

Sommaire

La liste des figures	6
La liste des tableaux	7
La liste des abréviations	9
Les normes utilisées	10
Chapitre 1 : Contexte générale du projet	1
I. Introduction	2
II. Présentation de la société	2
1. Présentation générale.....	2
2. L'organigramme de la société	2
3. Fiche technique de l'entreprise	3
III. Présentation du projet.....	3
1. La réalisation du projet.....	4
2. La station de reprise SR	5
IV. Conclusion.....	6
Chapitre 2 : Travail effectuée au sein de la société AUTELEB	7
I. Introduction	8
1. Câblage de l'armoire pour station de reprise SR.....	8
2. Schéma synoptique.....	8
II. Préparation des armoires	9
III. Le perçage et la fixation des composants	9
1. Les composants électriques utilisés à l'intérieur des armoires.....	9
IV. Le câblage	14
V. Le choix de la pompe	15
1. Introduction	15
2. Caractéristiques	15
3. Choix d'une pompe	16
VI. Conclusion.....	18
Chapitre 3 : Dimensionnement électrique de la station	19
I. Introduction	20
1. Méthodologie de dimensionnement d'une installation électrique	20
II. Bilan des Puissances.....	20

1.	Le coefficient de simultanéité K_s	21
2.	Le coefficient d'utilisation K_u	22
3.	Le schéma unifilaire de toute l'installation	22
4.	Calcul de la puissance de l'installation	22
III.	Choix du transformateur.....	25
IV.	Choix des protections	26
1.	Présentation	26
2.	Protection du corps humain.....	26
3.	Choix de disjoncteur pour la protection	27
VII.	Dimensionnement des câbles	30
1.	Type de câble	30
2.	Dimensionnement des câbles non enterrés.....	31
3.	Le dimensionnement des câbles enterrés	36
VIII.	Chute de tension	39
IX.	Calcul du courant de court-circuit I_{cc} de ligne du moteur	44
1.	Introduction	44
2.	Déterminer résistances et réactances de chaque point de ligne du moteur	45
3.	I_{cc} en tous les points de ligne du moteur	46
X.	Schéma électrique de puissance et de commande du moteur.....	47
XI.	Conclusion.....	48
	Conclusion générale	49
	Références	50
	Annexe 1	51
	Annexe 2	56
	Annexe 3	63

La liste des figures

Figure 1:L'organigramme de la société	2
Figure 2: Schéma de réseau de distribution d'eau potable d'après le logiciel EPANET 2 FR ..	5
Figure 3:Schéma synoptique de la station	8
Figure 4:Schéma interne du relais	10
Figure 5:Le fonctionnement de transformateur de courant	11
Figure 6: La fiche technique de la pompe utilisable d'après logiciel WILO-SELECT4	17
Figure 7:Schéma unifilaire de toute l'installation	22
Figure 8:L'isolement du câble.....	31
Figure 9:La démarche de dimensionnement des câbles non enterrés	31
Figure 10: La démarche de dimensionnement des câbles enterrés	36
Figure 11:Section de Câble pour le TGBT calculé par le logiciel CANECO BT	39
Figure 12:Résistances et réactances en chaque point de l'installation.....	45
Figure 13: Schéma de puissance du moteur	47
Figure 14: Schéma de commande du moteur	48
Figure 15:Section de Câble pour le TAA	51
Figure 16:Section de Câble pour le moteur.....	52
Figure 17:Section de Câble pour le TEPC	52
Figure 18:Section de Câble pour la prise monophasée	53
Figure 19:Section de Câble pour la prise triphasée.....	53
Figure 20:Section de Câble pour le TEE.....	54
Figure 21:Section de Câble pour l'éclairage extérieur de chaque lampe.....	54
Figure 22:Section de Câble pour le TEI.....	55
Figure 23:Section de Câble pour l'éclairage extérieur de chaque tube	55
Figure 24:Les normes limitent les chutes de tension en ligne.....	56
Figure 25:Calcul de la chute de tension en ligne en régime permanent.....	56
Figure 26:Chute de tension de la ligne du tube fluorescent 1	57
Figure 27:Chute de tension de la ligne du tube fluorescent 2	57
Figure 28:Chute de tension de la ligne du tube fluorescent 3	58
Figure 29:Chute de tension de la ligne du tube fluorescent 4	58
Figure 30:Chute de tension de la ligne du tube fluorescent 5	59
Figure 31:Chute de tension de la ligne de lampe 1	59
Figure 32:Chute de tension de la ligne de lampe2	60
Figure 33:Chute de tension de la ligne de lampe3	60
Figure 34: Chute de tension de la ligne de lampe 4	61
Figure 35:Chute de tension de la ligne du moteur	61
Figure 36:Chute de tension de la ligne de la prise monophasée	62
Figure 37:Chute de tension de la ligne de la prise triphasée.....	62
Figure 38: Icc en point M1 d'après logiciel CANECO-BT	63
Figure 39: Icc en point M2 d'après logiciel CANECO-BT	63
Figure 40: Icc en point M3 d'après logiciel CANECO-BT	63

