	28	2,57	0,86	1,70	0,80	1,02					
Compresseur	29	2,57	0,86	1,70	0,80	1,02					
Compresseur	30	2,57	0,86	1,70	0,80	1,02	0,6	6,27			
Compresseur	31	2,57	0,86	1,70	0,80	1,02					
Compresseur	32	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	33	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Tour	32	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Tour	33	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	34	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	35	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	36	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	37	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	38	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	39	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	40	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	41	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	42	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	43	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Reserve	A	2,6	0,82	4,68	0,75	2,25					
Reserve	B	2,6	0,82	4,68	0,75	2,25					
Eclairage	(1)	5,15	0,35	1,70	0	6,40	1	5,45			
Eclairage	(2)	2,1	1	0	1	2,1	0,55	4,1			
Compresseur	(1)	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	(2)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,65					
Compresseur	(3)	0,3	0,82	0,34	0,34	0,33					
Compresseur	(4)	0,6	0,82	0,64	0,64	0,61					
Compresseur	(5)	0,57	0,6	0,6	0,6	0,54					
Compresseur	(6)	0,31	0,6	0,48	0,48	0,41					
Compresseur	(7)	0,31	0,6	0,48	0,48	0,41					
Compresseur	(8)	0,10	0,11	0,60	0,60	0,54					
Compresseur	(9)	1,44	0,61	1,66	1,66	1,4					
Tour	54	3	0,82	4,68	0,75	2,25	0,6	17,91			
Tour	55	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Tour	56	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	57	4,5	0,84	1,4	1,4	1,42					
Compresseur	58	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	59	3,08	0,85	2,5	2,5	2,76					
Compresseur	60	1,5	0,81	1,4	1,4	1,42					
Compresseur	61	1,5	0,81	1,4	1,4	1,42					
Compresseur	62	1,5	0,81	1,4	1,4	1,42					
Compresseur	63	1,5	0,81	1,4	1,4	1,42					
Compresseur	64	1,5	0,81	1,4	1,4	1,42					
Compresseur	65	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	66	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	67	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	68	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	69	4	0,85	2,44	0,75	3	0,75	11,3			
Compresseur	70	4,8	0,85	2,97	0,75	3,6					
Compresseur	71	5,8	0,85	3,59	0,75	4,35					
L.P.C. (A0)	(1)	4,2	1	0	1	4,2	0,52	15,44			
L.P.C. (A0)	(2)	4,4	1	0	1	4,4	0,55	2,42			
Compresseur	72	6,5	0,75	0,75	0,75	0,67					
Compresseur	73	0,12	0,77	0,4	0,4	0,35					
Compresseur	74	2,5	0,81	1,5	1,5	1,56					
Compresseur	75	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	76	3	0,82	4,68	0,75	2,25	0,6	9,98			
Compresseur	77	3,7	0,82	4,68	0,75	2,25					
Moteur	78	0,37	0,6	0,49	0,49	0,41					
Moteur	79	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Moteur	80	0,75	0,75	0,75	0,75	0,65					
Reserve	A	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Reserve	B	3	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	81	18,4	0,16	40,3	0,75	15,8	0,75	16,24	0,8	72,15	
Compresseur	82	0,15	0,85	0,19	0,19	0,15					
Compresseur	83	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	84	5	0,85	3,09	0,75	5	0,7	30,94			
Compresseur	85	5	0,85	3,09	0,75	5					
Compresseur	86	7	0,85	4,35	0,75	7					
Compresseur	87	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	88	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	89	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	90	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	91	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	92	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	93	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	94	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	95	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	96	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	97	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	98	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	99	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
Compresseur	100	2,2	0,82	4,68	0,75	2,25					
L.P.C. (A0)	(1)	4,2	1	0	1	4,2	0,52	15,44			
L.P.C. (A0)	(2)	4,4	1	0	1	4,4	0,55	2,42			
Compresseur	101	100	0,84	28,5	0,75	112,5	0,75	168,6	0,9	156,1	
Compresseur	102	75	0,89	38,4	0,75	96,2					
Compresseur	103	75	0,89	38,4	0,75	96,2					
Eclairage	(1)	4,64	0,35	1,58	0	1,58	1	4,64			

- Observations
- (1) Luminance élevée pour le chauffage du laboratoire de métrologie
 - (2) Éclairage du grand atelier et du petit atelier n° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9
 - (3) Trois lampes du grand atelier
 - (4) Trois lampes du petit atelier n° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9
 - (5) Éclairage des salles n° 10, 11, 12, 13, 14 et 15

C H A P I T R E T R O I S I E M E

C A L C U L D E S C A B L E S

1. Introduction

Dans un projet de canalisation , il est du plus grand intérêt afin d'assurer un fonctionnement normal de l'installation et une continuité du service de bien choisir et calculer les sections des différents câbles alimentant les récepteurs.

Le calcul et le choix technique de la section de l'âme d'un câble consiste à déterminer quel est le plus petit conducteur normalisé appartenant au type de câble choisi qui satisfait simultanément les (3) trois conditions :

- Echauffement normal .
- Chute de tension .
- Surcharges occasionnelles .

Chacune de ces conditions détermine une section minimale et la plus grande des trois (3) sera la section technique de l'âme conductrice nécessaire et suffisante pour la liaison étudiée .

On ne pourrait inclure dans ce calcul, la section économique (section pour laquelle le coût d'exploitation, tenant compte de l'amortissement du prix d'achat du **câble** et des pertes par effet joule, est minimal) par manque de données .

2- Critères de choix des sections des conducteurs .

21. Echauffement normal .

Tout conducteur parcouru par un courant électrique est le siège d'un dégagement de chaleur par effet joule .

Si ce courant dépasse une certaine valeur, la température de l'âme du conducteur s'élève et la couche isolante risque de se détérioriser .

- Pour palier à ce problème , nous devons choisir une section de telle sorte que le câble ne subisse pas d'échauffement exagéré en fonctionnement normal . Pour cela la température de l'âme doit rester inférieure ou égale à la température maximale acceptable par les matériaux constituant le câble retenu .

Tableau 7

Température maximale admissible à l'âme des câbles en fonctionnement normal (Ambiante + Echauffement) .

Nature de l'isolation du câble	Temperature admissible
A papier imprégné, a matière visqueuse .	65°C
A papier imprégné de matière non migrante	65°C
A isolation de caoutchouc vulcanisé	60°C
A isolation de P.V.C.	75°C
Isolé au butyle et au P.R.C.	75°C

Détermination de la section due à l'échauffement

Cette section est donnée directement par les tableaux de caractéristiques des câbles MT et BT en fonction:

- du mode de pose .
- du type de canalisation.
- du nombre de conducteurs .
- de la température ambiante
- de l'intensité en régime normal .

2.2. Chute de tension .

La chute de tension, provoquée par le passage du courant dans les conducteurs de la liaison, doit être compatible avec les tensions existantes au départ et souhaitées à l'arrivée .

La tension à l'arrivée conditionne la bonne marche des appareils, alimentés par la liaison, qui doivent fonctionner sous une tension bien déterminée .

La norme N.F. C 15.100 fixe la valeur de la chute de tension égale à un pourcentage de la tension du réseau.

- 3% pour les canalisations d'éclairage.

- 5% " " " de force motrice .

On admet généralement pour les canalisations des moteurs (dernier tronçon de la liaison) une chute de tension de 10% au démarrage qu'il faut considérer comme maximum et sous réserve que le transformateur fournisse une tension de 400V au lieu de 380V.

En courant alternatif, la chute de tension représente la différence vectorielle entre la tension à la source et les tensions aux consommateurs .

La chute de tension dont on tient compte dans les installations électriques est la différence des valeurs effectives entre ces 2 tensions .

Dans la fig 20 , nous avons représenté le cas d'une conduite avec une charge concentrée en B, alimentée par l'extrémité A.

La chute de tension est le vecteur CE , sa valeur algébrique est CG .

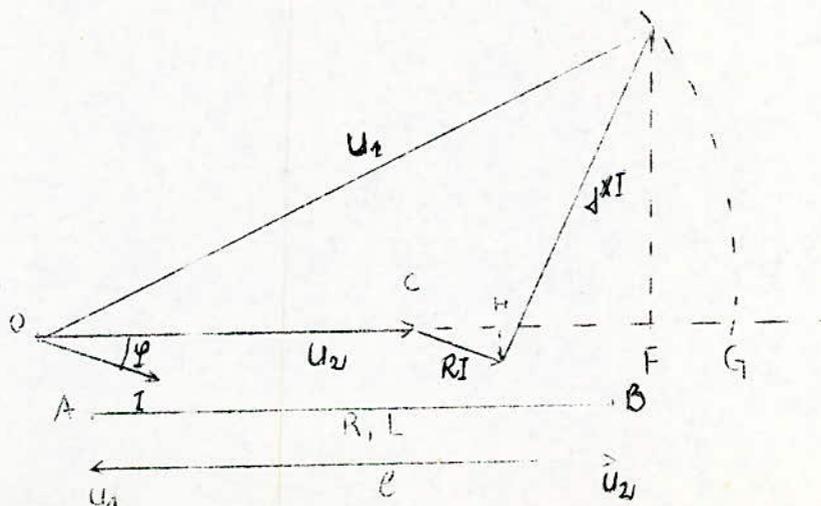


fig 20

Pour les calculs pratiques, on peut négliger GF par rapport à OF, alors la chute de tension sera :

$$\Delta U = U_1 - U_2 = RI \cos \varphi + XI \sin \varphi \quad (21)$$

Dans les installations avec des conduits dans des tubes de protection ou exécutées avec des câbles, on peut négliger la réactance "X," par rapport à la résistance "R,"

Nous avons

- Pour une ligne monophasée .

$$\Delta U = 2 \rho \frac{l}{S} I \cos \varphi \quad (22)$$

- Pour les lignes triphasées à quatre (4) conducteurs et à répartition symétrique sur les trois (3) phases, il n'y a pas de chute de tension dans le neutre, et la chute de tension par phase .

$$\Delta U_{\phi} = \rho \frac{l}{S} I \cos \varphi \quad (23)$$

En générale nous utilisons, la chute de tension de ligne

$$\Delta U = \sqrt{3} \rho \frac{l}{S} I \cos \varphi \quad (24)$$

Dans le cas général .

$$U = \sqrt{3} (RI \cos \varphi + XI \sin \varphi) = \frac{PR + QX}{U} \quad (25)$$

avec : ρ = résistivité du conducteur . [Ωm]

l = longueur de chaque conduit . [m]

S = section du conducteur . [m^2]

I = valeur efficace du courant . [A]

$\cos \varphi$ = déphasage entre la tension et le courant .

