

4/81
UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE
LA TECHNOLOGIE H. BOUMEDIENE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT D' ELECTRICITE
FILIERE INGENIEUR EN ELECTROTECHNIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

PROJET TECHNIQUE D' INSTALLATION
ELECTRIQUE DANS UN ATELIER
MECANIQUE DE PRODUCTION

6 PLANCHES



Proposé par :

M^r W. MICHALAK

Etudié par :

M. DJELLALI

H. SAHRI

PROMOTION Janvier 1981

UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE
LA TECHNOLOGIE H. BOUMEDIENE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT D' ELECTRICITE
FILIERE INGENIEUR EN ELECTROTECHNIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

PROJET TECHNIQUE D' INSTALLATION
ELECTRIQUE DANS UN ATELIER
MECANIQUE DE PRODUCTION

Proposé par :
M^r W. MICHALAK

Etudié par :
M. DJELLALI
H. SAHRI

PROMOTION Janvier 1981

DEDICACES

À la mémoire de ma mère
À la mémoire de mon oncle (AMMAR)
À ma grand-mère
À mes camarades.

D. MOSTEFA.

À mes parents
À mon frère MOHAMED LAKHDAR
À mes frères et sœurs
À mes amis.

S. HACENE.

//-(MERCIEMENTS

Nos remerciements et notre profonde gratitude
vont à :

- Notre promoteur Mr. MICHALAK pour ses précieux conseils.

- Monsieur KOURGHLI, pour son aide
et à tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin
à l'élaboration de cette modeste étude, en particulier et à notre formation en général.

-O-O-O-O-

-O-O-O-

-O-O-

-O-

-

TABLe DES MATIERES

Page

Ière Partie

INSTALLATION D'ECLAIRAGE.

I. Notion d'éclairage.....	1
I.1. Grandeurs et unités photométriques.....	
I.2. Sources lumineuses.....	3
I.2.1. Lampes à incandescence.	
I.2.2. Lampes à décharge.....	4
II. Installation d'éclairage.....	7
II.1. Eclairement.	
II.2. Uniformité de l'éclairement.....	8
II.3. Classification de l'éclairage	
II.4. Calcul de l'éclairage électrique.....	9
II.4.1. Marche à suivre.....	10
II.4.2. Méthode du facteur d'utilisation.....	11
III. Applications.....	14
Exemples 1.- Eclairage de l'atelier des machines.....	15
III.1. Installation électrique d'éclairage.....	21
(Choix du conducteur, calcul des chutes de tension	
C o n c l u s i o n	22

IIème partie : INSTALLATION DE FORCE MOTRICE.

I. Distribution de l'énergie électrique en basse tension....	23
I.1. Structure d'un réseau souterrain de distribution	
en B.T.....	

I.1.1. La distribution radiale.....	24
I.1.2. La distribution en peigne.....	25
I.1.3. Tracé des canalisations	
I.1.4. Schéma général de l'alimentation.....	26
I.1.5. Alimentation en cas d'avarie.....	27
II. Evaluation de la puissance d'une installation en BT	
II.1. Bilan des puissances.....	28
II.1.1. Puissance installée.....	
II.1.2. Puissance consommée	
II.1.3. Consommation de pointe au niveau du distri- buteur général.	
II.2. Méthode de calcul.....	31
II.2.1. Consommation de pointe au niveau des tableaux secondaires.....	32
III. Construction d'installation électrique en B.T.....	36
III.1. Canalisations, conducteurs et câbles.....	
III.1.1. Choix des conducteurs.....	
III.1.2. Section des conducteurs et câbles.....	38
a) Calcul des chutes de tension.....	39
b) Section des câbles alimentant les ta- bleaux.....	40
III.1.3. Fonction de base de l'appareillage.....	
a) Protection électrique des circuits (sur- charges, court-circuits).....	41
b) Fonction commande.....	44
c) Fonctionnement sectionnement.....	
d) Protection des personnes contre les con- tacts directs et indirects.....	45

III.1.4. Protection des circuits individuels.....	46
a) Courants de démarrage.....	49
III.1.5. Protection des tableaux.....	50
III.2. Calcul des courants de court-circuit.....	50
III.2.1. Courant de court-circuit triphasé.....	51
III.2.2. Courant de court-circuit monophasé.....	52
III.3. Prises de courant.....	55
IV Construction des tableaux et armoires de distribution.	
IV.1. Tableau général de distribution.....	56
IV.2. Tableaux secondaires de distribution.....	61
V. Liste du matériel.....	
VI. Conclusion.....	

I N T R O D U C T I O N

Le problème que nous nous proposons d'étudier se pose avec acuité à toute installation électrique.

Notre but est de chercher une installation qui soit techniquement et surtout économiquement réalisable, sans pour cela délaisser la ^{fi}abilité de l'installation.

Chaque installation électrique à réaliser doit être conçue pour répondre aux besoins de ceux qui l'utilisent, pour cela il faut examiner avec minutie les conditions d'utilisation ou d'exploitation de l'installation à projeter.

Une installation électrique se caractérise par sa puissance souscrite, sa tension d'alimentation et son mode de distribution.

Les données du problème :

- le plan du bâtiment
- les puissances installées et les facteurs de puissances des récepteurs.
- l'emplacement des récepteurs
- les facteurs de simultanéité des récepteurs
- la tension entre phase (380 V).

Installations à projeter :

- Installation d'éclairage
- Installation de force motrice
- liste du matériel.

Ière P A R T I E

ECLAIRAGE ELECTRIQUE

- I.- Notions théoriques
- II.- Installation et calcul d'éclairage
- III.- Applications.

I N T R O D U C T I O N

L'éclairage a pour but la formation des contrastes entre les objets ; ces contrastes après formation des images sur la rétine , procurent des sensations diverses, dont l'interprétation cérébrale reconstituera pour l'esprit la forme des objets.

Le contraste dépend de la luminance propre des objets et de celle du fond, c'est à dire de façon plus ou moins diffuse la lumière émise , dont elle est réfléchie, de l'orientation des objets par rapport aux sources éclairantes et surtout de la valeur de l'éclairement de ces objets. Ce point est tellement important qu'il prime dans une certaine mesure sur les autres, la première question qui se pose dans toute installation d'éclairage intérieure est celle du niveau d'éclairement désirable à réaliser.

Il existe à cet égard des tableaux d'éclairement recommandés qui constituent une base pour les divers travaux industriels.

I.- Notion d'éclairage.

I.1. Grandeurs et unités photométriques :

a) Flux lumineux : C'est la quantité de lumière émise par seconde par unité de temps.

Le flux énergétique, qui est une puissance transportée par rayonnement, ne peut-être enregistré dans sa totalité par l'oeil. La partie qu'enregistrera l'oeil caractérise le flux lumineux si une source émet l'énergie dW_e pendant l'instant dt , son flux énergétique sera défini par $\frac{dW_e}{dt} = \frac{1}{2} v \cdot \epsilon^* \cdot E^2$

Y est la vitesse de propagation du rayon électromagnétique dans n'importe quel milieu.

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

valeur du champ électrique.

b) Intensité lumineuse :

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

$$I = \frac{d\phi}{d\Omega} \quad (1)$$

elle est exprimée en candela (cd)

$$1 \text{ cd} = 1 \text{ lum} / \text{Sd}.$$

c) Eclairement :

L'éclairement est le flux lumineux par unité de surface.

$$E = \frac{\phi}{S} \quad (2)$$

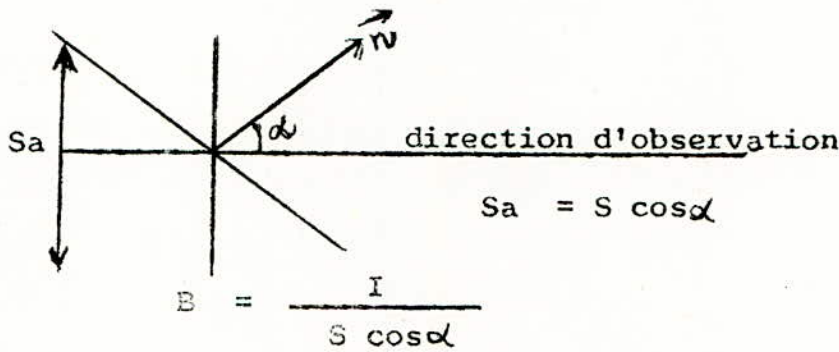
exprimé en lux.

$$1 \text{ Lux} = \frac{1 \text{ lumen}}{1 \text{ m}^2}$$

d) Luminance :

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

$$B = \frac{I}{S_a} \quad (3)$$



elle s'exprime en nit

$$1 \text{ nt} = \frac{1 \text{ cd}}{1 \text{ m}^2}$$

I.2. Sources lumineuses.

Actuellement nous disposons de deux grandes catégories de sources lumineuses.

- les sources à incandescences : lampes à filaments classiques,
- les sources à luminance : lampes à décharge, lampes fluorescentes.

I.2.1. Lampes à incandescences.

C'est une source thermique artificielle qui émet un spectre continu dont la région est bien étendue, elle comporte un filament enfilé dans un ballon dans lequel on a fait un vide assez poussé. Leur fonctionnement est basé sur l'échauffement jusqu'à l'incandescence du filament qui est généralement en tungstène spiralé. L'émission de la lumière est causée par l'agitation thermique des électrons par suite du passage d'un courant électrique.

Caractéristiques : Elles ont une durée de vie de 1000 heures, une bonne luminance, une facilité de montage, une bonne adaptation à la tension du réseau, un prix relativement bas. L'inconvénient : elles dépensent les 9/10 de l'énergie qui leur est fournie, en chaleur.

I.2.2. Lampes à décharge.

a) Principe de fonctionnement.

Lorsqu'on applique une tension suffisante entre deux électrodes scellées aux extrémités d'un tube contenant un gaz ou une vapeur métallique sous faible pression, un courant électrique s'établit dans le tube accompagné d'un rayonnement lumineux .

L'émission de ce rayonnement lumineux est produit par le processus d'ionisation du gaz dans le tube. Les lampes à décharges sont un perfectionnement des lampes à incandescence dans ce sens qu'on y a obtenu une meilleure utilisation de l'énergie. Seulement, si on a résolu ce point, on s'y heurte à d'autres défauts :

- lumière fortement colorée
- montage très compliqué
- coût relativement élevé.
- la chute de tension diminue lorsque l'intensité du courant augmente.

Il résulte de ce dernier point, que l'on peut brancher directement les lampes fluorescentes sur le réseau car ou bien la lampe ne s'allumerait pas, ou bien le courant augmenterait

jusqu'à la destruction de la lampe et des fusibles. C'est pourquoi, toute lampe à décharge comporte nécessairement un appareil de stabilisation : "Le ballast".

b) Le ballast. C'est un appareil régulateur monté en série avec la lampe il se compose d'un noyau en tôles magnétiques, entouré d'un enroulement en fils de cuivre.

Le facteur de puissance de l'ensemble tube-ballast possède un facteur de puissance de l'ordre de 0,5 qu'on a intérêt à relever pour réduire l'intensité de courant absorbé et les pertes d'énergie dans les canalisations on utilisera donc un condensateur pour la compensation.

c) Allumage : L'amorçage de l'arc peut se produire instantanément par surtension, ou après quelques secondes, à l'aide d'un starter, dans le premier cas, une bande conductrice adjointe sur le verre du tube est reliée à l'une des électrodes et aboutissant à proximité de l'autre électrode, elle facilite l'amorçage.

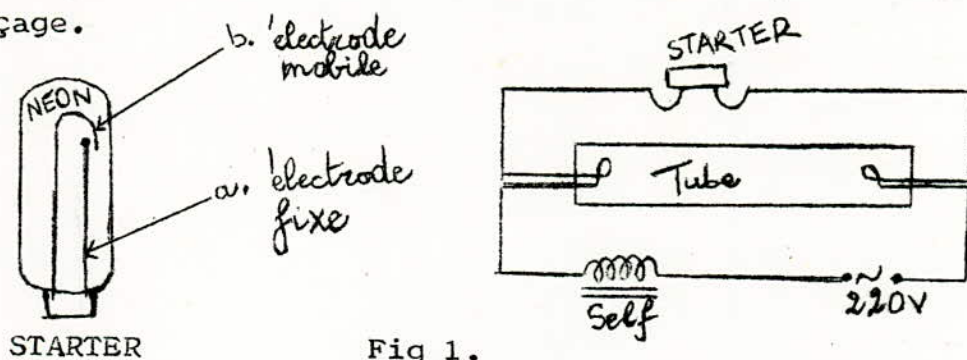


Fig 1.

Les lampes fluorescentes ont un rendement 3 à 4 fois plus élevé que celui des lampes à incandescence.

d) Le Starter.

C'est un appareil qu'on remplit généralement de néon, il comporte deux électrodes entre lesquelles un arc se produit.

Montage en duo : fig.2.

L'une des lampes, dite inductive, est branchée de façon normale, secteur, lampe tube, self L_1 , retour au secteur.

Elle absorbe un courant créant un facteur de puissance de l'ordre de 0,5 du fait de la self.

L'autre lampe, dite capacitive, est montée sur un condensateur C en série avec la self L_2 de stabilisation, elle absorbe un courant en avance c'est à dire décalé dans l'autre sens par rapport au courant du premier tube.

Le courant résultant de la superposition des courants des deux tubes a pour résultat de produire un décalage presque nul, facteur de puissance voisin de 0,95.

Cependant une difficulté intervient dans le chauffage des électrodes de la lampe capacitive. Le courant affaibli rend difficile l'amorçage. Pour rendre ce dernier normal on compense C par la self L_3 "compensatrice" mise en série avec le starter.

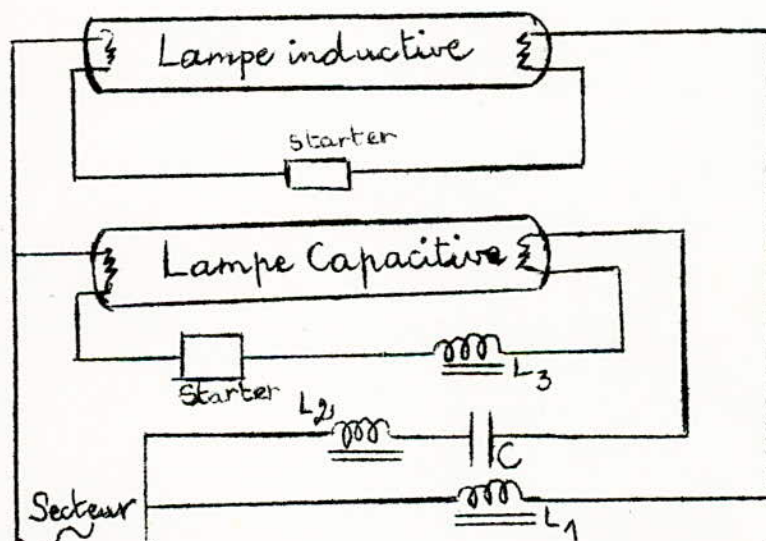


Fig. 2.

Ce dispositif supprime l'effet stroboscopique.

II.- Installation d'éclairage.

II.1. Eclairement.

C'est l'une des données les plus importantes pour l'étude de l'éclairage pour cela nous avons pris à titre de référence pour les éclairages les plus courants quelques niveaux d'éclairement recommandés par l'association Française de l'éclairage;

Nature des locaux	:Eclairement recommandé en lux.	
Atelier	:	150
Bureaux	:	200 à 300
Dépôt	:	100
Magasin	:	150
Hall	:	150

II.2. Uniformité de l'éclairement.

C'est le rapport de l'éclairement minimum à l'éclairement maximum.

Il y a deux types d'uniformité :

a) uniformité spéciale qui répond à la définition

$$k_i = \frac{E_{\min}}{E_{\max}} \quad (2-1)$$

b) uniformité dans le temps :

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

$$k_t = \frac{F_{\min}}{F_{\max}} \quad (2-2)$$

l'uniformité dépend de la répartition des luminaires.

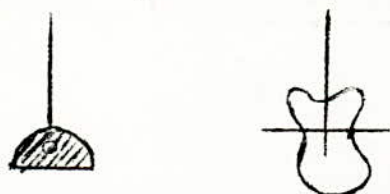
II.3. Classification de l'éclairage.

C'est en fonction de la distribution du flux lumineux que les corps d'éclairage peuvent être classés en corps d'éclairage à répartition direct, semi-direct, mixte, semi indirect, indirect.

a) Eclairage direct dans lequel au moins 90% du flux lumineux émis par la source sont dirigés vers le bas.



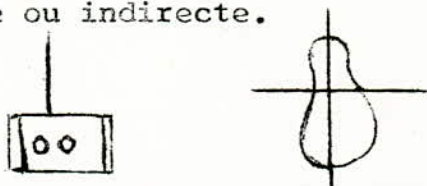
b) Eclairage à prédominance directe dans lequel le flux lumineux est dirigé vers le bas dans la proportion de 60 à 90%.



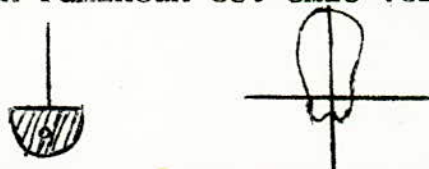
c) Eclairage à répartition uniforme, dans lequel 40 à 60% du flux lumineux sont dirigés vers le haut et vers le bas :



d) Eclairage masqué sur les côtés, la lumière est émise dans les angles de 180° à 135° et de 0° à 45° dans les proportions variables suivant que l'on désire un éclairage à prédominance directe ou indirecte.



e) Eclairage à prédominance indirecte, dans lequel 60 à 90% du flux lumineux est émis vers le haut.