La liste des tableaux

Tableau 1:Fiche technique de la société.....	3
Tableau 2:La liste et la population des douars concernés par le projet global.....	4
Tableau 3:Choix du démarreur.....	13
Tableau 4:Les types des embouts.....	14
Tableau 5:Données caractérisant la pompe convenable.....	15
Tableau 6:Caractéristiques de la pompe et le moteur donnés par logiciel WILO SELECT4 ..	17
Tableau 7:Facteur de simultanéité en fonction de l'utilisation (UTE C15.105 table AC)	21
Tableau 8: La puissance du TEI.....	23
Tableau 9: La puissance du TEE.....	23
Tableau 10:La puissance des PC monophasée et triphasée.....	24
Tableau 11: La puissance du moteur.....	24
Tableau 12: La puissance du TEPC	25
Tableau 13: La puissance du TAA	25
Tableau 14: La puissance du TGBT.....	25
Tableau 15:Coefficient d'extension	25
Tableau 16: La puissance normalisée d'un transformateur HTA/BT	26
Tableau 17:Les temps de coupure selon le schéma de liaison à la terre de l'installation.	27
Tableau 18: Les calibres normalisés des disjoncteurs.....	29
Tableau 19: Choix des dispositifs de protection	30
Tableau 20:Lettre de sélection	32
Tableau 21:Facteur de correction k1	32
Tableau 22:Facteur de correction k2.....	32
Tableau 23:Facteur de correction k3	33
Tableau 24:Section de câble.....	34
Tableau 25: Section des câbles non enterrés	35
Tableau 26:Facteur de correction K4	37
Tableau 27:Facteur de correction K5	37
Tableau 28:Facteur de correction K6	37
Tableau 29:Facteur de correction K7	38
Tableau 30:Section des câbles enterrés	38
Tableau 31:Section de Câble pour le tableau général de basse tension (TGBT)	38
Tableau 32:Méthode de calcul de la chute de tension dans les circuits.	39
Tableau 33:Chute de tension maximale entre l'origine de l'installation BT et point d'utilisation.....	40
Tableau 34:Chute de tension de TGBT.....	40
Tableau 35:Chute de tension de TAA	41
Tableau 36:Chute de tension d'alimentation du moteur	41
Tableau 37:Chute du TEPC.....	42
Tableau 38: Chute de tension des prises monophasée et triphasée	42

Tableau 39: Chute de tension de la ligne des prises monophasée et triphasée	42
Tableau 40: Chute de tension de TEE	42
Tableau 41: Chute de tension de chaque lampe	43
Tableau 42: Chute de tension de la ligne de chaque lampe.....	43
Tableau 43:Chute de tension de TEI	43
Tableau 44: Chute de tension chaque tube fluorescent	44
Tableau 45: Chute de tension de la ligne de chaque tube fluorescent.....	44
Tableau 46: Impédance, résistance et réactance d'un transformateur HT/BT	45
Tableau 47:Impédance, résistance et réactance en chaque point de ligne de commande du moteur.....	46
Tableau 48: Icc en chaque point de ligne de commande du moteur	47

La liste des abréviations

AUTELEB : AUTomatisation ELEctrique Ben souda.

BT : Basse Tension.

DDR : Disjoncteur Divisionnaire à courant Résiduel.

HMT : Hauteur Manométrique Totale.

HTA : Haute Tension Catégorie A.

Icc : Intensité de Court-circuit.

N : Neutre.

NPSH : (Net Positif Section Head) pression nette positive à l'aspiration.

ONEP : Office National de l'Eau Potable.

P : Phase.

PC : Prise de Courant.

PDC : Pouvoir De Coupure.

PE : Élément de Protection.

PR : Polyéthylène Réticulé.

SLT : Schémas des Liaisons à la Terre.

SR : Station de Reprise.

TAA : Tableau d'Armoire d'Arrivée.

TEE: Tableau d'Eclairage Extérieur.

TEI: Tableau d'Eclairage Intérieur.

TEPC : Tableau d'Eclairage et Prises de Courant.

TGBT : Tableau Général Basse Tension.

Les normes utilisées

NF C 15-100 : norme française_augmenter la sécurité, permettre le bon fonctionnement des installations électriques, s'adapter aux besoins actuels.

C1510002 : c'est la même norme française NF C 15-100 de version 2002.

CEI 60364-4-41 : Installations électriques à basse tension - Protection pour assurer la sécurité
- Protection contre les chocs électriques

CEI 61140 : Protection contre les chocs électriques - Aspects communs aux installations et aux matériels

CEI 60050 : définis des indications sur le facteur de simultanéité.

CEI 60364-4-41 : protection pour assurer la sécurité .protection contre les chocs électriques.

Chapitre 1 :**Contexte générale du projet :**

- **Présentation de la société**
- **Présentation du projet**

I. Introduction

Parmi les activités de la société AUTELEB c'est les équipements des armoires électriques et l'installation de tous les types d'électropompes, c'est pour cela dans notre projet nous nous intéressons à l'étude d'une station de reprise qui fait la distribution d'eau potable dans un domaine rural.

Tout au long de ce chapitre, nous commençons par une présentation de la société AUTELEB, ces activités et son organigramme.

Finalement nous présenterons l'objectif de notre projet, le réseau de distribution l'eau potable et les composants de la station de reprise.

II. Présentation de la société

1. Présentation générale

Société AUTELEB (automatisation électrique ben souda) est une Société à Responsabilité limitée qui a été créée en 03/07/2003 par Mr ARIF Ahmed et Mr BATATI Hicham.

C'est une société privée d'électricité à caractères industriels et commerciaux, elle a pour missions de produire, transporter et distribuer l'énergie électrique et aussi vendre les pompes et les moteurs électriques.

La direction générale de la société AUTELEB est constituée d'un gérant qui est en même temps le responsable administratif, responsable technique, responsable commercial, un comptable, chef d'atelier, chefs du chantier et les ouvriers.

