



**MINISTRY OF YOUTH EDUCATION
AND SPORT
INSTITUTE TECHNOLOGY
OF CAMBODIA**



Génie Electrique
et Energétique

ELECTRICAL AND ENERGY ENGINEERING

POWER SUPPLY OF FACTORY

TITLE: PROJECT OF POWER SUPPLY OF FACTORY

STUDENT: PHOR VICHEKA

SPECIALIST: ELECTRICAL AND ENERGY ENGINEERING

LECTURER: M. CHY CHEAPOK

SCHOOLAR: 2008-2009



**MINISTERE DE L'EDUCATION DE
LA JEUNESSE ET DES SPORTS
INSTITUT DE TECHNOLOGIE
DU CAMBODGE**



Génie Electrique
et Energétique

DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE ET ENERGETIQUE

ALIMENTATON D'USINE

TITRE: PROJET D'ALIMENTATION D'USINE

ETUDIANT: PHOR VICHEKA

SPECIALITE: GENIE ELECTRIQUE ET ENERGETIQUE

PROFESSEUR: M. CHY CHEAPOK

ANNEE SCOLAIRE: 2008-2009



**MINISTRE DE L'EDUCATION DE
LA JEUNESSE ET DES SPORTS
INSTITUT DE TECHNOLOGIE
DU CAMBODGE**



**Génie Electrique
et Energétique**

**DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE
ET ENERGETIQUE**

ALIMENTAION D'USINE

TITRE: PROJET D'ALIMENTATION D'USINE

ETUDIANT: PHOR VICHEKA

SPECIALITE: GENIE ELECTRIQUE ET ENERGETIQUE

PROFESSEUR : M. CHY CHEAPOK

ANNEE SCOLAIRE: 2008-2009

RÉSUMÉ

Pour la course l'alimentation l'usine, le professeur nous a donné un projet pour étudier, c'est le projet l'alimentation d'énergies électriques dans l'usine. Ce projet, il y a beaucoup des choses pour résoudre comme ci-dessous :

Chapitre 1 : Les Méthodologies Pour Calculer Les Demandes De La Puissance. Dans ce chapitre, on va travailler sur l'étape suivante :

- Détermination les demandes des puissances de chaque bâtiment
- Cartogramme de la charge
- Détermination les capacités des compensateurs de chaque bâtiment pour améliorer le facteur de puissance
- Détermination le capacité du transformateur et sont caractéristiques.

Chapitre 2 : Choix De La Sections Des Conducteurs Et Calculer La Chutes Des Tensions. Dans ce chapitre, on va travailler sur l'étape suivante :

- Détermination du courant d'emploi (I_B)
- Le choix de la section minimale du conducteur par la méthode de calcul du courant admissible et pour éviter le dommage des conducteurs
- Le calcul de la chute de tension pour éviter les pertes et pour vérifier la section des conducteurs si la chute de tension est supérieur à 5%.

Chapitre 3 : Sélection Des Disjoncteurs. Dans ce chapitre, on va travailler sur l'étape suivante :

- Connaître la méthodologie pour le choix de disjoncteurs
- Calcul le courant de court-circuit I_{cc} du chaque circuit
- Choix le disjoncteur suivre le catalogue.

Avant de commencer à faire ce projet, on doit savoir faire :

- Collection data
- Choix des méthodes calculé par l'ordinateur, les programmes...
- Entré data et écrire le rapport
- Evaluation de rapport et bien le corrigé.

Ce projet demande beaucoup d'efforts, patiences et de temps. En plus, on a besoin essentiellement l'aide de professeurs. Ce sont les raisons pour lesquelles ce projet peut être demandé encore la correction.

Je voudrais remercier vivement le professeur CHY Cheapok qui prend beaucoup de temps et d'efforts m'enseigne.

TABLE DES MATIERES

RÉSUMÉ

CHAPITRE 1 : LES METHODOLOGIES POUR CALCULER LES DEMANDES DE LA PUISSANCE

I. Installation des équipements électriques à l'usine	1
II. Plan général de l'usine	2
III. Ordre des calculs	2
IV. Méthodologies des calculs	3
IV.1 Calcul des charges pour les prises de courant	3
IV.2 La puissance d'installée de chaque récepteur ($P_{\text{installé}, i}$) et de groupe des récepteurs ($P_{\text{installé}, \Sigma}$)	4
IV.3 La puissance active et réactive moyenne de chaque récepteur ($P_{\text{moy}, i}, Q_{\text{moy}, i}$) et de groupe des récepteurs ($P_{\text{moy}, \Sigma}, Q_{\text{moy}, \Sigma}$)	4
IV.4 Le facteur d'utilisation (K_u)	5
IV.5 Le nombre effectif (n_{eff})	5
IV.6 La puissance active et réactive maximale ($P_{\text{max}}/P_{\text{cal}}, Q_{\text{max}}/Q_{\text{cal}}$)	6
IV.7 La puissance de l'éclairage ($P_{\text{écla}}$)	7
IV.8 La puissance active et réactive total ($P_{\text{cal}, \Sigma}, Q_{\text{cal}, \Sigma}$)	8
IV.9 La puissance apparente ($S_{\text{cal}, \Sigma}$)	8
IV.10 Cartogramme de la charge	8
IV.11 La puissance réactive du compensateur (Q_C)	11
V. Choix de nombres et de puissances des transformateurs (S_{Tr})	13

CHAPITRE 2 : CHOIX DE LA SECTIONS DES CONDUCTEURS ET CALCULER LA CHUTES DES TENSIONS

I. Plan souterrain des canalisations électrique	14
II. Ordre de calcul	14
III. La section des conducteurs	15
III.1 Courant d'emploi	15
III.2 Courant admissible	16
III.3 Détermination de la section des conducteurs	17
IV. La chute de tension	17
IV.1 Longueur simple de la canalisation	18
IV.2 Calcul de la chute de tension	19
IV.3 Calcul de la chute de tension relative	20

CHAPITRE 3 : SELECTION DES DISJONCTEURS

I. Ordre de calcul	22
II. Disjoncteurs	23
II.1 Définition	23
II.2 Principe de choix	23
III.3 Fonctions assurées par le disjoncteur	23
III.4 Caractéristique d'un disjoncteur	24
IV. Calcul le courant de court-circuit	24

IV.1 Distribution en peigne	25
IV.2 L'impédance du réseau amont (Z_a)	26
IV.3 L'impédance du transformateur (Z_T)	26
IV.4 L'impédance des disjoncteurs (Z_D)	27
IV.5 L'impédance du jeu de barres Cu (Z_J)	27
IV.6 L'impédance des Câbles (Z_C)	28

CONCLUTIONS

RÉFÉRENCE

ANNEXE 1

ANNEXE 2

ANNEXE 3

ANNEXE 4

ANNEXE 5

ANNEXE 6

ANNEXE 7

ANNEXE 8

ANNEXE 9

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Liste des récepteurs et les puissances de chaque bâtiment	1
Tableau 1.2 : liste des résultats des calculs ($P_{\text{installé}, i}$, $P_{\text{moy}, i}$, $Q_{\text{moy}, i}$, $P_{\text{installé}, \Sigma}$, $P_{\text{moy}, \Sigma}$, $Q_{\text{moy}, \Sigma}$ et K_u) ...	5
Tableau 1.3 : liste des résultats des calculs (m, n, n_{eff}, K_{max}, $K_{r, \text{max}}$, P_{cal}, Q_{cal})	8
Tableau 1.4 : liste des résultats des calculs (F, K_e, P_{cal}, Q_{cal}, $P_{\text{écla}}$, $P_{\text{cal}, \Sigma}$, $Q_{\text{cal}, \Sigma}$, $S_{\text{cal}, \Sigma}$)	8
Tableau 1.5: (X_i, Y_i, r_i, θ_i, $X_{o, a}$, $Y_{o, a}$, $X_{o, r}$, $Y_{o, r}$)	10
Tableau 1.6 : (Q_C, $Q_{\text{cal}, \Sigma}$, $P_{\text{cal}, \Sigma}$, $\text{COS } \varphi_{\text{cal}}$, $\text{COS } \varphi_{\text{désirée}}$, $\text{tg } \varphi_{\text{désirée}}$, $S_{\text{cal}, \Sigma}$, $Q'_{\text{cal}, \Sigma}$, $S'_{\text{cal}, \Sigma}$)	12
Tableau 2.1 : Les résultats de courants d'emploi de chaque bâtiment	15
Tableau 2.2 : Les résultats du courant admissible.....	16
Tableau 2.3 : Les résultats de la section des conducteurs	17
Tableau 2.4 : Les résultats de la longueur simple de la canalisation réelle	18
Tableau 2.5 : La chute de tension par la formule générale	20
Tableau 2.6 : La chute de tension par l'aide de Tableau dans l'ANNEX.7	21
Tableau 3.1 : L'impédance du réseau amont (Z_a)	25
Tableau 3.2 : L'impédance du transformateur (Z_T)	26
Tableau 3.3 : Les résultats de l'impédance des câbles (Z_C)	28
Tableau 3.4 : Les résultats des valeurs des courants de court-circuit	29
Tableau 3.5 : Choix des disjoncteurs	30

LISTE DES FIGURES

Figure. 1 : Plan général de l'usine (Échelle : 1 cm = 3.35 m)	2
Figure. 2	6
Figure. 3 : Cartogramme de la charge (Échelle : 1 cm = 3.35 m)	10
Figure. 4 : Plan souterrain des canalisations électrique (Échelle : 1 cm = 3.35 m)	14
Figure. 5 : Diagramme des réseaux d'alimentation d'usine	25

CHAPITRE 1 :

Les Méthodologies Pour Calculer Les Demandes De La Puissance

Dans ce chapitre, on va travailler sur l'étape suivante :

- Détermination les demandes des puissances de chaque bâtiment
- Cartogramme de la charge
- Détermination les capacités des compensateurs de chaque bâtiment pour améliorer le facteur de puissance
- Détermination le capacité du transformateur et sont caractéristiques.

I. Installation des équipements électriques à l'usine

Puissance installée à l'usine est liste dans le **Tableau 1.1** ci-dessous :

Tableau 1.1 : Liste des récepteurs et les puissances de chaque bâtiment

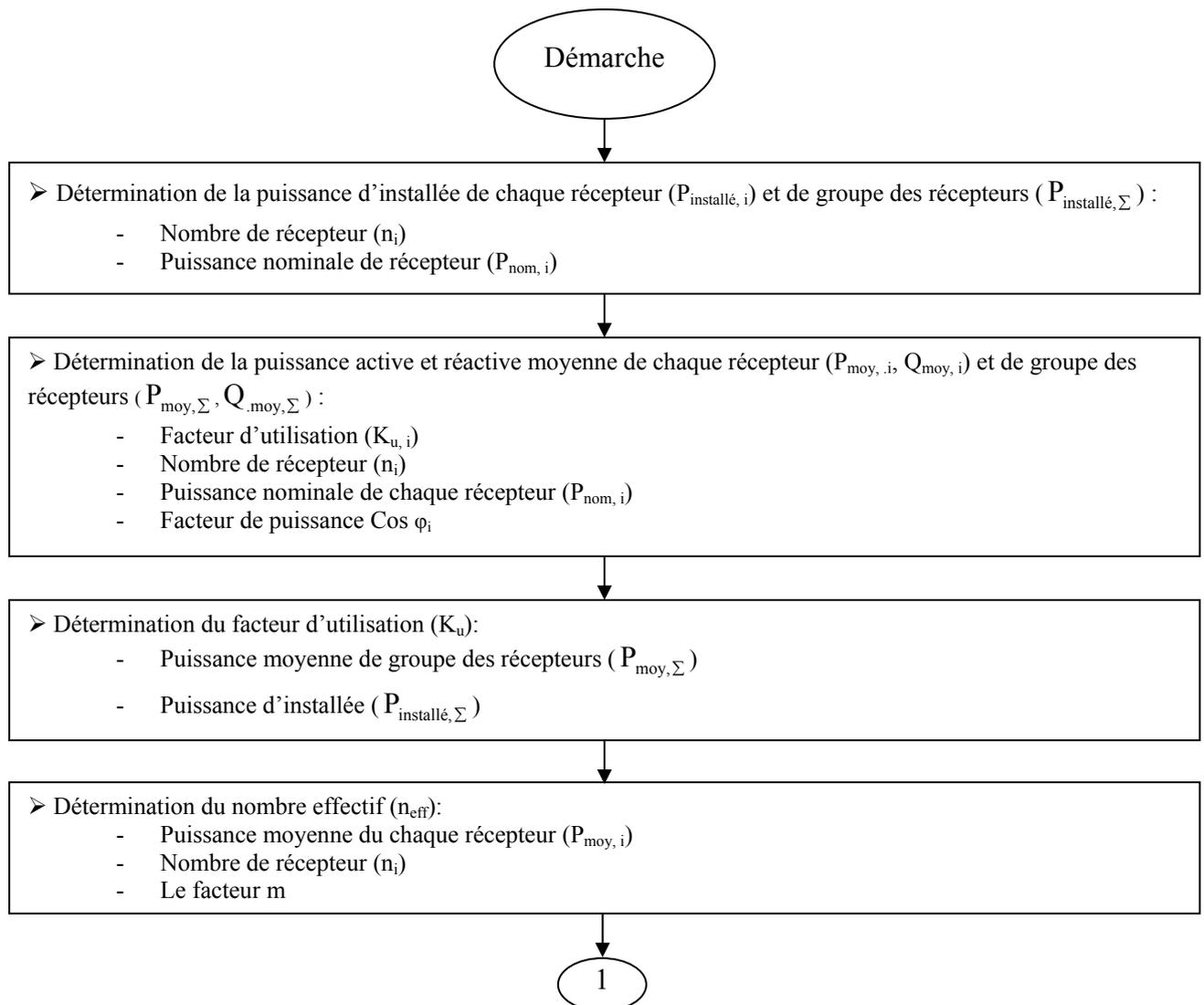
N.	Bâtiment	Groupe d'équipement	Nombre n_i	Puissance nominale $P_{nom,i}$ [KW]	Coefficient $K_{u,i}$	$\cos \varphi_i$	$\text{tg } \varphi_i$	Catégorie
1	Bâtiment 1	Four résistant	2	20	0.8	0.75	0.88	II
		Machines outils	10	10	0.15	0.6	1.33	
		Aspirateurs	5	4	0.6	0.8	0.75	
2	Bâtiment 2	Cran	6	10	0.1	0.5	1.73	II
		Machines outils	5	4	0.15	0.6	1.33	
		Compresseurs	5	2	0.7	0.8	0.75	
		Aspirateurs	10	1	0.6	0.8	0.75	
3	Bâtiment 3 Atelier de production des câbles	Machines outils	2	15	0.15	0.6	1.33	II
		Convoyeur	5	5	0.4	0.75	0.88	
		Aspirateurs	4	4	0.6	0.8	0.75	
		Compresseurs	3	3	0.7	0.8	0.75	
4	Bâtiment 4 Atelier Mécanique	Machines outils	5	4	0.15	0.6	1.33	II
		Compresseurs	6	2.5	0.7	0.8	0.75	
		Aspirateurs	5	1	0.6	0.8	0.75	
5	Bâtiment 5 Sous Atelier	Machines outils	5	2	0.15	0.6	1.33	II
		Compresseurs	5	2	0.7	0.8	0.75	
		Aspirateurs	10	1	0.6	0.8	0.75	
6	Bâtiment 6 Station de pompage	Machine pompage	6	5	0.7	0.8	0.75	II
		Aspirateurs	5	2	0.6	0.8	0.75	

7	Bâtiment 7 Magasin	Aspirateurs	4	2.5	0.6	0.8	0.75	III
8	Bâtiment 8 Magasin	Aspirateurs	5	2	0.6	0.8	0.75	III
9	Bâtiment 9 Garage	Machine outils	2	4	0.15	0.6	1.33	II
		Compresseurs	1	4	0.7	0.8	0.75	
10	Bâtiment 10 Direction, Cantine	Four de résistance	2	4	0.8	0.75	0.88	II
		Aspirateurs	4	1	0.6	0.8	0.75	

II. Plan général de l'usine

Le plan général de l'usine se trouve dans le **Figure. 1 : Plan général de l'usine (Échelle : 1 cm = 3.35 m)**.