II.4. Calcul de l'éclairage électrique.

Les méthodes de calcul (car il en existe plusieurs) utilisées pour l'éclairage électrique diffèrent entre-elles soit par la destination et le mode d'éclairage (intérieur ou extérieur) local ou général, exécuté à lampes incandescentes ou fluorescentes, soit d'après le degré de précision désiré, il y a

des méthodes expéditives qui conduisent à des résultats plus ou moins approximatifs comme aussi, et des méthodes plus exactes mais plus laborieuses.

Plusieurs facteurs entrent dans le calcul d'un éclairage, en particulier si cet éclairage est intérieur, nous devons tenir compte de la réflexion de la lumière sur les plafonds et les murs. Tous ces facteurs affectent le flux utile qui sera reçu par le plan de travail qui est situé à 0,80 m au-dessus du sol.

II.4.1. Marche à suivre.

Connaissant le niveau d'éclairement recommandé, il restera à choisir le mode d'éclairage qui convient le mieux aux travaux à effectuer et ensuite on choisira le type d'appareil qui répondra à nos besoins.

Ceci étant, on calculera le nombre total de lumens que les lampes devront fournir pour que compte tenu des pertes dues aux proportions de la pièce à éclairer aux couleurs des murs et du plafond, compte tenu de tout cela, la surface du plan utile reçoive l'éclairement voulu.

De ce résultat se déduit le nombre de lampes à installer, leur puissance ainsi que leur emplacement approprié.

II.4.2. Méthode du facteur d'utilisation.

L'éclairage intérieur peut-être fait par la méthode du facteur d'utilisation.

a) Facteur d'utilisation.

C'est un facteur qui exprime le rapport du flux utile au flux produit par l'appareil.

$$u = \frac{F_u}{F_e} \quad (2-3)$$

Il dépend du :

- rendement de l'appareil choisi
- de la hauteur du luminaire au-dessous du sol
- du local à éclairer.

Les facteurs d'utilisations sont tablés et calculés en fonction de plusieurs paramètres :

- système d'éclairage (direct, indirect...)
- facteur de réflexion des murs et des plafonds
- indice de la pièce.

Dans le cas d'un éclairage direct ou semi-direct l'indice de la pièce est exprimé par :

$$i = \frac{a \cdot b}{h (a+b)} \quad (2-4)$$

- ou a : est la longueur de la pièce (en mètre)
b : est la largeur de la pièce (en mètre)
h : est la hauteur plan utile-lampes (m)

Les catalogues donnent les valeurs des facteurs d'utilisation u en fonction de l'indice du local et des coefficients de reflexion des murs et du plafond.

b) Facteur de dépréciation.

Nous introduisons un facteur " d " dit de dépréciation qui tiendra compte de la diminution du flux et de l'empoussiérage des appareils c'est à dire de la baisse d'efficacité que subit toute installation d'éclairage.

$$1,2 \leq d \leq 1,6.$$

Ce facteur devra être d'autant, plus grand que l'installation sera plus exposée à l'empoussiérage et que les appareils seront plus difficiles à entretenir (appareils placés très haut).

c) Flux total des lampes à installer.

$$F_{\text{tot}} = \frac{E_{\text{moy}} \cdot S \cdot d}{u} \quad (2-5)$$

S étant la surface du plan utile.

Remarques :-

Deux cas ^{se} présentent :

1°- Soit que l'on connaisse le nombre n de lampes et on tire le flux unitaire $F_{\text{unit}} = \frac{F_{\text{tot}}}{n} = \frac{E_{\text{moy}} \cdot S \cdot d}{u \cdot n}$ (2-6)

2°- Soit que le bénéficiaire nous impose le type de lampes (dont le flux unitaire) et nous calculerons le nombre de lampes à placer dans notre local.

$$n = \frac{F_t}{F_{\text{unit}}} = \frac{E_{\text{moy}} \cdot S \cdot d}{F_{\text{unit}} \cdot u} \quad (2-7)$$

dans les deux cas, on doit vérifier les relations :

$$D \leq 1,5 \text{ h. en éclairage direct}$$

où D est l'écartement entre les lampes

H est la distance plan utile-lampes.

L'écartement entre les lampes extrêmes et les murs est choisi tel que :

$$L = \frac{D}{2} \quad (2-8)$$

Cependant dans les bureaux ou les ateliers où on travaille près des murs il y a lieu de diminuer cette distance.

$$L = \frac{D}{3} \quad (2-9)$$

Pour notre cas : les catalogues nous donnent l'écartement transversal et longitudinal à ne pas dépasser en fonction de la hauteur au-dessus du plan utile.

Exemple :- Pour les lampes fluorescentes RDN2 x 40 W.

Tableau des écartements :

Hauteur au-dessus! du plan utile (m)!	Ecart longitudinal d'axe en axe à ne pas dépasser (m):	Ecart transversal d'axe en axe à ne dépasser (m)
1,70	2,60	2,80
2,20	3,30	3,60
2,70	4,10	4,50
3,20	4,80	5,30
3,70	5,60	6,10
4,20	6,30	7,00
4,70	7,10	7,80
5,20	7,80	8,60

III.- Applications.

Ayant remarqué que la hauteur est grande, nous avons suggéré un faux plafond de hauteur $H = 3,5$ m ceci uniquement pour (les bureaux, vestiaire, le couloir, le bloc sanitaire, magasin) le grand atelier de machines a une hauteur de 9 m, pour l'atelier des fours à résistance $H = 6$ m.

Eclairage général.

Vu le nombre important de locaux nous donnerons trois exemples (atelier, vestiaire, bureaux.).

Les résultats pour les autres locaux sont dans le (tableau 1. ECLAIRAGE NORMAL.)

Exemple 1.- Atelier de machines.

Dimensions du local.

Longueur a = 80 m
largeur b = 15 m
hauteur H = 9 m.

Notre atelier dispose des fenêtres tout autour et juste à la limite du plafond, elles facilitent l'entrée de la lumière du jour et peuvent dispenser de l'éclairage en beau temps .

Nous devons y assurer un éclairement moyen de 150 lux. Pour cela, on a choisi des lampes à décharges dans la vapeur de mercure avec ballon fluorescent qui sont d'une grande utilisation dans les halles industriels.

Après consultation des catalogues on a opté pour les lampes à 250 W type OSRAM HWLS 250 W , les catalogues en donnent toutes les caractéristiques notamment le flux lumineux unitaire de 5600 lumens, et la hauteur des lampes qui est de 23 cm.

E_{moy} = 150 lux

S = 1200 m² surface totale à éclairer.

Φ_{uni} = 5600 lm flux lumineux d'un réflecteur.

Le risque d'empoussiérage nous donne à choisir un coefficient de dépréciation égal à 1,3 (d = 1,3)

indice du local :

$$i = \frac{a \cdot b}{h (a+b)} \quad \text{d'après} \quad (2-4)$$

$$h = 9 - (0,80 + 0,23) = 7,97 \text{ m}$$

$$i = \frac{1200}{7,97 (80+15)} = 1,58$$

Les facteurs de reflexion du plafond et des murs ont été estimés

$$S_{pl} = 0,5$$

$$S_{mur} = 0,3$$

Le catalogue nous donne un facteur d'utilisation :

$$u = 0,63$$

d'où le nombre de reflecteurs :

$$n = \frac{E_{moy} \cdot S \cdot d}{F_{un.} \cdot u} = \frac{150 \cdot 1200 \cdot 1,3}{5600 \cdot 0,63} = 66,32$$

nous montrons 66 reflecteurs ce qui diminuera très faiblement l'éclairement sans risque.

Le catalogue nous donne aussi l'écartement entre deux lampes ne doit pas être supérieur à 8,50 m pour une hauteur utile de 7,70 m. Nous devons prévoir un système pour suspendre les conducteurs et les appareils.

2ème exemple.

Les locaux (vestiaire et dépôt) ne sont pas destinés pour des travaux , l'éclairage n'est pas fréquent pour cela nous avons choisi des lampes à incandescence.

$$E_{moy} = 100 \text{ lux}$$

$$a = 11 \text{ m}$$

$$b = 4,5 \text{ m}$$

$$h = 3,5 - 0,8 = 2,7 \text{ m}$$

l'indice du local est :

$$i = \frac{49,5}{2,7 (11+4,5)} = 1,18$$

l'indice de réflexion du plafond est estimé à :

$$S_{pl} = 0,7$$

celui des murs :

$$S_{murs} = 0,5$$

Le facteur de dépréciation :

$$d = 1,3$$

Le catalogue nous donne un facteur d'utilisation :

$$u = 0,75$$

Flux total des lampes à installer.

$$\phi_t = \frac{100 \cdot 49,5 \cdot 1,3}{0,75} = 8580 \text{ lumens}$$

Répartition des foyers :

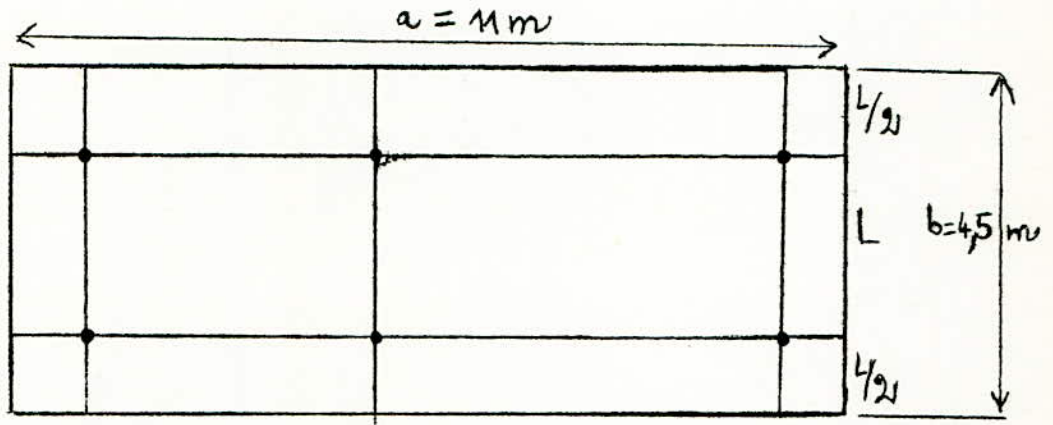
Les règles adoptées sont les suivantes :

$L \leq 1,5 \text{ h}$ écartement des foyers

$D = \frac{L}{2}$ Distance des appareils aux murs

Pour le calcul du nombre de lampes à installer :

On dessine en plan la surface du local puis on calculera la valeur pratique de l'écartement des foyers dans le sens de la largeur :



$$\frac{L}{2} + \frac{L}{2} + L = 4,5 \text{ m}$$

$$L = 2,25 \text{ m}$$

$$\text{D'où } D = \frac{L}{2} = 1,1 \text{ m}$$

En gardant la même distance 1,1 m pour les murs nous aurons dans le sens de la longueur :

$$1,1 + 1,1 + L = 11 \text{ m}$$

$$L = 8,8 \text{ m}$$

L'écartement dépasse la valeur maximale $1,5 h = 4 \text{ m}$ ce n'est pas la solution on pourra ajouter d'autres lampes moins puissantes, car ce qui nous intéresse c'est le nombre de lumens à distribuer dans notre local.

On prendra 6 lampes.

Le nombre de lumens par lampes est :

$$F_{\text{unit}} = \frac{F_{\text{tot}}}{6}$$

$$F_{\text{tot}} = \frac{100 \cdot 49,5 \cdot 1,3}{0,75} = 8580 \text{ lumens}$$

$$F_{\text{unit}} = \frac{8580}{6} = 1430 \text{ lumens}$$

Les catalogues nous donnent les lampes dont le flux unitaire se rapproche de 1430 lumens.

Nous choisirons les lampes de 100 W ayant un flux unitaire de 1400 lumens.

3ème exemple : Bureaux.

Le niveau d'éclairement recommandé est de 250 nous y utiliserons des tubes fluoreseents de 65 W montés en duo qui sont assez économique et de plus en plus utilisés. Les tubes de 65 W ont un flux unitaire égale à 2200 lumens, la couleur des murs et plafond est toujours claire, nous estimons par conséquent à 0,7 et 0,5 les facteurs de reflexion du plafond et des murs.

Indice du local.

$$i = \frac{a \cdot b}{h (a+b)} \quad \begin{array}{l} a = 5,2 \text{ m} \\ b = 5 \text{ m} \end{array}$$

$$h = 3,5 - 0,8 = 2,7 \text{ m}$$

$$i = 0,94$$

D'après le tableau le facteur d'utilisation qui répond à ces caractéristiques est :

$$u = 0,46$$

Le facteur de dépréciation est estimé à $d = 1,2$
le flux total nécessaire :

$$F_{\text{tot}} = \frac{250 \cdot 5 \cdot 5,2 \cdot 1,2}{0,46} = 16956,5 \text{ lumens}$$

nombre de tubes :

$$n = \frac{F_{\text{tot}}}{F_{\text{uni}}} = \frac{16956,5}{2200} = 7,7$$

on prend $n = 8$ ce qui augmentera l'éclairement sans risque ni gêne.

Nous monterons 4 réflecteurs en duo.

Bloc sanitaire.

On prévoit une lampe à incandescence de 100 W, quand aux lavabos nous préférons les doter d'applique~~s~~ sanitaires de type AS 20W, une platine en tôle fermant intérieurement la reglette , un diffuseur muni d'un système de sécurité.

Bloc d'accumulateurs :

Ce bloc présente une atmosphère corrosive nous utiliserons un matériel étanche, nous installerons 2 réflecteurs en duo, tube de 40 W, type Sabir RC.

Eclairage de secours.

Un éclairage de secours n'est pas prévu pour notre installation.

III.1. Installation électrique d'éclairage.

Nous avons prévu les départs à partir de chaque tableau secondaire, les points lumineux seront alimentés par des cables choisis de la série U 500 V GV, notre installation étant exposée à des chocs mécaniques, les conducteurs sont introduits dans des tubes de protection.

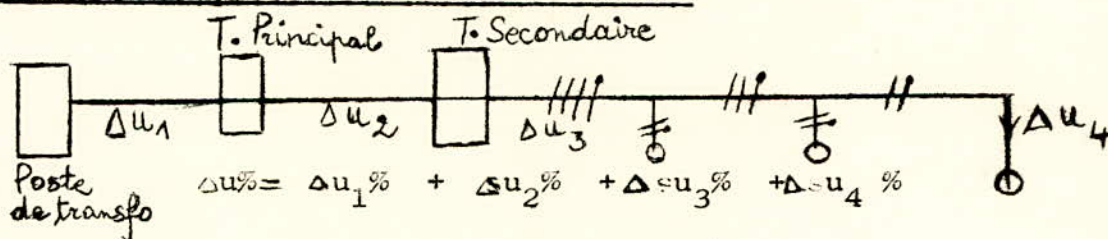
Les sections sont déterminées à partir du courant admissible, les chutes de tension ne sont calculées que pour les circuits les plus éloignés où la charge a été considéré concentrer au milieu de la distance entre les deux reflecteurs extrêmes, la chute de tension doit être la chute totale occasionnée par tous les tronçons.

Les appareils sont alimentés entre phase et neutre.

$$\Delta u = 2 \rho \frac{l \cos \varphi}{S} \quad (\text{cas monophasé}).$$

Les tubes fluorescents sont compensés ($\cos \varphi = 0,85$)

Exemple de calcul de chute de tension



Pour les calculs voir le plan d'installation d'éclairage.

C o n c l u s i o n

La puissance consommée par l'éclairage est de 24 KW, l'atelier dispose des fenêtres tout autour et à la limite du plafond, elles facilitent l'entrée de la lumière naturelle et peuvent disposer de lumière artificielle en beau temps, ce qui est un facteur économique appréciable.

Un bon éclairage contribue efficacement à améliorer la production c'est un facteur ~~imp~~ important de développement.

IIème P A R T I E

INSTALLATION DE FORCE MOTRICE

I DISTRIBUTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE EN BASSE TENSION :

a) Classification des installations électriques :

Les installations électriques sont classées en différentes catégories, suivant l'importance et le degré nécessaire de continuité de leur alimentation en énergie électrique.

- Une installation électrique est de 1ère catégorie si une interruption d'alimentation en énergie électrique peut porter préjudice à la vie des travailleurs ou à l'économie nationale.

- Une installation électrique est de 2ème catégorie si toute interruption d'alimentation en énergie électrique a pour conséquence la non réalisation d'une production.

Remarque : Notre atelier répond à cette définition et il est par conséquent de 2ème catégorie.

I.1. Structure d'un réseau souterrain de distribution en B.T.

D'une façon générale les réseaux de distribution sont des réseaux qui servent à distribuer l'énergie électrique à des récepteurs de différents types.

C'est en fonction de l'importance de consommateurs à alimenter que s'établissent les divers types de schéma, la norme NFC 15-100 précise que : "toute installation électrique doit être convenablement divisée en plusieurs circuits afin de limiter les conséquences résultant d'un défaut survenant sur un circuit". Cette division dépend du mode de distribution B.T. utilisée, dans la distribution usinale on a le choix entre deux distributions :

- la distribution radiale
- la distribution en peigne.

I.1.1. La distribution radiale (fig. 1.)