2. L'organigramme de la société

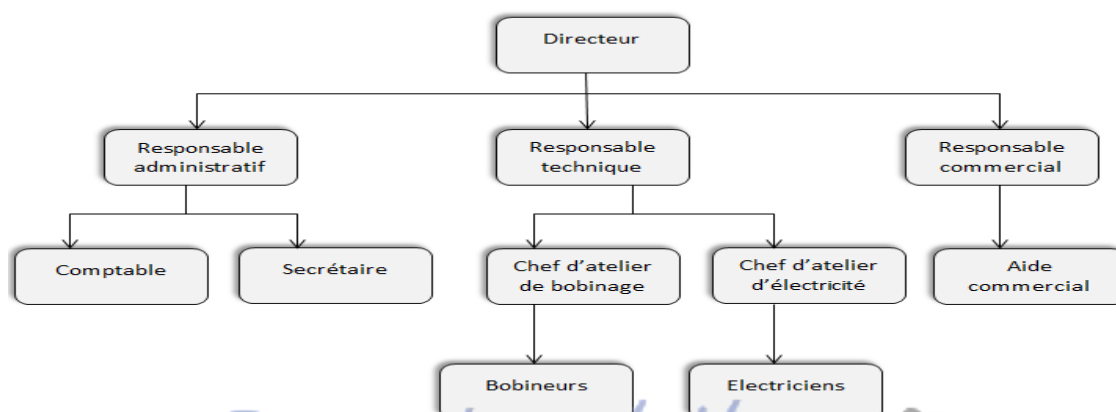


Figure 1:L'organigramme de la société

3. Fiche technique de l'entreprise

Le tableau ci-après présente quelques informations administratives et techniques de la société AUTELEB :

Nom de la société	AUTELEB
Statuts juridique	SARL
Capital social	2 700 000.00
Effectif total	36
Siege social	N° 2 rue 7 hay bensouda Fès
Téléphone	05 35 72 64 03
Fax	05 35 72 62 89
E-mail	contact@auteleb.ma
Code postal	30300
Date de création	04/07/2003
L'activité	Equipement des Armoires Electrique et Electromécanique, Installation de tous Type des Electropompes_ Électrification des Lotissements et Vente Moteurs Electrique et Moteur Réducteur Bobinage Electromoteurs Travaux d'Electricité MT/BT

Tableau 1:Fiche technique de la société

III. Présentation du projet

Le projet consiste globalement en l'alimentation en eau potable des centres et des douars relevant des communes rurales de Bghaghza et Al Kharroub (province de Tétouan) à partir de la station de traitement de El Hachef à travers l'adduction gravitaire de Dar Chaoui (CR Bghaghza), et à partir des piquages sur l'adduction de Bni Arrous (CR Al Kharroub). Le tableau ci-après indique la liste des douars et la population concernée par ledit projet.

Commune	Douar	Pop -2010	Pop -2030
Bghaghza	Labghaghza+centre	512	689
	Dar M'saad	152	186
	Chakrieche	550	671
	Lahsakra	248	302
	Tazroute	447	504
	Dar Cherrate	188	230
	Aroukach	190	231
	Chtouna	632	771
	Zakaria	265	323
	Fej Hanoune	181	221
	Kourrirch	231	282
	Zaouiat Souflia	155	189
	Oulad Zina	170	208
	Fej Errih	385	470
	Oued Asla	376	458
	Zaouiat Foukia	248	302
	Hrarza	261	318
	Es-Souaki	103	125
	Anaqri	204	249
	Dchira	277	338
Outhmanach	295	360	
Louharna	110	134	
Total 1	22	5 516	6 686
Al Kharroub	Kharroub Centre	112	180
	Tnine	670	817
	Abarraq	210	257
	Tafraoute	292	356
	Zaiytouna	321	391
	El Kalaa	199	243
	Zquaoute	197	240
	Zaouiat Bni Hmaid	347	423
	Ain Kammour	460	562
	Belanouar	189	231
Total 2	10	2 215	2 703

Tableau 2:La liste et la population des douars concernés par le projet global

1. La réalisation du projet

Le projet comprend la réalisation de 7 stations de reprise :

- Fourniture transport et pose d'environ 87,9 Km de conduites.
- La construction et l'équipement de sept stations de reprise pour des débits variant de 10 l/s à 1,5 l/s et des hauteurs manométriques totale (HMT) de 240 m à 95 m.
- La construction et l'équipement de neuf réservoirs semi-enterré et bêche de capacité respectivement de 150 m3, 3x100 m3 et 5x50 m3.

Nous nous intéressons dans notre projet à l'équipement électrique de la station de reprise d'un débit de $Q = 10 \text{ l/s}$ et une hauteur manométrique totale de $HMT = 165 \text{ m}$.

Nous avons réalisé un schéma de réseau de distribution d'eau potable sur le logiciel EPANET 2 FR, pour toute la population donnée par le tableau 2 à travers les sept stations de reprises.