P = puissance active . [W]

Q = " réactive . [VAR]

U = tension . [V]

Détermination de la section due à la chute de tension

Cette section se trouve dans les tableaux de caractéristiques des câbles MT et BT en fonction de :

- La chute de tension admissible (%).
- La tension du réseau et de la nature du courant .
- La longueur de la liaison (en m).
- L'intensité en régime normal .

2.3. Surcharges occasionelles

Les intensité de surcharge peuvent atteindre plusieurs dizaine de fois l'intensité normale. Ainsi si la protection n'agit pas instantanément (relais temporisés pour éviter les défauts fugitifs) l'échauffement qui s'ensuit porte, pendant un temps très court, l'isolant du câble à une température supérieur à celle qui est admise en fonctionnement normal. Cet échauffement ne doit pas présenter de danger pour l'isolant .

Le câble doit donc résister à une intensité plus grande que celle prévue dans le régime normal pendant le temps correspondant au réglage du relais temporisé .

Determination de la section due aux surcharges occasionelles .

Méthode : Connaissant " I_c " (Ampere) l'intensité de surcharge par conducteur et " t " la durée maximale de la surcharge.

Le tableau (8) ci-dessous permet d'obtenir la densité de courant admissible " d " en A/mm^2 pour un conducteur aluminium ou cuivre fonctionnant à la température maximale admissible à l'âme en régime normal.

Connaissant " I_{cc} " et " d " , on a :

$$S(mm^2) \geq \frac{I_{cc} \text{ (Ampères) .}}{d \text{ (Ampère /mm}^2 \text{)}} \quad (26).$$

durée de charge (S)		0,2	0,5	1	2
Ame en cuivre		A/mm ²			
Câble BT isolation P.C.V. chaud	a 70 C	220	140	100	71
" " " caoutchouc " "	60 C	29	184	130	90
" " " P.R.C.	75 C	287	181	128	89
Ame en Aluminium		A/mm ²			
Câble BT isolation P.C.V. chaud	a 70 C	140	90	64	46
" " " caoutchouc " "	60 C	192	122	86	61
" " " P.R.C.	75 C	190	121	85	60

Tableau 8. Densité de courant admissible .

Calcul de la section

Dans notre étude , nous avons opté pour la methode pratique suivante :

Connaissant le courant de service de la ligne (I_b) et a l'aide du tableau(9.8), nous avons la section du cable utilisé en fonction du mode depose, du type d'isolant, du brachement et du moyen de protection .

Le courant de service est donné en fonction de la puissance apparente au niveau de chaque armoire secondaire ou de chaque coffret .



$$I_b = 1,5 S .$$

S en KVA .

Cette valeur nous permet de choisir le calibre de notre dispositif de protection (disjoncteur ou fusible) et c'est cette valeur (du calibre) qui sera prise en considération pour la détermination de la section .

Pour la liaison transformateur -tableau général, nous tenons aussi compte d'une recommandation de la SONEIGAZ qui préconise de ne pas dépasser $2A/mm^2$.

Nous avons porté sur le tableau (9b) toutes les sections des conducteurs des liaisons principales .

Pour les liaisons coffrets-machines, elles ont été porté sur les tableaux de la protection .

3. Mode de pose et choix des cables .

Dans le souci de réduire au maximum le danger résidant dans les contacts direct et afin de protéger les câbles eux même contre les chocs mécaniques et autre danger on introduit alors ces cables dans des conduits spéciaux.

On a ainsi une canalisation qui désigne les conducteurs ou cables avec leur mode de pose .

Pour notre atelier nous avons retenu le câble :

U.1000.R02V. fig. 22

Caracteristiques :

tension nominale : 1000V .

Ame : régide cablé classe 2 sauf $S \leq 4mm^2$

température maximale à l'âme :

- 85°C en permanance .

- 250°C en court-circuit .

Pose: sans protection mécanique complementaire.

- a l'air libre .

- fixé au parois ou sur chemin de câble .

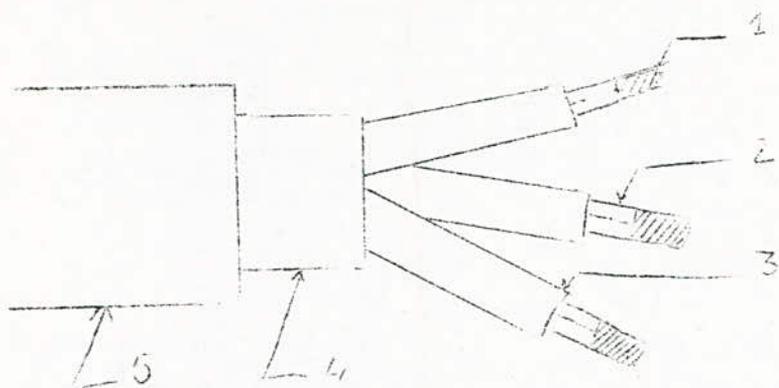


fig 22

- 1 - Ame rigide cuivre nu ou aliminium .
- 2 - Ruban séparateur (facultatif).
- 3 - Isolation P.R.C.
- 4 - Gaine de bourrage .
- 5 - Gaine P.V.C. noire .

TABLEAU - 9bis

Section des conducteurs des liaisons principales

Liaisons	Ib (A)	Mode de pose	L (m)	S (mm ²)
Tr-TG	580	Enterré	66,5	2,185
TG-TS1	85,09	fixé aux parois	24	25
TG-TS2	74,14	"	43,5	16
TG-TS3	86,02	"	59,5	25
TG-TS4	58,14	"	81,5	10
TG-TS5	118,92	"	48,5	35
TG-TS6	269,13	"	26,5	150
TS1-C11	3,61	"	17	1,5
TS1-C12	43,86	"	17	6
TS2-C21	3,84	"	4,2	1,5
TS2-C22	18,24	"	4,2	1,5
TS3-C31	11,61	"	5,3	1,5
TS3-C32	69,76	"	5,3	16
TS4-C41	32,25	"	6,5	6
TS4-C42	21,18	"	6,5	2,5
TS5-C51	17,82	"	5,5	1,5
TS5-C52	25,06	"	1	4
TS5-C53	54,6	"	23	16
TS6-C61	290,68	"	1	150
TS1-B11	20,16	"	1	2,5
TS1-B12	8,41	"	12,3	1,5
TS1-B13		"		2,5
TS1-B14		"		2,5
TS2-B21	20,46	"	13,2	4

Tableau 9bis (suite et fin)

Liaisons	Ib (A)	Mode de pose	L (m)	S (mm ²)
TS2-122	96	Fixé au parois	3,2	1,5
TS2-B23	10 0,52	"	1	1,5
TS2-124	30	"	3	1,5
TS3-B31	30 16,5	"	8	1,5
TS3-B32	30 6,27	"	15	1,5
TS3-125	20	"	3	1,5
TS4-B41	10 3,61	"	3,5	1,5
TS4-B42	6 ^{1/2} 20,16	"	7,5	2,5
TS4-B51	6 ^{1/2} 20,16	"	8,5	2,5

Tr : Transformateur.

TG : Tableau général

TS : Tableau secondaire

Cij : Coffret numéro "j" liée au tableau secondaire " i "

Bij : Boite de prise "j" liée au tableau secondaire " i "

1. Introduction .

Toute installation électrique doit faire l'objet d'une mesure de protection , car étant conçue pour une tension et un courant bien déterminés elle peut être le siege de perturbations dues à des causes non prévisibles (coup de foudre, court-circuits, surcharges ,...)

Ces perturbations peuvent être dangeureuses autant pour le personnel que pour le materiel.

Dans ce sens nous devons prévoir des dispositifs permettant l'élimination automatique de ces défauts

2. Protection du Matériel.

2.1. Nécessité de la protection .

Afin d'éviter les effets destructeurs des surintensités (se traduisant généralement par un échauffement exagéré) il faut couper le plus rapidement possible, le tronçon du circuit où apparait le défaut.

Ce résultat est obtenu en provoquant la fusion d'un fusible ou l'ouverture automatique d'un appareil de coupure (disjoncteur).

2.2. Surintensités .

Dans le lot des contraintes électriques , les surintensités sont les plus dangereuses, elles se manifestent par un échauffement anormal due a l'effet Joule aussi et surtout a des efforts electro dynamiques amenant des ruptures de circuits et des eclatements des matériaux.

Cet echauffement est dangereux autant pour le matériel pour les canalisations que pour les isolants .

On distingue 2 (deux) causes de surintensité .

- les surcharges .
- les court-circuits.

221. les surcharges.

221.a. Surcharges normales .

Elles se produisent pendant le démarrage des moteurs ou l'appel de courant est assez élevé (plusieurs fois l'intensité du courant nominal). Mais ces courants ne sont pas très dangereux puisqu'ils ont une durée très courte.

221.b. Surcharges anormales .

Elles résultent d'une demande d'énergie trop grande

Il faut que ces surcharges soient très brèves, car elles provoquent un échauffement très dangereux pour les récepteurs pouvant entraîner leur destruction . Dans certain cas, elles sont la cause d'incendies ou d'explosions.

2.2.2. les court-circuits.

Ce sont des bouclages accidentels de 2 (deux) ou plusieurs conducteurs entre les récepteurs et la source (mise à la terre d'une phase de l'installation, liaison de conducteurs de phases différentes.)

L'intensité du courant prend alors des valeurs très élevées d'où le risque d'accidents .

2.3 Calcul des courants de court-circuit .

Le calcul de l'intensité de court-circuit est primordial et cece pour les raisons suivantes .