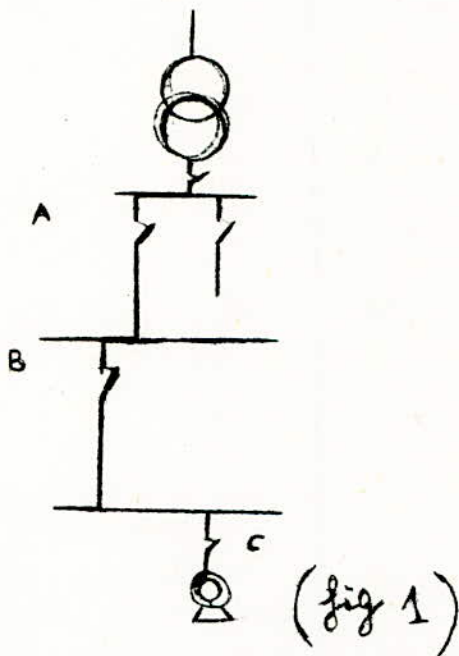
Elle est conseillée systématiquement dans toute installation industrielle B.T. là où il existe un grand nombre de récepteurs, elle est compatible avec une installation étendue.

un circuit ". Cette division dépend du mode distribution B.T. utilisée ; dans la distribution usinale on a le choix entre deux distributions.

- La distribution radiale
- la distribution en peigne.

I.1.1. La distribution radiale (fig. 1).

Elle est conseillée systématiquement dans toute installation industrielle B.T. là où il existe un grand nombre de récepteurs, elle est compatible avec une installation étendue .



Lignes principales

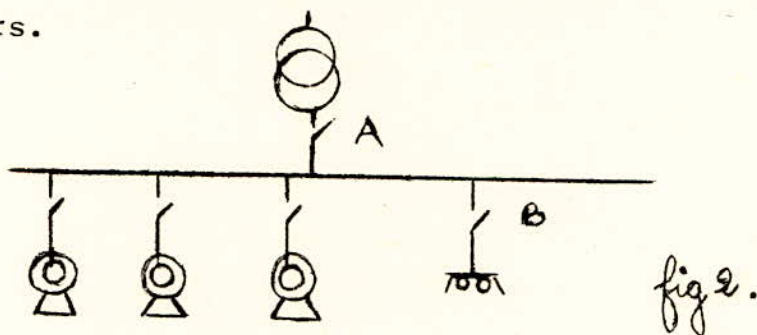
Lignes secondaires.

Avantages : Emploi rationnel du cuivre, pas de surabondance des dispositifs de protection, plusieurs étages possibles de protection (selectivité), les courants de court-circuit sont moindres.

Inconvénient : Un défaut en A affecte les circuits B et C

I.1.2. La distribution en peigne : (fig 2).

Elle est toujours utilisée pour des installations de faible puissance là où il y a un nombre restreint de récepteurs.



Les récepteurs sont alimentés directement du tableau principal de distribution .

Avantages :

Un défaut autre (qu'en A) coupe d'un seul circuit.

Inconvénients :

Surabondance de cuivre et multiplicité des circuits, les courants de court-circuits sont élevés.

Pour notre installation , vu la répartition de l'énergie et le nombre important de récepteurs nous avons opté pour la distribution radiale.

Les récepteurs de force motrice sont alimentés par des circuits individuels.

I.1.3. Tracé des canalisations.

Ce tracé doit être fait avec le souci de réduire : la longueur des conducteurs et l'importance des ouvrages chargés

de les supporter ou de les protéger, la dépense de main-d'œuvre pour la pose des canalisations, il est toujours utile de chercher un procédé qui permet de réaliser l'installation aux moindres frais, le choix de ce tracé a été fait selon les influences externes (conditions d'environnement, chocs mécaniques, vibrations, température ambiante.

I.1.4. Schéma général de l'alimentation.

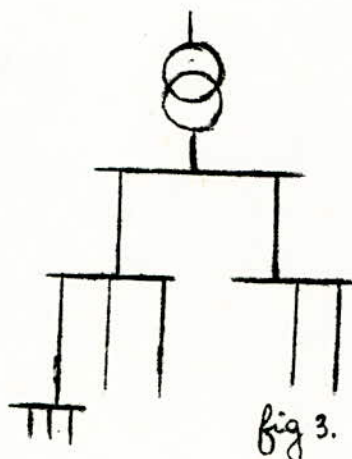
Vu la répartition de l'énergie dans notre atelier et le nombre important de câbles, on a choisit six tableaux secondaires qui alimentent directement les récepteurs. L'emplacement de ces tableaux secondaires tient compte surtout des considérations locales (visibilité , accès, éviter l'encombrement, facilité de manoeuvres, réduction des longueurs des câbles pour éviter les chutes de tension excessives).

La seule règle générale à appliquer concerne la subdivision et si possible l'équilibrage des circuits, c'est à dire la répartition des différents points d'utilisation de l'énergie électrique entre plusieurs circuits, circuits protégés individuellement contre les surcharges et les courts-circuits.

Le schéma d'une installation se ramène à un type (fig 3) .

- colonnes principales depuis le transformateur de puissance alimentant les tableaux principaux de distribution.

- Colonnes secondaires depuis les tableaux de distribution alimentent les tableaux secondaires, ces derniers à leur tour alimenteront les différents récepteurs.



Lignes principales

Lignes secondaires.

I.1.5. Alimentation en cas d'avarie.

Pour assurer une sécurité d'alimentation du tableau général nous prévoyons un second câble de même section que le premier, ce câble alimentera l'installation dans le cas d'une avarie sur un câble, on aura une réserve de 100%.

II.- Evaluation de la puissance d'une installation en basse tension :

Avant de calculer la consommation de pointe au niveau du distributeur général, nous avons jugé utile d'ajouter certains récepteurs qui sont indispensable pour la bonne marche de notre atelier.

Les récepteurs sont :

- Les ventilateurs qui sont nécessaires pour l'aération de certains locaux notamment le local de sondage et le bloc de chariots d'accumulateurs où l'on a un dégagement d'acide atmosphère corrosive.

- les prises de courant nécessaire pour l'alimentation des récepteurs portatifs et des transformateurs de sondage.

II.1. Bilan des puissances.

Avant toute réalisation, l'examen des puissances mises en jeu doit permettre :

- de déterminer avec suffisamment de précision la puissance du transformateur HT/BT (en tenant compte d'une croissance normale des besoins en énergie).
- d'évaluer la puissance à souscrire, puissance d'après laquelle le contrat de fourniture d'énergie sera établi.

II.1.1. Puissance installée.

Elle s'obtient en faisant la somme des puissances installées de tous les récepteurs, l'éclairage compris.

II.1.2. Puissance consommée.

L'estimation de la puissance consommée fait appel à un facteur : le facteur de simultanéité (tableau 1.).

La variation du régime de fonctionnement d'un groupe de récepteurs 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.

Liste des récepteurs supplémentaires

Salle	Récepteur	Puissance nominale correspondante (KW)
Salle des transformateurs de soudage	04 ventilateurs de 1,5 KW	$P_n = 6$
	05 prises de courant 10/16 A en 220 V monophasé	$P_n = 2,2 \times 5 = 11$
Montage	05 prises de courant en 380 V triphasé	$P_n = 1,732 \times 380 \times 16 \times 5 = 52,65$
	10 prises de courant en 220 V monophasé	$P_n = 220 \times 10 \times 10 = 22$
Nettoyage de tôles	05 prises de courant en 220 V monophasé	$P_n = 220 \times 10 \times 5 = 11$
Travail de tôles	04 prises de courant en 220 V monophasé	$P_n = 220 \times 10 \times 4 = 8,8$
	02 prises de courant en 380 V triphasé	$P_n = 2 \times 1,732 \times 380 \times 16 = 21$
Bureaux (2)	2 x 0,4 prises de courant en 220V monophasé	$P_n = 2 (4 \times 10 \times 220) = 17,6$
Atelier mécano électrique	06 prises de courant en 220V monophasé	$P_n = 6 \times 10 \times 220 = 13,2$
	04 prises de courant en 380 V triphasé	$P_n = 1,732 \times 380 \times 16 \times 4 = 42,12$
Magasins (2)	2 x 02 prises de courant en 220 V mono.	$P_n = 2 (220 \times 10 \times 2) = 8,8$
Chariot accumulateur	01 ventilateur	$P_n = 1,5$
Distributeur principal	01 ventilateur	$P_n = 1,5$

Facteur de simultanéité (K) :		Facteur de puissance au niveau du distributeur principal! (Cos φ)	
Récepteurs	Puissance nominale active (KW)	K	Cos φ
Tours, foreuses, rectifieuses, fraiseuses	≤ 20	0,17	0,65
"	> 20	0,20	0,65
Transformateurs de soudage		0,32	0,40
Appareils de soudage rotatifs		0,35	0,60
Fours à résistance non automatique		0,70	1,00
Ventilateurs		0,65	0,80
Compresseurs		0,70	0,85
Pompes		0,70	0,80
Pont roulant		0,10	0,50
Récepteurs portatifs		0,10	0,45
Eclairage		0,80	1

Tableau 1.

Pour les prises de courant :
le facteur de simultanéité est estimé à :

$$K = 0,1 + \frac{0,9}{N}$$

N : nombre de prise de courant.

II.1.3. Consommation de pointe au niveau du distributeur général.

Dans notre installation , nous connaissons l'emplacement des différents récepteurs ainsi que leurs puissances indiquées sur les plaques signalétiques.

Pour chaque récepteur (ou groupe de récepteurs) les facteurs de puissance et de simultanéité sont donnés.

II.2. Méthode de calcul.

On calcule la puissance active demandée :

$$P = P_i . K \quad (1)$$

K : facteur de simultanéité au niveau du D.G.

Connaissant P on peut tirer la puissance réactive demandée :

$$Q = P \operatorname{tg} \varphi = P \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \varphi} - 1} \quad (2)$$

Puissance active et réactive demandées au niveau du distributeur général.

$$P_t = \sum P$$

$$Q_t = \sum Q$$

d'où le facteur de puissance de l'installation :

$$\cos \varphi = \frac{P_t}{\sqrt{P_t^2 + Q_t^2}} \quad (3)$$

II.2.1. Consommation de pointe au niveau des tableaux secondaires.

Vu que tous les récepteurs ne vont pas fonctionner en même temps , nous avons affecté chaque tableau secondaire d'un facteur de simultanéité.

Puissance active au niveau de chaque tableau secondaire :

$$P_{tsj} = K_j \cdot P_i \quad (4) \quad (j= 1 \text{ à } 6).$$

La puissance réactive au niveau de chaque tableau secondaire.

$$Q_{tsj} = K_j \cdot Q_i \quad (5)$$

Le facteur de puissance de chaque tableau secondaire :

$$\cos \varphi_{tsj} = \frac{P_{tsj}}{\sqrt{P_{tsj}^2 + Q_{tsj}^2}} \quad (6)$$

Comme les conditions de charge sont inconnues , le choix des coefficients de simultanéité au niveau de chaque tableau est fait suivant les conditions de marche.

Tableau secon- daire	Puissance ac- tive (KW)	Puissance réac- tive KVAR	$\cos \varphi$
TS1	147,68	173,9	0,64
TS2	104,1	52,94	0,89
TS3	51,38	62,84	0,64
TS4	148,5	170,39	0,65
TS5	196	16,31	0,99
TS6	92,05	44,6	0,89

Remarque: Le TS5 alimentant les fours à résistances a un $\cos \varphi = 0,9$ la consommation est presque totalement active.

Charge des chariots d'accumulateurs :

Le système employé est un redresseur qui doit permettre la charge automatique sans surveillance, il est alimenté directement à partir du distributeur général.

Le redresseur est muni de protections du côté continu et du côté alternatif, la protection du côté continu doit empêcher les batteries de débiter sur le poste de charge resté branché en cas de panne du secteur,

Evaluation de la puissance consommée au niveau du
D. Principal

Utilisation	P _i (KW)	Facteur de simultanéité K	Cos	Tg	P(KW)	Q (KVAR)
Transformateurs soudage	90	0,32	0,40	2,29	28,8	65,95
Appareils rota- tifs	60	0,35	0,60	1,33	21	27,93
ventilateurs	6	0,65	0,8	0,75	3,9	2,92
prises de cou- rant 10 A (220V)	92,4	0,12	1	0	11,08	0
prises de cou- rant 16 A (380 V)	115,84	0,18	1	0	20,85	0
l'airage	24,71	1	0	0	24,71	0
Scies de 2,5 KW	5	0,17	0,65	1,169	0,85	1
esce de 15 KW	15	0,17	0,65	1,169	2,55	2,98
Scies de 1,5 KW	3	0,17	0,65	1,169	0,51	0,6
esce de 18 KW	18	0,17	0,65	1,169	3,06	3,55
Rectifieuses de KW	4	0,17	0,65	1,169	0,68	0,80
Rectifieuses de KW	2	0,17	0,65	1,169	0,34	0,40
Foreuses de 5 KW	9	0,17	0,65	1,169	1,53	1,79
Foreuses de 5 KW	2,5	0,17	0,65	1,169	0,425	0,50
raiseuses de KW	8	0,17	0,65	1,169	1,36	1,59
raiseuse de KW	6	0,17	0,65	1,169	1,02	1,19
Tours de 12 KW	36	0,17	0,65	1,169	6,12	7,16
Tours de 15 KW	45	0,17	0,65	1,169	7,65	8,95
ar vertical de KW	40	0,20	0,65	1,169	8	9,36
ar vertical de KW	20	0,17	0,65	1,169	3,4	3,98
roulant 7 KW	14	0,10	0,5	1,73	1,4	2,42
3 Tours de 7 KW	21	0,17	0,65	1,169		
5 Tours de 4,5 KW	13,5	0,17	0,65	1,169		

RECEPTEUR	P. (kW)	cos φ	L (m)	Q (KVAR)	I _n (A)	I _{cc} (KA)	I α/α (A)	I α (A)	S (mm ²)	I _{fusible} ^(A)	ΔU (V)	ΔU %	
Transf de soudage 1	30	0,40	12	68,73	113,9				3x35+ 1x16	160	4,8	1,10	
Transf de soudage 2	30	0,40	15	68,73	113,9				3x35+ 1x16	160	4,92	1,14	
Transf de soudage 3	30	0,40	19	68,73	113,9				3x35+ 1x16	160	5,07	1,18	
Ventilateur 1	1,5	0,85	16	0,929	2,68		4,6	14,74	4x1,5	6	5,06	1,18	
" " 2	1,5	0,85	20	0,929	2,68		4,6	14,74	4x1,5	6	5,24	1,23	
" " 3	1,5	0,85	23	0,929	2,68	0,414	4,6	14,74	4x1,5	6	5,35	1,25	
" " 4	1,5	0,85	13	0,929	2,68		4,6	14,74	4x1,5	6	4,93	1,15	
App rotatif 1	15	0,60	08	19,99	37,98		23,73	75,96	3x6+ 1x4	50	5,24	1,15	
" " 2	15	0,60	05	19,99	37,98		23,73	75,96	3x6+ 1x4	50	4,91	1,14	
" " 3	15	0,60	08	19,99	37,98		23,73	75,96	3x6+ 1x4	50	5,24	1,23	
" " 4	15	0,60	12	19,99	37,98		23,73	75,96	3x6+ 1x4	50	5,69	1,34	

Tableau secondaire 2

[illegible]

	$P(kW)$	$L(m)$	$\cos \varphi$	$Q(kVAR)$	$I_n(A)$	$I_{dem}(A)$	$\frac{I_{dem}(A)}{\alpha}$	$S(mm^2)$	$I_{fus}(A)$	$I_{cc(kA)}_{mono}$	$\Delta U \%$		
Foreuse 1	4,5	8	0,65	5,26	10,51	42,04	21,02	4 x 1,5	25		1,71		
Foreuse 2	2,5	12	0,65	2,92	5,84	23,36	11,68	4 x 1,5	15		1,96		
Foreuse 3	4,5	15	0,65	5,26	10,51	42,04	21,02	4 x 1,5	25		1,96		
Fraiseuse 1	6	7	0,65	7,04	14,02	56,08	28,04	4 x 1,5	35		1,76		
Fraiseuse 2	4	11	0,65	4,67	9,34	37,36	18,68	4 x 1,5	20		1,77		
Fraiseuse 3	4	14	0,65	4,67	9,34	37,36	21,02	4 x 1,5	20		1,87		
Tour 1	4,5	10	0,65	5,26	10,51	42,06	21,02	4 x 1,5	25		1,61		
Tour 2	4,5	14	0,65	5,26	10,51	42,04	21,02	4 x 1,5	25		1,88		
Tour 3	4,5	18	0,65	5,26	10,51	42,04	21,02	4 x 1,5	25		1,75		
Pont roulant	14	18	0,5	24,24	42,54			3 x 6 + 1 x 4	60	0,482			

	P(kw)	L(m)	cos φ	Q(KVAR)	$I_n(A)$	$I_{dem}(A)$	$\frac{I_{dem}}{I_n}(A)$	S(mm ²)	$I_{flu0}(A)$	$I_{cc_{max}}$ (A)	$\Delta U\%$
Tour 4	7	12	0,65	8,18	16,36	65,44	32,72	4 x 1,5	35		1,69
Tour 5	7	16	0,65	8,18	16,36	65,44	32,72	4 x 1,5	35		1,9
Tour 6	7	20	0,65	8,18	16,36	65,44	32,72	4 x 1,5	35		2,13
Tour 7	12	6	0,65	14,02	28,04	42,06	15,02	3 x 4 + 1 x 2,5	20		1,24
Tour 8	12	10	0,65	14,02	28,04	42,06	15,02	3 x 4 + 1 x 2,5	20		1,38
Tour 9	12	15	0,65	14,02	28,04	42,06	15,02	3 x 6 + 1 x 2,5	20		1,56
Tour 10	15	10	0,65	17,53	35,06	52,59	18,78	3 x 6 + 1 x 4	20		1,27
Tour 11	15	15	0,65	17,53	35,06	52,59	18,78	3 x 6 + 1 x 4	20		1,47
Tour 12	15	20	0,65	17,53	35,06	52,59	18,78	3 x 6 + 1 x 4	20		1,62
Tour vert 1	40	10	0,65	46,76	93,49	186,98	66,77	3 x 25 + 1 x 10	125		1,22
Tour vert 2	20	17	0,65	23,36	46,75	70,12	25	3 x 10 + 1 x 6	60	2,79	1,43