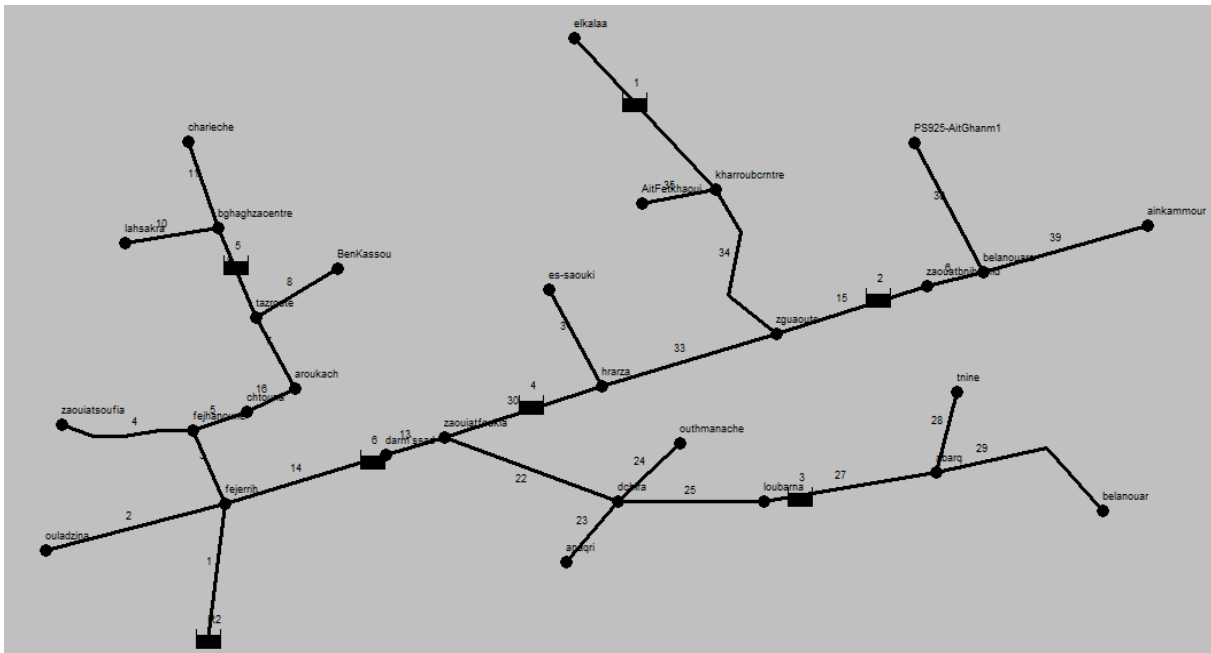


Figure 2: Schéma de réseau de distribution d'eau potable d'après le logiciel EPANET 2 FR

2. La station de reprise SR

Une station de reprise est une station servant à pomper l'eau vers le réseau de distribution d'eau potable.

Les stations de reprise se composent généralement de groupe motopompe, bête et réservoir.

2.1. Groupe motopompe

Un groupe motopompe est un ensemble composé d'un moteur électrique ou thermique entraînant une pompe hydraulique. Cet ensemble peut être fixe ou mobile.

2.2. Bête

La bête est un réservoir, généralement de forme cylindrique, en position verticale ou horizontale, il sécurise l'approvisionnement et arborescente d'eau sans risque d'interruption, ainsi sécurise contre la pollution.

2.3. Réservoir

Le réservoir assure :

- Une fonction de sécurité contre la pollution
- Stocker l'eau pendant les périodes de faible consommation (la nuit le plus souvent)

- Une pression minimale dans le réseau : c'est le principe de distribution gravitaire de l'eau. La différence d'altitude entre la surface de l'eau et le point de puisage correspond à la pression maximale disponible (10 m de hauteur d'eau donne 1 bar de pression).

IV. Conclusion

Après avoir présenté la société et le sujet que nous voulons traiter, nous allons citer dans le chapitre suivant les démarches de la réalisation d'une armoire électrique ainsi que le choix des matériaux utilisés.

Chapitre 2 :

Travail effectué au sien de la société AUTELEB

I. Introduction

Les armoires électriques représentent la partie essentielle d'une station de reprise. Le rôle principal de ces derniers est de commander des groupes électropompes, comme elles protègent l'installation contre les surtensions et les courts circuits.

Tout au long de ce chapitre nous déterminons la méthode de travail à l'intérieur d'une armoire : préparation, perçage et fixation des composantes électriques.

Finalement les critères de choix de la pompe et le démarreur qui considère comme un matériel essentiel pour le démarrage du moteur.

1. Câblage de l'armoire pour station de reprise SR

Dans cette partie nous avons participé au câblage de trois armoires :

La première concerne l'armoire d'arriver qui alimente et commande deux autre armoires et les autres usages les deux armoires aliment et commande chacune un moteur électrique.

Remarque

La station est commandée par l'armoire d'arrivée.

- L'armoire doit assurer la protection et le fonctionnement des pompes.
- L'armoire électrique doit être protégée par des équipements de protection contre :
 - ✚ Le manque et l'inversion de phase et la chute et la surtension.
 - ✚ Les surcharges de courant.
 - ✚ Les courts-circuits.
 - ✚ Les démarrages trop longs des pompes.
 - ✚ Les fuites de courant (mauvais isolement).

2. Schéma synoptique

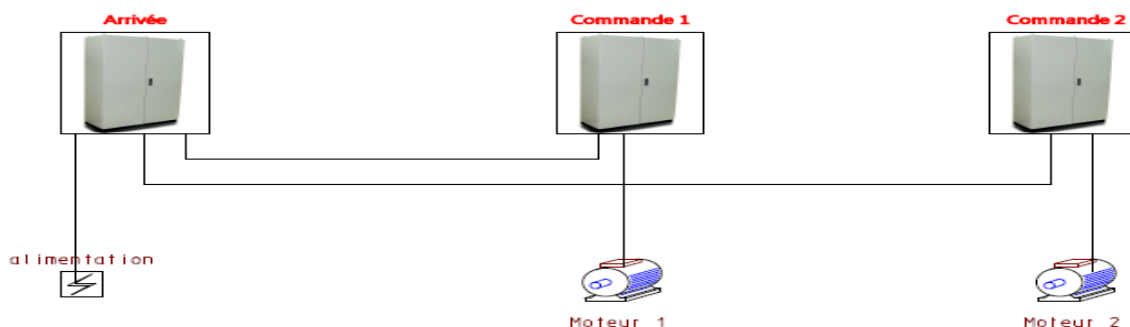


Figure 3:Schéma synoptique de la station

Pour le câblage de l'armoire électrique, nous avons réalisé les opérations suivantes :

- La première opération : la préparation du coffret(ou l'armoire).
- La deuxième opération : le perçage et la fixation des composants.
- La troisième partie : le câblage.

II. Préparation des armoires

1. L'armoire

L'armoire électrique est le lieu où sont regroupés les différents systèmes participants à la distribution d'une installation électrique.

La préparation de l'armoire se fait par la fixation des rails mantes et les rails oméga ainsi que les goulottes.

2. Les rails

Sont des rails métalliques standardisés de 35 mm largement utilisés pour fixer les composantes électriques et pour les équipements industriels de contrôle.

Il y a deux types de rails que nous utilisons dans la préparation d'une armoire :

- Les rails oméga : utilisées dans la fixation des disjoncteurs, les contacteurs, les disjoncteurs moteurs
- Les rails mantes : utilisées dans la fixation des goulottes.

3. Les goulottes

Une goulotte est un élément en plastique permettant de faire circuler les câbles (électrique, téléphonique et informatique).