- la détermination du pouvoir de coupure (?dc) de l'appareillage de protection .
- La tenue thermique des câbles aux surintensités
- La détermination de la section du conducteur neutre.

Pour ce calcul, nous proposons d'utiliser la méthode pratique suivante .

Pour cela, nous devons seulement déterminer

- La somme des réactances situées en amont du point considéré .

$$X_t = X_1 + X_2 + \dots \quad (1)$$

- La somme des résistances situées en amont du point considéré .

$$R_t = R_1 + R_2 + \dots \quad (2)$$

On a alors :

- en triphasé

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \sqrt{R_t^2 + X_t^2}} \quad \text{en kA} \quad (3)$$

- en monophasé

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \sqrt{(2R_t - R_1)^2 + (2X_t - X_1)^2}} \quad \text{en kA} \quad (4)$$

Avec U : tension entre phases en charge [V] .

X_t et R_t en [mΩ] .

Nous reprenons sur le schéma 4.1. les méthodes de calcul utilisées .

24. Protection contre les surintensités

2.4.1. Protection contre les surcharges .

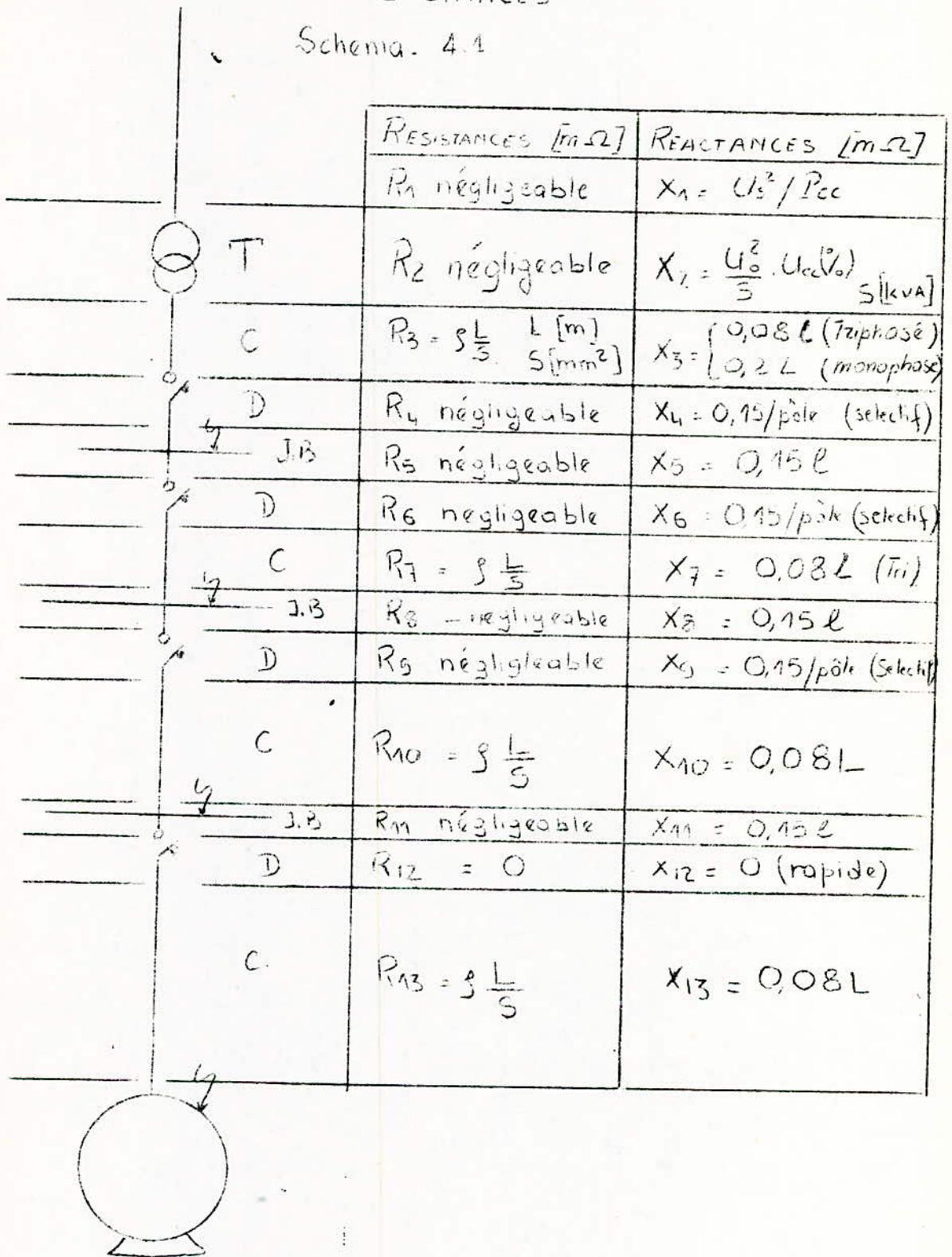
Elle a pour but de prévoir des dispositifs devant interrompre tout courant de surcharge avant qu'il ne devienne dangereux pour l'installation .

Soit :

- I_Z = courant admissible dans la canalisation .
- I_B = courant d'emploi de la canalisation .
- I_r = courant nominal ou de réglage du dispositif de protection .
- KI_r = courant que laisserai passer pendant une heure au moins le dispositif de protection .

CALCUL DES RESISTANCES ET DES REACTANCES

Schema. 4.1



	RESISTANCES [$m\Omega$]	REACTANCES [$m\Omega$]
	R_1 négligeable	$X_1 = U_s^2 / P_{cc}$
T	R_2 négligeable	$X_2 = \frac{U_0^2}{S} \cdot U_{cc}(\%)$ S [kVA]
C	$R_3 = \rho \frac{L}{S}$ L [m] S [mm ²]	$X_3 = \begin{cases} 0,08 L & (\text{Triphasé}) \\ 0,2 L & (\text{monophasé}) \end{cases}$
D	R_4 négligeable	$X_4 = 0,15 / \text{pôle (selectif)}$
J.B.	R_5 négligeable	$X_5 = 0,15 L$
D	R_6 négligeable	$X_6 = 0,15 / \text{pôle (selectif)}$
C	$R_7 = \rho \frac{L}{S}$	$X_7 = 0,08 L$ (Tri)
J.B.	R_8 négligeable	$X_8 = 0,15 L$
D	R_9 négligeable	$X_9 = 0,15 / \text{pôle (selectif)}$
C	$R_{10} = \rho \frac{L}{S}$	$X_{10} = 0,08 L$
J.B.	R_{11} négligeable	$X_{11} = 0,15 L$
D	$R_{12} = 0$	$X_{12} = 0$ (rapide)
C	$R_{13} = \rho \frac{L}{S}$	$X_{13} = 0,08 L$

- T: Transformateur
- C: Câble
- D: Disjoncteur
- J.B: Jeux de barres

Ainsi il faut que dans les meilleures conditions d'utilisation des conducteurs

$$\text{On ait : } I_B = I_r \quad (5)$$

$$I_Z = kI_r. \quad (6)$$

et d'une façon générale .

$$I_B \leq I_r \leq \frac{I_Z}{k}.$$

24.2 Protection contre les court-circuits.

La protection est assurée par des dispositifs caractérisés par leur pouvoir de coupure (P.d.c) et leur intensité de réglage (I_r). Ce sont généralement des déclencheurs magnétiques .

Le pouvoir de coupure (Pdc) exprime le courant le plus élevé que le dispositif de protection peut couper dans des conditions déterminées sans détériorations excessives. Il doit être au moins égal au courant de court-circuit présumé au point où il est installé .

2.4.3 Dispositifs assurant la protection .

Ces dispositifs sont destinés à surveiller l'intensité du courant dans les conducteurs d'un circuit et provoquer la coupure du courant lorsque l'intensité atteint une valeur susceptible de porter préjudice tant au matériel qu'à l'environnement.

On peut assurer cette détection de surintensité et sa coupure par :

- des coupes circuits à fusibles .
- des disjoncteurs .
- des discontacteurs .
- des relais et déclencheurs n'assurant que la fonction de détection .

2.4.3. a - Les coupes circuits à fusibles

Appelés couramment fusibles, ils comportent un élément sensible à la chaleur, dégagée par le passage d'un courant et qui fond lorsque cette chaleur dépasse une certaine valeur .

On distingue (deux)2 types de fusibles .

- *. Le type "gI,, assurant à la fois la protection contre les surcharges et les court-circuits .
- *. Le type "aM,, (accompagnement moteur) n'assurant que la protection contre les court-circuits .

Quelque soit le type de fusible choisit, les principales caractéristiques de celui-ci comprennent .

- Le mode de remplacement de l'élément fusible :remplaçable ou non sous tension, rechargeable ou non, calibré ou non.
- Le degré de protection contre les contacts accidentels
- Le degré de protection contre les agents extérieurs:
Ordinaire, protégé contre les chutes d'eau, contre les jets d'eau, étanche aux poussières, aux vapeurs et aux gaz, antidéflagrant.
- La solidité des enveloppes : ordinaire, renforcée ou blindée .
- Le nombre de pôles .
- Le courant nominal : c'est celui que le fusible peut supporter indéfiniment sans que l'échauffement dépasse les limites prescrites .
- Le pouvoir de coupure : Il s'exprime par la valeur la plus élevée du courant de court-circuit qu'il peut couper sans une tension donnée(En courant alternatif, ces courants s'expriment en valeur efficace .

Remarque

Le type "gI" est peut recommandé pour la protection des machines triphasées . En effet en cas de marche avec deux(2) phase seulement ou pour des surcharges accidentelles légères mais prolongées, le bobinage du stator peut être détruit sans que la coupure espérée ait lieu et en cas de surcharges , un seul des trois (3) fusibles peut fondre (fusibles mal calibrés) ce qui à pour effet d'accélérer le processus de destruction des deux (2) autres bobinages du stator .

Pour éviter cet inconvénient on utilise alors des fusible à percuteurs : à la fusion du fusible est associée une action mécanique assurant l'ouverture d'un contact auxiliaire inséré dans le circuit de commande du contacteur, alimentant le moteur, qui s'ouvre alors .