Tableau secondaire 5

Recepteurs	P (KW)	L(m)	cos ϕ	Q (KVAR)	I_n (A)	I_{dem} (A)	$\frac{I_{dem}(A)}{\alpha}$	S (mm ²)	I_{fus} (A)	$I_{cc}(KA)_{mono}$	$\Delta U \%$
Four 1	30	5	1	0	45,5			3x10 + 1x6	60		1,75
Four 2	30	10	1	0	45,5			3x10 + 1x6	60		1,9
Four 3	60	16	1	0	91,16			3x25 + 1x10	125		2
Four 4	60	11	1	0	91,16			3x25 + 1x10	125		1,88
ventilateur 1	8	12	0,80	6	15,19	83,54	26,1	4x1,5	35		2,3
ventilateur 2	8	12	0,80	6	15,19	83,54	26,1	4x1,5	35		2,3
Compresseur	10	17	0,85	6,19	17,87	98,88	30,71	3x25 + 1x1,5	35	0,872	2,9

Tableau secondaire 6

Recepteur	P (kw)	L (m)	cos φ	Q (kVAR)	I _n (A)	I _{dem} (A)	$\frac{I_{dem}(A)}{\alpha}$	S (mm ²)	I _{fus} (A)	I _{cc} (kA) mono	ΔU %
cisaille à lame 1	12	5	0,65	14,02	28,05	56,1	17,53	3 x 4 + 1 x 2,5	35		1,38
cisaille à lame 2	12	12	0,65	14,02	28,05	56,1	17,53	3 x 4 + 1 x 2,5	35		1,63
Boudineuse 1	5	9	0,65	5,84	11,68	46,72	16,68	4 x 1,5	20		1,56
Boudineuse 2	5	10	0,65	5,84	11,68	46,72	16,68	4 x 1,5	20		1,60
Boudineuse 3	5	13	0,65	5,84	11,68	46,72	16,68	4 x 1,5	20		1,70
Boudineuse 4	5	16	0,65	5,84	11,68	46,72	16,68	4 x 1,5	20		1,83
ventilateur 1	1,5	14	0,85	1,125	2,6	14,3	4,47	4 x 1,5	6		1,36
ventilateur 2	1,5	16	0,85	1,125	2,6	14,3	4,47	4 x 1,5	6	0,574	1,48

ventilateurs 5 KW	3	0,65	0,65	1,169	1,95	2,25
Cisailles à ne (12 KW)	24	0,17	0,65	1,169	4	4,77
Boudineuses KW	20	0,17	0,65	1,169	3,4	3,98
Four à résis- sance (30 KW)	60	0,70	1	0	42	0
Four à résis- sance (60 KW)	120	0,70	1	0	84	0
Ventilateurs (KW)	16	0,65	0,80	0,75	10,4	7,8
Compresseur (KW)	10	0,70	0,85	0,619	7	4,34
Compresseur			0,90	0,48	14,8	7

La puissance totale absorbée au niveau du tableau général :

$P_t = \sum P$ de chaque récepteur au niveau du D.S.

$P_t = 297,49$ KW

même chose pour la puissance réactive

$Q_t = \sum Q$ de chaque récepteur au niveau du T.G.

$Q_t = 166,24$ KVAR

d'où $\cos \varphi = \frac{P_t}{\sqrt{P_t^2 + Q_t^2}} = 0,87$

III.- Construction d'installations électriques en basse tension.

La réalisation d'une installation électrique exige, comme tout ouvrage un minimum de matériel et d'outillage : conducteurs, câbles, appareillages et d'autres accessoires.

III.1. Canalisations, conducteurs et câbles.

Le terme canalisation désigne les conducteurs ou câbles avec leur mode de pose.

Un conducteur est toujours unipolaire (âme conductrice plus protection) un câble est constitué le plus souvent d'un ensemble de conducteurs distincts et mécaniquement solidaires.

III.1.1. Choix des conducteurs.

Notre installation est souterraine, nous y utiliserons des câbles en cuivre, ces derniers sont normalisés.

Le schéma adopté et les conditions du milieu ambiant détermineront le choix des conduits.

La normalisation des câbles a fait intervenir des lettres et des chiffres qui symboliseront les matières dont sont faites l'âme et l'isolation du câble (tableau 2).

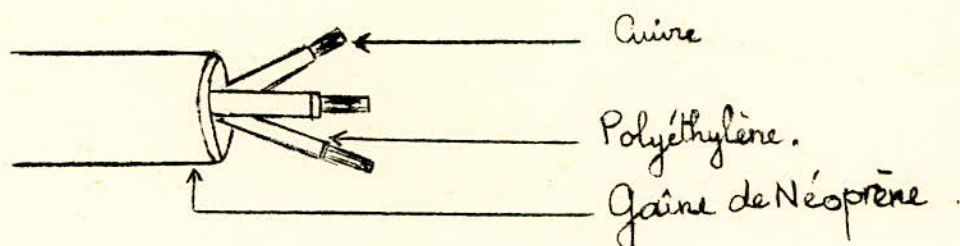
Le câble U 1000 Ri2N répond aux conditions de notre installation, c'est un câble produit par la société nationale SONELEC, ses caractéristiques sont :

- câble normalisé
- tension nominale 1000 V
- matériau isolant : Polyéthylène réticulé + Néoprène.

Conditions de fonctionnement.

Température admissible :

- a) en régime normal (permanent) : 85°C
- b) en fin de court-circuit : 250°C.



Propriétés physiques :

- résistivité thermique à 20°C : 28°C/W/Cm
- Polyéthylène basse densité : 0,92
- résistivité électrique $10^{12} \text{ cm}^2/\text{cm}$
- Angle de perte diélectrique à 50 Hz 0,5 — 3.10^{-4}

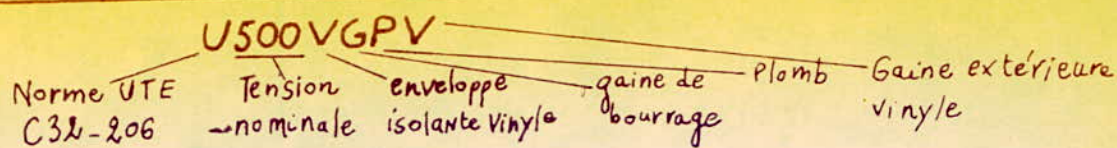
Les conduits sont fabriqués avec les sections normalisées suivantes :

S nominale	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	160	180
mm ²	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
S du conducteur	!	!	1,5	2,5	4	6	6	10	16	25	35	35	35	50	50
neutre (mm ²)	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!

Les conditions d'utilisation des canalisations :

Elles varient en fonction : des caractéristiques des locaux ou emplacements d'installation (degré d'humidité et risques spéciaux ...), du mode de pose.

SYSTEME DE DENOMINATION DES FILS & CABLES



SYMBOLE	SIGNIFICATION	SYMBOLE	SIGNIFICATION
U	Normalisé	G	Matière élastomère ou Plastique formant Gaine de bourrage
250 - 500 750 - 1000	Tension Nominale (V)	①	Bourrage indépendant de la gaine ou aucun bourrage
S	Câbles Souples	1	Gaine d'assemblage et de protection formant bourrage
B	Butyl Vulcanisé	A	ALLUMINIUM
C	Caoutchouc Vulcanisé	P	Plomb
N	Polychloroprène ou équivalent	F	Feuillards en fils d'acier
M	Câble meplat	T	Revêtement textile extérieur
V	Polychlorure de Vinyle	2043	devant la désignation d'une gaine ou d'une enveloppe, signifie épaisse ou très épaisse.

Tableau n°2.

Les câbles U 1000 R12N doivent être soustraits à tout risque de détérioration mécanique si leur parcours se trouve situé dans des emplacements soumis à des risques mécaniques, ils comporteront une protection mécanique appropriée aux risques mécaniques auxquels ils sont exposés exemple tube de protection.

a) Pose des conducteurs :

Les canalisations doivent être protégées contre les détériorations causées par le tassement des terres, le contact des corps durs...

b) Profondeur de pose :

Pour parer les effets du tassement des terres les câbles doivent être enfouis à une profondeur minimale de 0,60 m.

c) Largeur de la tranchée :

Il est conseillé de faire une tranchée la moins large possible, une largeur de 0,5 m est suffisante, les câbles doivent être distants de 0,20 m pour éviter l'échauffement excessif.

III.1.2. Section des conducteurs et câbles.

Le choix de la section d'âme d'un câble consiste à déterminer quel est le plus petit conducteur normalisé qui satisfait en même temps les conditions de bon fonctionnement

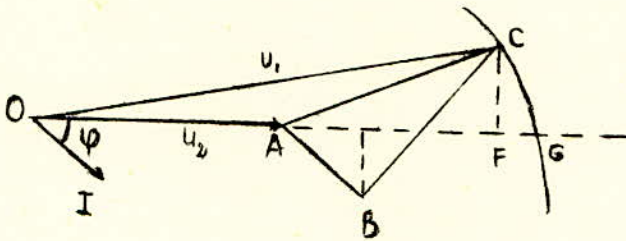
suivantes :

- les matériaux constituant le câble supporte une température maximale, l'échauffement est normal.
- la chute de tension en tout point d'utilisation ne doit pas dépasser une certaine limite (dans notre cas 3,5%).
- toute surcharge de courte durée ne doit pas être à l'origine de température excessive qui pourrait atteindre la température maximale admise durant un court-circuit.

a) Calcul des chutes de tension :

La section du conducteur à utiliser doit être telle que la chute de tension entre l'origine de l'installation et le point d'utilisation le plus éloigné n'exède pas la tension de régime (3,5%).

La chute de tension représente la différence vectorielle entre la tension et la tension aux consommateurs.



Sa valeur algébrique est :

$\Delta U \hat{=} AG$ Dans les calculs pratiques on néglige FG.

$$\Delta u = \sqrt{3} (RI \cos \varphi + XI \sin \varphi).$$

Dans les installations avec des conduits introduits dans des tubes de protection on peut négliger X par rapport à R.

Pour une ligne monophasé :

$$\Delta u = 2g \frac{l I \cos \varphi}{S}$$

g = résistivité du conducteur en $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{Km}$

l = longueur du câble

I = Valeur du courant

S = Section du conducteur

φ = Déphasage entre la tension et le courant.

Pour une ligne triphasé :

$$\Delta u = \sqrt{3} g \cdot \frac{l I \cos \varphi}{S}$$

Les plus grandes chutes de tension enregistrées sont au niveau du tableau secondaire 5, d'une part parcequ'il alimente les plus grands récepteurs d'autre part à cause de la longueur des câbles.

b) Section des câbles alimentant les tableaux :

La section des câbles alimentant les tableaux sera déterminé à partir de la puissance de calcul au niveau de chaque tableau.

III.1.3. Fonction de base de l'appareillage.

Les installations électriques doivent être conçues de façon à minimiser les dangers que peuvent encourir les personnes et les biens en fonctionnement normal et en cas d'avarie

La protection doit être d'un niveau optimal de sécurité. L'appareillage électrique doit assurer trois (3) fonctions spécifiques :

- la protection électrique des circuits
- la commande
- le sectionnement.

à celles-ci doit être ajoutée une quatrième fonction particulière :

- la protection des personnes.

a) Protection électrique des circuits :

Elle a pour but d'éviter que les matériels électriques ne soient soumis à des surintensités dangereuses en valeur et en temps. La détection de ces surintensités se traduit par un ordre de déclenchement.

Ces surintensités peuvent être consécutives à :

- des courants de surcharge : surintensité se produisant dans un circuit électriquement sain.
- des courants de court-circuits : Intensité de courant produit par un défaut d'impédance négligeable entre deux points d'un même circuit.

A chaque type de surintensité correspond un type de protection.

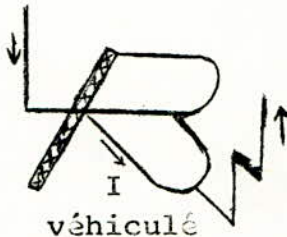
- les relais thermiques protègent contre les surcharges
- les relais magnétiques interviennent contre les court-circuits.

1°- Protection contre les surcharges :

Principe :

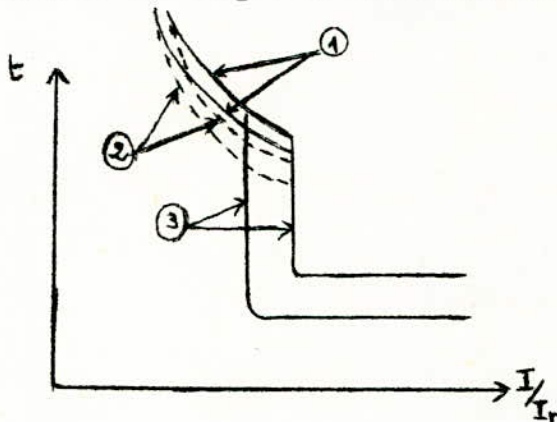
Un bilame détecte les surcharges en se déformant par effet Joule, à chaque relais correspond une intensité de réglage I_r , limite maximale de l'intensité traversant le déclencheur pendant un temps théoriquement infini sans que celui-ci n'envoie d'ordre de coupure.

$$I_r = (1,05 \div 1,2) I_n$$



detection ordre de déclenchement.

Limites de temps de fonctionnement



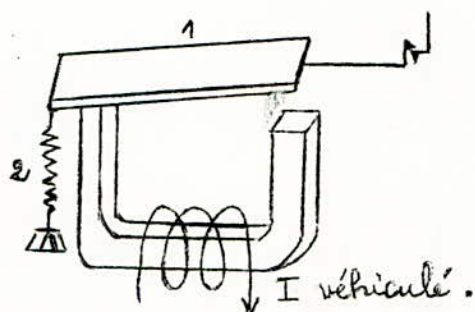
- (1) Courbes à partir de l'état froid.
- (2) Courbes enveloppes à l'état chaud.
- (3) limites extrêmes de fonctionnement électromagnétique,

Les courbes (1) et (2) définissent les limites entre lesquelles peut varier le temps de fonctionnement des déclencheurs thermiques.

2°- Protection contre les court-circuits :

Les déclencheurs électromagnétiques permettent la réalisation de la protection à temps constant. Les courbes (3) ci-dessus , déterminent les limites entre lesquelles varie l'intensité de déclenchement sur court-circuits suivant le réglage des déclencheurs.

Principe :



Détection ordre de déclenchement.

Déclenchement entre 5 et 12 I_r

I_r : courant de réglage en thermique.

Le courant engendre dans un circuit magnétique un flux qui attire la palette mobile 1, le ressort de rappel 2 équilibre cette action lors du passage du courant normal. Lorsque l'intensité dépasse le seuil de fonctionnement la force créée par le flux est supérieure à la force antagoniste du ressort : il y a ordre de déclenchement.

3.- Notion de pouvoir de coupure.

Après avoir détecté le défaut il est nécessaire de l'éliminer par un appareil de coupure celui-ci doit être capable d'éliminer la surintensité la plus défavorable susceptible de se développer dans le circuit considéré. Le choix de

l'appareil de coupure est lié à son pouvoir de coupure.

Définition :

C'est la valeur de courant présumé qu'un disjoncteur est capable d'interrompre sous des conditions prescrites d'emploi et de comportement.

b) Fonction commande :

Il s'agit d'établir ou d'interrompre le courant admissible permanent dans le circuit d'une façon volontaire.

Les appareils de coupure doivent être placés à l'origine de toute installation, la coupure doit être omnipolaire, cette dernière permettant la mise hors tension de l'installation.

c) Fonction sectionnement :

C'est la séparation physique des circuits, elle vise la sécurité du personnel de l'exploitant ayant à intervenir à un niveau quelconque de l'installation.

Il est bon de la prévoir à différents étages de la distribution afin d'assurer le maximum de continuité de service lors d'une opération d'entretien .

Où placer les dispositifs assurant la protection :

En règle générale, le ou les dispositifs assurant la protection des circuits contre les effets de surintensités doivent être placés à l'origine même des circuits. Il suffit que les caractéristiques de fonctionnement s'opposent au passage d'un courant supérieur au courant admissible dans les conducteurs du circuit.

d- Protection des personnes contre les contacts
directs et indirects

- Les contacts directs sont les contacts des personnes avec les parties actives des matériels et des équipements électriques normalement sous tension. Les mesures de prévention consistent donc à mettre hors de portée des personnes les parties sous tension de ces matériels.

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

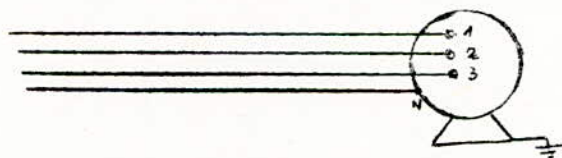
Pour cela il faut éviter que s'établisse : entre une masse et la terre une tension dangereuse (24 V pour les locaux conducteurs), moyens essentiels de protection contre l'électrocution :

- Interconnecter et mettre à la terre toutes les masses de l'installation.