III. Le perçage et la fixation des composants

1. Les composants électriques utilisés à l'intérieur des armoires

1.1. Disjoncteur général

Un disjoncteur est un dispositif électromécanique, de protection, dont la fonction est d'interrompre le courant électrique en cas d'incident sur un circuit électrique. Il est capable d'interrompre un courant de surcharge ou un courant de court-circuit dans une installation. Suivant sa conception.

1.2. Les relais

Le passage d'un courant de quelques dizaines de milliampères dans le circuit d'excitation suffit pour produire un champ électromagnétique à l'extrémité de la bobine. Ce champ magnétique va être capable de faire déplacer la partie mobile qui déplacera alors des contacts mécaniques.

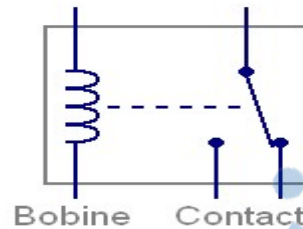


Figure 4:Schéma interne du relais

Les relais utilisés dans cette armoire sont : relais de phase, relais de tension, relais de niveau et relais de remise en service.

1.3.Les batteries de compensation

Les batteries de condensateurs permettent l'augmentation de la performance énergétique en améliorant le $\cos\phi$ d'une installation électrique, ce qui entraîne des économies d'énergie non négligeables. Ce condensateur est plus utilisable dans les installations industrielles afin de compenser l'énergie réactive produite par les moteurs et les charges connectées.

1.4.Disjoncteur modulaire

Un disjoncteur modulaire est un appareil équipé d'un dispositif magnétothermique qui commande et protège les circuits et les récepteurs.

1.5.Les bornes

Une borne électrique est un système de connexion mécanique et électrique de deux ou plus composantes électriques.

1.6.Le transformateur d'isolement

Un transformateur d'isolement, aussi appelé « transformateur de séparation », est un appareillage électrique permettant l'isolement entre plusieurs parties actives dangereuses.

En d'autres termes, le transformateur d'isolement est un organe sécuritaire qui permet la séparation entre deux réseaux.

Ce transformateur va être utilisé pour la commande du démarreur.

1.7. Transformateur de courant TC ou TI

L'utilisation du transformateur d'intensité nous permet de mesurer le courant circulant dans un câble. Notons que ce transformateur se compose d'une bobine qui crée un champ magnétique lors de la présence du courant dans le câble, ce dernier est considéré comme primaire du transformateur.

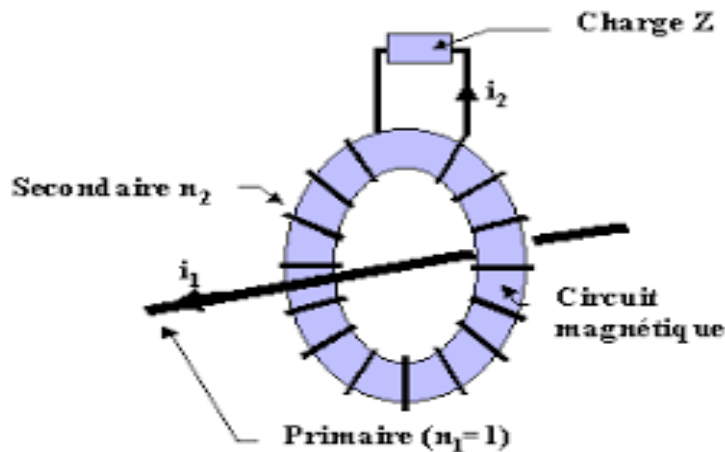


Figure 5: Le fonctionnement de transformateur de courant

1.8. Disjoncteur moteur

Un disjoncteur moteur est un organe de protection dont la fonction est d'interrompre le courant électrique en cas de surcharge ou de court-circuit, c'est un dispositif magnétothermique.

1.9. Tore

Le tore électrique est un dispositif qui permet de détecter les courants de fuite à la terre.

Il est utilisé principalement avec vigiloHM system, pour la détection, la localisation et la mesure des courants de défaut à la terre, en régime de neutre isolé IT [3].

1.10. Le démarreur progressif

a. Définition

Un démarreur est un dispositif électronique destiné à limiter le courant absorbé par un moteur électrique durant son démarrage.

b. Caractéristique

- Type de commande : commande groupe électropompe.
- Modes de démarrage : démarrage de groupe électropompe.
- Temps de démarrage : 0 à 30 secondes.

- Temps d'arrêt : 0 à 60 secondes.

Protection contre :

- Défaut réseau : le démarreur surveille la liaison avec le réseau et avec la charge.
- Perte de puissance (absence de phase).
- Inversion de tension.
- Inversion des phases.
- Sous-tension réglable en seuil et temporisation.
- Surtension réglable en seuil et temporisation.
- Blocage de groupe en fonctionnement réglable en seuil et temporisation.
- Blocage de groupe au démarrage.
- Limitation de nombre de démarrage par heure réglable.
- Surcharge thermique (numérique).
- Sous-charge (évite la marche à vide des pompes).

c. Mesures et affichages

Le démarreur doit afficher les mesures des grandeurs suivantes :

- Courant en ampères (I1 – I2 – I3).
- Tension en volts (U1 – U2 – U3 – U1, 2 – U1, 3 ... etc.).
- Puissance en KW.
- Consommation d'énergie en KW/h.
- Facteur de puissance $\cos\varphi$.
- Temps de fonctionnement de groupe électropompe.
- Surveillance thermique du moteur.
- Température de fonctionnement de démarreur : 0 à 40°C.

d. Paramétrage

Les paramètres sont différents selon les modèles et fabricants, mais on retrouve le plus souvent :

- La durée de la rampe de démarrage.
- La durée de la rampe d'arrêt.
- La limitation de courant à appliquer.