2.4.3. b. Les disjoncteurs .

Ces appareils, prévues pour fonctionner sur la basse tension, comportent, outre l'interrupteur proprement dit, un dispositif de déclenchement .

L'ouverture doit s'effectuer sans qu'il soit nécessaire de leur fournir une énergie extérieur autre que celle utilisée pour le fonctionnement des déclencheurs .

Les disjoncteurs peuvent être conçus pour fonctionner :

- A maximum de courant , à action instantanée .
- A maximum de courant , à action différée .
- A manque de tension .
- A dispositif différentiel à maximum de courant .

2.4.3 C- Les discontacteurs .

Ces appareils comportent, outre l'appareillage d'un simple contacteur, un disjoncteur automatique assurant l'ouverture des pôles dans des conditions prédéterminées.(les disjoncteurs automatiques sont actionnés par des relais de conceptions variées, pour des fonctions spéciales)

Les relais sont prévus pour commander l'ouverture d'un contacteur :

- en cas de surcharge du receptr,eur,
- en cas de court-circuit,
- lorsque la tension du réseau vient à faire défaut.

Remarque :

Les contacteurs sont des interrupteurs commandés par électro-aimant ils permettent d'établir ou d'interrompre des courants élevés en alimentant sous une faible intensité une bobine magnétique.

2.5 Exigence d'une protection .

L'efficacité d'une protection repose sur les exigences suivantes .

* . Rapidité

L'ordre d'élimination du défaut est exécuté le plus rapidement possible .

* . Fiabilité

Elle exige que chaque équipement de protection fonctionne lors d'un défaut correspondant à sa fonction (zone et type de défaut pour lequel il est conçu). Il ne doit pas y avoir de déclenchement pour un défaut ne correspondant pas à sa fonction et à fortiori en l'absence de défaut .

* . Sélectivité

Dans certains cas la protection contre les différentes perturbations conduit à des coupures inutiles des circuits. Donc l'élimination de ces perturbations doit se faire de façon à n'isoler que le ou les éléments qui sont le siège de défauts et assurer ainsi au maximum la continuité de service .

On distingue 2 types de sélectivité

a - La sélectivité ampérométrique

Elle repose sur le réglage des déclencheurs magnétiques des disjoncteurs rapides et rapides-limiteur.

Ce réglage nécessite la connaissance assez précise des courant de court-circuit aux différents points de l'installation .

La selectivité sera assurée si le seuil de déclenchement (I_{rA}) du disjoncteur amont est supérieur au seuil de déclenchement (I_{rB}) du disjoncteur aval (fig 23).

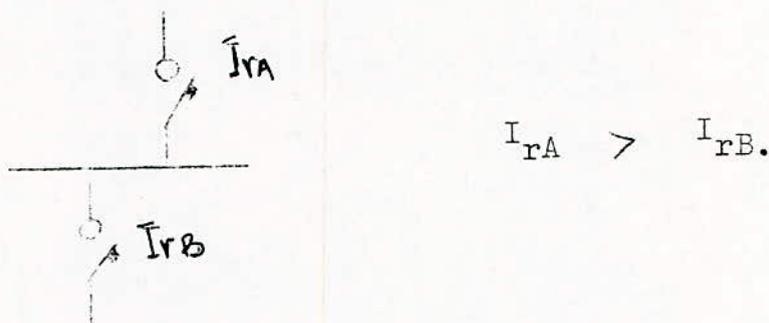


fig 23.

On reproche à ce système de conduire à une temporisation excessive des disjoncteurs de tête .

Cette selectivité ne permet pas de résoudre totalement le problème de la continuité de service .

b - La Sélectivité chronométrique .

Cette sélectivité consiste à jouer sur le temps de déclenchement des différents disjoncteurs . Ici on utilise des disjoncteur sélectif dont la caractéristique est de posséder une minuterie retardant le déclenchement sur court-circuit .

2.6. Critères de choix des moyens de protection .

Pour être efficace, la protection contre les surcharges et les court-circuits doit satisfaire aux conditions suivantes :

26.1. Protection par fusible .

Soit I_s : le courant suffisant pour que la protection agisse.

On a alors :

$$\text{fusible sans retard : } I_s = 2,5 I_n. \quad (8)$$

$$\text{fusible avec retard : } I_s = (3,5 \div 5) I_n. \quad (9)$$

Et la protection est dite efficace si :

a - Pour la protection d'un moteur .

$$0,8 \times I_{cc}(\text{mono}) \geq I_s \geq I_{dem}. \quad (10)$$

$$P_{dc} \geq I_{cc}(\text{tri}) \quad (11)$$

$$I_n < I_Z. \quad (12)$$

b. Autres récepteurs

$$I_Z \geq I_n \geq I_b. \quad (13)$$

$$P_{dc} \geq I_{cc}(\text{tri}) \quad (14)$$

nota_-_-

I_n = courant nominal du fusible .

I_{dem} = courant de démarrage du moteur .

I_Z = courant admissible dans le câble

I_b = courant de service de la ligne .

2.6.2. Protection par disjoncteur .

Elle est efficace si :

a. Contre les surcharges .

$$I_{rt} = (1,05 \div 1,2) I_b. \quad (15)$$

$$I_{rt} \leq I_Z. \quad (16).$$

b. Contre les court-circuits .

$$I_{rm} \geq 1,2 I_{dem}. \quad (17)$$

$$P_{dc} \geq I_{cc}(\text{tri}). \quad (18).$$

nota_-_-

I_{rt} = courant de réglage du déclencheur thermique.

I_{rm} = " " " " " " magnétique

3. Protection des personnes .

Dans certains cas, une défaillance même minime peut mettre en danger la vie des personnes. C'est afin d'éviter ces conséquences facheuses que la protection des personnes dans une installation BT doit être conçue conformément à la norme NF C 15-100 .

3.1. Protection contre les contacts directs .

Les contacts directs sont les contacts des personnes avec les parties actives des équipements électriques normalement sous tension .

Cette mesure de prévention est assurée :

- par isolation des parties actives .
- par éloignement .
- au moyen d'obstacles .

3.2 Protection contre les contacts indirects .

Les contacts indirects sont les contacts des personnes avec des masses mises accidentellement sous tension .

La prévention dans ce sens se fait :

- par utilisation d'une tres basse tension de securité (TBT).
- par inaccessibilité des masses et des éléments conducteurs .
- par isolation des masses
- par isolation des éléments conducteurs .
- par mise à la terre des masses associées à un dispositif de coupure automatique .
- par mise au neutre des masses et dispositif de coupure automatique .
- par emploi de dispositifs de coupure automatique sensibles à la tension de défaut .

Remarque .

La tension de défaut est la tension qui s'établit entre une masse et une prise de terre électriquement distinctes .

33. Différents régime de neutre

Le régime du neutre caractérise la position du point neutre secondaire BT du transformateur HT/BT par rapport à la terre. Ils sont au nombre de 3 trois: TT, TN, IT .

nota :

lettre

- La première définit la situation du neutre par rapport à la terre

T : liaison direct du neutre à la terre .

I : Absence de liaison du neutre à la terre ou liaison par l'intermédiaire d'une impédance .

- La deuxième lettre définit la situation des masses de l'installation

T : Liaison des masses à une prise de terre distincte

N : Liaison des masses au neutre .

331. Règime TT . (fig 24.)

Le courant de défaut se referme par la boucle comprenant les prises de terre du neutre et des masses.

Conditions .

Un dispositif de coupure (différentiel) doit couper l'alimentation dès que la tension de défaut est supérieure à U_L

Cette condition détermine une relation entre la résistance de la prise de terre des masses et le courant différentiel nominal du dispositif

$$R_m \cdot I_{\Delta n} \leq U_L$$

R_m = résistance des prises de terre des masses.

U_L = tension de sécurité .

Toutes les masses protégées par un même dispositif différentiel doivent être reliées à la même prise de terre .

Utilisation

Imposé dans les installations alimentées directement par un réseau de distribution publique B.T.

Avantages et inconvénients

- Coupure au premier défaut
- Nécessité d'installer des dispositifs différentiels
- Assure la protection contre les contacts indirects.

332 . Regime TN . fig 25)

Le courant de défaut se referme par le conducteur neutre et devient un courant de court-circuit phase-neutre.

Conditions.

Il exige l'installation d'un dispositif de protection contre les surintensités .

Ce qui détermine une relation entre l'impédance de la boucle de défaut (Z_d) et le courant de fonctionnement du dispositif (I_a).

$$Z_d I_a \leq U .$$

Le conducteur de protection doit être efficacement mis à la terre de façon à ce que son potentiel soit maintenu aussi voisin que possible de celui de la terre.

Des précautions doivent être prises pour éviter toute rupture du neutre lorsqu'il est utilisé comme conducteur de protection

Utilisation

Utilisé seulement dans les installations alimentées à partir d'un poste de transformation privé.

Avantages et inconvénients

- Coupure au premier défaut d'isolement .
- Economie d'un pôle et d'un conducteur de protection dans les circuits non terminaux de section supérieure à 10mm^2 et en canalisation fixes .

- Passage du conducteur de protection dans les mêmes canalisations que les conducteurs actifs .

Utilisation de dispositifs de protection contre les surintensités pour assurer la protection contre les contacts indirects

- Nécessité de réaliser souvent des liaisons équipotentielles supplémentaires .

- Exigence concernant la mise à la terre du conducteur de protection .

333. Régime IT (fig 26)

Le courant de premier défaut est limité à une valeur telle qu'il n'en résulte pas de tension de contact dangereuse.

Conditions .

Le courant de premier défaut ne provoque le fonctionnement d'aucun dispositif de coupure tant que l'intensité de ce courant reste inférieure à U_T / R_m . (R_m résistance de prise de terre des masses .

Un contrôleur permanent d'isolement doit signaler l'apparition de chaque défaut .

En cas de second défaut , le dispositif de protection doit fonctionner .