III. Ordre des calculs



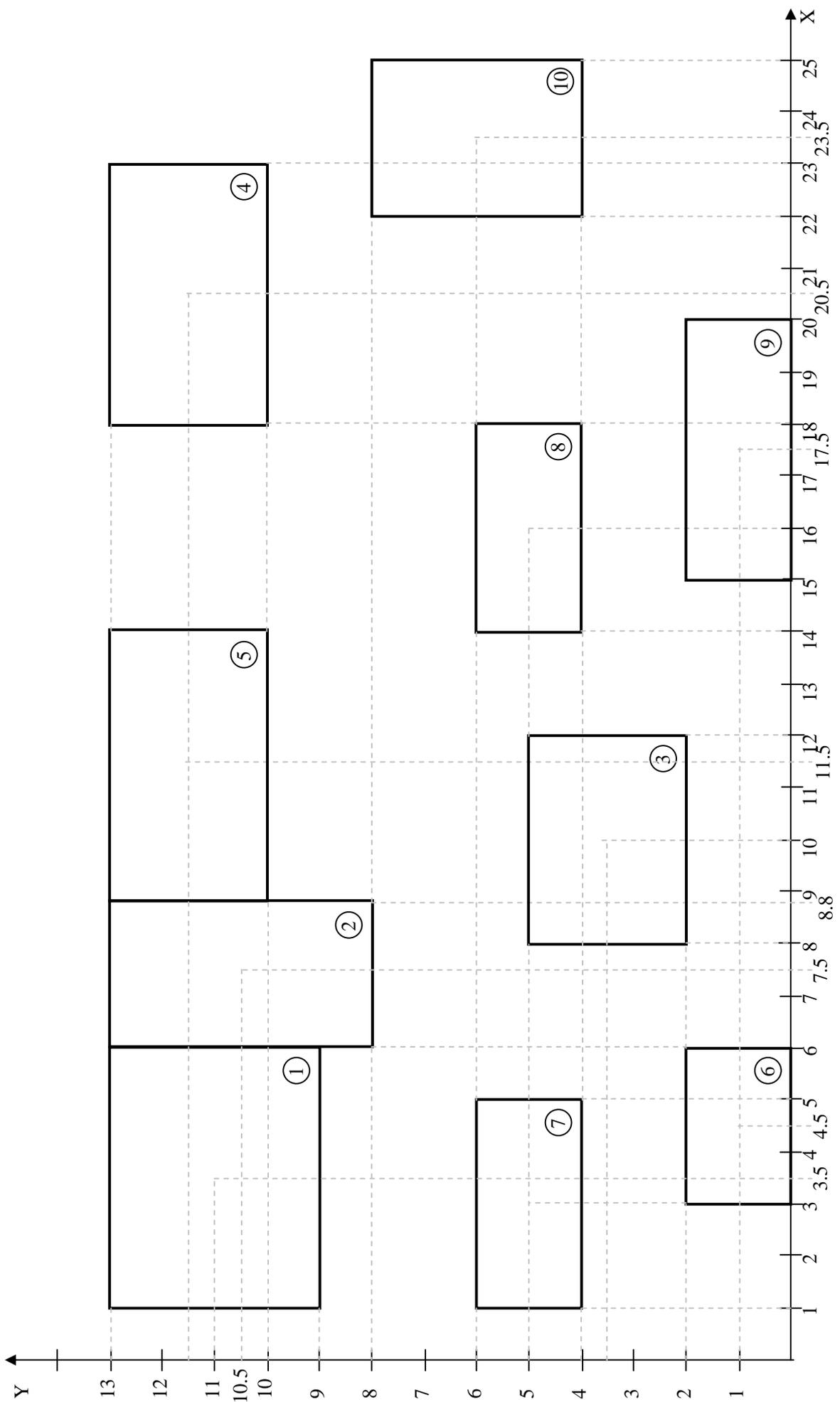
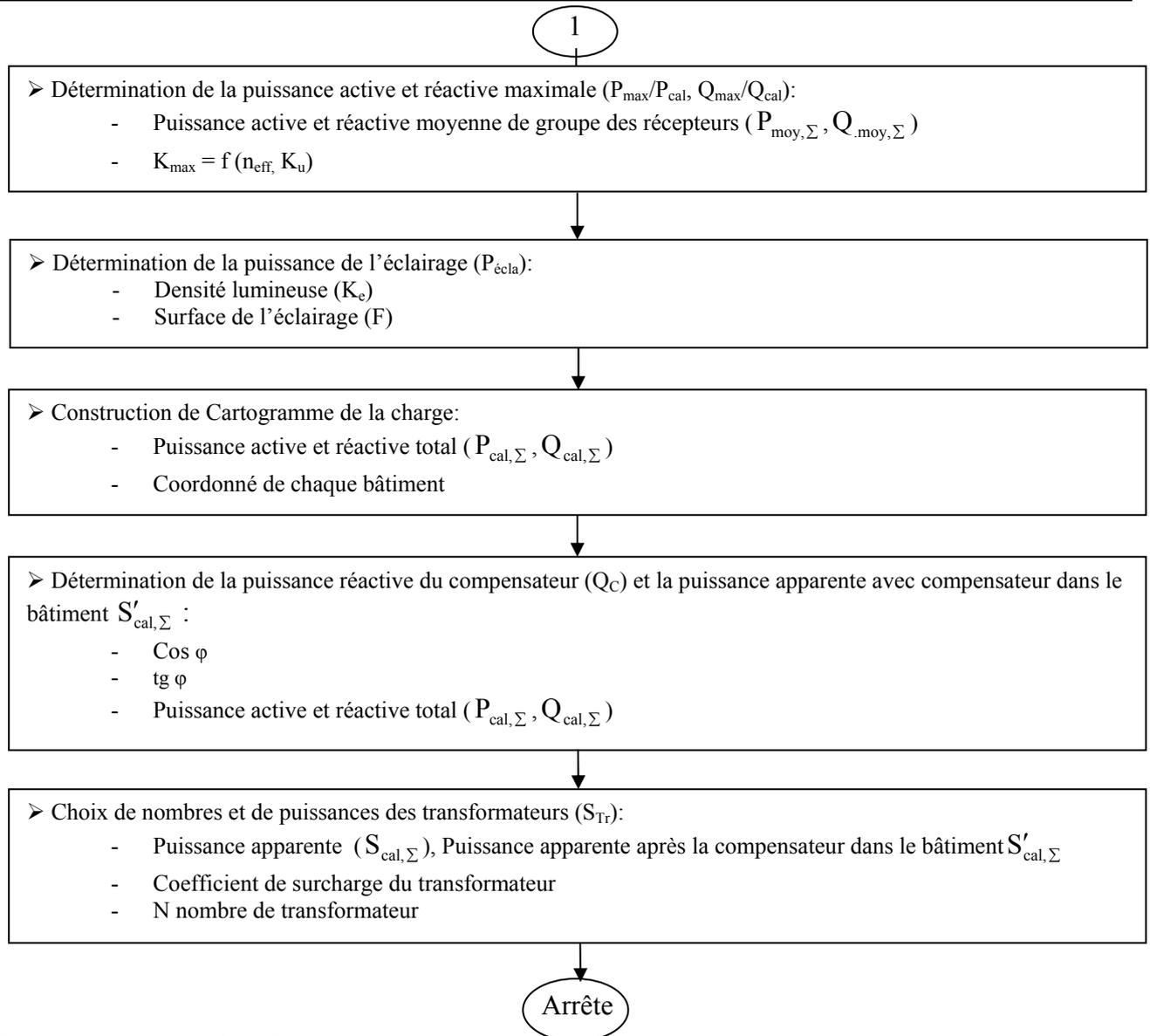


Figure. 1 : Plan général de l'usine (Échelle : 1 cm = 3.35 m)



IV. Méthodologies des calculs

La détermination des demandes puissance doit appliquer comme des étapes suivantes :

IV.1 Calcul des charges pour les prises de courant

Remarque : On prend un circuit de 2 prises de courant d'intensité $I_p=13$ A, $U_{nom}=220$ V dans chaque bâtiment. On estime que les récepteurs fonctionnent avec : $K_u=0.3$ et $K_e=1$.

➤ **Le courant d'emploi :**

$$I_b = I_n \cdot K_u \cdot K_s \cdot K_e$$

Où K_u : Coefficient d'utilisation

$K_s = 0.1 + \frac{0.8 \rightarrow 0.9}{n}$: Coefficient de simultanéité

K_e : Coefficient d'extension

$I_n = K_s \cdot I_t$: Intensité du courant nominal

$I_t = n \cdot I_p$: Intensité du prise de courant total

I_p : Intensité du courant pour le socle

n : Nombre de prises

Pour chaque bâtiment, on a donc :

- Coefficient de simultanéité : $K_s = 0.1 + \frac{0.9}{2} = 0.55$
- Intensité du prise de courant total : $I_t = n \cdot I_p = 2 \times 13 = 26 \text{ A}$
- Intensité du courant nominal : $I_n = K_s \cdot I_t = 0.55 \times 26 = 14.3 \text{ A}$
- Intensité du courant d'emploi : $I_b = I_n \cdot K_u \cdot K_s \cdot K_e = 14.3 \times 0.3 \times 0.55 \times 1 = 2.36 \text{ A}$
- Puissance utilisée : $P_b = U_{nom} \cdot I_b = 220 \times 2.36 = 519.2 \text{ W}$
- Puissance installé pour les prises de courant : $P_p = U_{nom} \cdot I_n = 220 \times 14.3 = 3146 \text{ W}$
- Puissance demandée : $P_{dem.} = K_s \cdot P_p = 0.55 \times 3146 = 1730.3 \text{ W} \approx 0.2 \text{ KW}$

Donc : Pour chaque bâtiment, on prend puissance de pries du courant $P_{dem.} \approx 0.2 \text{ KW}$ avec le facteur d'utilisation $K_u=0.8$, $\cos\phi_i=0.8$ et $\text{tg}\phi_i=0.75$. Pour le nombre de circuits de pries du courant, on choisit par la demande de puissance des récepteurs dans chaque bâtiment.

IV.2 La puissance d'installée de chaque récepteur ($P_{installé, i}$) et de groupe des récepteurs ($P_{installé, \Sigma}$)

➤ La puissance installée de chaque récepteur ($P_{installé, i}$) est obtenue sous la forme:

$$P_{installé, i} = n_i \cdot P_{nom, i} \quad (1.1)$$

Où n_i : Nombre de chaque récepteur dans le bâtiment
 $P_{nom, i}$: Puissance active nominale de chaque récepteur dans le bâtiment [KW]

➤ La puissance installée de groupe des récepteurs ($P_{installé, \Sigma}$) est obtenue sous la forme:

$$P_{installé, \Sigma} = \sum_{i=1}^n n_i \cdot P_{nom, i} = \sum_{i=1}^n P_{installé, i} \quad (1.2)$$

IV.3 La puissance active et réactive moyenne de chaque récepteur ($P_{moy, i}$, $Q_{moy, i}$) et de groupe des récepteurs ($P_{moy, \Sigma}$, $Q_{moy, \Sigma}$)

La puissance active et réactive moyenne de chaque récepteur ($P_{moy, i}$, $Q_{moy, i}$) dans le bâtiment est obtenue sous la forme:

$$\begin{aligned} P_{moy, i} &= K_{u, i} \cdot n_i \cdot P_{nom, i} \\ Q_{moy, i} &= P_{moy, i} \cdot \text{tg} \phi_i \end{aligned} \quad (1.3)$$

Où $K_{u, i}$: Facteur d'utilisation de chaque récepteur dans le bâtiment
 n_i : Nombre de chaque récepteur dans le bâtiment
 $P_{nom, i}$: Puissance active nominale de chaque récepteur dans le bâtiment [KW]
 $Q_{nom, i}$: Puissance réactive nominale de chaque récepteur dans le bâtiment [KVar]

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \sqrt{\frac{1 - \operatorname{Cos}^2 \varphi_i}{\operatorname{Cos}^2 \varphi_i}}$$

La puissance active et réactive moyenne de groupe des récepteurs ($P_{\text{moy},\Sigma}$, $Q_{\text{moy},\Sigma}$) est obtenue sous la forme:

$$\begin{aligned} P_{\text{moy},\Sigma} &= \sum_{i=1}^n K_{u,i} \cdot n_i \cdot P_{\text{nom},i} = \sum_{i=1}^n P_{\text{moy},i} \\ Q_{\text{moy},\Sigma} &= \sum_{i=1}^n P_{\text{moy},i} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i = \sum_{i=1}^n Q_{\text{moy},i} \end{aligned} \quad (1.4)$$

IV.4 Le facteur d'utilisation (K_u)

Toutes les charges individuelles ne fonctionnent pas nécessairement à la puissance nominale évaluée complète, ni nécessairement en même temps. Dans les conditions d'utilisation normales, à cause de la durée d'utilisation ou de fonctionnement de chaque appareillage ou équipement, la consommation d'une charge est quelque fois moins que cela indiqué comme son estimation de la puissance nominale.