Lorsque la fonction de protection thermique est intégrée, on retrouve aussi :

- La puissance nominale du moteur.
- Le courant nominal du moteur.
- La vitesse nominale de rotation.

e. Les critères de choix

Parmi les principaux critères de choix des démarreurs progressifs:

- Le type de moteur à raccorder (monophasé, triphasé).
- Le courant nominal absorbé par le moteur ou sa puissance nominale.
- Les tensions nominales du moteur et celle du réseau.
- La température.

Le tableau ci-dessous (proposé par le constructeur Schneider Electric) donne les caractéristiques du moteur, ce qui permettra de choisir le démarreur convenable dans le réseau 230/415 V selon les critères suivants : la puissance et la température [2].

Moteur		Démarreur 230/415 V		
Puissance plaquée moteur		Courant max permanent en classe 10	Calibre ICL	Référence démarreur
230 V	400 V			
kW	kW	A	A	
4	7,5	17	17	ATS 48D17Q
5,5	11	22	22	ATS 48D22Q
7,5	15	32	32	ATS 48D32Q
9	18,5	38	38	ATS 48D38Q
11	22	47	47	ATS 48D47Q
15	30	62	62	ATS 48D62Q
18,5	37	75	75	ATS 48D75Q
22	45	88	88	ATS 48D88Q
30	55	110	110	ATS 48C11Q
37	75	140	140	ATS 48C14Q
45	90	170	170	ATS 48C17Q
55	110	210	210	ATS 48C21Q
75	132	250	250	ATS 48C25Q
90	160	320	320	ATS 48C32Q
110	220	410	410	ATS 48C41Q
132	250	480	480	ATS 48C48Q
160	315	590	590	ATS 48C59Q
220	400	790	790	ATS 48C79Q
250	500	1000	1000	ATS 48M10Q
355	630	1200	1200	ATS 48M12Q

Tableau 3: Choix du démarreur

Le courant nominal moteur I_n ne doit pas dépasser le courant max permanent en classe 10.

f. Déclassement en température

Le tableau ci-dessus tient compte d'une utilisation à température ambiante de 40°C maxi. L'ATS 48 peut-être utilise jusqu'à une température ambiante de 60 °C à condition d'appliquer au courant max permanent en classe 10 un déclassement de 2 % par degré au-dessus de 40 °C.

g. Application sur notre projet

Le moteur dont nous disposons, a une puissance de 30 kW (en triphasé) avec une température de 40 °C, donc le démarreur qui convient est « ATS 48D62Q ».

IV. Le câblage

Après avoir fixé tous les composants électriques dans l'armoire, nous passons par la suite à la dernière étape, le câblage, c'est la liaison électrique entre les composants en utilisant les câbles, les embouts, les cosses et les repères.

1. Les câbles

Est un ensemble composé d'un ou plusieurs fils conducteurs.

2. Les embouts

L'embout de câblage se compose d'un tube en cuivre étamé à l'extrémité duquel est surmoulée une colle isolante. Le tube de cuivre a pour fonctions d'enrober les brins du conducteur souple et de faciliter son introduction dans les bornes. La collerette en plastique isole le conducteur des connexions adjacentes.

Les embouts de câblage se diffèrent selon la section du conducteur [3].

Section du conducteur (mm ²)	Couleur	Longueur de la partie métallique (mm)
0,25	Jaune	8,2
0,34	Vert	8,2
0,5	Blanc	8,2
0,75	Bleu	8,2
1	Rouge	8,2
1,5	Noir	8,2
2	Jaune	8,2
2,5	Gris	8,2
4	Orange	9,8
6	Vert	11,5

Tableau 4:Les types des embouts.

3. Les repères

Ce sont des accessoires en plastique qui servent à repérer les fils et les appareils électriques afin de mieux se situer sur le schéma électrique, ils permettent de faciliter la maintenance de l'armoire en cas de problèmes [3].

4. Les cosses

Les cosses électriques à sertir comportent une partie arrière déformable entourée d'un petit manchon en plastique. C'est cette partie qui est écrasée à l'aide d'une pince spéciale (à sertir).

Une cosse à sertir doit correspondre à la section du conducteur (en mm²). Et pour cela repéré par un code de couleurs : rouge (0,3 à 1,5 mm²), bleu (1 à 2,5 mm²), jaune (2,6 à 6 mm) [3].

V. Le choix de la pompe

1. Introduction

Le pompage de l'eau est un système d'alimentation utilisant une pompe hydraulique pour refouler l'eau jusqu'à une altitude élevée. On appelle pompe hydraulique, une machine destinée à faire élever l'eau dans une conduite. Elle transforme son énergie mécanique en énergie hydraulique ce qui fait que le liquide traverse la pompe, puis monte jusqu'à une certaine hauteur. Donc comment il faut choisir la pompe convenable à notre station?

2. Caractéristiques

Caractéristiques	ONEP
Débit	10 l/s
HMT	165 m
Écart de puissance en %	≥10 %
Rendement global	≥40%

Tableau 5:Données caractérisant la pompe convenable

2.1 Liquide pompé

Il faut déterminer le liquide pompé, puisque les liquides sont différents au niveau de débit. Dans notre cas le liquide c'est l'eau.

2.2 HMT (hauteur manométrique totale)

C'est la force qui permet le transport de l'eau dans la tuyauterie au point le plus élevé de l'installation.

2.3 Débit Q

C'est le volume d'eau traversant une section transversale de l'écoulement par unité de temps, en (m³/h) ou (l/s).

2.4 Rendement global

Le rendement global permet de quantifier la transformation de l'énergie électrique en énergie hydraulique. Il s'exprime en %.

2.5 Puissance absorbée

La puissance absorbée par la pompe. Elle s'exprime en KW.

2.6 NPSH (pression nette positive à l'aspiration)

La NPSH est un paramètre important à prendre en compte dans la conception d'un circuit : lorsque la pression d'un liquide descend, le liquide se vaporise, ce phénomène est très dangereux à l'intérieur d'une pompe car il crée une cavitation (implosion de bulles de vapeur) qui endommage le corps de la pompe tout en réduisant le rendement.