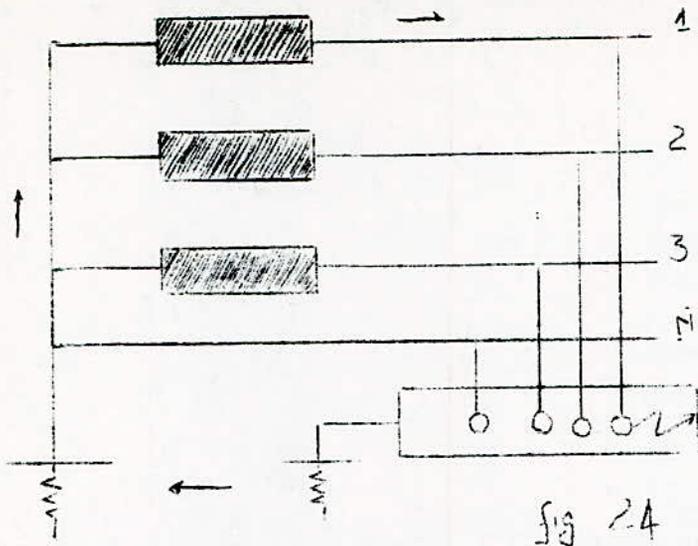
Utilisation.

Ce régime est utilisé seulement dans les installations alimentées par un poste de transformation privé et exploitées par un service d'entretien.

Avantages et inconvénients

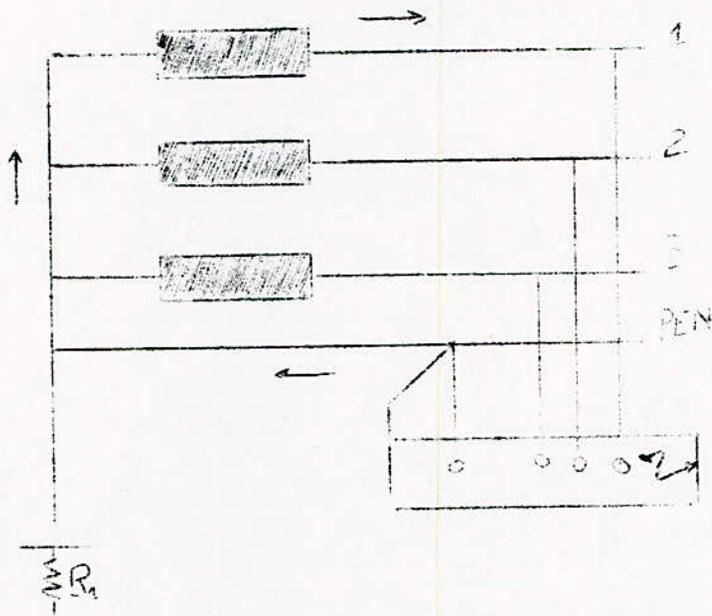
- Pas de coupure au premier défaut
- Surveillance de l'isolement ce qui nécessite un service d'entretien permettant l'élimination rapide des défauts .
- Non distribution du conducteur neutre si non nécessité de le protéger .
- Limitation de l'étendue de l'installation afin de limiter l'intensité du courant de premier défaut .

REGIME DU NEUTRE: SCHEMAS.



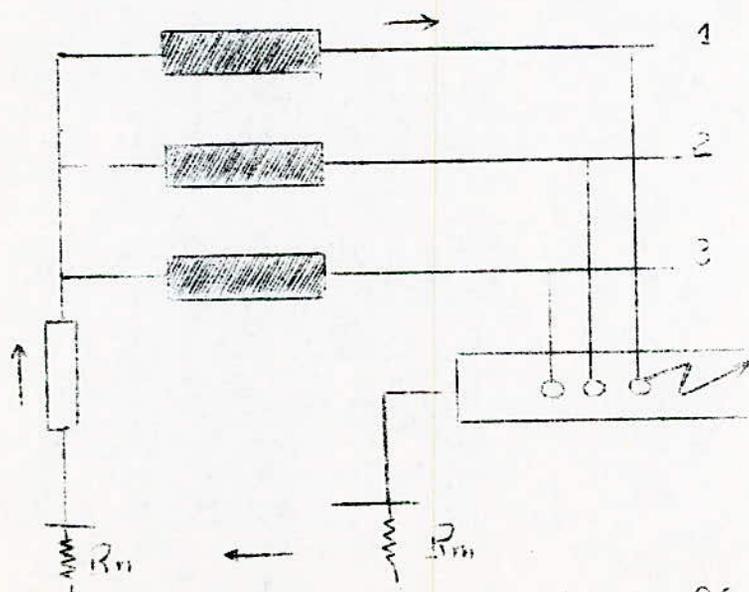
Schema T.T

fig 24



Schema T.N

fig 25



Schema I.T

fig 26

334. Choix du régime du neutre .

Nous optons pour le régime TN puisqu'il permet une simplification de l'installation du fait que les dispositifs de protection contre les surintensité assurent de même la protection des personnes, et que les canalisations comportent un conducteur de moins. Mais nous devons prendre des mesures un peu spéciales pour empêcher toute montée du potentiel du conducteur neutre qui devient accessible par sa connection aux masses de l'installation .

335 . Utilisation d'une protection différentielle.

Il est reconnu qu'un courant supérieur à 300 mA peut porter à l'incandescence 2 (deux) pièces métalliques en contact ponctuel. Donc pour les locaux présentant des risques d'incendie, il est recommandé et ceci quelque soit le régime du neutre choisi d'utiliser un D.D.R de sensibilité $I_{\Delta n} = 300 \text{ mA}$.

D.D.R . Dispositif différentiel résiduel.

336. Conducteur de protection .

Les conducteurs de protection contre les contacts indirects relient les masses à la terre; soit directement soit par l'intermédiaire du conducteur neutre .

La section (S_{pE}), si la section des conducteurs de phase est inférieure à 35 mm^2 , est représenté dans le tableau 1^o, si non, elle peut être déterminée par la formule .

$$S_{pE} = \frac{I}{\alpha} \sqrt{\frac{t}{\Delta\theta}}$$

avec . t : temps d'élimination du défaut

I : courant de défaut

$\Delta\theta$: échauffement admissible

α : coefficient égal à 13 pour les conducteur en C_{u}

"	"	8,5	"	"	"	"	Al .
"	"	4,5	"	"	"	"	"Acier.

Nota. Les conducteurs de protection peuvent emprunter les mêmes canalisations que les conducteurs actifs ; comme ils peuvent être isolés .

Tableau. 11.

Section minimale du conducteur de protection (S_{pE}) en fonction de la section du conducteur de phase (S_{ph})

Section des cond. de phase S_{ph} mm ²	Section des conducteur de protection S_{pE} . mm ²		Section minimale du conducteur de terre (mm ²)	
	Avec protection	Sans protection	Cu	Al.
/				
$S_{ph} \leq 16$	2,5	4	28	50
$16 < S_{ph} \leq 35$	16	16	28	50
$S_{ph} > 35$.			$\frac{S_{ph}}{2}$	$\frac{S_{ph}}{2}$
temp de coupure du dispositif de protection 2s	$\frac{S_{ph}}{2}$	$\frac{S_{ph}}{2}$	avec 1 minimum de 28	avec 1 minimum de 50
formule obligatoire				
temp de coupure du dispositif de protection 2s.		$\frac{I}{\alpha} \sqrt{\frac{t}{\Delta \theta}}$	$\frac{I}{\alpha} \sqrt{\frac{t}{\Delta \theta}}$	$\frac{I}{\alpha} \sqrt{\frac{t}{\Delta \theta}}$
formule economique. $\frac{I}{\alpha} \sqrt{\frac{t}{\Delta \theta}}$			avec un minimum de 28	avec un minimum de 50.

3.4. Prise de terre

Dans toute installation électrique, il est prescrit de relier a la terre tout bêtis, armatures métalliques, parcourus ou non par un courant ainsi que les pièces conductrices ou de protections qui risquent d'être mises accidentellement sous tension .

Cette mise à la terre constitue une dérivation pour tous courants susceptibles de traverser le corps humain par contacts fortuits. Donc c'est une dérivation de faible impédance, toujours inférieure à celle du circuit corps - terre.

Etablissement des prises de terre .

a). Conducteurs enfouis , horizontalement, dans des tranchées .

Ce sont des conducteurs massifs ou des câbles en cuivre nu d'au moins 28mm^2 de section .

La résistance est donnée approximativement par la formule

$$R = \frac{2 \rho}{L} \quad [\Omega]$$

ρ = résistance du terrain $[\Omega \cdot \text{m}]$

L = Longueur de la tranchée occupée par le conducteur $[\text{m}]$

b) Plaques minces enterrées

Généralement ce sont des plaques rectangulaires de 0,5m par 1 m., ou carrées de 1 m de côté .Elles sont faites de telle sorte que leur centre se trouve à une profondeur de 1m environ.Leur épaisseur est de 3mm environ .

La résistance d'une telle prise est :

$$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P} \quad [\Omega]$$

P : perimetre de la plaque $[\text{m}]$.

c). Piquets verticaux .

Ce sont des tubes en acier galvanisé d'un diamètre extérieur de 25 mm environ . On utilise aussi des barres en cuivre ou en acier d'au moins 15mm de diamètre.

La résistance d'une telle prise est :

$$R = \frac{\rho}{L} \quad [\Omega]$$

L = Longueur du piquet : [m] .

Comme on le voit sur les 3(trois) cas précédant, la résistance d'une prise de terre dépend de la nature du terrain caractérisé par sa résistivité .

Vu que nous ne possédions pas cette donnée fondamentale nous n'avons pas calculer la résistance de notre prise de terre.