La puissance utilisée est donc dépend de facteur d'utilisation (K_u) qui dépend de la durée d'utilisation ou de fonctionnement de chaque appareillage ou équipement. Le facteur d'utilisation (K_u) peut varier entre 0.3 et 0.9. Pour l'éclairage $K_u = 0.75$ à 0.8 est adapté. En même temps, on peut calculer le facteur d'utilisation suivre la formule ci-dessous :

$$K_u = \frac{\sum_{i=1}^n K_{u,i} \cdot n_i \cdot P_{\text{nom},i}}{\sum_{i=1}^n n_i \cdot P_{\text{nom},i}} = \frac{P_{\text{moy},\Sigma}}{P_{\text{installé},\Sigma}} \quad (1.5)$$

En utilisant l'équation (1.1), (1.2), (1.3), (1.4) et (1.5), on a les résultats des calculs dans le **Tableau 1.2**.

IV.5 Le nombre effectif (n_{eff})

En générale, le nombre effectif est déterminé par la formule :

$$n_{\text{eff}} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n n_i \cdot P_{\text{nom},i} \right)^2}{\sum_{i=1}^n n_i \cdot (P_{\text{nom},i})^2} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{\text{installé},i} \right)^2}{\sum_{i=1}^n n_i \cdot (P_{\text{nom},i})^2} = \frac{(P_{\text{installé},\Sigma})^2}{\sum_{i=1}^n n_i \cdot (P_{\text{nom},i})^2} \quad (1.6)$$

Tableau 1.2 : liste des résultats des calculs ($P_{\text{installé},i}$, $P_{\text{moy},i}$, $Q_{\text{moy},i}$, $P_{\text{installé},\Sigma}$, $P_{\text{moy},\Sigma}$, $Q_{\text{moy},\Sigma}$ et K_u)

N.	Bâtiment	Groupe d'équipement	n_i	$P_{\text{nom},i}$ [KW]	$K_{u,i}$	$\text{Cos}\phi_i$	$\text{tg}\phi_i$	$P_{\text{installé},i}$ [KW]	$P_{\text{moy},i}$ [KW]	$Q_{\text{moy},i}$ [KVar]	$P_{\text{installé},\Sigma}$ [KW]	$P_{\text{moy},\Sigma}$ [KW]	$Q_{\text{moy},\Sigma}$ [KVar]	K_u
1	Bâtiment 1	Four résistant	2	20	0.8	0.75	0.88	40	32	28.16	166	63.8	60.71	0.4
		Machines outils	10	10	0.15	0.6	1.33	100	15	19.95				
		Aspirateurs	5	4	0.6	0.8	0.75	20	12	9				
		Pris de courant	30	0.2	0.8	0.8	0.75	6	4.8	3.6				
2	Bâtiment 2	Cran	6	10	0.1	0.5	1.73	60	6	10.38	104	25.2	26.52	0.2
		Machines outils	5	4	0.15	0.6	1.33	20	3	3.99				
		Compresseurs	5	2	0.7	0.8	0.75	10	7	5.25				
		Aspirateurs	10	1	0.6	0.8	0.75	10	6	4.5				
3	Bâtiment 3 Atelier de production des câbles	Pris de courant	20	0.2	0.8	0.8	0.75	4	3.2	2.4	84	33.6	29.11	0.4
		Machines outils	2	15	0.15	0.6	1.33	30	4.5	5.985				
		Convoyer	5	5	0.4	0.75	0.88	25	10	8.8				
		Aspirateurs	4	4	0.6	0.8	0.75	16	9.6	7.2				
4	Bâtiment 4 Atelier Mécanique	Compresseurs	3	3	0.7	0.8	0.75	9	6.3	4.725	44	19.7	16.515	0.4
		Pris de courant	20	0.2	0.8	0.8	0.75	4	3.2	2.4				
		Machines outils	5	4	0.15	0.6	1.33	20	3	3.99				
		Compresseurs	6	2.5	0.7	0.8	0.75	15	10.5	7.875				
5	Bâtiment 5 Sous Atelier	Aspirateurs	5	1	0.6	0.8	0.75	5	3	2.25	34	17.7	14.145	0.5
		Pris de courant	20	0.2	0.8	0.8	0.75	4	3.2	2.4				
		Machines outils	5	2	0.15	0.6	1.33	10	1.5	1.995				
		Compresseurs	5	2	0.7	0.8	0.75	10	7	5.25				
6	Bâtiment 6 Station de pompage	Aspirateurs	10	1	0.6	0.8	0.75	10	6	4.5	42	28.6	21.45	0.7
		Pris de courant	20	0.2	0.8	0.8	0.75	4	3.2	2.4				
		Machine pompage	6	5	0.7	0.8	0.75	30	21	15.75				
		Aspirateurs	5	2	0.6	0.8	0.75	10	6	4.5				
7	Bâtiment 7 Magasin	Pris de courant	10	0.2	0.8	0.8	0.75	2	1.6	1.2	12	7.6	5.7	0.6
		Aspirateurs	4	2.5	0.6	0.8	0.75	10	6	4.5				
		Pris de courant	10	0.2	0.8	0.8	0.75	2	1.6	1.2				
		Aspirateurs	5	2	0.6	0.8	0.75	10	6	4.5				
8	Bâtiment 8 Magasin	Pris de courant	10	0.2	0.8	0.8	0.75	2	1.6	1.2	12	7.6	5.7	0.6
		Aspirateurs	5	2	0.6	0.8	0.75	10	6	4.5				
		Pris de courant	10	0.2	0.8	0.8	0.75	2	1.6	1.2				
		Machine outils	2	4	0.15	0.6	1.33	8	1.2	1.596				
9	Bâtiment 9 Garage	Compresseurs	1	4	0.7	0.8	0.75	4	2.8	2.1	16	7.2	6.096	0.5
		Pris de courant	20	0.2	0.8	0.8	0.75	4	3.2	2.4				
		Four de résistance	2	4	0.8	0.75	0.88	8	6.4	5.632				
		Aspirateurs	4	1	0.6	0.8	0.75	4	2.4	1.8				
10	Bâtiment 10 Direction, Cantine	Pris de courant	20	0.2	0.8	0.8	0.75	4	3.2	2.4	16	12	9.832	0.8
		Aspirateurs	4	1	0.6	0.8	0.75	4	2.4	1.8				

Le facteur de la puissance nominale maximale entre la puissance nominale minimum des récepteurs dans les groupes est déterminé par m :

$$m = \frac{P_{\text{nom. max}}}{P_{\text{nom. min}}} \quad (1.7)$$

En cas particulier :

$$\text{Si } m < 3 \text{ et } n > 4 \Rightarrow n_{\text{eff}} = n = \sum_{i=1}^n n_i \quad (1.8)$$

IV.6 La puissance active et réactive maximale ($P_{\text{max}}/P_{\text{cal}}$, $Q_{\text{max}}/Q_{\text{cal}}$)

Après la formule, on a :

$$\begin{aligned} P_{\text{max}} &= P_{\text{cal}} = K_{\text{max}} \cdot P_{\text{moy}, \Sigma} \\ Q_{\text{max}} &= Q_{\text{cal}} = K_{r, \text{max}} \cdot Q_{\text{moy}, \Sigma} \end{aligned} \quad (1.9)$$

Où

$P_{\text{max}}/P_{\text{cal}}$: Puissance active maximale ou la puissance active calcul dans le bâtiment [KW]

$Q_{\text{max}}/Q_{\text{cal}}$: Puissance réactive maximale ou la puissance réactive calcul dans le bâtiment [KVar]

$P_{\text{moy}, \Sigma}$: Puissance active moyenne totale dans le bâtiment [KW]

$Q_{\text{moy}, \Sigma}$: Puissance réactive moyenne totale dans le bâtiment [KVar]

$K_{\text{max}} = f(n_{\text{eff}}, K_u)$

$K_{r, \text{max}} = \begin{cases} 1 & \text{Si } n_{\text{eff}} > 10 \\ 1.1 & \text{Si } n_{\text{eff}} \leq 10 \end{cases}$

Remarque : On détermine la valeur $K_{\text{max}} = f(n_{\text{eff}}, K_u)$ par le **Tableau** dans ANNEXE.1.

➤ **La formule pour calculer la valeur** $K_{\text{max}} = f(n_{\text{eff}}, K_u)$

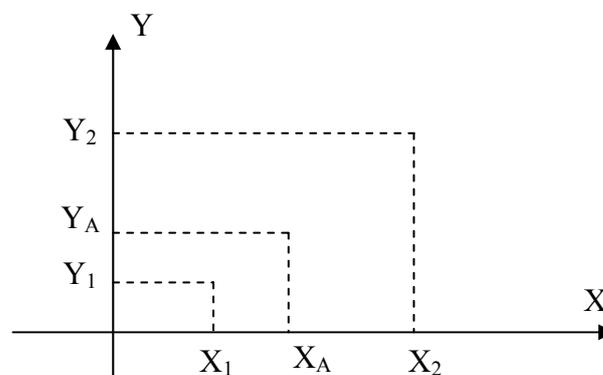


Figure. 2

Après la figure. 1, On peut calculer X_A par :

$$\frac{X_A - X_1}{Y_A - Y_1} = \frac{X_2 - X_1}{Y_2 - Y_1}$$

$$(X_A - X_1) \cdot (Y_2 - Y_1) = (X_2 - X_1) \cdot (Y_A - Y_1)$$

$$X_A Y_2 - X_A Y_1 - X_1 Y_2 + X_1 Y_1 = X_2 Y_A - X_2 Y_1 - X_1 Y_A + X_1 Y_1$$

$$X_A Y_2 - X_A Y_1 - X_1 Y_2 = X_2 Y_A - X_2 Y_1 - X_1 Y_A$$

$$X_A (Y_2 - Y_1) = X_2 (Y_A - Y_1) + X_1 (Y_2 - Y_A)$$

$$\Rightarrow X_A = \frac{X_1 (Y_2 - Y_A) + X_2 (Y_A - Y_1)}{(Y_2 - Y_1)}$$

Exemple :

Pour le bâtiment 1, On a $n_{\text{eff}}=14$ et $K_u=0.4$. Après le **Tableau** dans **ANNEXE.1** pour la valeur $K_{\text{max}} = f(n_{\text{eff}}, K_u)$, on a $12 < n_{\text{eff}} < 16$.

$n_{\text{eff}} \backslash K_u$	0.4
$Y_1 = 12$	$X_1 = 1.36$
$Y_A = 15$	$X_A = ?$
$Y_2 = 16$	$X_2 = 1.28$

$$\Rightarrow X_A = K_{\text{max}} = \frac{X_1 (Y_2 - Y_A) + X_2 (Y_A - Y_1)}{(Y_2 - Y_1)} = \frac{1.36(16 - 15) + 1.28(15 - 12)}{16 - 12} = 1.3$$

Donc :

$n_{\text{eff}} = 14 \Rightarrow K_{\text{max}} = 1.3$

IV.7 La puissance de l'éclairage ($P_{\text{écla}}$)

Pour le projet d'alimentation de l'usine de l'entreprise industrielle, la charge pour l'éclairage peut-être calculée par la formule :

$P_{\text{écla}} = K_e \cdot F$

(1.10)

Où K_e : Densité lumineuse dans le bâtiment [W/m^2], varie entre 5 à 20 W/m^2

F : Surface de l'éclairage dans le bâtiment [m^2]

$P_{\text{écla}}$: Puissance de l'éclairage dans le bâtiment

IV.8 La puissance active et réactive total ($P_{cal,\Sigma}$, $Q_{cal,\Sigma}$)

La puissance totale, c'est un somme entre la puissance maximale et la puissance de l'éclairage. Donc, on peut écrire comme suivant :

$$\begin{aligned} P_{cal,\Sigma} &= P_{cal} + P_{\text{écla}} \\ Q_{cal,\Sigma} &= Q_{cal} \end{aligned} \quad (1.11)$$

Où P_{cal} : Puissance active maximale ou la puissance active calcul dans le bâtiment [KW]
 $P_{\text{écla}}$: Puissance éclairage dans le bâtiment [KW]
 Q_{cal} : Puissance réactive maximale dans le bâtiment [KVar]

IV.9 La puissance apparente ($S_{cal,\Sigma}$)

La puissance appelée peut déterminer par la formule :

$$S_{cal,\Sigma} = \sqrt{(P_{cal,\Sigma})^2 + (Q_{cal,\Sigma})^2} \quad (1.12)$$

Où $S_{cal,\Sigma}$: Puissance apparente dans le bâtiment [KVA]
 $P_{cal,\Sigma}$: Puissance active total dans le bâtiment [KW]
 $Q_{cal,\Sigma}$: Puissance réactive total dans le bâtiment [KVar]

Remarque : La puissance totale dans l'usine est la somme de la puissance dans chaque bâtiment.

En utilisant l'équation (1.6), (1.7), (1.8), (1.9), (1.10), (1.11) et (1.12), on a les résultats des calculs dans le **Tableau 1.3** et **Tableau 1.4**.

IV.10 Cartogramme de la charge

Le cartogramme s'utilise pour trouver les coordonnées de l'endroit où on peut installer la poste de transformation par la norme technico-économique. En plus, le cartogramme montre le potentiel de besoin de charges d'éclairage dans chaque bâtiment ou atelier de l'usine.