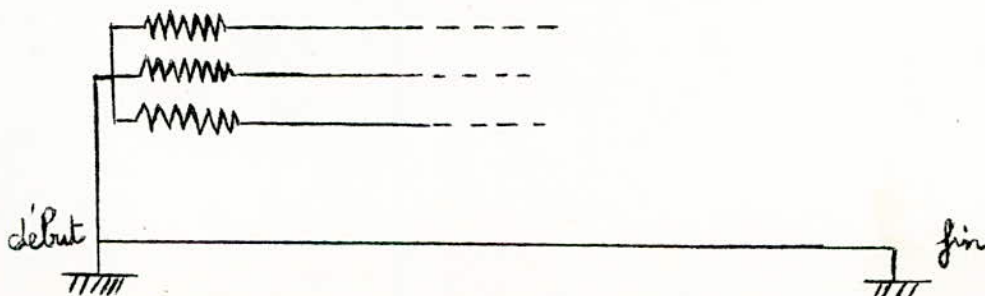
- Isolation

- Enveloppe , blindage (conducteurs dans des isolations, et les appareils dans des armoires blindées).

- Le conducteur neutre est connecté à la masse. (NEUTRALISATION)



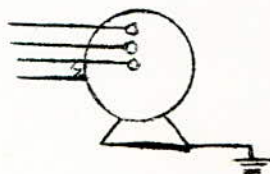
- Le conducteur neutre est relié directement à la terre non seulement au début de l'alimentation mais aussi à la fin.



Le neutre est relié directement à la terre.

. Déclenchement au 1er défaut :

La coupure de la partie de l'installation défectueuse doit se faire avant l'apparition d'un potentiel de 24 V entre une masse et la terre.



Un premier défaut d'isolement (défaut simple entre phase et neutre) est généralement suffisant pour élever le potentiel des masses à 24 V et doit donc être suivi d'un déclenchement. Nous devons prévoir une protection différentielle à courant résiduel en tête.

III.1.4. Protection des circuits individuels.

Le problème des surintensités de démarrage et leur durée doit être envisagé dans le choix et le réglage des calibres des déclencheurs protégeant les lignes alimentant les récepteurs. Les plus grands courants que transportent les conducteurs sans danger sont les courants de démarrage. Les moteurs sont généralement équipés d'une protection propre à chaque type de récepteur (disjoncteur à minimum de tension...) la protection des lignes contre les court-circuits est assurée par des fusibles montés sur des sectionneurs, les valeurs nominales des fusibles sont choisies de façon à satisfaire la relation.

$I_{\text{fusible}} > \frac{I_{\text{Démarrage}}}{\alpha}$ et les conditions imposées par

le tableau des courants nominaux des fusibles protégeant les moteurs.

Choix du fusible : après avoir choisie le groupe auquel appartient l'installation nous devons choisir le fusible en dépendance du courant admissible de conducteur.

Choix des récepteurs :

Le choix est fait suivant la puissance nominale :

$P \geq 30 \text{ KW}$ moteurs à bagues
 $P \geq 10 \text{ KW}$ moteurs avec commutateurs [$\lambda - \Delta$].

COURANT ADMISSIBLE DU FUSIBLE EN DEPENDANCE
DU COURANT ADMISSIBLE DE CONDUCTEUR :

G R O U P E					COURANT ADMIS- SIBLE DU FUSIBLE (A)
1	2	3	4	5	
COURANT ADMISSIBLE DE CONDUCTEUR (A)					
8	5	6	3	12	6
13	8	9	4	19	10
18	11	12	6	27	15
24	14	16	8	36	20
30	18	20	10	44	25
39	22	26	12	56	35
55	32	32	17	72	50
66	38	44	20	96	60
88	50	58	27	127	80
110	63	73	34	159	100
138	79	91	42	199	125
126	100	116	54	254	160
220	125	145	67	318	200
248	141	164	74	387	225
286	163	189	87	413	260
330	188	218	100	476	300

Groupe 1. Normal sauf dans le cas où l'interruption d'alimentation par le fusible peut causer une panique (exple installation d'évacuation).

Groupe 2.- Pour les conducteurs alimentant les récepteurs portatifs, mais inadmissible là où il y a un danger d'explosion.

Groupe 3.- Pour les conducteurs d'installation industrielle, inadmissible là où il y a un danger d'explosion.

Groupe 4.- Comme le groupe 3 mais si les conducteurs sont protégés contre une destruction mécanique.

Groupe 5.- Conducteurs appliqués dans des locaux où il y a un danger d'explosion.

Tableaux secondaires	Recepteurs	Démarrage	Protection par fusible.
1	Ventilateur	rapide	lent
	Appareil rotatif	rapide	lent
2	Presse	lent	lent
	Scie	rapide	lent
	Rectifieuse	lent	lent
3	foreuse	lent	rapide
4	Tour P 10KW	rapide	lent
	Tour P 10KW	lent	lent
	Tour P 30KW	lent	lent
5	Ventilateur	rapide	lent
6	Cisaille à lame	rapide	lent
	Boudineuse	rapide	lent

a) Courants de démarrage.

- moteurs asynchrones équipés d'un commutateur

à démarrage rapide (1500, 3000 t/min) $I_{dem} = (1,8 \div 2,5) I_n$

à démarrage lent (1000, 750 t/min) $I_{dem} = (1,3 \div 1,7) I_n$

- moteurs à cage d'écureuil :

démarrage rapide :

$$I_{dem} = (5,5 \div 7,5) I_n$$

$\alpha_1 = 2,5$ si le fusible est rapide

$\alpha_2 = 3,2$ si le fusible est lent.

Démarrage lent :

$$I_{dem} = (4 \div 5) I_n$$

$\alpha_1 = 2$ si le fusible est rapide.

$\alpha_2 = 2,8$ si le fusible est lent.

COURANTS NOMINAUX MINIMUM DES Fusibles Protégeant les Moteurs.

P _n	I _m si la tension est.		Fusibles rapides				Fusibles avec retard.			
			Moteurs à cages.		Moteurs avec commutateur λ-Δ et à bagues		Moteurs à Cages.		Moteurs avec commutateur λ-Δ et à bagues.	
Kw	220V	380V	220V	380V	220V	380V	220V	380V	220V	380V
0,5	2,3	1	6	4	6	4	4	2	4	2
0,8	3,4	1,5	10	6	10	6	6	4	4	4
1,1	4,5	1,9	10	10	10	6	6	4	6	4
1,5	5,7	2,5	15	10	10	6	10	6	6	6
2,2	8,1	3,6	20	15	15	10	15	10	10	6
3,0	11	4,8	25	20	15	15	20	10	15	10
4,0	14,5	6,4	35	20	25	15	25	15	20	15
5,0	19	8,5	50	25	25	20	35	20	25	15
7,5	26	11,5	60	35	35	25	35	25	35	20
11	38	17	100	50	50	25	60	35	50	25
15	52	23	125	80	60	35	80	60	60	35
22	75	33	160	80	80	50	100	60	80	50
30	100	45	160	100	100	60	100	80	100	60
40	135	60	200	125	160	80	160	100	160	80
50	170	73	200	160	200	100	200	100	200	100
64	210	92	260	160	225	125	225	125	225	125

- moteurs à bagues :

$$I_{\text{dem}} = (1,7 \div 2) I_n.$$

III.1.5. Protection des tableaux.

Les tableaux (général et secondaires) seront protégés par des disjoncteurs magnéto-thermiques type Merlin-Gerin. Les critères généraux du choix des disjoncteurs de distribution sont :

- leur calibre soit au moins égal à l'intensité nominale du départ considéré.
- leur pouvoir de coupure soit au moins égal à la valeur du courant de court-circuit calculé au niveau considéré.
- la sélectivité puisse être assurée avec l'appareil de protection aval.

III.2. Calcul des courants de court-circuit.

Le calcul des courants de court-circuit s'impose dans toute installation électrique , les principaux objectifs étant les déterminations des :

- pouvoirs de coupure et de fermeture des appareillages de protection .
- la ~~tenu~~ thermique des câbles aux surintensités.
- le réglage des disjoncteurs.
- condition de sélectivité.

Le défaut triphasé représente le cas le plus défavorable correspondant à l'intensité de court-circuit la plus élevée.

III.2.1. Courant de court circuit triphasé.

Le circuit peut-être fractionner en éléments comme suit :

Partie de l'installation	R (mΩ)	X (mΩ)	I _{cc} (KA)
Transfo 400 KVA tension à vide U ₀ = 400 V U _{cc} % = 4%	R ₂ = 0	X ₂ = $\frac{U^2}{S_n} U_{cc}\%$	
Disjoncteur	R ₃ = 0	X ₃ = 0,15	
Jeu de barre	R ₄ = 0	X ₄ = 1,25	15
Disjoncteur	R ₅ = 0	X ₅ = 0,16	
Ligne de liaison	R ₆ = 6,8	X ₆ = 4	
Jeu de barre	R ₇ = 0	X ₇ = 1,25	14,7
Disjoncteur	R ₈ = 0	X ₈ = 0	
Ligne de liaison	R ₉ = 7,2	X ₉ = 1,25	
Jeu de barre	R ₁₀ = 0	X ₁₀ = 1,25	10,83
Disjoncteur	R ₁₁ = 0	X ₁₁ = 0	
ligne de liaison (recepteur)	R ₁₂ = 1,26	X ₁₂ = 0,52	10,26

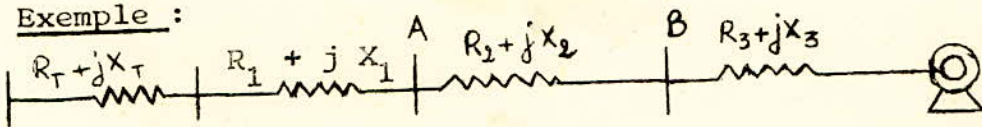
préresse n°1.

on pourra utiliser la règle MG qui donne un ordre de grandeur valable des courants de court circuit triphasé c'est une méthode rapide mais peu précise.

III.2.2. Courant de circuit monophasé.

Les calculs ont été fait uniquement pour les tronçons les plus éloignés ceci pour vérifier l'ordre de grandeur des courants de défaut :

Exemple :



soit un court-circuit monophasé au point C.

$$\sum R = R_T + 2 (R_1 + R_2 + R_3)$$

$$\sum X = X_T + 2 (X_1 + X_2 + X_3)$$

la résistance du transformateur R_T est négligeable.

$$R_T = 0$$

La réactance du transformateur est donnée par la formule :

$$X_T = \frac{U_o^2}{S_n} \cdot U_{cc} \%$$

U_o = tension secondaire à vide [V]

S_n = Puissance nominale du transfo [VA]

U_{cc} = tension de court-circuit [%]

$$U_o = 400 \text{ V}$$

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

$$S_n = 400 \text{ KVA}$$

$$\text{d'où } X_T = \frac{400^2}{400 \cdot 10^3} \cdot 4 = 0,016 \Omega$$

$$R_1 = \frac{l_1}{S_1} = 0,0035 \Omega$$

ρ = résistivité du cuivre
 $\rho = 17 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{km}.$

$$R_2 = \frac{l_2}{S_2} = 0,0028 \Omega$$

$$R_3 = \frac{l_3}{S_3} = 0,26 \Omega$$

Les réactances sont données en fonction de la section et de la longueur du câble :

S (mm ²)	X m Ω / m
10	! 0,087
16	! 0,085
25	! 0,075
35	! 0,07
50	! 0,069
70	! 0,068
95	! 0,067
120	! 0,067
150	! 0,066
180	! 0,66

d'où

$$X_1 = 0,066 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 0,0033 \Omega$$

$$X_2 = 0,066 \cdot 0,04 = 0,0026 \Omega$$

$$X_3 = 0,087 \cdot 0,023 = 0,002 \Omega$$

$$(\sum R)^2 = 0,2809$$

$$(\sum X)^2 = 0,00056$$

$$Z = \sqrt{(\sum R)^2 + (\sum X)^2} = 0,53 \Omega$$

d'où le courant de court-circuit monophasé au point C :

$$I_{cc} = \frac{U}{Z} = 414,68 \text{ A.}$$

Le courant de court-circuit monophasé doit être 2,5 fois plus grand que I_{fusible} ceci pour que le fusible fonde $\frac{1}{2}$ immédiatement, grand est le courant de court-circuit meilleur est la protection, le fusible nous rend un grand service en limitant le courant : Protection contre l'électrocution. Le fusible joue partiellement le même rôle qu'un disjoncteur il coupe le courant quand celui-ci dépasse une certaine valeur.

INSTALLATION ELECTRIQUE

CARNET DES TABLEAUX

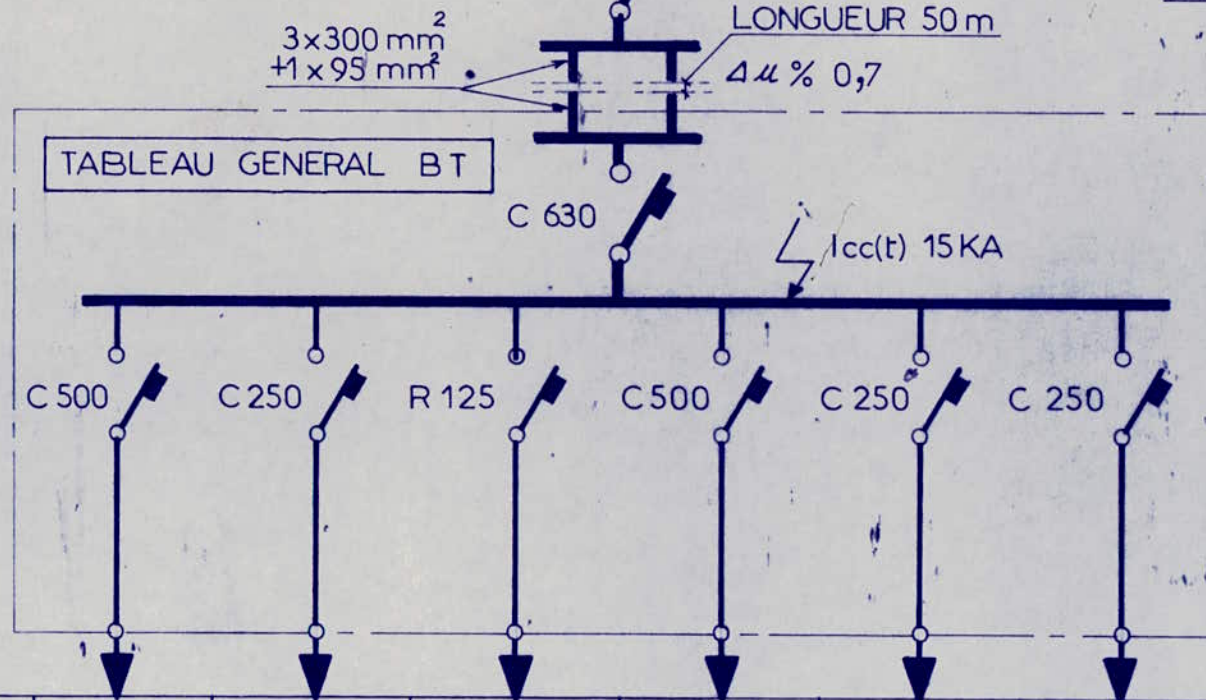
SCHEMAS UNIFILAIRES

400 kVA - 380v

$U_{cc} \% = 4$

$I_{ns} = 580 \text{ A}$

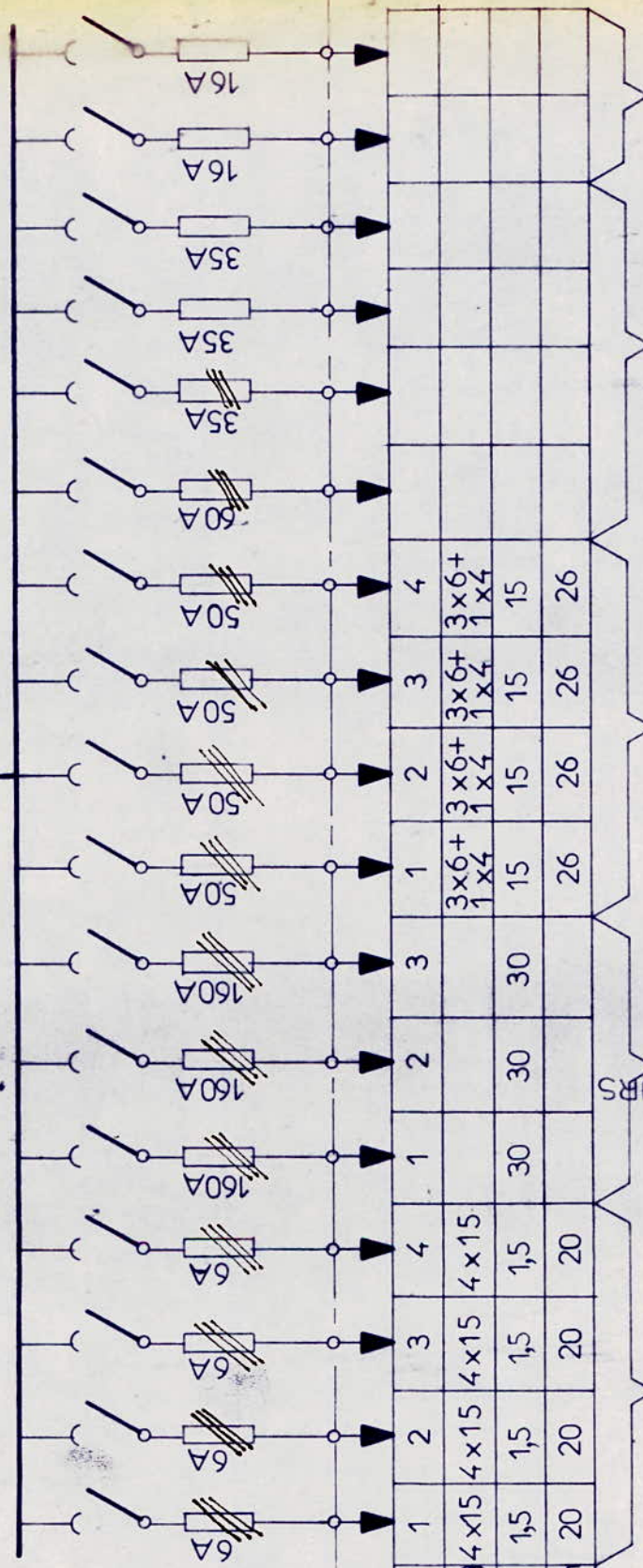
TG: $P = 297,5 \text{ KW}$
 $Q = 166,24 \text{ KVAR}$
 $\cos = 0,87$
 $I_n = 519,5$