PROTECTION

-TABLEAU 12-

Liaisons	Tr TG	TG TS1	TG TS2	TG TS3	TG TS4	TG TS5	TG TS6
Ib (A)	580	85,09	74,14	86,02	58,14	118,92	269,13
L (m)	66,5	24	43,5	59,5	81,5	48,5	26,5
S (mm ²)	2,185	25	16	25	10	35	150
R _{ct} (mΩ)	4,85	30,77	78,25	69,11	224,9	42,26	9,62
Xt (mΩ)	19,39	21,65	23,12	24,4	26,16	23,52	21,76
I _{cc} (KA)	10,97	5,83	2,68	2,99	0,96	4,53	9,22
Dispositifs De Protection	C630 dé- brochable cadnassa- ble à cou- pure Vi- sible ré- glé a 630 A	A 100 + F. réglé à 100 A	A 100 + F réglé à 80 A	A 100 + F réglé à 100 A	A 100 + F réglé à 60 A	A 200 + F réglé à 125 A	A 400 + F réglé à 290 A

PROTECTION (Suite)

-TABLEAU 213

Liaisons	I _b (A)	L (m)	S(mm ²)	R _t (mΩ)	X _t (mΩ)	I _{cc} (KA)	Dispositifs de protection
S1-C1	3,61	17	1,5	336,77	23,26	0,864	10-63 F ₁₀₀ réglé à 10 A
S1-C2	43,86	17	6	107,27	23,26	1,99	10-63 F ₁₀₀ réglé à 50 A
S1-BPc1	64 20,16	1	2,5	32,43 41,57	21,98	5,55 4,66	10-63 F ₁₀₀ réglé à 25 A
S1-Bpc2	20 8,44	12,3	2,5	165,01 252,47	22,88	1,52 0,86	10-63 F ₁₀₀ réglé à 10 A
S1-Salle 24	7,6	14	1,5	282,77	23,02	0,77	10-63 F ₁₀₀ réglé à 40 A
S1-R ₈	6,3	7,4	2,5	158,03	23,29	1,37	Sectionneur porte fusible. a M 12 A
S1-E1	44,16	61	1,5	1128,77	26,78	0,19	10-63 F ₁₀₀ réglé à 20 A
S1-E2	43,86	66	1,5	1218,77	27,18	0,17	10-63 F ₁₀₀ réglé à 20 A
1-5	5	6,7	2,5	410,15	23,85	0,53	Sectionneur porte fusible à M 12 A
1-14	5	7,5	2,5	417,77	23,92	0,52	
2-1	6,3	17,5	2,5	296,27	24,72	0,73	
2-2	6,3	15,5	2,5	274,67	24,56	0,79	
2-3	6,3	13,5	2,5	253,07	24,4	0,86	
2-4	6,4	11,5	2,5	231,47	24,24	0,94	
2-6	6,3	8,7	2,5	201,23	24,01	1,08	
2-7	6,3	10,7	2,5	222,83	24,17	0,97	
2-8	6,3	12,7	2,5	244,43	24,33	0,89	
2-9	11,2	17,5	2,5	296,27	24,72	0,73	
2-10	6,3	15,5	2,5	274,67	24,56	0,79	
2-11	6,3	13,5	2,5	253,07	24,4	0,86	
2-12	6,3	11,5	2,5	231,47	24,24	0,94	
2-13	6,3	9,5	2,5	209,8	24,08	1,03	
2-RA	6,3	9,5	2,5	209,8	24,08	1,03	

PROTECTION (Suite)

TABLEAU . 3 14

Liaisons	I _b (A)	L(m)	S(mm ²)	R _t (mΩ)	X _t (mΩ)	I _{cc} (KA)	Dispositifs de protection
TS2-C1	3,84	4,2	1,5	153,85	23,68	1,4	F70 3-25 réglé à 10 A
TS2-C2	18,24	4,2	1,5	153,85	23,68	1,4	F70 3-25 réglé à 20 A
TS2-Bpc1	20,5	4	4	119,62	24,07	2,14	F70 25-50 réglé à 35 A
TS2-Bpc11	26,46	13,2	4	167,35	24,4	2,129	F100 25-50 réglé à 30 A
TS2-Bpc12	6,52	21	1,5	456,25	25,03	0,48	F70 3-25 réglé à 10 A
TS2-Bpc13	4	23	4	259,3	25,2	0,53	F70 25-50 réglé à 30 A
TS2-E1	2,76	34	1,5	690,25	26,07	0,31	F3A 1-31,5 réglé à 3 A
TS2-E2	14,5	53	1,5	1032,25	27,59	0,21	F70 3-25 réglé à 16 A
TS2-26	25	13	4	166	24,39	1,3	F70 25-50 réglé à 30 A
C1-15	5	15,4	2,5	320,17	24,97	0,68	Sectionneur porte fusible à M 12 A
C1-17	1	11,6	2,5	279,13	24,66	0,78	--"---
C1-19	5	6,5	2,5	224,05	24,26	0,97	--"---
C1-20	0,7	10,5	2,5	267,25	24,58	0,81	--"---
C1-21	3,4	16,3	2,5	329,89	25,04	0,66	--"---
C1-22	1,8	14,3	2,5	308,29	24,88	0,7	--"---
C2-16	6,3	14,5	2,5	310,45	24,9	0,7	--"---
C2-18	6,3	9,2	2,5	253,21	24,47	0,86	--"---
C2-23	8,3	16,6	2,5	333,13	25,06	0,65	--"---
C2-24	6,3	18,5	2,5	353,65	25,22	0,86	--"---
C2-25	6,3	12,6	2,5	279,93	24,74	0,78	--"---
C2-27	11,2	6,5	2,5	224,05	24,26	0,97	--"---
C2-RA	6,3	8,70	2,5	247,81	24,43	0,88	--"---
C2-RB	6,3	8,20	2,5	242,41	24,39	0,9	--"---

E1 - Eclairage des salles (12,13)
 E2 - " " " (10,11,14,15) .

PROTECTION (Suite)

TABLEAU 415

Liaisons	Ib(A)	L(m)	S(mm)	R+(m ²)	X+(m ²)	Icc(KA)	Dispositifs de protection
TS3-C1	11,61	5,3	1,5	164,61	23,79	1,31	F32 réglé à 31,5 A
TS3-C2	69,76	5,3	16	78,05	23,79	2,68	F100 réglé à 80 A
TS3-Bpc1	5,165	8	1,5	213,11	24,01	1,02	F100 réglé à 30 A
TS3-Bpc2	20,621	9,15	2,5	339,41	25,85	0,64	F100 réglé à 40 A
TS3-Bpc3	20	10	2,5	177,11	24,17	1,12	F100 réglé à 25 A
TS3-E1	6,3	42	1,5	825,11	26,73	0,26	F32 réglé à 6,5 A
TS3-E2	3,09	27	1,5	555,11	25,53	0,39	F32 réglé à 6,5 A
C1-28	6,3	24,5	2,5	429,21	25,83	0,51	Sectionneur porte fusible am 12A
C1-29	6,3	20,4	2,5	384,93	25,48	0,56	---
C1-30	6,3	16,2	2,5	339,57	25,14	0,64	---
C1-31	6,3	12,1	2,5	295,29	24,81	0,74	---
C1-38	5	9,3	2,5	265,05	24,59	0,82	---
C1-34	3,4	19,4	2,5	374,13	25,4	0,58	---
C2-32	15,5	27,5	10	238,86	26,05	0,91	Sectionneur porte fusible am 50 A
C2-43	11,2	30,7	2,5	409,61	26,3	0,53	Sectionneur porte fusible am 12 A
C2-33	11,2	21,8	2,5	313,49	25,59	0,69	---
C2-35	11,2	17,7	2,5	269,21	25,26	0,81	---
C2-36	11,2	13,5	2,5	223,85	24,93	0,97	---
C2-37	11,2	9,4	2,5	179,52	24,6	1,21	---
C2-39	11,2	12,6	2,5	214,13	24,85	1,01	---
C2-40	11,2	16,7	2,5	258,41	25,18	0,84	---
C2-41	11,2	20,9	2,5	303,77	25,52	0,71	---
C2-42	11,2	25	2,5	348,05	25,85	0,62	---
C2-RA	11,2	6,4	2,5	147,17	24,36	1,48	---
C2-RB	11,2	6,7	2,5	150,41	24,36	1,43	---

E1 - Eclairage des salles (3,4,5,7,8)
 E2 - " " " (6,9)

PROTECTION (Suite)

TABLEAU 16

Maisons	Ib(A)	L(m)	S(mm ²)	R _s (mΩ)	Xt(mΩ)	Icc(KA)	Dispositifs de protection
TS4-C1	32,35	6,5	6	254,15	26,93	0,85	F70 réglé à 25-50 A
TS4-C2	21,18	6,5	2,5	295,1	26,93	0,74	F70 réglé à 3-25 A
TS4-Bpc1	10 3,63	3,5	1,5	287,9	26,69	0,75	F70 réglé à 3-25 A
TS4-Bpc2	64 20,16	7,5	2,5	305,9	27,01	0,81	F70 réglé à 35-50 A
C1- 44	1,8	17	2,5	437,75	28,35	0,5	Sectionneur porte fusible 12 A
C1- 45	3,4	14,8	2,5	413,99	28,17	0,52	---
C1- 46	3,4	13,5	2,5	399,95	28,07	0,54	---
C1- 47	1	15,7	2,5	423,71	28,24	0,51	---
C1- 48	1	11,4	2,5	377,27	27,9	0,57	---
C1- 49	1	11,5	2,5	378,35	27,91	0,57	---
C1- 50	1	10,2	2,5	364,31	27,8	0,6	---
C1- 51	1,8	9,5	2,5	356,75	27,75	0,61	---
C1- 52	3,4	8,2	2,5	342,71	27,64	0,63	---
C1- 53	6,3	5,6	2,5	314,63	27,43	0,69	---
C1- 54	6,3	4,1	2,5	298,43	27,31	0,73	---
C1- 55	6,3	1,5	2,5	270,35	27,11	0,8	---
C1- 57	3,4	1,3	2,5	268,19	27,09	0,81	---
C1- 59	5	10,9	2,5	371,37	27,86	0,58	---
C1- 60	8,3	15,5	2,5	421,55	28,23	0,51	---
C1- 62	3,4	24,3	2,5	516,59	28,93	0,42	---
C1- 63	3,4	22,8	2,5	500,39	28,81	0,43	---
C1- 64	3,4	17,5	2,5	447,47	28,42	0,48	---
C1- 65	6,3	13,9	2,5	404,27	28,1	0,54	---
C1- 66	6,3	35	2,5	632,15	29,79	0,34	---

-62-

PROTECTION (Suite)

- TABLEAU 16bis(Suite).