Le cartogramme doit être tracé dans le plan de mass avec l'échelle bien précise. Il faut bien indiquer les coordonnées du centre de gravité de chacun des bâtiments de l'usine. Les coordonnées du centre de charges électriques de l'usine dans lequel on placera le ou les transformateurs et les compensateurs (condensateurs) peuvent être calculées par les formules :

Tableau 1.3 : liste des résultats des calculs (m, n, n_{eff}, K_{r,max}, K_{f,max}, P_{cal}, P_{cal}, Q_{cal})

N.	Bâtiment	Groupe d'équipement	n _i	P _{nom,i} [KW]	P _{installé,i} [KW]	$n_i \cdot \left(\frac{P_{nom,i}}{P_{nom}} [KW]$	P _{moy,i} [KW]	Q _{moy,i} [KVar]	K _u	m	n	n _{eff}	K _{r,max}	K _{f,max}	P _{cal} [KW]	Q _{cal} [KVar]
1	Bâtiment 1	Four résistant	2	20	40	800	32	28.16	0.4	100	47	15	1.3	1	82.94	60.71
		Machines outils	10	100	1000	15	19.95									
		Aspirateurs	5	4	20	80	12	9								
		Pris de courant	30	0.2	6	1.2	4.8	3.6								
2	Bâtiment 2	Cran	6	10	60	600	6	10.38	0.2	50	46	15	1.645	1	41.45	26.52
		Machines outils	5	4	20	80	3	3.99								
		Compresseurs	5	2	10	20	7	5.25								
		Aspirateurs	10	1	10	10	6	4.5								
3	Bâtiment 3 Atelier de production des câbles	Pris de courant	20	0.2	4	0.8	3.2	2.4	0.4	75	34	11	1.395	1	46.87	29.11
		Machines outils	2	15	30	450	4.5	5.985								
		Convoyeur	5	5	25	125	10	8.8								
		Aspirateurs	4	4	16	64	9.6	7.2								
4	Bâtiment 4 Atelier Mécanique	Compresseurs	3	3	9	27	6.3	4.725	0.4	20	0.2	4	0.8	3.2	3.2	2.4
		Pris de courant	20	0.2	4	0.8	3.2	2.4								
		Machines outils	5	4	20	80	3	3.99								
		Compresseurs	6	2.5	15	37.5	10.5	7.875								
5	Bâtiment 5 Sous Atelier	Aspirateurs	5	1	5	5	3	2.25	0.5	10	40	23	1.182	1	20.92	14.15
		Pris de courant	20	0.2	4	0.8	3.2	2.4								
		Machines outils	5	2	10	20	1.5	1.995								
		Compresseurs	5	2	10	20	7	5.25								
6	Bâtiment 6 Station de pompage	Aspirateurs	10	1	10	10	6	4.5	0.7	25	21	10	1.16	1.1	33.18	23.60
		Pris de courant	20	0.2	4	0.8	3.2	2.4								
		Machine pompage	6	5	30	150	21	15.75								
		Aspirateurs	5	2	10	20	6	4.5								
7	Bâtiment 7 Magasin	Pris de courant	10	0.2	2	0.4	1.6	1.2	0.6	12.5	14	6	1.37	1.1	10.41	6.27
		Aspirateurs	4	2.5	10	25	6	4.5								
		Pris de courant	10	0.2	2	0.4	1.6	1.2								
		Aspirateurs	5	2	10	20	6	4.5								
8	Bâtiment 8 Magasin	Pris de courant	10	0.2	2	0.4	1.6	1.2	0.6	10	15	7	1.33	1.1	10.11	6.27
		Aspirateurs	5	2	10	20	6	4.5								
		Pris de courant	10	0.2	2	0.4	1.6	1.2								
		Machine outils	2	4	8	32	1.2	1.596								
9	Bâtiment 9 Garage	Compresseurs	1	4	4	16	2.8	2.1	0.5	20	23	5	1.57	1.1	11.30	6.71
		Pris de courant	20	0.2	4	0.8	3.2	2.4								
		Machine outils	2	4	8	32	1.2	1.596								
		Compresseurs	1	4	4	16	2.8	2.1								
10	Bâtiment 10 Direction, Cantine	Pris de courant	20	0.2	4	0.8	3.2	2.4	0.8	20	26	7	1.09	1.1	13.08	10.82
		Four de résistance	2	4	8	32	6.4	5.632								
		Aspirateurs	4	1	4	4	2.4	1.8								
		Pris de courant	20	0.2	4	0.8	3.2	2.4								

Tableau 1.4 : liste des résultats des calculs (F, K_e, P_{cal}, Q_{cal}, P_{écla}, P_{cal,Σ}, Q_{cal,Σ}, S_{cal,Σ})

N.	Bâtiment	F [m ²]	K _e [W/m ²]	P _{cal} [KW]	Q _{cal} [KVar]	P _{écla} [KW]	P _{cal,Σ} [KW]	Q _{cal,Σ} [KVar]	S _{cal,Σ} [KVA]
1	Bâtiment 1	224.45	16	82.94	60.71	3.59	86.53	60.71	105.70
2	Bâtiment 2	157.12	16	41.45	26.52	2.51	43.97	26.52	51.35
3	Bâtiment 3 Atelier de production des câbles	134.67	16	46.87	29.11	2.15	49.03	29.11	57.02
4	Bâtiment 4 Atelier Mécanique	168.34	16	25.22	16.52	2.69	27.91	16.515	32.43
5	Bâtiment 5 Sous Atelier	175.07	16	20.92	14.15	2.80	23.72	14.145	27.62
6	Bâtiment 6 Station de pompage	67.34	10	33.18	23.60	0.67	33.85	21.45	40.07
7	Bâtiment 7 Magasin	89.78	14	10.41	6.27	1.26	11.67	5.7	12.99
8	Bâtiment 8 Magasin	89.78	14	10.11	6.27	1.26	11.36	5.7	12.71
9	Bâtiment 9 Garage	112.23	16	11.30	6.71	1.80	13.10	6.096	14.45
10	Bâtiment 10 Direction, Cantine	134.67	16	13.08	10.82	2.15	15.23	9.832	18.13
Total (Puissance dans l'usine)				295.48	200.66	20.89	316.38	195.78	372.47

$$P_{\text{installé}, i} = n_i \cdot P_{\text{nom}, i}$$

$$P_{\text{installé}, \Sigma} = \sum_{i=1}^n n_i \cdot P_{\text{nom}, i} = \sum_{i=1}^n P_{\text{installé}, i}$$

$$P_{\text{moy}, i} = K_{u,i} \cdot n_i \cdot P_{\text{nom}, i}$$

$$Q_{\text{moy}, i} = P_{\text{moy}, i} \cdot \text{tg} \varphi_i$$

$$P_{\text{moy}, \Sigma} = \sum_{i=1}^n K_{u,i} \cdot n_i \cdot P_{\text{nom}, i} = \sum_{i=1}^n P_{\text{moy}, i}$$

$$Q_{\text{moy}, \Sigma} = \sum_{i=1}^n P_{\text{moy}, i} \cdot \text{tg} \varphi_i = \sum_{i=1}^n Q_{\text{moy}, i}$$

$$K_u = \frac{\sum_{i=1}^n K_{u,i} \cdot n_i \cdot P_{\text{nom}, i}}{\sum_{i=1}^n n_i \cdot P_{\text{nom}, i}} = \frac{P_{\text{moy}, \Sigma}}{P_{\text{installé}, \Sigma}}$$

$$n_{\text{eff}} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n n_i \cdot P_{\text{nom}, i} \right)^2}{\sum_{i=1}^n n_i \cdot (P_{\text{nom}, i})^2} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{\text{installé}, i} \right)^2}{\sum_{i=1}^n n_i \cdot (P_{\text{nom}, i})^2}$$

$$m = \frac{P_{\text{nom}, \text{max}}}{P_{\text{nom}, \text{min}}} \quad \text{Si } m < 3 \text{ et } n > 4 \Rightarrow n_{\text{eff}} = n = \sum_{i=1}^n n_i$$

$$P_{\text{max}} = P_{\text{cal}} = K_{\text{max}} \cdot P_{\text{moy}, \Sigma}$$

$$Q_{\text{max}} = Q_{\text{cal}} = K_{r, \text{max}} \cdot Q_{\text{moy}, \Sigma}$$

$$K_{\text{max}} = f(n_{\text{eff}}, K_u)$$

$$K_{r, \text{max}} = \begin{cases} 1 & \text{Si } n_{\text{eff}} > 10 \\ 1.1 & \text{Si } n_{\text{eff}} \leq 10 \end{cases}$$

$$P_{\text{écla}} = K_e \cdot F$$

$$P_{\text{cal}, \Sigma} = P_{\text{cal}} + P_{\text{écla}}$$

$$Q_{\text{cal}, \Sigma} = Q_{\text{cal}}$$

$$S_{\text{cal}, \Sigma} = \sqrt{(P_{\text{cal}, \Sigma})^2 + (Q_{\text{cal}, \Sigma})^2}$$

$$\left. \begin{aligned} X_{o,a} &= \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \\ Y_{o,a} &= \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \end{aligned} \right\} \text{Les coordonnées pour la poste des transformateurs} \quad (1.13)$$

$$\left. \begin{aligned} X_{o,r} &= \frac{\sum_{i=1}^n Q_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \\ Y_{o,r} &= \frac{\sum_{i=1}^n Q_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \end{aligned} \right\} \text{Les coordonnées pour la poste des compensateurs} \quad (1.14)$$

Où $X_i; Y_i$: Les coordonnées du centre de gravité de chaque bâtiment

P_i : La puissance active totale de chaque bâtiment $P_{\text{cal},\Sigma,i}$

Q_i : La puissance réactive totale de chaque bâtiment $Q_{\text{cal},\Sigma,i}$

➤ Les rayons des cercles sont donnés par la formule :

$$r_i = \sqrt{\frac{P_{\text{cal},\Sigma,i}}{\pi \cdot M}} \quad (1.15)$$

Où $M=0.5 \text{ KW/m}^2$: Coefficient de l'échelle que l'on peut choisir arbitrairement

$P_{\text{cal},\Sigma,i}$: La puissance active totale de chaque bâtiment

➤ L'angle θ_i pour le besoin d'énergie d'éclairage est donné par la formule :

$$\theta_i = \frac{P_{\text{écla},i}}{P_{\text{cal},\Sigma,i}} \cdot 360^\circ \quad (1.16)$$

Où $P_{\text{écla},i}$: La puissance de l'éclairage de chaque bâtiment

En utilisant l'équation (1.13), (1.14), (1.15), et (1.16), on a les résultats des calculs dans le **Tableau 1.5** ci-dessous.

Tableau 1.5: ($X_i, Y_i, r_i, \theta_i, X_{o,a}, Y_{o,a}, X_{o,r}, Y_{o,r}$)

N.	Bâtiment	Charges			Coordonnées de chaque bâtiment		Le rayon (r_i) et L'angle (θ_i)		Coordonnées de poste de transformateur		Coordonnées de poste de compensateur	
		$P_{\text{écla}}$ [KW]	$P_{\text{cal},\Sigma}$ [KW]	$Q_{\text{cal},\Sigma}$ [KVar]	X_i	Y_i	r_i (m)	θ_i (°)	$X_{o,a}$	$Y_{o,a}$	$X_{o,r}$	$Y_{o,r}$
1	Bâtiment 1	3.59	86.53	60.71	3.5	11	7.42	14.94	9.24	7.69	8.92	7.89
2	Bâtiment 2	2.51	43.97	26.52	7.5	10.5	5.29	20.58				
3	Bâtiment 3 Atelier de production des câbles	2.15	49.03	29.11	10	3.5	5.59	15.82				
4	Bâtiment 4 Atelier Mécanique	2.69	27.91	16.515	20.5	11.5	4.22	34.74				
5	Bâtiment 5 Sous Atelier	2.80	23.72	14.145	11.5	11.5	3.89	42.51				
6	Bâtiment 6 Station de pompage	0.67	33.85	21.45	4.5	1	4.64	7.16				
7	Bâtiment 7 Magasin	1.26	11.67	5.7	3	5	2.73	38.78				
8	Bâtiment 8 Magasin	1.26	11.36	5.7	16	5	2.69	39.81				
9	Bâtiment 9 Garage	1.80	13.10	6.096	17.5	1	2.89	49.35				
10	Bâtiment 10 Direction, Cantine	2.15	15.23	9.832	23.5	6	3.11	50.92				

Les coordonnées de la poste des transformateurs et des compensateurs doivent décaler sa place à côté de bâtiment où se trouve le plus proche de ces coordonnées, pour facilité de construction la poste et gagner l'espace dans l'usine. Donc, la poste des transformateurs et des compensateurs doit se trouver à côté de bâtiment 2 et de bâtiment 5, dans la **Figure. 3 : Cartogramme de la charge (Échelle : 1 cm =3.35m).**

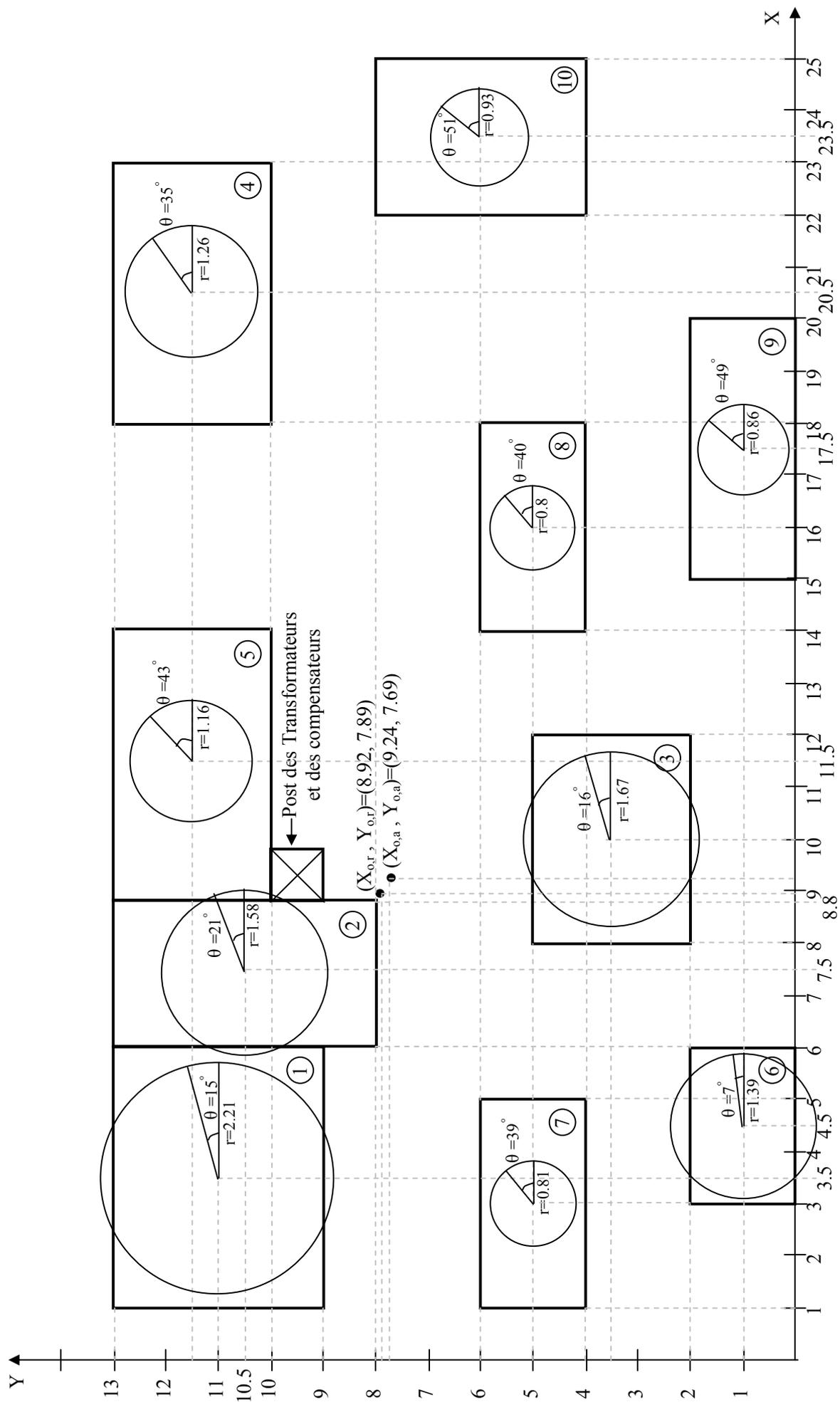
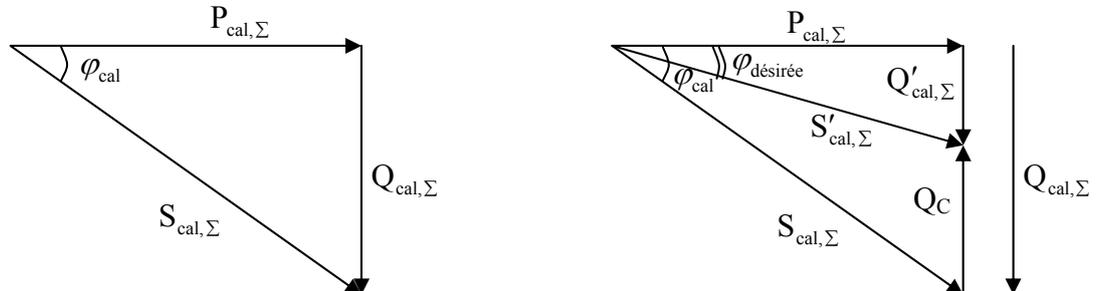