NOMS DES TABLEAUX	T-S-1	T-S-2	T-S-3	T-S-4	T-S-5	T-S-6
I_{cc} MONOPHASES (KA)	9,39	8,17	4,35	8,22	7,72	7,9
PUISSANCES EN KW (P)	147,68	104,1	51,38	148,5	196	92
PUISSANCES EN KVAR(Q)	173,9	52,94	62,84	170,39	16,31	44,6
COSINUS φ	0,64	0,89	0,64	0,65	0,99	0,89
INTENSITES EN (A)	346	177,71	121,97	347,12	300	157,96
SECTIONS des circuits(mm ²)	3x150+1x50	3x50+1x25	3x25+1x10	3x150+1x50	3x120+1x35	3x35+1x16
CHUTES DE TENSION(Δu)	0,43 %	0,49 %	0,72 %	0,52 %	0,86 %	0,49 %
LONGUEURS des cables(m)	40	20	30	45	45	16

VERS D.P

TABLEAU SECONDAIRE - 1 -



REPERE DES CIRCUITS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Section des circuits(mm²)	4x15	4x15	4x15	4x15				4x15					3x6+ 1x4	3x6+ 1x4	3x6+ 1x4	
PUISSANCE EN KW	1,5	1,5	1,5	1,5	30	30	30	1,5	30	30	30	15	15	15	15	
Tube en acier Ø en mm	20	20	20	20				20					26	26	26	

VENTILATEURS

TRANSFORMATEURS
DE SOUDAGE

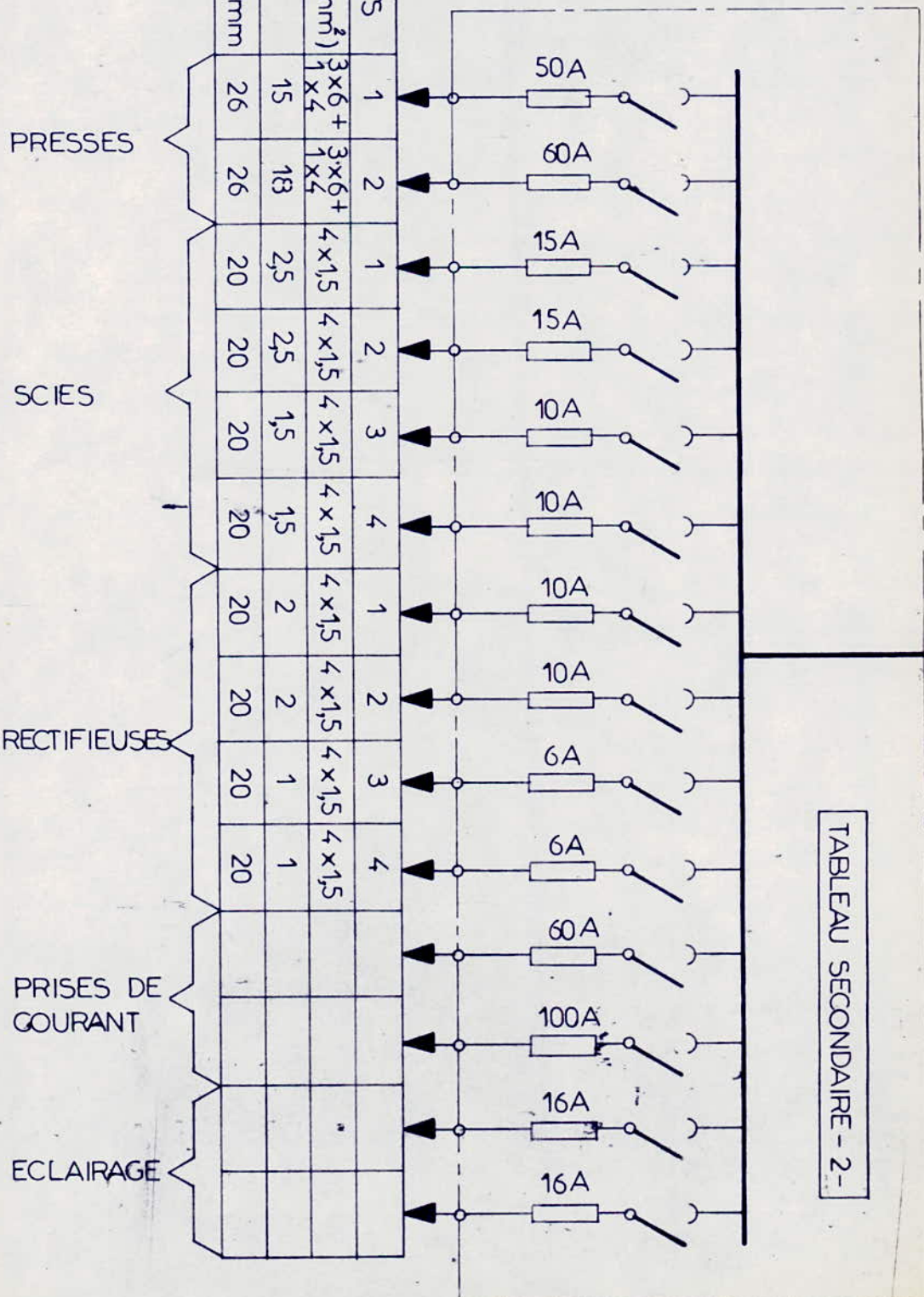
APPAREILS
ROTATIFS

PRISES DE
COURANT

ECLAIRAGE

VERS D.P

TABEAU SECONDAIRE - 2 -



REPERE DES CIRCUITS	1	2	1	2	3	4	1	2	3	4				
Section des circuits (mm ²)	3x6 + 1x4	3x6 + 1x4	4x1,5	4x1,5	4x1,5	4x1,5	4x1,5	4x1,5	4x1,5	4x1,5				
PUISSANCE EN KW	15	18	2,5	2,5	1,5	1,5	2	2	1	1				
Tube en acier Ø en mm	26	26	20	20	20	20	20	20	20	20				

PRESSES

SCIES

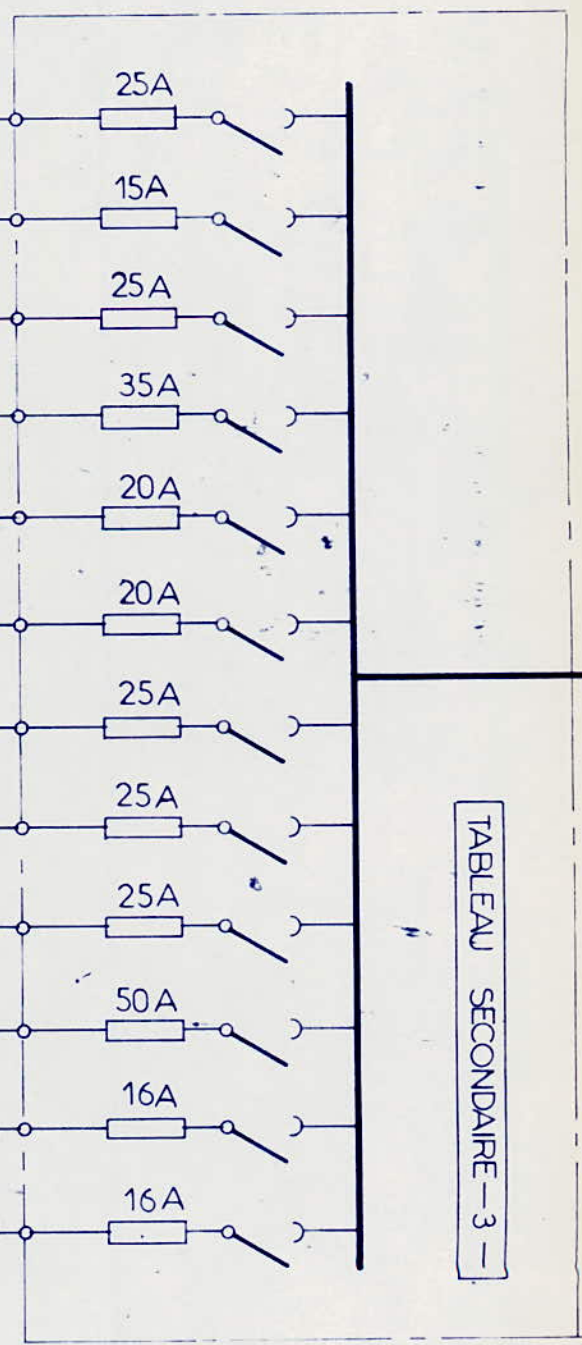
RECTIFIEUSES

PRISES DE COURANT

ECLAIRAGE

VERS D.P

TABLEAU SECONDAIRE - 3 -



REPERE DES CIRCUITS	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Section des circuits (mm ²)	4 x 15	4 x 15	4 x 15	4 x 15	4 x 15	4 x 15	4 x 15	4 x 15	4 x 15	3 x 6 + 1 x 4	
PUISSANCE EN KW	4,5	2,5	4,5	6	4	4	4,5	4,5	4,5		
Tube en acier Ø en mm	20	20	20	20	20	20	20	20	20	26	

FOREUSES

FRAISEUSES

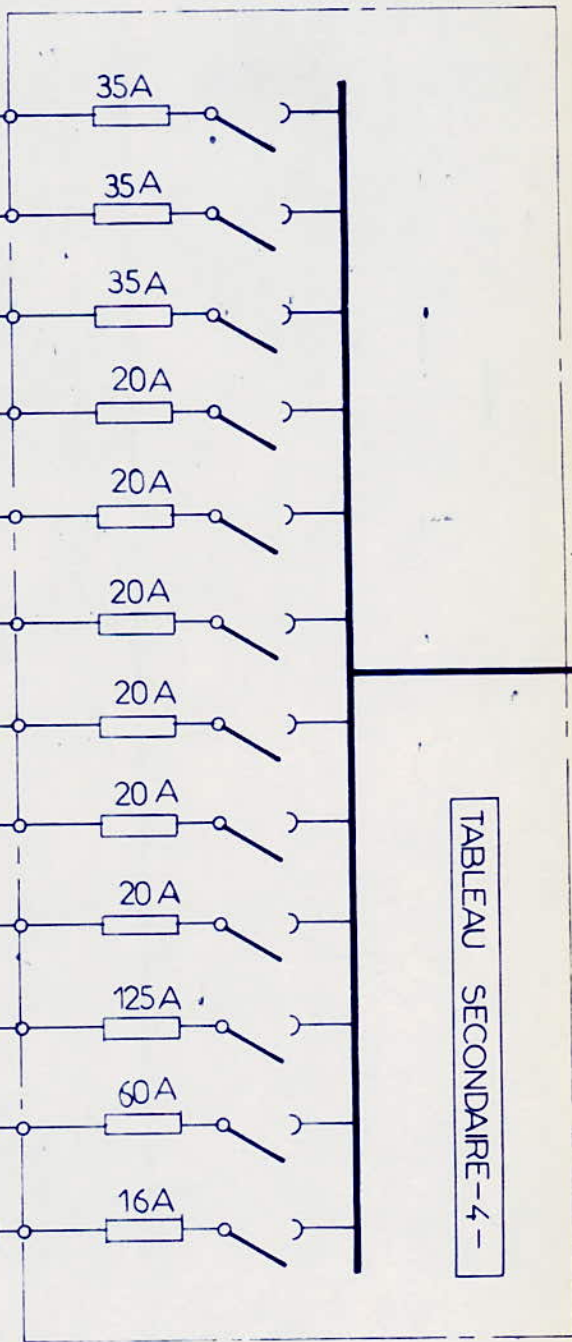
TOURS

PONT ROULANT

ECLAIRAGE

VERS D.P

TABLEAU SECONDAIRE-4-



REPERE DES CIRCUITS	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	
Section des circuits (mm ²)	4x1,5	4x1,5	4x1,5	3x4+1x2,5	3x4+1x2,5	3x4+1x2,5	3x6+1x4	3x6+1x4	3x6+1x4	3x25+1x10	3x10+1x6	
PUISSANCE EN KW	7	7	7	12	12	12	15	15	15	40	20	
Tube en acier Ø en mm	20	20	20	26	26	26	26	26	26	40	32	

TOURS

TOURS

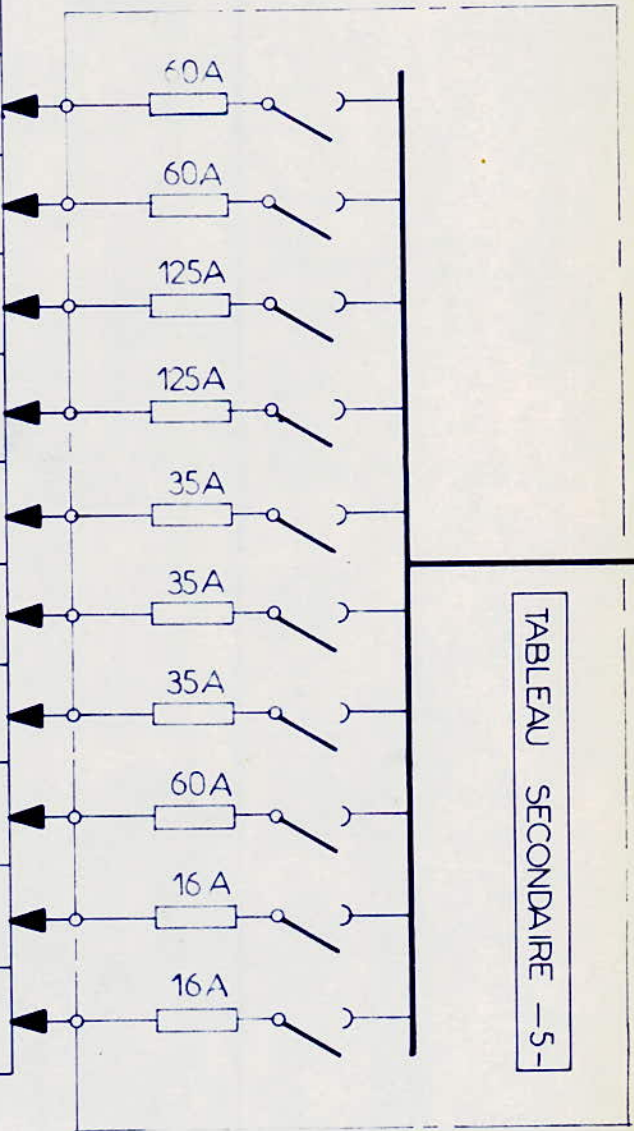
TOURS

TOURS VERTICAUX

ECLAIRAGE

VERS D.P

TABLEAU SECONDAIRE -5-



REPERE DES CIRCUITS	1	2	3	4	1.	2			
Section des circuits (mm ²)	3x10 ⁺ 1x6	3x10 ⁺ 1x6	3x25 ⁺ 1x10	3x25 ⁺ 1x10	4x1,5	4x1,5	3x25 ⁺ 1x1,5		
PUISSANCE EN KW	30	30	60	60	8	8	10		
Tube en acier Ø en mm	32	32	40	40	20	20	20		