Liaisons	I _b (A)	L(m)	S(mm ²)	R _t (mΩ)	X _t (mΩ)	I _{cc} (KA)	Dispositif de protection
C1-RA	6,3	6,8	2,5	327,59	27,53	0,66	Sectionneur porte fusible aM 12 A
C1-RB	6,3	2,2	2,5	277,91	27,16	0,78	---"
C2-56	8,3	4,1	2,5	339,38	27,31	0,64	---"
C2-58	11,2	8,2	2,5	383,66	27,64	0,57	---"
C2-61	11,2	16,5	2,5	473,4	28,31	0,46	---"
C2-P.R	14,7	50,5	10	413,45	31,03	0,52	Sectionneur porte fusible aM 50 A

P.R ----- Pont Roulant .

PROTECTION (Suite)

TABLERU 61

liaisons	I _b (A)	L(m)	S(mm ²)	R _l (mΩ)	X _l (mΩ)	I _{cc} (kA)	Dispositifs de protection
TS5-A1	17,87	5,5	1,5	141,26	24,21	1,53	F32 réglé à 20A
TS5-A2	23,06	1	4	49,01	23,85	4,02	F32 réglé à 31,5A
TS5-C3	54,6	23	16	81,07	25,61	2,58	F100 réglé à 63 A
TS5-E4	5,92	53,5	1,5	1003,26	28,05	0,21	F32 réglé à 6,5A
TS5-E5	2,16	26,7	1,5	519,16	25,9	0,42	F32 réglé à 3 A
TS5-Bpc1	20,16	8,5	2,5	134,06	24,45	1,61	F100 réglé à 25 A
TS5-7	41	37	6	208,76	26,73	1,04	F100 réglé à 50A
C1-67	2,6	10,8	2,5	257,9	25,13	0,84	Sectionneur porte fusible aM 12-A
C1-69	1,8	20,7	2,5	364,82	25,92	0,59	---
C1-70	4	27	2,5	432,86	26,43	0,5	---
C1-71	6,3	20,9	2,5	366,98	25,94	0,59	---
C1-72	6,3	31,8	2,5	484,7	26,81	0,45	---
C1-74	6,3	42,5	2,5	600,26	27,67	0,36	---
C1-76	1	22,2	2,5	381,08	26,04	0,57	---
C1-77	6,3	25,3	2,5	414,5	26,29	0,52	---
C1 A.M	1,8	26,7	2,5	429,62	26,4	0,5	---
C1-RA	6,3	43,5	2,5	611,06	27,75	0,35	---
C1-RB	6,3	24,5	2,5	405,86	26,23	0,53	---
C2-68	35,3	5,7	10	64,4	24,36	3,18	Sectionneur porte fusible aM 50A
C2-75	11,2	23,7	2,5	304,97	25,8	0,71	Sectionneur porte fusible aM 12 A
C3-F1	3,8	28,8	2,5	392,11	27,97	0,55	---
C3-F2	7,6	23,6	2,5	325,95	27,55	0,65	---
C3-F3	7,6	22,6	2,5	325,15	27,47	0,67	---
C3-F4	10,6	23,8	2,5	338,11	27,57	0,64	---
C3-F5	38	9,7	10	107,26	26,44	1,98	Sectionneur porte fusible aM 50A

E1= Eclairage atelier n° 26 et salle 17

E2= " salles 16,18

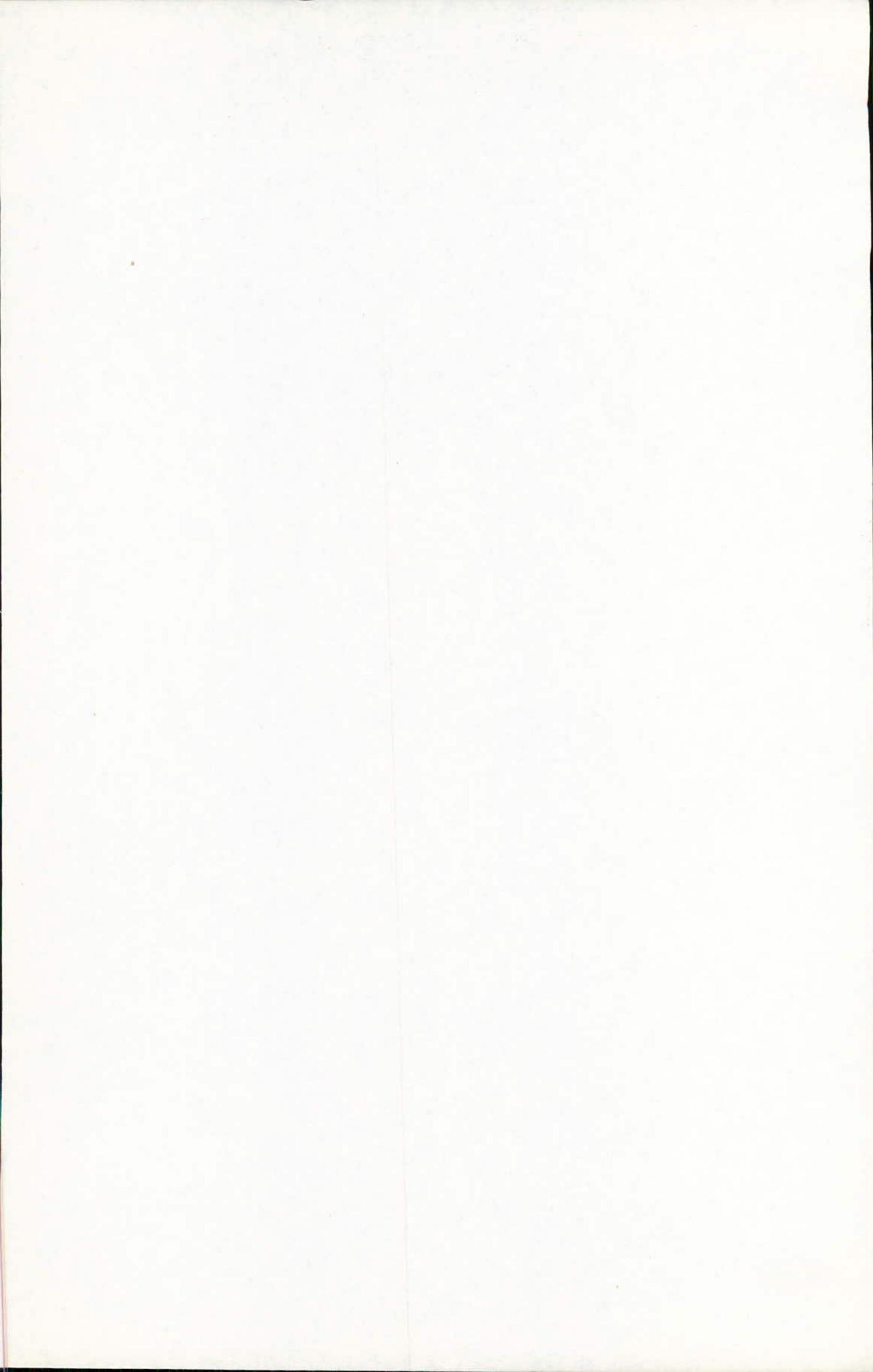
A.M = Appareil de mesure du laboratoire de métallurgie

PROTECTION (Suite et fin)

TABLEAU 18.

Liaisons	I _b (A)	L(m)	S(mm ²)	R ₊ (mΩ)	X ₊ (mΩ)	I _{cc} (KA)	Dispositifs de protection .
TS6-C1	290,68	1	150	9,8	22,09	9,07	100-320 C500 réglé à 320 A
TS6-E	7,57	38	1,5	693,62	25,05	0,31	10-25 R ₂₅ réglé à 10 A
C ₁ -P1	292	13	150	12,14	23,19	8,3	100-320 C500 réglé à 320 A
C1-P2	131	6	50	13,04	22,63	8,4	60-160 C250 réglé à 160 A
C ₁ -P3	131	8,5	50	14,39	22,83	8,12	60-160 C250 réglé à 160 A

E : Eclairage des salles 1 et 2 .



1 Introduction

Il est commode pour des raisons d'exploitation de grouper l'ensemble de l'appareillage assurant les fonctions de commande et de protection dans des armoires ou des coffrets.

Ceci constitue un moyen de protection du materiel contre les chocs et les poussières et aussi un moyen de protection des personnes contre les contacts directs et indirects .

Les armoires sont divisées en compartiments et sont éventuellement fermées à clef . Ces armoires comportent des parties actives qui ne sont accessibles qu'à des electriciens qualifiés

Quant aux coffret ce sont de petites armoires contenant un appareillage propre à un équipement donné.

2. Critère de choix .

Notre choix se fait en tenant compte :

- du lieu de l'emplacement .
- de l'encombrement des differents appareils qui doivent s'y trouver .

3. Calcul de l'encombrement

Vue le nombre assez important d'armoires et de coffrets, nous nous proposons de presenter ici 1 exemple de calcul, le reste des resultats est reporté sur le tableau 2

Etape de calcul .

Determination de l'enveloppenécessaire .

- 1- Faire la somme brute(S_b) des encombrements du materiel utile à la réalisation de l'équipement.

- 2 - Choisir dans le tableau 19 un coefficient de foisonnement K_f qui tient compte :
- des espaces perdues .
 - de l'aération plus ou moins importante donnée à l'équipement pour satisfaire certains impératifs techniques .
 - de la disposition particulière du matériel .
- 3 . Détermination de la surface nette.

$$S = K_f \cdot S_b.$$

4. Rechercher dans les tableaux "coffrets" ou "Armoires" l'enveloppe dont la surface Σ est immédiatement supérieur à S .

Tableau 19 Coefficient de foisonnement

type d'équipement	K_f en fonction du calibre			
	10 à 64	combinaison de ces calibre	125 et +	Si câble en goulotte multiplier en +
Equipements serrés	1,5	1,6	1,8	1,3
Equipements moyens	1,7	1,9	2,5	1,2
Equipements large	2,2	2,4	2,6	1,1

Exemples de calcul .