NPSH est simplement une mesure permettant de quantifier la hauteur manométrique d'aspiration disponible pour éviter la vaporisation au niveau le plus bas de la pression dans la pompe.

Il y a deux types de NPSH : disponible de notre circuit et requis sur la plaque signalétique de la pompe. Pour un bon fonctionnement hydraulique, il faut vérifier la condition suivante : NPSH. Disponible > NPSH. Requis.

3. Choix d'une pompe

Le choix de la pompe s'effectue en cherchant dans la documentation de constructeurs de pompes celle qui satisfait au cahier des charges établi lors du dimensionnement. En effet, les constructeurs proposent les plages de fonctionnement des pompes ainsi que les diagrammes (Q, H); il ne reste plus alors qu'à trouver la pompe dont la plage de fonctionnement correspond aux conditions d'utilisation et vérifier le coefficient NPSH requis. Ainsi, les paramètres techniques définis précédemment sont suffisants pour choisir la pompe adéquate. Dans notre étude la marque de la pompe proposée dans le cahier de charge est WILO.

Les étapes à suivre pour choisir la pompe convenable à travers le logiciel WILO-SELECT4:

- Le type de pompe : puisque nous travaillons dans un domaine rural, donc il faut choisir une pompe de grande HMT et de petit débit, c'est la pompe centrifuge verticale de référence HELIX FIRST V.
- Les familles des pompes : choisir la pompe selon les valeurs HMT et Q.

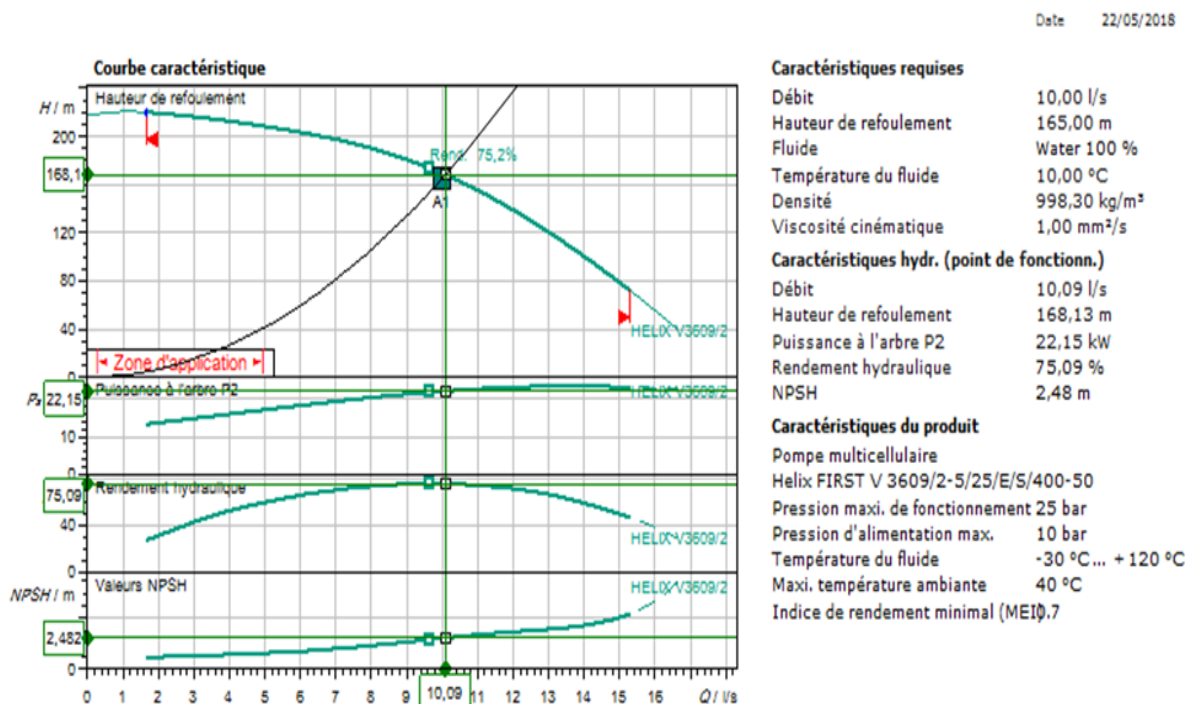


Figure 6: La fiche technique de la pompe utilisable d'après logiciel WILO-SELECT4

Hauteur manométrique totale HMT	165.13 m
Débit Q	10.09 l/s = 36m ³ /h
Pression (1bar=10m)	16.51bar
Rendement de pompe η	75.09%
Rendement du moteur η	93.7%
Puissance nominale du moteur P ₁	30KW
Puissance de la pompe P ₂	22.15KW
NPSH	2.48m

Tableau 6:Caractéristiques de la pompe et le moteur donnés par logiciel WILO SELECT4

Pour vérifier si cette pompe est convenable pour notre station il faut s'assurer que les deux conditions suivantes sont vérifiées:

- L'écart de puissance en % $\geq 10\%$:

$$\text{Écart de puissance} = \left(\frac{P_m}{P_p} - 1 \right) * 100 = \left(\frac{30}{22.15} - 1 \right) * 100 = 35.44\% \geq 10\%.$$

- Le rendement global en % $\geq 40\%$

$$\eta_t = \eta_{mo} * \eta_{po} = 0.937 * 0.7509 = 0.70 = 70\% \geq 40\%$$

Donc cette pompe est convenable pour notre station de reprise.

VI. Conclusion

Tout au long de ce chapitre, nous avons présenté les composantes électriques de chaque armoire, les critères de choix de la pompe et du démarreur, ensuite les différents outils de câblage.