FOURS

FOURS

VENTILATEURS

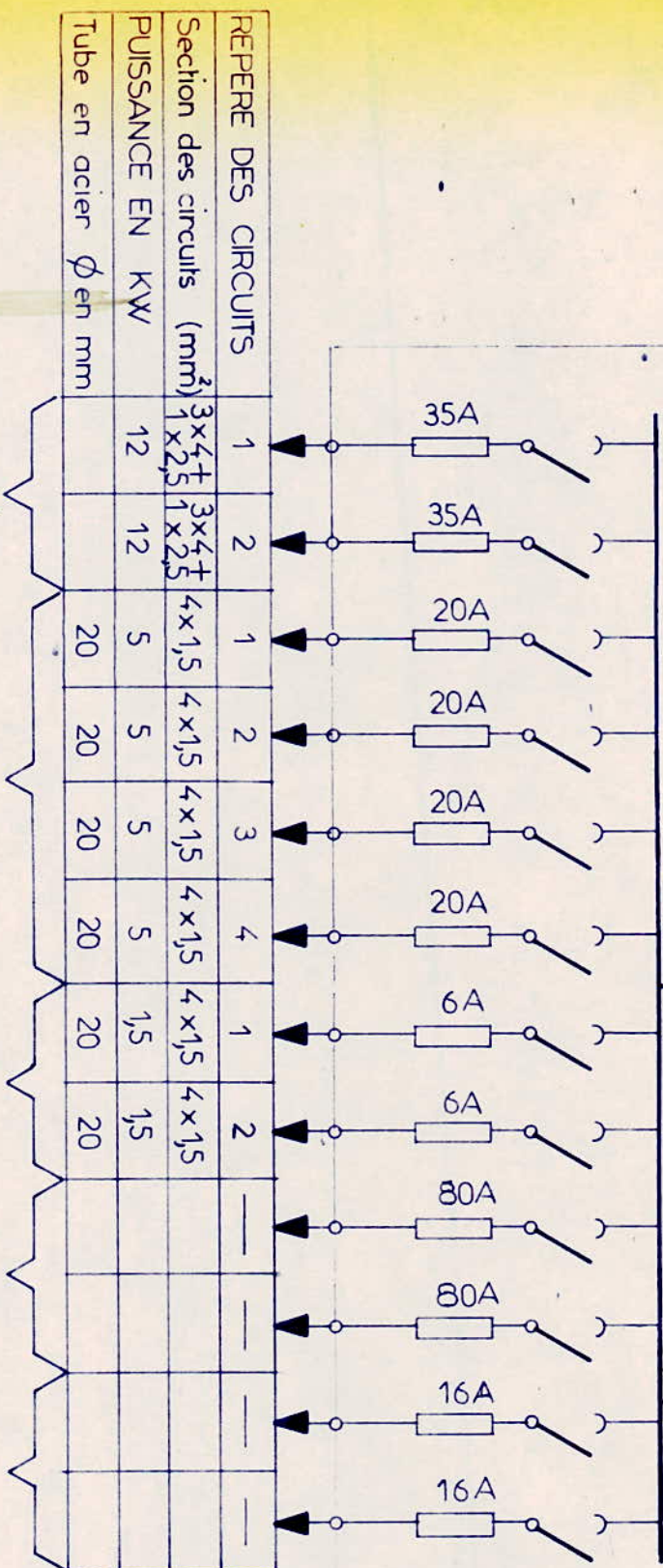
COMPRESSEUR

PRISES DE
COURANT

ECLAIRAGE

VERS D.P

TABEAU SECONDAIRE - 6 -



CISAILLE A LAME

BOUDINEUSE

VENTILATEUR

PRISES DE
COURANT

ECLAIRAGE

III.3. Prises de courant :

Les prises de courant alimentent les appareils portatifs, notamment au niveau des ateliers de : (Montage, Mécano-électrique, travail et nettoyage de tôles).

Pour le calcul des puissances des prises, nous prendrons la puissance correspondant à l'intensité nominale de la prise.

Exemple : prise de 10A (sous 220 V)

$$P = 220 \quad 10 = 2,2 \text{ KW.}$$

Le facteur de simultanéité pour les prises de courant alimentées par le même circuit.

$$K = 0,1 + \frac{0,9}{N}$$

Les calculs sont consignés dans le tableau des prises de courant.

Les prises de courant sont normalisées et établies pour les courants :

$$I = 10 \text{ A , } 16 \text{ A, } 32 \text{ A, ...}$$

IV.- Construction des tableaux et armoires de distribution.

La division d'une installation électrique en plusieurs circuits conduit à disposer en différents points d'une

installation un certain nombre d'armoires et de coffrets regroupant l'appareillage nécessaire à la protection des appareils d'utilisation.

Une armoire est destinée :

- à lier au réseau de distribution des branchements de l'installation électrique.
- à diviser le câble principal en plusieurs départs.

En plus de l'appareillage, l'armoire comportera :

- les supports d'appareils , les connexions des conducteurs réunissant les appareils.

D'après le mode de montage des armoires, nous les classons en :

- Armoires pour montage extérieur
- Armoires pour montage intérieur. (armoires blindées, protégées, étanches.).

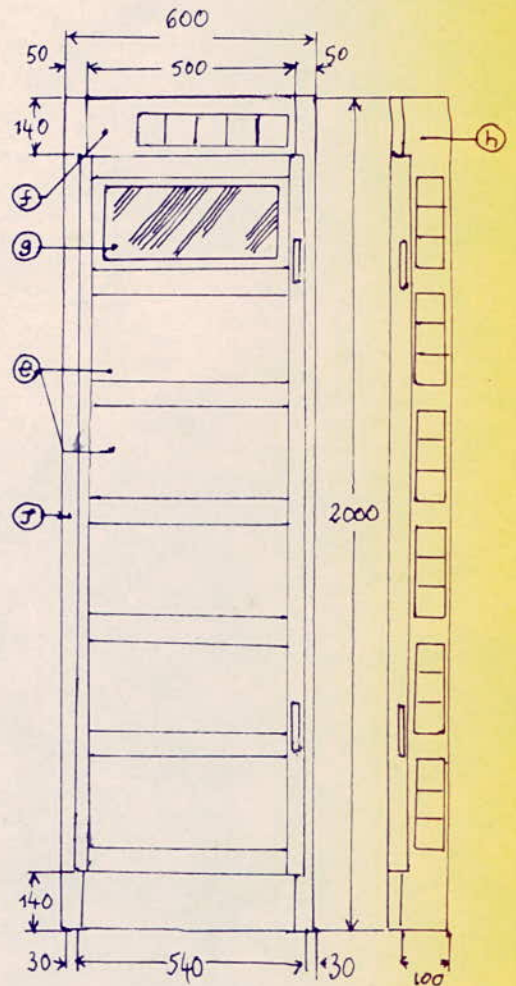
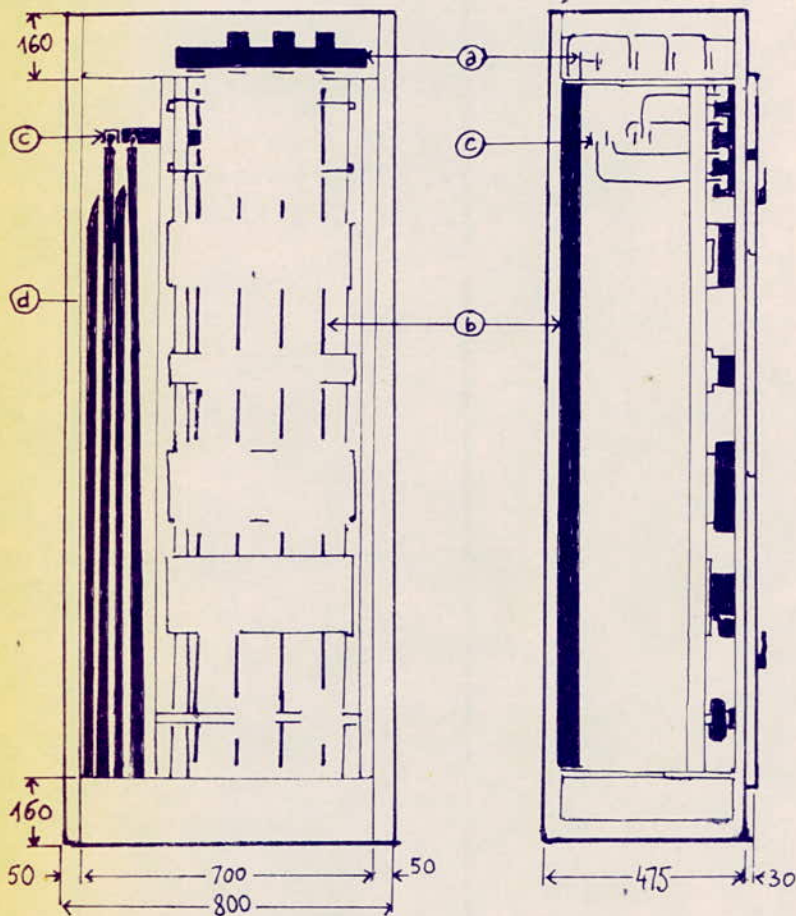
L'enveloppe de l'armoire, doit permettre une aération suffisante de l'équipement électrique , elle doit être construite de façon à empêcher la pénétration de l'eau.

IV.1. Tableau général de distribution .

Nous avons opté pour l'armoire P6 (type Merlin-Gerin) qui peut résoudre l'ensemble des problèmes posés par la distribution électrique jusqu'à 1600 A.

armoire fonctionnelle P6

tableaux de distribution composables



- a. JEU DE barres horizontal
- b. jeu de barres vertical
- c. plage de raccordement pour arrivée ou départ
- d. Couloir à câbles
- e. Modules
- f. bandeau frontal percé pour appareil de mesures
- g. Plasticon transparent
- h. Cadre de 100 mm percé (3 perçages par module)
- i. Cadre de 50 mm.

Elle peut recevoir tout appareillage BT d'arrivée ou de départ.
Ces armoires peuvent être :

- Juxtaposées latéralement pour former un tableau de distribution .
- Accolées à un mur : les raccordements sont accessibles de l'avant.
- Assemblées dos à dos.

L'armoire est divisée en modules fonctionnels.

À l'installation comme en exploitation, toutes les interventions s'effectuent par l'avant du tableau :

- pose et raccordement des câbles
- entretien
- modification pour extension de l'installation.

Description :

Dimension en mm

!Hauteur :	2000	!	2280	!
! Largeur !		!		!
!(sans ca- ! dre)	! 500 ou 700	!	500 ou 700	!
! Profon- ! deur	! 250 ou 475	!	475	!

Armoire modulaire :

L'armoire est divisée en modules identiques:

6 modules en hauteur 2000 mm.

Un appareil est défini par le nombre de modules qu'il occupe et la profondeur minimum d'armoire nécessaire.

Charpente : l'ossature de l'armoire est réalisée par deux cadres latéraux et quatre bandeaux.

Tôlerie : Tôle d'acier électrozinguée, pliée, nervurée.

Cadres latéraux :

Largeur 50 mm.

Bandeau frontal :

. Standard vierge, utilisable pour l'installation d'appareillage spécial.

. Percé pour 8 emplacements.

Porte : La porte est un cadre support recevant des plastons clipsés correspondant à un ou plusieurs modules.

Jeu de barres :

Le jeu de barres horizontal (liaison entre armoires d'un tableau) et le jeu de barre vertical (alimentation de chaque module) sont en aluminium étamé jusqu'à 1250 A.

Caractéristiques :

Isolements 1000 V

courant jusqu'à 1600 A.

Tenue aux courts-circuits : $25 I_n$ du jeu de barres.

Construction du tableau de distribution générale :

Nous devons définir le nombre de modules nécessaire pour l'installation des appareils.

Comment composer une armoire :

Le type et les caractéristiques de l'appareillage à installer étant déterminés, évaluer l'encombrement de chaque appareil.

Correspondance en modules des appareils composant l'armoire . Une armoire P6 recevant l'appareillage de protection des différents départs vers les tableaux secondaires.

Type d'appareil	! Hauteur en modules	! Nombre	! Profondeur
	!	! d'appareils	! minimale en (mm).
C500	! 1	! 1	! 350
C250	! 1	! 1	! 350
R125	! 1	! 1	!! 350
C500	! 1	! 1	! 350
C250	! 1	! 1	! 350
C250	! 1	! 1	! 350

C : Disjoncteur magnéto-thermique fixe (type Merlin-Gerin.)

Pour les appareils de mesure et le disjoncteur d'arrivée générale nous avons choisi une armoire Murbloc (type Merlin-Gerin) celle-ci peut recevoir partiellement ou totalement :

- . des appareils de mesure : Ampéremètre, voltmètres
- . TC de comptage (case plombable).
- . Disjoncteur général à coupure visible.

L'encombrement de l'appareillage est converti en pas. 1 pas = 17,5 mm).

La méthode consiste à évaluer la hauteur de l'armoire pour installer tout ou partie des matériels cités.
Encombrement en pas des appareils pouvant équiper une armoire Murbloc.

Bandeaux pour appareil de mesure	8 pas
Case plombable pour TC de comptage	24 pas
Disjoncteur arrivée générale C 630	24 pas
Départ Redresseur	6 pas.

Il suffit de faire la somme du nombre de pas et de choisir l'armoire correspondante en fonction de l'encombrement.

$$62 \text{ Pas} = 1085 \text{ mm.}$$

On prendra l'armoire Murbloc

H	=	1120 mm
L	=	700 mm
P	=	365 mm

IV.-2. Tableaux secondaires de distribution .

Nous avons opté pour les coffrets RI80 blindé étanche ; De même conception que l'armoire P6 ces dimensions modulaires se prêtent à tous assemblages par juxtaposition , superposition .

Enveloppe :

	R ₂	!	R ₃	!	R ₄
L !	600	!	600	!	600
H !	600	!	800	!	1200
F !	180	!	180	!	180

R₂ : deux modules
R₃ : trois modules
R₄ : quatre modules.

Fixation du coffret :

- . Par equerres murales.
- . Sur socle complémentaire dans ce cas le coffret est fixé par une equerre murale à la partie supérieure.

Nous devons calculer le nombre de modules nécessaires pour le choix des coffrets.

Type d'appareil	! Nombre de modules	! Nombre de pôles	! Nombre d'appareils
Sectionneur fusibles 12 A	1	14 pôles	1
Sectionneur fusibles 20 à 35 A	1	tri-trétra	3
Sectionneur fusibles 60 A/80 A	1	tri-tétra	2

Tableaux secondaires type de coffret.

Tableau secondaire	1	! 2 coffrets R3 (6 modules).
Tableau secondaire	2	! 2 coffrets R3 (6 modules) 1 module de réserve.
Tableau secondaire	3	! 1 coffret R4 (4 modules)
Tableau secondaire	4	! 1 coffret R4 (4 modules)
Tableau secondaire	5	! 1 coffret R4 (4 modules)
Tableau secondaire	6	! 1 coffret R4 (4 modules).

CONCLUSION

Par cette modeste étude, nous avons entrepris un travail basé essentiellement sur les côtés :

- économique de notre installation
- continuité de service.

Notre projet étant un projet technique, les parties énumérées nécessiteraient une étude détaillée, nous avons donné un aperçu de la complexité des problèmes que soulève une installation électrique.

Pour le prix de revient de notre installation, un calcul économique n'a pu être réalisé, il aurait fait ressortir le contenu économique.

Enfin nous souhaitons que notre projet trouvera une concrétisation.

B I B L I O G R A P H I E.

- Installation électrique et
Electrodomestique E. BONNAFOUS
- Principes fondamentaux de la
technique de l'éclairage M. DERIBERE.
- L'éclairage par fluorescence. R. CARDIERGUES.
- Guide de l'installation électrique MERLIN GERIN.
- Distribution en basse tension MERLIN GERIN.
- Appareillage et équipement basse
tension MERLIN GERIN.
- Technique de l'Ingénieur.

Catalogues.

- SABIR Eclairage 75
Cables d'énergie et accessoires MT et BT
Cables de Lyon
Catalogues SONELEC
Cables
Fils et cables isolés
TREFIMETAUX 1979.

-O-O-O-O-O-
-O-O-O-O-
-O-O-O-
-O-O-
-O-
-

Liste du Matériel Utilisé

NATURE	DESIGNATION	NOMBRE	OBSERVATIONS
câble	U500 - VGV		2,5 mm ² : utilisé pour tout l'éclairage
câble	U500 - VGV		2,5 mm ² - 1125 m : utilisé pour les prises de courant
câble	U500 - VGV		les sections : 10 ; 16 ; 25 ; 35 et 70 mm ²
			Pour les longueurs voir Tableau (Prises de Courant)
câble	U1000 - R12N		Utilisé dans l'installation de force motrice
			avec les sections : 1,5 ; 2,5 ; 4 ; 6 ; 10 ; 25
			et 35 mm ² , 120 ; 150 ; 240
			Pour la longueur voir Tableaux : (Tableau
			Secondaire 1 ; 2 ; 3... ; 6)
Reflecteur Industriel	HWLS 250 W	66	Avec tout l'équipement nécessaire
Tube fluorescent	2 x 65 W	36	duo : éclairage de : (l'atelier, les 2 magasins
			l'atelier mécano-électrique, les 2 bu-
			reaux ; Travail de tôles ; nettoyage
			de tôles, et Four à résistance)
Tube fluorescent	2 x 40 W	07	duo : éclairage (Bloc d'accumulateurs ;
			Tableau de distribution principal ;
			Hall)
Lampes à incandescence	100 W	15	éclairage (ventilateurs ; Compresseur ; Depot ;
Eclairage mixte	5 x 20 W + 2 x 100 W		matériel applique sanitaires classe II
			Conforme aux normes C15100 et C17100
			Pour l'éclairage du bloc sanitaire
Fusible		18	courant nominal 6 A
		53	" " 10 A
		09	" " 15 A
		66	" " 16 A
		36	" " 20 A
		15	" " 25 A
		30	" " 35 A
		18	" " 50 A
		21	" " 60 A
		06	" " 80 A
		03	" " 100 A
		06	" " 125 A
		12	" " 160 A
Disjoncteur magnétothermique	Compact C630	01	reglé à 529 A
	" C500	01	" " 352 A (Tableau Secondaire n°1)
	" C500	01	" " 354 A (" " n°4)
	" C250	01	" " 181 A (" " n°2)
	" C250	01	" " 306 A (" " n°5)
	" C250	01	" " 161 A (" " n°6)
	" R125	01	" " 124 A (" " n°3)
Tableau Secondaire 1.	2 Coffrets R3 (6 modules)		
Tableau Secondaire 2	2 Coffrets R3 (6 modules) ; 1 module de		
" " 3	1 Coffret R4 (4 modules)		
" " 4	1 Coffret R4 (4 modules)		
" " 5	1 Coffret R4 (4 modules)		
" " 6	1 Coffret R4 (4 modules)		
Tableau de distribution générale	3 Armoires (type Merlin-Gerin)		1 Armoire P6 recevant les appareils de protection.
			1 Armoire Muxibloc pour les appareils de mesure.