Figure. 3 : Cartogramme de la charge (Échelle : 1 cm = 3.35 m)

IV.11 La puissance réactive du compensateur (Q_C)



Pour avoir le facteur de la puissance désirée dans l'usine, on doit déterminer la puissance réactive du compensateur par la formule :

$$Q_C = Q_{cal,\Sigma} - Q_{désirée} \quad (1.17)$$

$$\bullet \quad \frac{Q_{cal,\Sigma}}{P_{cal,\Sigma}} = \text{tg } \varphi_{cal} \quad \Rightarrow \quad Q_{cal,\Sigma} = P_{cal,\Sigma} \cdot \text{tg } \varphi_{cal} \quad (1.18)$$

$$\bullet \quad \frac{Q_{désirée}}{P_{cal,\Sigma}} = \text{tg } \varphi_{désirée} \quad \Rightarrow \quad Q_{désirée} = P_{cal,\Sigma} \cdot \text{tg } \varphi_{désirée} \quad (1.19)$$

$$\Rightarrow \quad Q_C = P_{cal,\Sigma} \cdot \text{tg } \varphi_{cal} - P_{cal,\Sigma} \cdot \text{tg } \varphi_{désirée} = P_{cal,\Sigma} (\text{tg } \varphi_{cal} - \text{tg } \varphi_{désirée}) \quad (1.20)$$

Où Q_C : Puissance réactive du compensateur [KVar]
 $Q_{cal,\Sigma}$: Puissance réactive totale dans le bâtiment [KVar]
 $P_{cal,\Sigma}$: Puissance active totale dans le bâtiment [KW]
 φ_{cal} : Déphasage calculé [degré]

$$\text{Cos } \varphi_{cal} = \frac{P_{cal,\Sigma}}{S_{cal,\Sigma}} \quad (1.21)$$

$$\text{tg } \varphi_{cal} = \sqrt{\frac{1 - (\text{Cos } \varphi_{cal})^2}{(\text{Cos } \varphi_{cal})^2}} \quad (1.22)$$

$\varphi_{désirée}$: Déphasage désirée [degré]
 $S_{cal,\Sigma}$: Puissance apparente dans le bâtiment [KVA]

➤ **Puissance réactive totale après le compensateur dans le bâtiment [KVar] :**

$$Q'_{cal,\Sigma} = P_{cal,\Sigma} \cdot \text{tg } \varphi_{désirée} \quad (1.23)$$

➤ **Puissance apparente avec compensateur dans le bâtiment [KVA] :**

$$S'_{cal,\Sigma} = \sqrt{(P_{cal,\Sigma})^2 + (Q'_{cal,\Sigma})^2} = \sqrt{(P_{cal,\Sigma})^2 + (Q_{cal,\Sigma} - Q_C)^2} \quad (1.24)$$

$$\text{On a besoin : } \cos \varphi_{\text{désirée}} = 0.95 \quad \Rightarrow \quad \text{tg } \varphi_{\text{désirée}} = \sqrt{\frac{1 - (\cos \varphi_{\text{désirée}})^2}{(\cos \varphi_{\text{désirée}})^2}} = 0.33$$

En utilisant l'équation (1.17), (1.18), (1.19), (1.20), (1.21), (1.22), (1.23) et (1.24), on a les résultats des calculs dans le **Tableau 1.6** ci-dessous.

Tableau 1.6 : ($Q_C, Q_{\text{cal},\Sigma}, P_{\text{cal},\Sigma}, \cos \varphi_{\text{cal}}, \cos \varphi_{\text{désirée}}, \text{tg } \varphi_{\text{désirée}}, S_{\text{cal},\Sigma}, Q'_{\text{cal},\Sigma}, S'_{\text{cal},\Sigma}$)

N.	Bâtiment	$P_{\text{cal},\Sigma}$ [KW]	$Q_{\text{cal},\Sigma}$ [KVar]	$S_{\text{cal},\Sigma}$ [KVA]	$\cos \varphi_{\text{cal}}$	$\text{tg } \varphi_{\text{cal}}$	$\cos \varphi_{\text{désirée}}$	$\text{tg } \varphi_{\text{désirée}}$	Q_C [KVar]	$Q'_{\text{cal},\Sigma}$ [KVar]	$S'_{\text{cal},\Sigma}$ [KVA]
1	Bâtiment 1	86.53	60.71	105.70	0.82	0.70	0.95	0.33	32.15	28.55	91.12
2	Bâtiment 2	43.97	26.52	51.35	0.86	0.60			12.01	14.51	46.30
3	Bâtiment 3 Atelier de production des câbles	49.03	29.11	57.02	0.86	0.59			12.93	16.18	51.63
4	Bâtiment 4 Atelier Mécanique	27.91	16.515	32.43	0.86	0.59			7.30	9.21	29.39
5	Bâtiment 5 Sous Atelier	23.72	14.145	27.62	0.86	0.59			6.32	7.83	24.98
6	Bâtiment 6 Station de pompage	33.85	21.45	40.07	0.84	0.63			10.27	11.17	35.65
7	Bâtiment 7 Magasin	11.67	5.7	12.99	0.90	0.49			1.85	3.85	12.29
8	Bâtiment 8 Magasin	11.36	5.7	12.71	0.89	0.50			1.95	3.75	11.96
9	Bâtiment 9 Garage	13.10	6.096	14.45	0.91	0.47			1.78	4.32	13.79
10	Bâtiment 10 Direction, Cantine	15.23	9.832	18.13	0.84	0.65			4.81	5.03	16.04
Totale :		316.38	195.78	372.47					91.38	104.40	333.15

Après Le tableau dans l'ANNEXE.2, on peut donc choisir le compensateur en type **MPP95/480D6BK3 ($Q=95 \text{ KVar}$) > ($Q_c=91.38 \text{ KVar}$).**

V. Choix de nombres et de puissances des transformateurs (S_{Tr})

Les nombres et les puissances des transformateurs doivent être choisis selon la catégorie des charges électriques utilisées dans l'usine. Les charges électriques sont classées en 3 catégories :

1. **Catégorie I :** Pour cette catégorie, la coupure du courant électrique provoque au risque mortel des personnes, à la grande catastrophe (mauvais qualité de production, la destruction de technologie moderne de production, etc.). L'absence de tension peut se faire seulement pendant la durée de fonctionnement de l'appareil d'enclenchement automatique.
2. **Catégorie II :** Pour cette catégorie, la coupure de courant, peut provoquer la perte moyenne de production industrielle, la discontinuité de la chaîne de production, etc. La durée de coupure d'électricité se fait pendant que le technicien ou l'opérateur rebranche le courant au réseau.
3. **Catégorie III :** Ces sont des charges électriques qui ne sont pas classées dans les deux premières catégories en haut. La coupure de courant peut se prolonger jusqu'à 45h.

La puissance du transformateur peut être calculée par la formule :

$$S_{Tr} = \frac{S'}{K_{OL} \cdot N} \quad (1.25)$$

Où S_{Tr} : Puissance du transformateur [KVA]
 S' : Puissance apparente après le compensateur dans l'usine [KVA]
 K_{OL} : Coefficient de surcharge du transformateur
 N : Nombre de transformateur

Dans ce projet, on choisit le nombre de transformateur : $N=2$.

Après le Tableau 1.6, on a : $S' = \sum_{i=1}^n S_{cal, \Sigma, i} = 333.15 \text{ KVA}$.

$K_{OL} = 0.7$ pour le nombre de transformateur : $N=2$.

$$(1.25) : \Rightarrow S_{Tr} = \frac{333.15}{0.7 \times 2} = 237.96 \text{ KVA}$$

Donc :

$$S_{Tr} = 237.96 \text{ KVA}$$

La puissance nominale du transformateur $S_{Tr, nom} > S_{Tr}$ soit $S_{Tr, nom} > 237.96 \text{ KVA}$, donc on peut choisir 2 transformateurs de puissance nominale $S_{Tr, nom} = 250 \text{ KVA}$ chacun. Après le Tableau dans ANNEXE.3, on peut choisir la caractéristique du transformateur est le **Transformateur Triphasé Standard (Type : TTP-TTN Transformateur Triphasé Protégé Nu de puissance 250 KVA, ou Type : TTE Transformateur Triphasé Étanche de puissance 250 KVA)**. On peut aussi choisir la caractéristique du transformateur est l'**Autotransformateur Triphasé (Type : OTN Autotransformateur Triphasé Nu de puissance 250 KVA, ou Type : OTP Autotransformateur Triphasé Protégé de puissance 250 KVA)**.

CHAPITRE 2 :

Choix De La Sections Des Conducteurs Et Calculer La Chutes Des Tensions

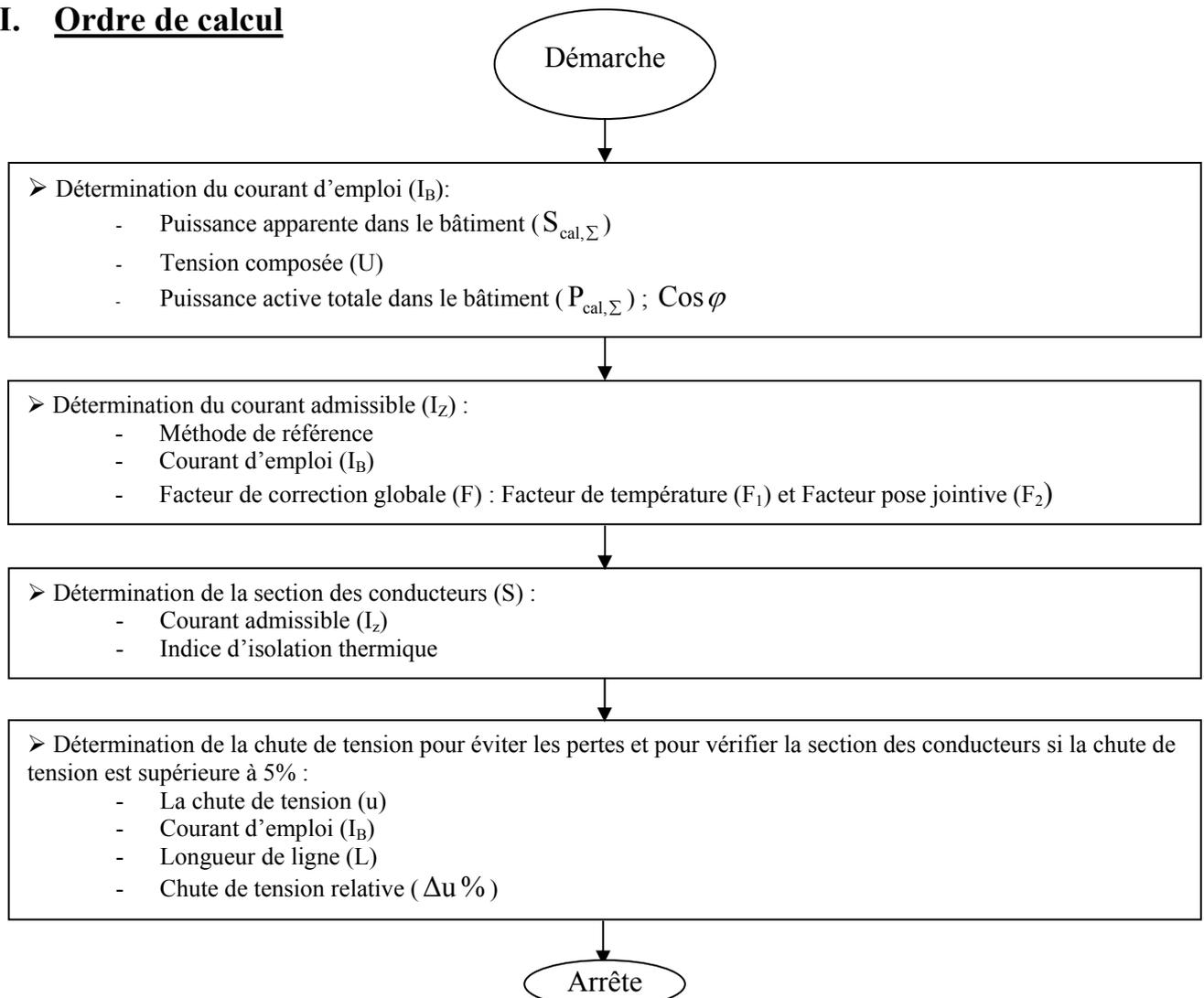
Dans ce chapitre, on va travailler sur l'étape suivante :

- Détermination du courant d'emploi (I_B)
- Le choix de la section minimale du conducteur par la méthode de calcul du courant admissible et pour éviter le dommage des conducteurs
- Le calcul de la chute de tension pour éviter les pertes et pour vérifier la section des conducteurs si la chute de tension est supérieure à 5%.

I. Plan souterrain des canalisations électrique

Le plan général de l'usine se trouve dans le **Figure. 4 : Plan souterrain des canalisations électrique (Échelle : 1 cm = 3.35 m)**.