1. Tableau generale .

Tableau 20

Nb	Nomenclature	Encombrement unitaire [dm ²]	Encombrement [dm ²]
1	disjoncteur C 630	5,7	5,7
4	disjoncteur A100 +F	1,7	6,8
1	disjoncteur A400+F	5,7	5,7
1	disjoncteur A200+F.	5,1	5,1
10	bornes DB6 JB	0,6	6.

.../...

8	bornes 1B6 FA.	*	0,06 .	0,6
8	bornes DB6 EA.	*	0,05	0,5
4	bornes 1B6 HB.		0,32	1,28

total. 31,68. = S_b .

$$K_f = 1,9$$

$$\text{et } S = 31,68 \cdot 1,9 = 69,19$$

Ce qui nous donne une armoire "DES" H = 1550 mm

L = 723 mm

P = 500. mm

N.B. * = certains types de borne sont vendu par bloc de "10",

indivisible. (bien que n'utilisant que 8 bornes, on se voit dans l'obligation d'installer un groupe de 10 bornes).

Tableau	H mm	L mm	P mm	type .
TG	1550	723	500	Armoire DES 5.
TS ₁	700	600	380	Coffret DE1 GB 764
TS ₂	600	500	380	Coffret DE1 GB 653
TS ₃	600	500	380	Coffret DE1 GB 653
TS ₄	400	400	380	Coffret DE1 GB 443
TS ₅	600	600	420	Coffret DE1 GB 663
TS ₆	1550	818	500	Armoire DES 5
C ₁₁	400	300	310	Coffret DE1 GB 433
C ₁₂	900	700	310	Coffret DE1 GB 974
C ₂₁	600	500	290	Coffret DE1 GB 654

.../...

C ₂₂	700	500	290	Coffret DE1 GB 754
C ₃₁	500	500	290	Coffret DE1 GB 553
C ₃₂	900	700	310	Coffret DE1 GB 974
C ₄₁	1850	723	300	Armoire DE1 5
C ₄₂	500	500	290	Coffret DE1 GB 553
C ₅₁	800	600	290	Coffret DE1 GB 864
C ₅₂	500	300	290	Coffret DE1 GB 532
C ₅₃	600	500	310	Coffret DE1 GB 653
C ₆₁	900	700	370	Coffret DE1 GB 974

H (mm) = Hauteur.

L (mm) = Largeur.

P (mm) = Profondeur .

C_{ij} = Coffret divisionnaire "j" lié au tableau secondaire "i"

Tableau : 24.

Dimension des armoires et coffrets .

Tableau 22

Nature	Designation	Nombre	Observation
Câble	U 1000 R02V.	-	différents section: (représenté ultérieurement)
Tubes	40 Watts.	44	
fluorescent	65 Watts	432	
lampes a incondescence .	125 watts	117	
REFLECTEURS	Sabir CSO	57	
	Sabir RFD	181.	
	DA 250	117	
DISJONCTEURS	C.630 .	2.	debouchable, cadnassable à coupe visible.
	A 100 + F	8.	
	A 200 + F	2.	
	A 400 + F	2.	
	F100.	167	gamme de réglage 10-63
	F70	14	" " " 3- 25
	F ₃₂	11	" " " 25-50
	F ₃₂	11	" " " 1- 31,5
	C 500	3	" " " 100-320
	R ₁₂₅	1	" " " 10-25.
	C _{250.}	2	" " " 60- 160.
	Sectionneur porte fusible	a M 12A	38
a M 50A.		4	
contacteur	009.	38	
	CN1 EB.	4	
Relais therm.	LR1	38	
	RA1 EB	4	
T.I		3	630/5 A. Classe 1.
		3	630/5 A Classe 2.

Tableau 22 (suite et fin)

Nature	Designation	nombre	Observation
Ampermetre		1	0,- 750 A.
Voltmetre		1	0- 500 V.
commutateur d'ampermetre		1	/
Commutateur de voltmetre		1	/
Transformateur	Type Merlin Gerin.	1.	400KVA. couplage
Armoires	DE5	3	/
BORNES.	DE1 G.B.	16.	/
	DE6 J B.	30.	/
	DE6 FA .	20.	/
	DE6 EA	80.	/
	DE6 HB.	4	/
	DE6 FB.	40.	/
	DE6 CB.	384	/
	DE6 G.B	10.	/

C O N C L U S I O N ° ° ° G E N E R A L E

Par cette humble étude nous avons pu cerner d'une manière générale les différents problèmes qu'on rencontre, lors de l'étude d'une installation électrique .

Notre étude a porté notamment sur le circuit de puissance (éclairage et force motrice) et de protection; laquelle a été prévu dans le souci de bien préserver l'installation et d'éviter au maximum les risques d'accidents .

C'est dommage qu'une étude technico-économique n'a pu être faite ; laquelle aurait fait ressortir le contenu économique de notre installation .

Si cela constitue une partie non négligeable; elle ne diminue en rien le grand intérêt d'un sujet aussi actuel et aussi important que celui d'une installation électrique .

On peut finalement confirmer que le développement industriel est directement lié à la bonne réalisation d'installations électriques .

Bibliographie

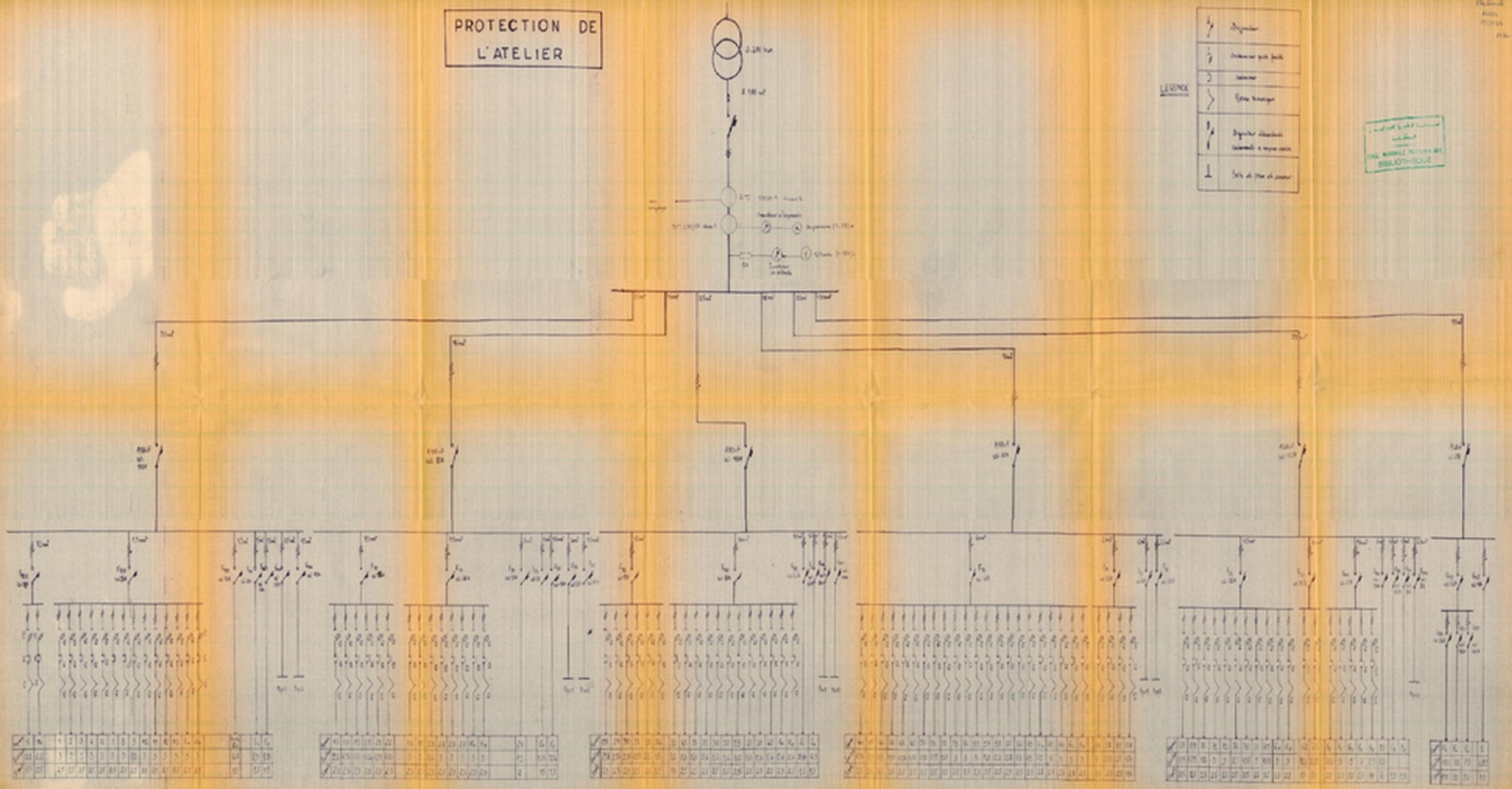
- Technologie de l'électricité . HEINY-NAUDY-DARES .
- " " " P - MERLET .
- " " " HEINY - CAPLIEZ
- ~~Technique~~ Technique de l'éclairage. M- DERIBERE
- L'Equipement électrique des batiments . Cl. REMOND.
- Manuel d'éclairage Philips.
- Guide de l'installation électrique. Merlin Gerin
- Catalogue Trifécable .
- " Trifémétaux
- " Merlin Gerin
- " Telemecanique
- " Socomec.
- " Sabir 75

PROTECTION DE L'ATELIER

LEGENDE

-  Disjoncteur
-  Interrupteur aux bornes
-  Contacteur
-  Coffre de manœuvre
-  Disjoncteur différentiel
-  Interrupteur à magnéto
-  Sels de phase de courant

Le plan est établi par
 l'ingénieur
 M. MARTEL le 15/05/54
 BELFORT-BOULE



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60