ECLAIRAGE NORMAL

Salle	Nature de l'éclairage	Eclairage recommandé (Lux)	surface du local	coef. de local	Flux total nécessaire "Lumen"	nombre de foyers et leurs puissances, flux unitaire	type de luminaires installés	Puissance totale installée (w)
Atelier	Fluorescent	150	1200	1,60	371428,57	66 fluo de 250W $\phi_u = 5600$ lumens	Reflecteurs Industriels type OSRAM HWLS 250W Longueur 0,23m.	16500
Vestiaire	Incandescent	100	49,5	1,18	8580	06 Incandescent à 100W $\phi_u = 1400$ Lumens.		600
Magasin (02)	Fluorescent	150	106,7	1,9	36502,6	duo de 65W (blanc Solal) tube de 1,51m $\phi_u = 3250$ Lm.	RFN 65	1560
Dépôt	Incandescent	100	49,5	1,18	8580	06 Incandescent à 100W $\phi_u = 1400$ Lumens.		600
Atelier mécanico-électrique	Fluorescent	250	55	1,27	38031,9	12 fluo matériel duo de 65W, tube de 1,51m $\phi_u = 3250$ Lm.	RFN 65	780
Bloc d'accueil - latéraux	Fluorescent	100	17,55	0,77	9216	2 fluo, matériel duo de 40W tube de 1,20m $\phi_u = 2530$ Lm.	Matériel étanche	160
Bloc Sanitaires	Mixte		17			matériel appliques Sanitaires Classe II conforme aux normes C15100 et C17100	AS20, longueur 0,63m 5x20W + 2x100W	300
Tableau de distribution principal	Fluorescent		14			1 duo 2x40W longueur 1,20m.		80
Hall	Fluorescent	150	50,6	1,2	25300	4 fluo, matériel duo 40W $\phi_u = 3200$ Lm.	RDN 40	320
Bureaux (03)	Fluorescent	250	26	0,94	16956,5	4 duo de 65W $\phi_u = 2200$ Lm. (Confort de Luxe)	RFN 65	1040
Travail de tôles	Fluorescent	200	102,3	1,8	50184,9	6 duo de 65W (blanc industriel) $\phi_u = 4300$ Lm.	RFD 65 Serie Confort.	780
Nettoyage de tôles	Fluorescent	150	57,2	1,3	37180	4 duo de 65W $\phi_u = 4300$ Lm.	REG Reflecteurs étanches.	520
Ventilateurs	Incandescent					1 lampe de 100W		100
Compresseur	Incandescent					2 lampes de 100W.		200
Four à résistance	Fluorescent	200	108,4	0,97	71521,7	9 duo de 65W $\phi_u = 4300$ Lm.	RFD Confort Industriel.	1170

Puissance Consommée par l'éclairage $P = 24,71$ KW.

Tableau 1.

PRISES DE COURANT

TS1

	$L(m)$	$I_n(A)$	$P_e(Kw)$	$S(mm^2)$	$\Delta U(\%)$	$I_{nf}(A)$
$I_{nf} = 60A$ $S = 16mm^2$ $\Delta u(\%) = 0,14$	6	10	2,2	2,5		10
	10	16	10,53			16
	14	10	2,2			10
	18	10				10
	21	10				10
	24	10				10
	28	16	10,53	2,5	2,37	16
$I_{nf} = 35A$ $S = 10mm^2$ $\Delta u(\%) = 0,08$	4	10	2,2	2,5		10
	7	10				10
	10	10				10
	12	16	10,53	2,5	1,58	16
$I_{nf} = 35A$ $S = 10mm^2$ $\Delta u(\%) = 0,21$	8,5	10	2,2	2,5		10
	12,5	16	10,53			16
	16	10	2,2			10
	19	16	10,53	2,5	1,92	16
$I_{nf} = 35A$ $S = 10mm^2$ $\Delta u(\%) = 0,42$	18	10	2,2	2,5		10
	22	10				10
	31	10				10
	33	10				10
	41	10		2,5	3,5	10

TS2

$I_{nf} = 60A$ $S = 16mm^2$ $\Delta u(\%) = 0,15$	7	16	10,53	2,5		16
	17,5	10	2,2			10
	23	16	10,53			16
	29	16		2,5	2,63	16
$I_{nf} = 100A$ $S = 70mm^2$ $\Delta u(\%) = 0,23$	21	10	2,2	2,5		10
	23	10				10
	25	10				10
	28	10				10
	31	16	10,53			16
	36	10	2,2			10
	39	10				10
	42	10				10
	45	10				10
	47	16	10,53	2,5	3,5	16
	16	10	2,2	2,5		10
	23	10				10

TS5

$I_{nf} = 60A$ $S = 16mm^2$ $\Delta u(\%) = 0,35$	25	10				10
	19	10				10
	28	10		2,5	3,29	10

TS6

$I_{nf} = 80A$ $S = 35mm^2$ $\Delta u(\%) = 0,08$	5,5	10		2,5		10
	11	10				10
	14,5	10				10
	15	10				10
	18,5	10				10
	20	10				10
	15	10				10
	20	10		2,5	2,43	10
$I_{nf} = 80A$ $S = 25mm^2$ $\Delta u(\%) = 0,12$	6	10		2,5		10
	14	16	10,53			16
	18	10	2,2			10
	23	10				10
	27,5	10				10
	31	16	10,53	2,5	2,73	16

INSTALLATION D'ÉCLAIRAGE

TS1

$l = 9m$
 $\Delta u\% = 0,2$

$S = 2,5mm^2$

P(kW)	$I_n(A)$	nombre de foyers lumineux	$S_{adm}(mm^2)$	L(m)	$I_{cc, mono}(A)$	$\Delta u\%$	$I_{nf}(A)$
0,75	4,01	3	2,5				16
0,75	4,01	3	2,5				16
0,75	4,01	3	2,5	13	704,35	1,51	16
0,75	4,01	3	2,5				16
0,75	4,01	3	2,5				16
0,75	4,01	3	2,5	13	704,35	1,51	16

R
S
T
R
S
T

TS2

$l = 11m$
 $\Delta u\% = 0,34$

$S = 2,5mm^2$

0,75	4,01	3	2,5				16
0,75	4,01	3	2,5				16
0,75	4,01	3	2,5	13	644,67	1,8	16
0,75	4,01	3	2,5				16
0,75	4,01	3	2,5				16
0,75	4,01	3	2,5	11	684,67	1,61	16

R
S
T
R
S
T

TS3

$l = 16m$
 $\Delta u\% = 0,5$

$S = 2,5mm^2$

$l = 10m$

$\Delta u\% = 0,5$

$S = 2,5mm^2$

0,75	4,01	3	2,5				16
0,75	4,01	3	2,5				16
0,75	4,01	3	2,5	13	496,84	2,19	16
0,75	4,01	3	2,5				16
0,75	4,01	3	2,5				16
0,75	4,01	3	2,5	9	719,54	1,91	16

R
S
T
R
S
T

TS4

$l = 10m$
 $\Delta u\% = 0,42$

$S = 2,5mm^2$

0,75	4,01	3	2,5				16
0,75	4,01	3	2,5				16
1,50	8,01	6	2,5	14	638,8		16

R
S
T

TS5

$l = 6m$
 $\Delta u\% = 0,16$

$S = 2,5mm^2$

$l = 8m$

$\Delta u\% = 0,33$

$S = 2,5mm^2$

0,39	2,03	6	2,5				16
0,39	2,03	6	2,5				16
0,39	2,03	6	2,5	9,5	1009	1,89	16
0,52	2,78	8	2,5				16
0,30	1,60	3	2,5				16
0,78	4,17	12	2,5	38	224,4	3,06	16

R
S
T
R
S
T

TS6

$l = 8m$
 $\Delta u\% = 0,33$

$S = 2,5mm^2$

$l = 24m$

$\Delta u\% = 1$

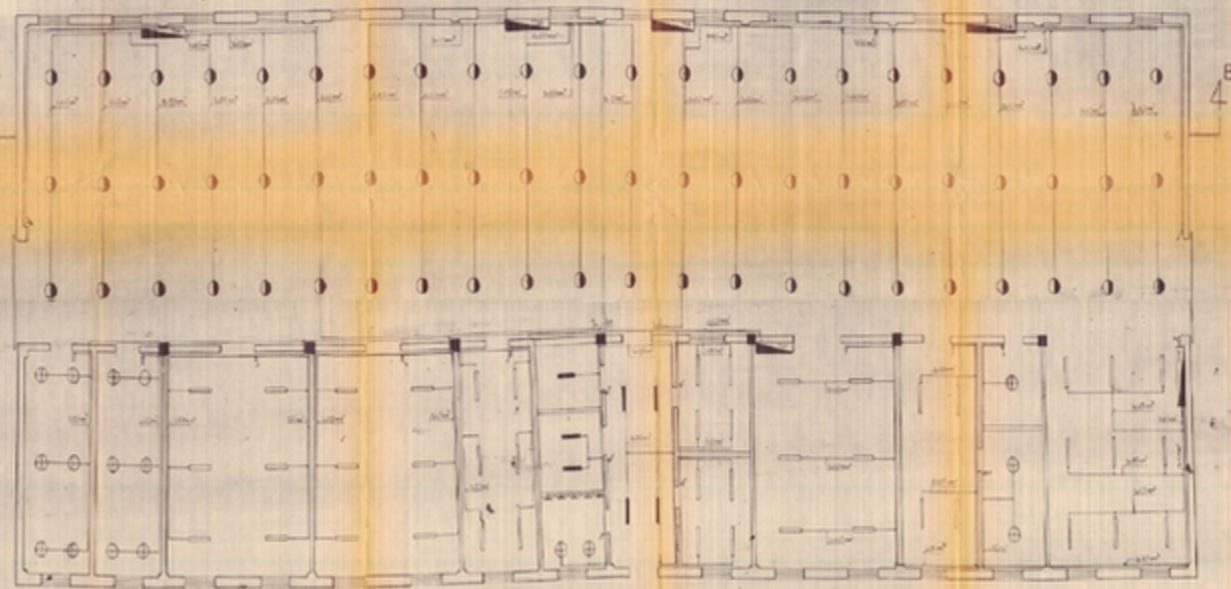
$S = 2,5mm^2$

1,4	7,48	16	2,5				16
0,66	3,52	20	2,5				16
0,78	4,17	12	2,5	17	609,14	1,89	16
0,78	4,17	12	2,5				16
0,78	4,17	12	2,5				16
1,20	6,41	12	2,5	21	346,55	2,9	16

R
S
T
R
S
T

"les reflecteurs sont compensés à 0,85."

COUPE : B-B



DETAIL A



DETAIL B



Nota:

La distance d'éclairage dépend de la nature et de la puissance des lampes.

LEGENDE

1	Plafond en plâtre, avec une épaisseur de 10 cm.
2	Plafond en plâtre, avec une épaisseur de 10 cm, et un revêtement en plâtre.
3	Plafond en plâtre, avec une épaisseur de 10 cm, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre.
4	Plafond en plâtre, avec une épaisseur de 10 cm, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre.
5	Plafond en plâtre, avec une épaisseur de 10 cm, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre.
6	Plafond en plâtre, avec une épaisseur de 10 cm, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre.
7	Plafond en plâtre, avec une épaisseur de 10 cm, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre.
8	Plafond en plâtre, avec une épaisseur de 10 cm, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre, et un revêtement en plâtre.

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
Département d'Architecture
PROJET DE FIN D'ETUDES
ECLAIRAGE NORMAL

Proposé par
M. W. MOHAMED

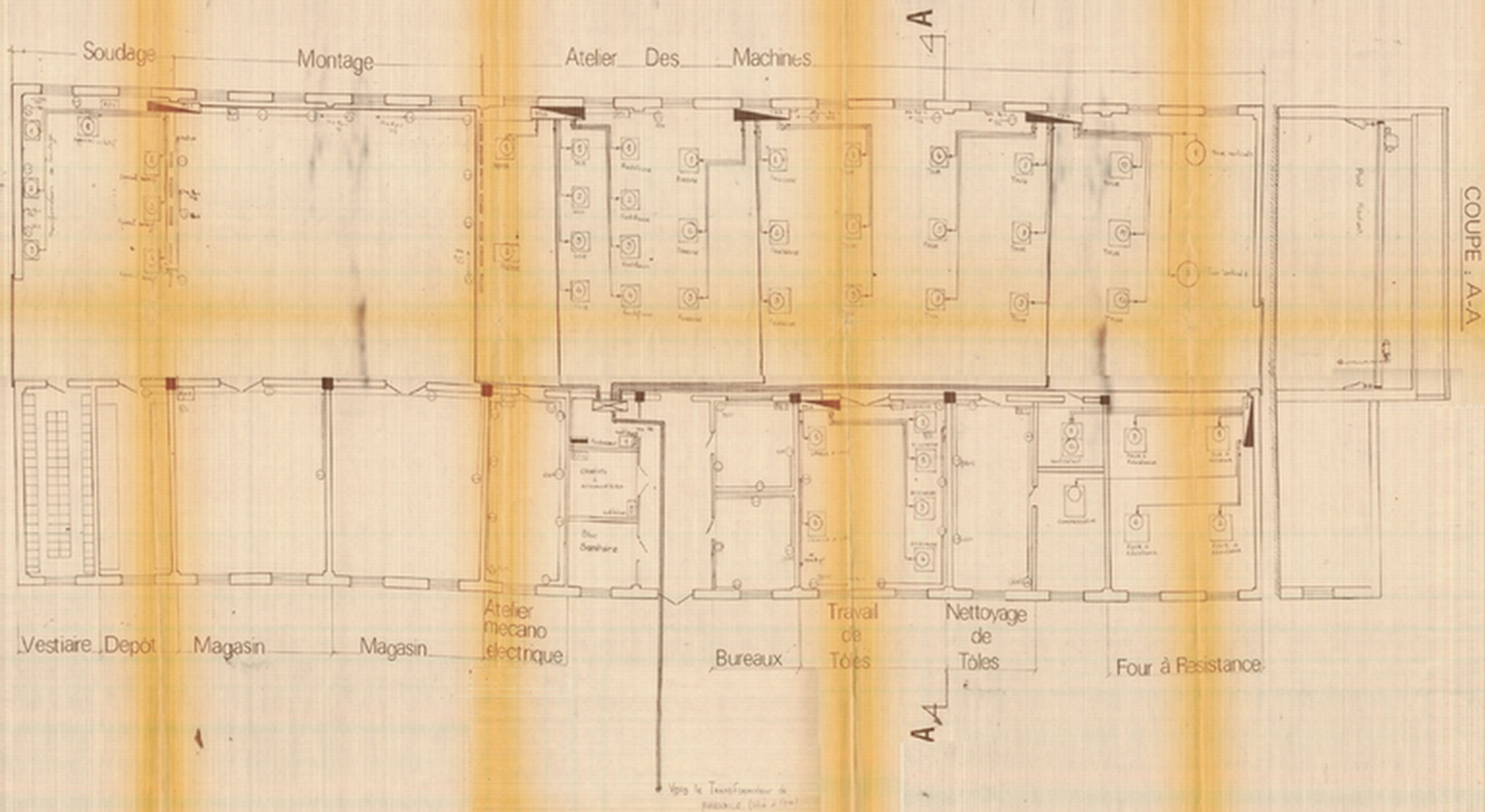
Évalué par
M. MOHAMED

Page n° 1

Scale 1/50

PROPOSITION Janvier 1951





LEGENDE

	Tableau de Distribution Générale Les lignes (type 1000 V) pour les appareils de puissance et de chauffage Les lignes (type 1000 V) pour l'éclairage de puissance
	Tableaux Secondaires Les lignes des prises de courant (completes et simples) pour les appareils de puissance (1000 V) de chauffage et pour les appareils de chauffage de puissance, ils sont marqués par des symboles appropriés
	Cables de puissance de 1000 V Les lignes de puissance de 1000 V (type 1000 V) pour les appareils de puissance (1000 V) de chauffage et pour les appareils de chauffage de puissance, ils sont marqués par des symboles appropriés
	Cables de puissance de 1000 V Les lignes de puissance de 1000 V (type 1000 V) pour les appareils de puissance (1000 V) de chauffage et pour les appareils de chauffage de puissance, ils sont marqués par des symboles appropriés
	Cables de puissance de 1000 V Les lignes de puissance de 1000 V (type 1000 V) pour les appareils de puissance (1000 V) de chauffage et pour les appareils de chauffage de puissance, ils sont marqués par des symboles appropriés
	Cables de puissance de 1000 V Les lignes de puissance de 1000 V (type 1000 V) pour les appareils de puissance (1000 V) de chauffage et pour les appareils de chauffage de puissance, ils sont marqués par des symboles appropriés



U.S.T. Hassan - Boumerdes

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

Département d'Electricité

PROJET DE FIN D'ETUDES

INSTALLATION DES MOTEURS

Proposé par : M. W. H. H. H.

Créé par : D. L. L. L. L.

Plan n° 2

échelle 1/100

PROMOTION Janvier 1961