II. Ordre de calcul



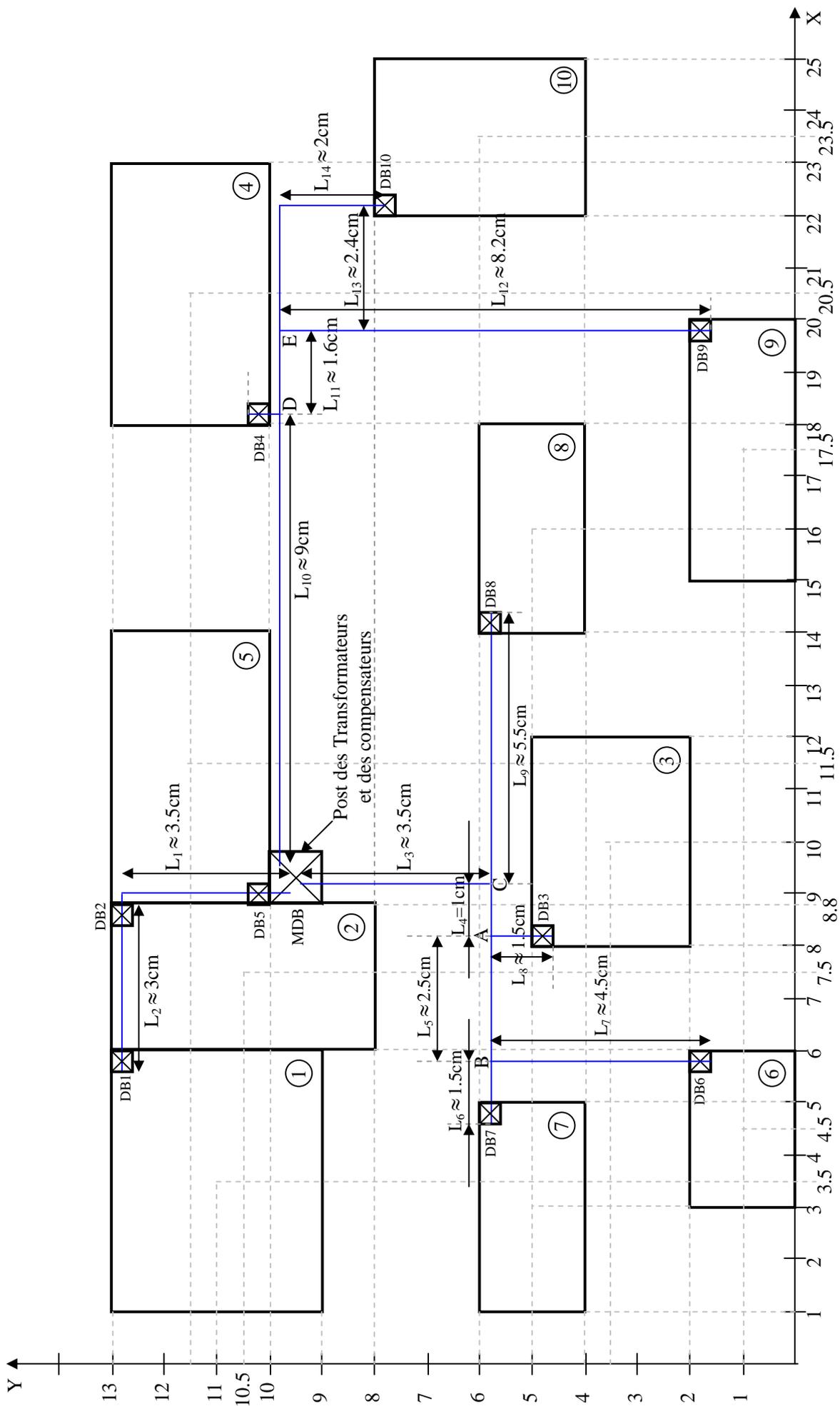


Figure. 4 : Plan souterrain des canalisations électrique (Échelle : 1 cm = 3.35 m)

III. La section des conducteurs

Pour déterminer des sections des conducteurs, on doit savoir le courant d'emploi, le courant admissible et l'indice d'isolation thermique. Cette section des conducteurs qu'on a déterminé, n'est pas encore suffisamment correcte. Il faut que l'on les vérifie par la chute de tension.

III.1 Courant d'emploi

La valeur de courant d'emploi I_B dépend essentiellement des récepteurs à alimenter en énergie électrique. Le courant d'emploi I_B peut calculer par la formule :

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{S_{\text{cal},\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (2.1)$$

- Où U : Tension composée [V]
 I_B : Courant d'emploi en triphasé [A]
 $P = P_{\text{cal},\Sigma}$: Puissance active totale dans le bâtiment [KW]
 $S_{\text{cal},\Sigma}$: Puissance apparente dans le bâtiment [KVA]

En utilisant l'équation (2.1), ses résultats de calcul sont listez dans la **Tableau 2.1**.

Tableau 2.1 : Les résultats de courants d'emploi de chaque bâtiment

N.	Bâtiment	$S_{\text{cal},\Sigma}$ [KVA]	U [V]	I_B [A]
1	Bâtiment 1	105.70	400	152.56
2	Bâtiment 2	51.35		74.12
3	Bâtiment 3 Atelier de production des câbles	57.02		82.30
4	Bâtiment 4 Atelier Mécanique	32.43		46.81
5	Bâtiment 5 Sous Atelier	27.62		39.87
6	Bâtiment 6 Station de pompage	40.07		57.84
7	Bâtiment 7 Magasin	12.99		18.75
8	Bâtiment 8 Magasin	12.71		18.35
9	Bâtiment 9 Garage	14.45		20.86
10	Bâtiment 10 Direction, Cantine	18.13		26.17

III.2 Courant admissible

Le courant admissible est la valeur constante de l'intensité qu'on peut supporter, dans les conditions donné, un conducteur sans que sa température soit supérieure à la valeur spécifiée. On peut déterminer la valeur du courant admissible qui est spécifique de la canalisation par la formule :

$$I_z = \frac{I_B}{F} \quad (2.2)$$

Où I_z : Courant admissible [A]
 I_B : Courant d'emploi en triphasé [A]
 F : Facteur de correction global

➤ Le facteur de correction global, tient compte de la température ambiante et du groupement des conducteurs.

$$F = F_1 \times F_2 \quad (2.3)$$

Où F_1 : Facteur de correction de température (Tableau dans l'ANNEX.4)
 F_2 : Facteur de correction de pose jointive (Tableau dans l'ANNEX.4)
 F : Facteur de correction global

Pour chaque bâtiment, on prend la mode de pose **3 câbles vertical jointifs PVC (Caoutchouc Polychlorure de vinyle)** sur le chemin de câble. **Température ambiante est 30°C**. On peut avoir le Facteur de correction de température ($F_1=1$) et Facteur de correction de pose jointive ($F_2=0.73$) par **Tableau dans l'ANNEXE.4**.

En utilisant l'équation (2.2) et (2.3), ses résultats de calcul sont listés dans la **Tableau 2.2** ci-dessous.

Tableau 2.2 : Les résultats du courant admissible

N.	Bâtiment	I_B [A]	F_1	F_2	I_z [A]
1	Bâtiment 1	152.56	1	0.73	208.99
2	Bâtiment 2	74.12			101.53
3	Bâtiment 3 Atelier de production des câbles	82.30			112.74
4	Bâtiment 4 Atelier Mécanique	46.81			64.12
5	Bâtiment 5 Sous Atelier	39.87			54.61
6	Bâtiment 6 Station de pompage	57.84			79.23
7	Bâtiment 7 Magasin	18.75			25.68
8	Bâtiment 8 Magasin	18.35			25.13
9	Bâtiment 9 Garage	20.86			28.57
10	Bâtiment 10 Direction, Cantine	26.17			35.85
Totale :		537.61			736.46

III.3 Détermination de la section des conducteurs

Pour chaque bâtiment, on prend **un circuit triphasé de 3 conducteurs (PVC) type H 07V-U sous conduit apparent**. On a donc, après le **tableau dans l'ANNEXE.5**, l'indice d'isolation thermique est égal à 2.

Après le tableau dans l'ANNEXE.6, les résultats de la section des conducteurs sont listés dans la **Tableau 2.3** ci-dessous.

Tableau 2.3 : Les résultats de la section des conducteurs

N.	Bâtiment	L'indice d'isolation thermique	I_z [A]	Section des conducteurs S [mm ²]	
				En cuivre	En Aluminium
1	Bâtiment 1	2	208.99	120	
2	Bâtiment 2		101.53	35	70
3	Bâtiment 3 Atelier de production des câbles		112.74	50	70
4	Bâtiment 4 Atelier Mécanique		64.12	16	25
5	Bâtiment 5 Sous Atelier		54.61	16	25
6	Bâtiment 6 Station de pompage		79.23	25	35
7	Bâtiment 7 Magasin		25.68	4	10
8	Bâtiment 8 Magasin		25.13	4	10
9	Bâtiment 9 Garage		28.57	6	10
10	Bâtiment 10 Direction, Cantine		35.85	6	10
Totale :			736.46	1000	

IV. La chute de tension

À cause de la résistance des conducteurs, il se produit une chute de tension lorsqu'il y a le passage du courant. La chute de tension entre l'origine d'une installation et tout point d'utilisation ne doit pas être supérieure aux valeurs du tableau ci-dessous :

Installations alimentées à partir	Éclairage	Autres usages
A- d'un réseau basse tension	3%	5%
B- d'un poste de transformation d'abonné*	6%	8%

* Dans la mesure du possible, les chutes de tension dans les circuits terminaux ne doivent pas être supérieurs aux valeurs indiquées en A.

IV.1 Longueur simple de la canalisation

Après le plan général de l'usine se trouve dans le **Figure. 4**, on peut calculer la longueur simple de la canalisation dans le plan échelle (1cm=3.35 m) ci-dessous :

Pour le Bâtiment 1 : $L_{MDB-DB1} \approx L_1 + L_2 \approx 3.5 + 3 \approx 6.5$ cm

Pour le Bâtiment 2 : $L_{MDB-DB2} \approx L_1 \approx 3.5$ cm

Pour le Bâtiment 3 : $L_{MDB-DB3} \approx L_3 + L_4 + L_8 \approx 3.5 + 1 + 1.5 \approx 6$ cm

Pour le Bâtiment 4 : $L_{MDB-DB4} \approx L_{10} \approx 9$ cm

Pour le Bâtiment 5 : $L_{MDB-DB5} \approx 1$ cm

Pour le Bâtiment 6 : $L_{MDB-DB6} \approx L_3 + L_4 + L_5 + L_7 \approx 3.5 + 1 + 2.5 + 4.5 \approx 11.5$ cm

Pour le Bâtiment 7 : $L_{MDB-DB7} \approx L_3 + L_4 + L_5 + L_6 \approx 3.5 + 1 + 2.5 + 1.5 \approx 8.5$ cm

Pour le Bâtiment 8 : $L_{MDB-DB8} \approx L_3 + L_9 \approx 3.5 + 5.5 \approx 9$ cm

Pour le Bâtiment 9 : $L_{MDB-DB9} \approx L_{10} + L_{11} + L_{12} \approx 9 + 1.6 + 8.2 \approx 18.8$ cm

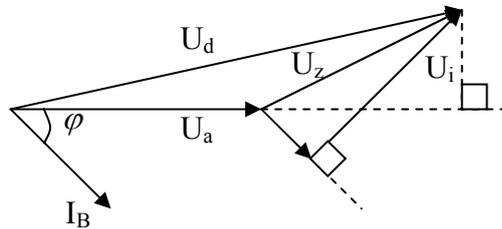
Pour le Bâtiment 10 : $L_{MDB-DB10} \approx L_{10} + L_{11} + L_{13} + L_{14} \approx 9 + 1.6 + 2.4 + 2 \approx 15$ cm

Donc, La longueur simple de la canalisation réelle est listée dans le **Tableau 2.4** ci-dessous.

Tableau 2.4 : Les résultats de la longueur simple de la canalisation réelle

N.	Bâtiment	l [cm] dans le plan	l [m] Réelle
1	Bâtiment 1	6.5	21.78
2	Bâtiment 2	3.5	11.73
3	Bâtiment 3 Atelier de production des câbles	6	20.10
4	Bâtiment 4 Atelier Mécanique	9	30.15
5	Bâtiment 5 Sous Atelier	1	3.35
6	Bâtiment 6 Station de pompage	11.5	38.53
7	Bâtiment 7 Magasin	8.5	28.48
8	Bâtiment 8 Magasin	9	30.15
9	Bâtiment 9 Garage	18.8	62.98
10	Bâtiment 10 Direction, Cantine	15	50.25

IV.2 Calcul de la chute de tension



U_d	: Tension départ	U_r	: Chute de tension résistive
U_a	: Tension arrivée	U_i	: Chute de tension inductive
U_z	: Chute de tension		

On peut calculer **la chute de tension en utilisant la formule générale** :

$$u = b \cdot \left(\rho \cdot \frac{l}{S} \cdot \cos \varphi + \lambda \cdot l \cdot \sin \varphi \right) \cdot I_B \quad (2.4)$$

Où u : Chute de tension [V]

$b=2$: Coefficient en monophasé ou en courant continu

$b=1$: Coefficient en triphasé et on prendra tension simple

$b=\sqrt{3}$: Coefficient en triphasé et on prendra tension composée

ρ : Résistivité où $\rho_{Cu} = 0.0225 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ et $\rho_{Al} = 0.036 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

l : Longueur simple de la canalisation en m.

S : Section des conducteurs en mm^2

λ : Réactance linéique des conducteurs dont son valeur moyenne = $0.08 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{m}$

I_B : Courant d'emploi en triphasé [A]

On peut déterminer **la chute de tension à l'aide de Tableau dans l'ANNEXE.7**. Les constructeurs de câble fournissent des Tableaux évitant les calculs et donnant directement la chute de tension en volt par ampère et par Km. Les câbles étant chargés à leur intensité admissible en régime permanent à la température 70°C , on obtient la chute de tension en appliquant la relation :

$$u = K \times I_B \times L \quad (2.5)$$

Où K : Chute de tension en volt par ampère par Km [V/A/Km]

I_B : Intensité d'emploi [A]

L : Longueur simple de la canalisation en [Km]

IV.3 Calcul de la chute de tension relative

La chute de tension relative s'exprime en pourcentage de la tension nominale.

$$\Delta u \% = \frac{u}{U_0} \times 100\% \quad (2.6)$$

Où u : Chute de tension [V]

U_0 : Tension entre phase et neutre [V] car $b=1$

Tension composée [V] car $b=\sqrt{3}$

On prend $b=\sqrt{3}$ pour tension composée $U=400$ V. En utilisant l'équation (2.4) et (2.6), ses résultats de calcul sont listés dans le **Tableau 2.5** ci-dessous.

Tableau 2.5 : La chute de tension par la formule générale

N.	Bâtiment	Cos φ	Sin φ	l [m]	I _B [A]	S [mm ²]		u [V]		Δu % [%]	
						En Cu	En Al	En Cu	En Al	En Cu	En Al
1	Bâtiment 1	0.82	0.57	21.78	152.56	120	X	1.68	X	0.42	X
2	Bâtiment 2	0.86	0.51	11.73	74.12	35	70	1.39	2.69	0.35	0.67
3	Bâtiment 3 Atelier de production des câbles	0.86	0.51	20.10	82.30	50	70	1.89	0.73	0.47	0.18
4	Bâtiment 4 Atelier Mécanique	0.86	0.51	30.15	46.81	16	25	4.83	3.67	1.21	0.92
5	Bâtiment 5 Sous Atelier	0.86	0.51	3.35	39.87	16	25	0.46	3.13	0.11	0.78
6	Bâtiment 6 Station de pompage	0.84	0.54	38.53	57.84	25	35	4.84	0.21	1.21	0.05
7	Bâtiment 7 Magasin	0.9	0.44	28.48	18.75	4	10	7.52	11.84	1.88	2.96
8	Bâtiment 8 Magasin	0.89	0.46	30.15	18.35	4	10	7.71	3.03	1.93	0.76
9	Bâtiment 9 Garage	0.91	0.41	62.98	20.86	6	10	12.50	3.10	3.12	0.78
10	Bâtiment 10 Direction, Cantine	0.84	0.54	50.25	26.17	6	10	11.58	7.53	2.89	1.88

Après le tableau dans l'ANNEXE.7, on prend la valeur K, chute de tension en [V/A/Km], selon la section des conducteurs et pour le nombre des conducteurs 3 de $\text{Cos } \varphi \approx 0.8$. En utilisant l'équation (2.5) et (2.6), ses résultats de calcul sont listés dans le **Tableau 2.6** ci-dessous.

Tableau 2.6 : La chute de tension par l'aide de Tableau dans l'ANNEX.7

N.	Bâtiment	$\text{Cos } \varphi$	l [m]	I_B [A]	S [mm ²]		K [V/A/Km]		u [V]		Δu % [%]	
					En Cu	En Al	En Cu	En Al	En Cu	En Al	En Cu	En Al
1	Bâtiment 1	0.82	21.78	152.56	120	X	0.34	X	1.13	X	0.28	X
2	Bâtiment 2	0.86	11.73	74.12	35	70	0.98	1.61	0.85	1.40	0.21	0.35
3	Bâtiment 3 Atelier de production des câbles	0.86	20.10	82.30	50	70	0.74	1.22	1.22	2.02	0.31	0.50
4	Bâtiment 4 Atelier Mécanique	0.86	30.15	46.81	16	25	2.08	3.46	2.94	4.88	0.73	1.22
5	Bâtiment 5 Sous Atelier	0.86	3.35	39.87	16	25	2.08	3.46	0.28	0.46	0.07	0.12
6	Bâtiment 6 Station de pompage	0.84	38.53	57.84	25	35	1.33	2.18	2.96	4.86	0.74	1.21
7	Bâtiment 7 Magasin	0.9	28.48	18.75	4	10	8.04	13.3	4.29	7.10	1.07	1.78
8	Bâtiment 8 Magasin	0.89	30.15	18.35	4	10	8.04	13.3	4.45	7.36	1.11	1.84
9	Bâtiment 9 Garage	0.91	62.98	20.86	6	10	5.45	9.07	7.16	11.91	1.79	2.98
10	Bâtiment 10 Direction, Cantine	0.84	50.25	26.17	6	10	5.45	9.07	7.17	11.93	1.79	2.98

D'après les résultats dans le Tableau 2.5 et le Tableau 2.6, les valeurs des chutes de tension de chaque bâtiment sont inférieures à 5%, donc on peut accepter ces sections des conductions.

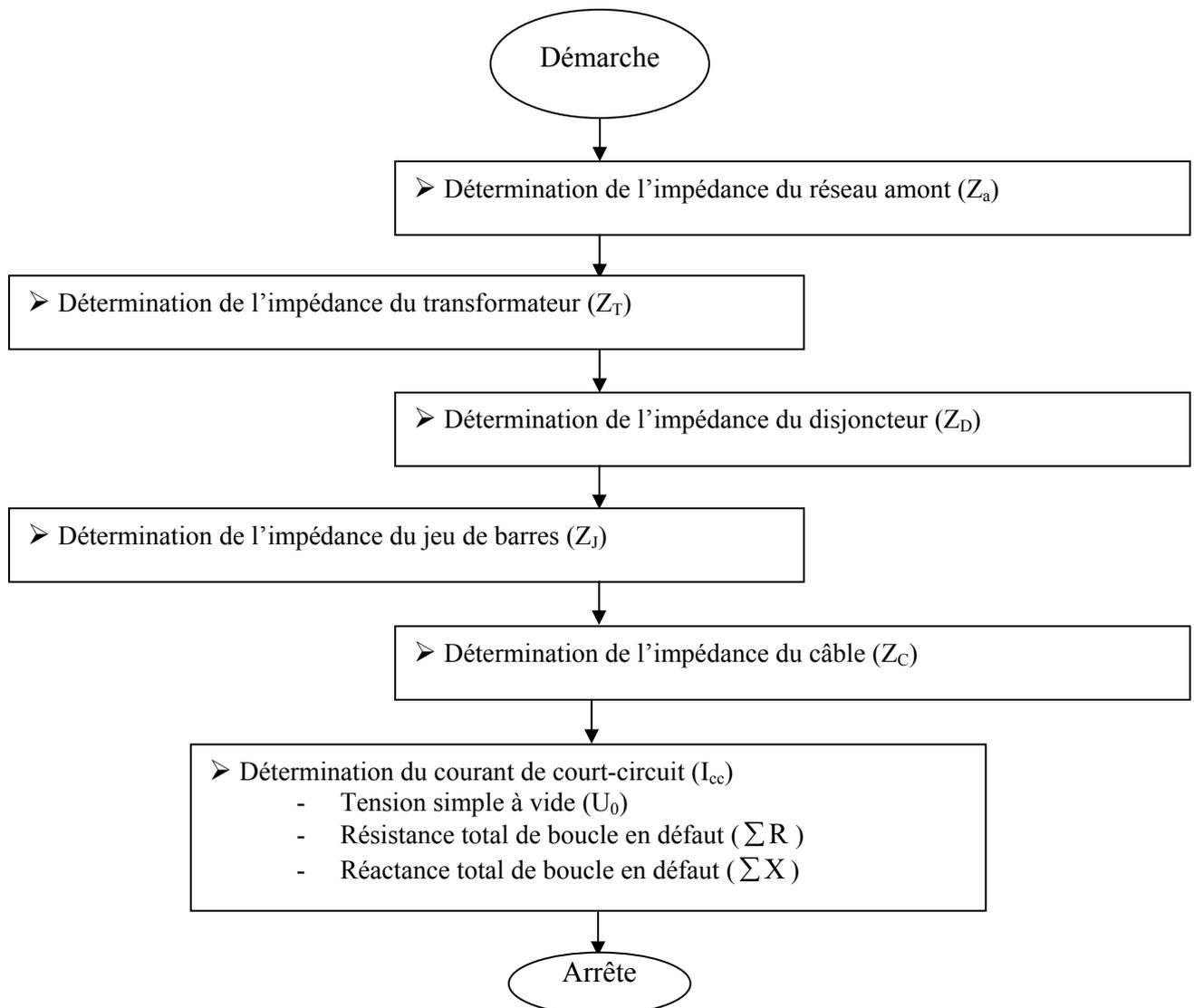
CHAPITRE 3 :

Sélection Des Disjoncteurs

Dans ce chapitre, on va travailler sur l'étape suivante :

- Connaître la méthodologie pour le choix de disjoncteurs
- Calcul le courant de court-circuit I_{cc} du chaque circuit
- Choix le disjoncteur suivre le catalogue

I. Ordre de calcul



II. Disjoncteurs

II.1 Définition

Un disjoncteur est un appareil mécanique de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, ainsi que d'établir, de supporter pendant une durée spécifiée et d'interrompre des courants dans les conditions anormales spécifiées telle que celles du court-circuit.

Symbole :



II.2 Principe de choix

Un disjoncteur est choisi d'après :

- Les caractéristiques électriques de l'installation sur qu'il est installé
- L'environnement dans qu'il est trouvé, température ambiante, installation à l'intérieur d'une clôture, conditions climatiques.
- Les opérant exigences : discrimination, besoin possible de fonctions de secours tel que télécommande, manche rotatif, contacts de secours, MN ou MX publie, insertion dans un réseau de la communication local ou de surveillance, etc.
- L'installation gouverne, en particulier pour la protection de personnes.
- Caractéristiques des charges, tel que moteurs, éclairage fluorescent, transformateur BT/BT, etc.
- Le pouvoir de coupure du disjoncteur doit être au moins égale au courant de court-circuit triphasé susceptible de se produire à l'endroit où il est installé. Si le courant de court-circuit présumé est limité par un appareil de protection se trouvant en amont, le pouvoir de coupure du disjoncteur peut être réduit dans un certain rapport.

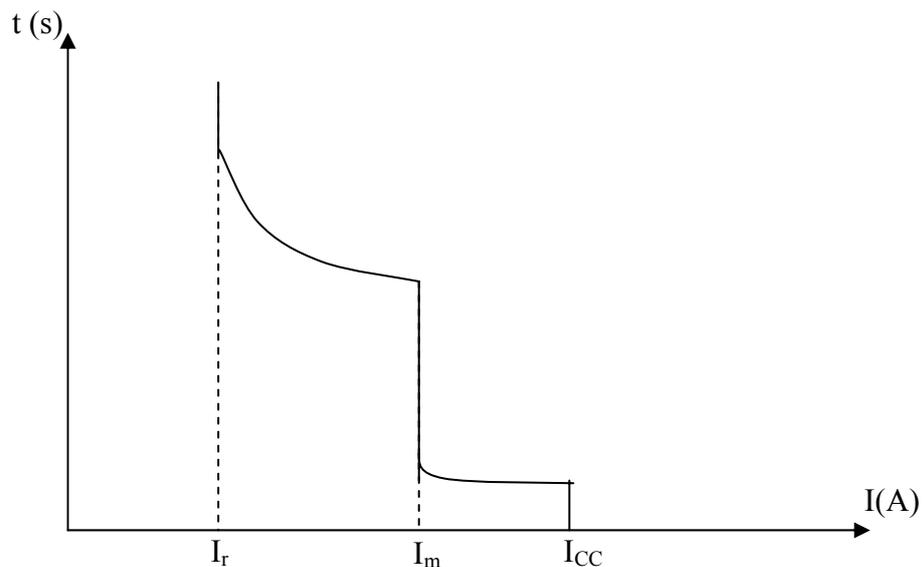
III.3 Fonctions assurées par le disjoncteur

1. Protection contre les surcharges : C'est le rôle des déclencheurs thermiques qui peuvent détecter de faibles surcharges. Le principe de fonctionnement est analogue à celui du relais thermique.
2. Protection contre le court-circuit : C'est le rôle des déclencheurs électromagnétiques. Ceux-ci interviennent au-delà des courants de surcharge et jusqu'à l'intensité maximale du courant de court-circuit.
3. Commande du circuit : La coupure du circuit doit être exécutée même en cas de court-circuit. Le pouvoir de coupure du disjoncteur doit être supérieur au courant du court-circuit pouvant prendre naissance dans le circuit à protéger. Le pouvoir de coupure s'exprime pour une tension donnée en KA. Les disjoncteurs peuvent également effectuer tous les manœuvres de commande d'ouvertures de fermeture des circuits.

Remarque : Le disjoncteur peut être muni de déclencheurs à courant résiduel de défaut ou de baisse de tension, ces système pouvant être temporisés ou non.

III.4 Caractéristique d'un disjoncteur

- Courant nominal. Calibre normalisé, ce sont les mêmes valeurs que pour les interrupteurs
- Tension nominale. De 220V à 660V pour la basse tension
- Nombre de pôles. 1 à 4 selon les applications
- Pouvoir de coupure. Exprimé en KA pour une tension déterminée
- Type de déclencheurs utilisés. Thermiques, magnétiques, magnétothermiques, temporisés ou non, protection différentielle
- Courbe de déclenchement. C'est l'association de la courbe de déclenchement du relais thermique et de la courbe de déclenchement du relais magnétique.



IV. Calcul le courant de court-circuit

Dans cette usine, il y a 11 boîtes des distributions importantes :

- La boîte de distribution principale (MDB) se trouve à côté du **bâtiment 2**.
- La boîte de distribution (DB1) utilise dans le **bâtiment 1**.
- La boîte de distribution (DB2) utilise dans le **bâtiment 2**.
- La boîte de distribution (DB3) utilise dans le **bâtiment 3**.
- La boîte de distribution (DB4) utilise dans le **bâtiment 4**.
- La boîte de distribution (DB5) utilise dans le **bâtiment 5**.
- La boîte de distribution (DB6) utilise dans le **bâtiment 6**.
- La boîte de distribution (DB7) utilise dans le **bâtiment 7**.
- La boîte de distribution (DB8) utilise dans le **bâtiment 8**.
- La boîte de distribution (DB9) utilise dans le **bâtiment 9**.
- La boîte de distribution (DB10) utilise dans le **bâtiment 10**.

IV.1 Distribution en peigne

Avantage : Dans le cas d'un défaut, autre que celui du disjoncteur général, seul le circuit en défaut est coupe.

Inconvénient : On se trouve devant un grand nombre de circuit séparé, donc de grandes longueurs de lignes et une surabondance de cuivre.

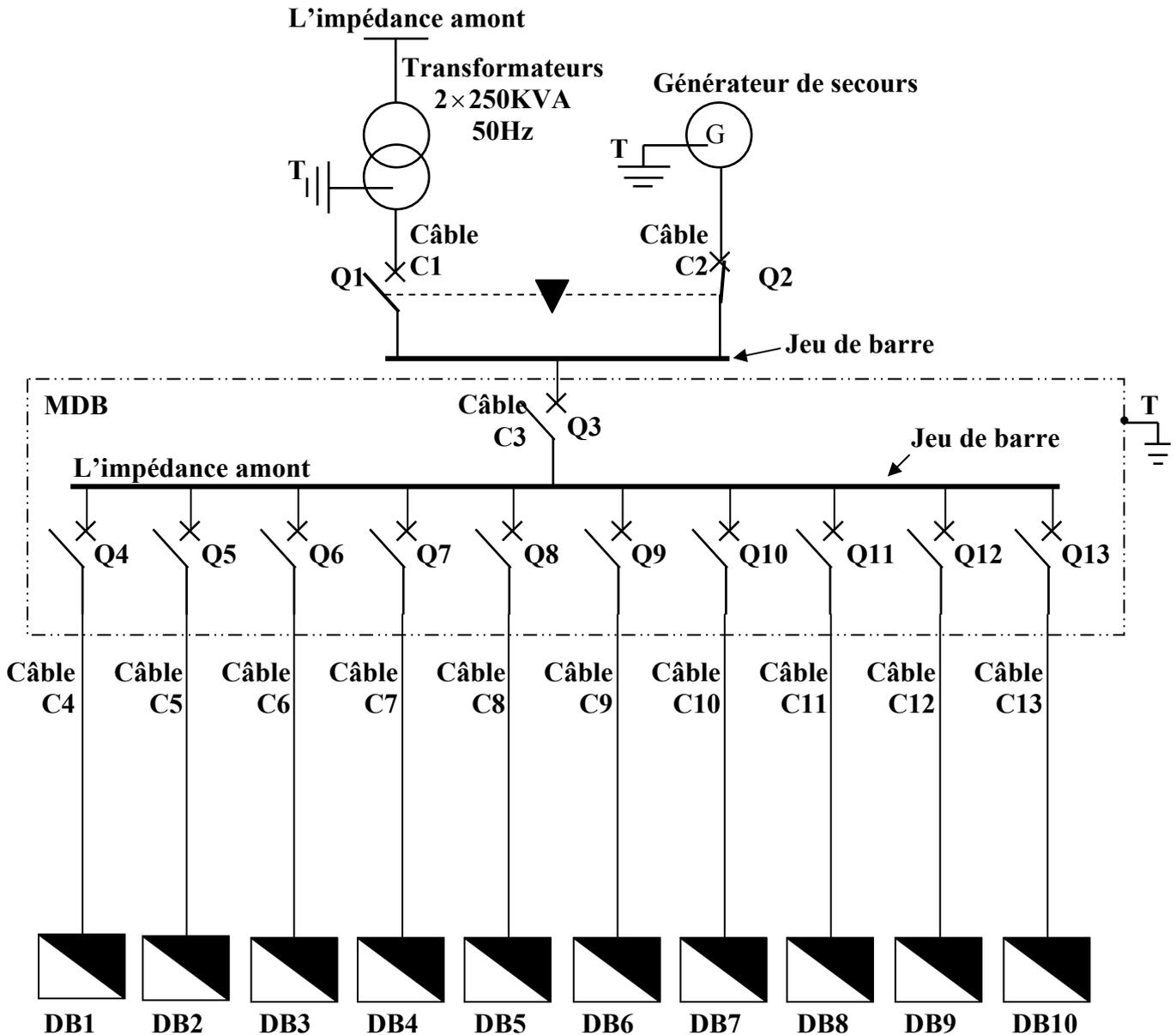


Figure. 5 : Diagramme des réseaux d'alimentation d'usine

La valeur de l'intensité de court-circuit est tirée de la relation générale :

$$I_{cc} = \frac{U_0}{Z} = \frac{U_0}{\sqrt{\sum R^2 + \sum X^2}} \quad (3.1)$$

$$Z = Z_a + Z_T + Z_D + Z_J + Z_C \quad (3.2)$$

- Où
- I_{cc} : Courant de court-circuit [KA]
 - U_0 : Tension simple à vide [V], On prend $U_0=230$ V
 - $\sum R$: Résistance totale de boucle en défaut [m Ω]
 - $\sum X$: Réactance totale de boucle en défaut [m Ω]
 - Z_a : Impédance du réseaux amont [m Ω]
 - Z_T : Impédance du transformateur [m Ω]
 - Z_D : Impédance du disjoncteur [m Ω]
 - Z_J : Impédance du jeu de barres [m Ω]
 - Z_C : Impédance du câble [m Ω]

IV.2 L'impédance du réseau amont (Z_a)

Les composants de l'impédance d'un réseau haute tension ramenés coté basse tension en 230/400V (420V à vide) est donnée par le **Tableau 3.1** au-dessous :

Tableau 3.1 : L'impédance du réseau amont (Z_a)

P_{cc} [MVA]	R_a [m Ω]	X_a [m Ω]	Z_a [m Ω]
125	0.2	1.4	1.41
250	0.1	0.7	0.71
500	0.015	0.35	0.35

On utilise **Transformateur HT/BT alimenté par un réseau 500 MVA, tension de sortie 380V**, donc on a l'impédance du réseau amont $Z_a=0.35$ m Ω .

IV.3 L'impédance du transformateur (Z_T)

L'impédance Z_T d'un transformateur vue du secondaire est donnée par la relation :

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2} = \frac{U^2 \times e}{P \times 100} \quad (3.3)$$

$$R_T = W \cdot \frac{U^2}{P^2} \quad (3.4)$$

- Où
- R_T : Résistance par phase [Ω]
 - U : Tension nominale secondaire entre phases du transformateur à vide [V]
 - P : Puissance nominale du transformateur [KVA]
 - W : Pertes du transformateur [W]
 - e : Tension de court-circuit du transformateur [%]

Note :

- En l'absence d'indications une valeur de 6% pour e et une valeur de 0.3 pour $\text{Cos } \varphi_T$ sont admises.
- Pour déterminer les valeurs des R_T et X_T , on peut utiliser l'**Abaques (Fig. 25)** pour le Source ou le Transformateur et l'**Abaques (Fig. 26)** dans le **Tableau ANNEXE.8**.
- La résistance se calcule à partir des pertes cuivre dans le transformateur :

$$W = 3 \cdot I_n^2 \cdot R_T \quad \Rightarrow \quad R_T = \frac{W}{3 \cdot I_n^2} \quad (3.5)$$

- La réactance se déduit de la relation :

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} \quad (3.6)$$

En utilisant (3.6), (3.5), (3.4), (3.3), (3.2), et (3.1), les résultats exposent dans le **Tableau 3.2**.

Tableau 3.2: Transformateur HT/BT alimenté par un réseau 500 MVA, tension de sortie 380V

Puissance [KVA]	I_n [A]	e [%]	R_T [mΩ]	X_T [mΩ]	Z_T [mΩ]	I_{cc} [KA]
25	36	4	179	183	256	0.9
50	72	4	70.3	107	128	1.8
100	145	4	28	57.5	64	3.59
160	232	4	14.7	37.2	40	5.72
200	290	4	11.4	29.9	32	7.14
250	360	4	8.3	24.2	25.6	8.9
400	580	4	4.6	15.3	16	14.15
500	720	4	3.52	12.3	12.8	17.96
630	910	4	2.62	9.82	10.16	22.1
800	1155	4.5	2.55	8.63	9	24.8
1000	1445	5	1.94	7.76	8	27.8
1250	1805	5	1.54	6.87	7.04	31.4
1600	2300	6	1.13	5.89	6	36.6
2000	2890	7	0.9	5.53	5.6	39.1

Le transformateur que l'on utilise est de puissance 250 KVA. Alors, on a l'impédance de 2 transformateurs $Z_T = 25.6 \times 2 = 51.2 \text{ m}\Omega$.

IV.4 L'impédance des disjoncteurs (Z_D)

On prend la résistance est négligeable $R_D = 0 \text{ m}\Omega$ et la réactance est prise égale à $X_D = 0.15 \text{ m}\Omega$. On a :

$$Z_D = \sqrt{R_D^2 + X_D^2} = 0.15 \text{ m}\Omega$$

L'impédance d'un disjoncteur ne doit être prise en compte que pour les appareils en amont de celui qui doit ouvrir sur le court-circuit envisagé.

IV.5 L'impédance du jeu de barres Cu (Z_J)

Avec le choix du jeu de barres de longueur $L = 15 \text{ m}$, on a la résistance $R_J = 0 \text{ m}\Omega$ est négligeable et la réactance $X_J = 1.5 \text{ m}\Omega$ se lit sur la courbe 6 mm^2 (Prendre un rapport 10 pour plus de précision) par le **Tableau.2 Abaques (Fig.26)** dans l'**ANNEXE.8**. Donc,

$$Z_J = \sqrt{R_J^2 + X_J^2} = 1.5 \text{ m}\Omega$$

IV.6 L'impédance des Câbles (Z_C)

L'impédance des Câbles (Z_C) peut déterminer par la formule :

$$Z_C = \sqrt{R_C^2 + X_C^2} \quad (3.7)$$

Où $R_C = \rho \frac{L}{S}$, $X_C = 0.15 \times 10^{-3} \times L$

ρ : Résistivité des Câbles ($\rho_{Cu} = 1.724 \times 10^{-8} \Omega m$, $\rho_{Al} = 2.65 \times 10^{-8} \Omega m$)

En utilisant (3.7), les résultats de l'impédance des câbles (Z_C) exposent dans le **Tableau 3.3**.

Tableau 3.3 : Les résultats de l'impédance des câbles (Z_C)

N.	Bâtiment	l [m]	S_{Cu} [mm ²]	ρ_{Cu} [Ωm]	R_C [m Ω]	X_C [m Ω]	Z_C [m Ω]
1	Bâtiment 1 (Câble C4)	21.78	120	1.724×10^{-8}	3.13	3.27	4.52
2	Bâtiment 2 (Câble C5)	11.73	35		5.78	1.76	6.04
3	Bâtiment 3 Atelier de production des câbles (Câble C6)	20.10	50		6.93	3.02	7.56
4	Bâtiment 4 Atelier Mécanique (Câble C7)	30.15	16		32.49	4.52	32.80
5	Bâtiment 5 Sous Atelier (Câble C8)	3.35	16		3.61	0.50	3.64
6	Bâtiment 6 Station de pompage (Câble C9)	38.53	25		26.57	5.78	27.19
7	Bâtiment 7 Magasin (Câble C10)	28.48	4		122.73	4.27	122.80
8	Bâtiment 8 Magasin (Câble C11)	30.15	4		129.95	4.52	130.03
9	Bâtiment 9 Garage (Câble C12)	62.98	6		180.96	9.45	181.21
10	Bâtiment 10 Direction, Cantine (Câble C13)	50.25	6		144.39	7.54	144.58
	Câble C1	4	1000		0.07	0.60	0.60
	Câble C2	4	1000		0.07	0.60	0.60
	Câble C3	4	1000		0.07	0.60	0.60

En utilisant (3.1) et (3.2), les résultats des valeurs des courants de court-circuit de chaque boîte exposent dans le **Tableau 3.4**.

Tableau 3.4 : Les résultats des valeurs des courants de court-circuit

Nom de DB	Description	L'impédance Z_C [m Ω]	I_{CC} [KA]
MDB	Réseau amont	0.35	4.16
	Transformateur	51.20	
	Câble C1	0.60	
	Disjoncteur Q1	0.15	
	Câble C2	0.6	
	Disjoncteur Q2	0.15	
	Câble C3	0.6	
	Disjoncteur Q3	0.15	
	Jeu de barres	1.5	
	Totale	55.3	
DB1	Réseau amont	55.3	3.74
	Câble C4	4.52	
	Disjoncteur Q1	0.15	
	Jeu de barres	1.5	
	Totale	61.47	
DB2	Réseau amont	55.3	3.65
	Câble C5	6.04	
	Disjoncteur Q2	0.15	
	Jeu de barres	1.5	
	Totale	62.99	
DB3	Réseau amont	55.3	3.57
	Câble C6	7.56	
	Disjoncteur Q3	0.15	
	Jeu de barres	1.5	
	Totale	64.51	
DB4	Réseau amont	55.3	2.56
	Câble C7	32.8	
	Disjoncteur Q4	0.15	
	Jeu de barres	1.5	
	Totale	89.75	
DB5	Réseau amont	55.3	3.80
	Câble C8	3.64	
	Disjoncteur Q5	0.15	
	Jeu de barres	1.5	
	Totale	60.59	
DB6	Réseau amont	55.3	2.73
	Câble C9	27.19	
	Disjoncteur Q6	0.15	
	Jeu de barres	1.5	
	Totale	84.14	
DB7	Réseau amont	55.3	1.28
	Câble C10	122.8	
	Disjoncteur Q7	0.15	
	Jeu de barres	1.5	
	Totale	179.75	
DB8	Réseau amont	55.3	1.23
	Câble C11	130.03	
	Disjoncteur Q8	0.15	
	Jeu de barres	1.5	
	Totale	186.98	

DB9	Réseau amont	55.3	0.97
	Câble C12	181.21	
	Disjoncteur Q9	0.15	
	Jeu de barres	1.5	
	Totale	238.16	
DB10	Réseau amont	55.3	1.14
	Câble C13	144.58	
	Disjoncteur Q10	0.15	
	Jeu de barres	1.5	
	Totale	201.53	

D'après les résultats de calcul dans la **Tableau 3.4**, on peut choisir les disjoncteurs dans le **Tableau 3.5** par l'**ANNEXE.9** ci-dessous :

Tableau 3.5 : Choix des disjoncteurs

Nom de DB	La théorie		Le standard		
	I_B [A]	I_{CC} [KA]	Nombre de Pole	I_n [A]	I_{CC} [KA]
MDB	537.61	4.16	3P	630	50
DB1	152.56	3.74	3P	160	36
DB2	74.12	3.65	3P	75	10
DB3	82.30	3.57	3P	100	10
DB4	46.81	2.56	3P	50	7.5
DB5	39.87	3.80	3P	40	7.5
DB6	57.84	2.73	3P	60	7.5
DB7	18.75	1.28	3P	20	7.5
DB8	18.35	1.23	3P	20	7.5
DB9	20.86	0.97	3P	25	7.5
DB10	26.17	1.14	3P	30	7.5

CONCLUSIONS

Je trouve que ce projet l'alimentation d'énergies électriques dans l'usine nous donne beaucoup de connaissances pour le travail professionnel. Bien qu'il y ait beaucoup de choses à faire et de difficultés, il est intéressant quand même. En plus, ce projet nous permet de savoir le concept de l'installation équipements électriques dans l'usine à partir les demandes de puissances, le cartogramme de la charge, le choix de la section des conducteurs, et le choix la protection électrique. D'autres, ce projet demande beaucoup d'efforts, patiences et de temps. En plus, on a besoin essentiellement l'aide de professeurs. Ce sont les raisons pour lesquelles ce projet peut être demandé encore la correction. Et si nous avons plus de temps pour ce projet, je crois que ce projet nous rend une grande et clarté connaissance.

Pour tout dire, ce projet est absolument important pour les étudiants. J'espère que j'ai la chance pour m'enrichir ma connaissance en plus dans cette spécialité, l'alimentation d'énergies électriques dans l'usine.

En fin, je voudrais remercier vivement le professeur CHY Cheapok qui prend beaucoup de temps et d'efforts m'enseigne.

REFERENCE

- [1]. René BOURGEOIS et Denis COGNIEL, « Mémotech Électrotechnique », 4^e édition, 1991
- [2]. Henri NEY, « Electrotechnique et Normalisation », éditions Fernand Nathan, 1985.

ANNEXE.1 : (page 6)

Tableau $K_{\max}=(K_u, n_{\text{eff}})$ (M. give or In report of brother I5)

ANNEXE.2 : (page 12)

Tableau de capacitor banks (M. give)

ANNEXE.3 : (page 13)

Tableau de transformateur (In Mémotech book or ...)

ANNEXE.4 : (page 16)

Tableau de F_1 et F_2 (In Schéma 1 électricité book)

ANNEXE.6 : (page 17)

Tableau des courants admissibles

ANNEXE.7 : (page 21)

Tableau de conducteur pour la valeur $K[V/A/Km]$ (In report I5 ou In schéma 1 électricité book)

ANNEXE.8 : (page 27)

L'impédance du jeu de barres Cu lit sur la courbe 6mm^2 (In Mémotech book or ...)

ANNEXE.9 : (page 30)

Tableau de choix des disjoncteurs

MANQUE :

~~Tableau 1.2(page.5) (In File Word)~~

~~Tableau 1.3 et 1.4 (page.8) (In File Word)~~

~~Figure.1(page.2) (In File Word)~~

~~Figure.3(page.10) (In File Word)~~

~~Figure.4(page.14) (In File Word)~~