Avant de commencer le câblage, il faut faire un dimensionnement de la station, ça ce que nous allons traiter dans le chapitre suivant :

Chapitre 3 :**Dimensionnement électrique de la station**

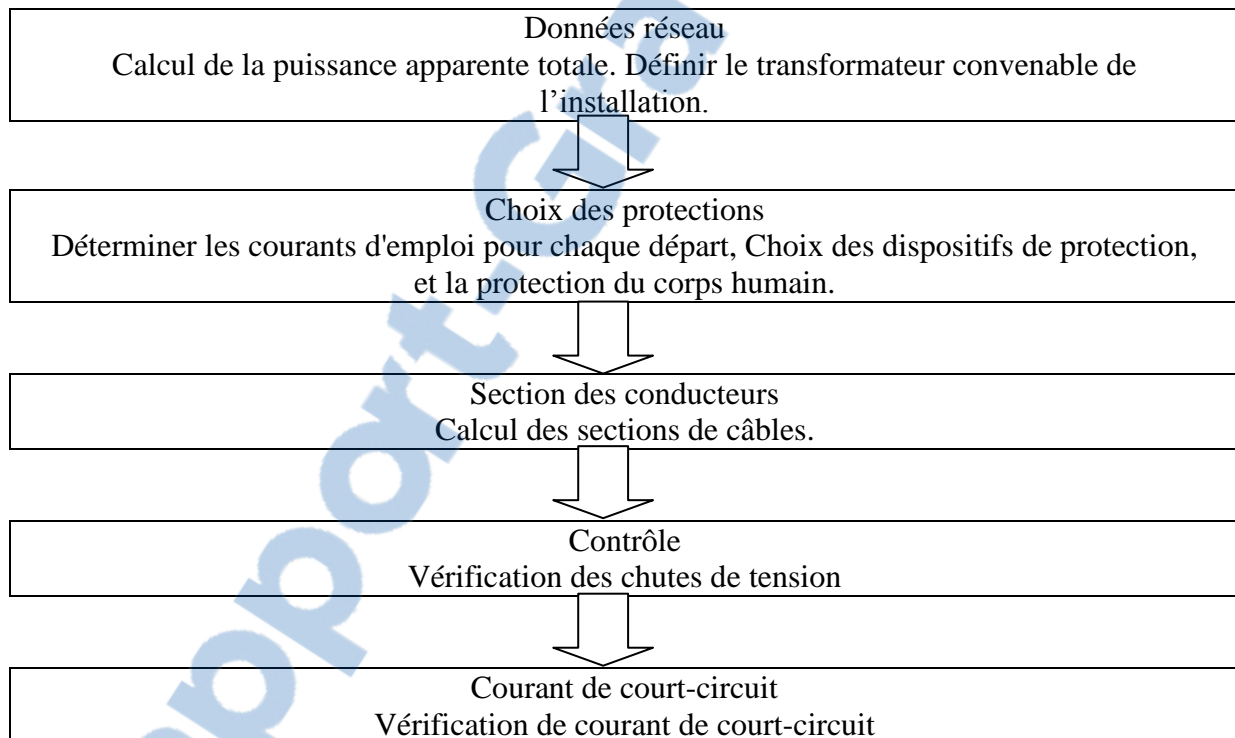
I. Introduction

Avant de commencer de câbler les armoires électriques pour commander les groupes électropompes, il faut faire une étude de dimensionnement, pour assurer le bon fonctionnement de toute la station de reprise.

Tout au long de ce chapitre, nous effectuerons le bilan des puissances. Ensuite, nous calculerons le dimensionnement d'une installation électrique (choix des dispositifs de protection, section des conducteurs, chute de tension et le courant de court-circuit).

1. Méthodologie de dimensionnement d'une installation électrique

Après l'étude de bilan de puissance de toute l'installation électrique, on peut la dimensionner suivant la chronologie ci-après :



II. Bilan des Puissances

Le bilan de puissance est une étape indispensable dans notre installation électrique. Il prend en compte la totalité des puissances des appareils installés et leur utilisation. Pour un résultat garantissant le bon fonctionnement de l'installation.

Les récepteurs ne fonctionnent pas tous ni en même temps ni tout le temps, c'est pour cela que nous utilisons les facteurs de simultanéité (K_s) et d'utilisation (K_u) pour calculer la puissance d'utilisation.

La puissance d'utilisation P_u (kW) d'un seul récepteur :

$$P_u = K_u * P$$

D'où P est la puissance active.

La puissance d'utilisation totale P_u (kW) est la somme arithmétique des puissances d'utilisation P_u fois K_s [5] :

$$P_u = K_s * \sum_{i=1}^{i=n} K_u * P_i$$

1. Le coefficient de simultanéité K_s

Sachant que dans la pratique, toutes les charges d'une installation donnée ne fonctionnent jamais simultanément. Il y a toujours un certain degré de diversité dont on tient compte par l'utilisation d'un facteur K_s (facteur de simultanéité) [5].

Ce facteur est défini comme suit dans la norme CEI 60050 - Vocabulaire Electrotechnique International.

Facteur de simultanéité : rapport, exprimé en valeur numérique ou en %, de la puissance maximale appelée par un groupe d'appareils électriques, au cours d'une période déterminée, à la somme des puissances maximales individuelles appelées pendant la même période. Conformément à cette définition, la valeur est toujours ≤ 1 et peut être exprimée en pourcentage.

Utilisation		Facteur de simultanéité (ks)
Eclairage		1
Chauffage et conditionnement d'air		1
Prises de courant		0,1 à 0,2 ^[a]
Ascenseur et monte-charge ^[b]	Pour le moteur le plus puissant	1
	Pour le moteur suivant	0,75
	Pour les autres	0,60

Tableau 7:Facteur de simultanéité en fonction de l'utilisation (UTE C15.105 table AC)

2. Le coefficient d'utilisation Ku

Il détermine le taux d'utilisation d'un récepteur selon le temps. Le facteur d'utilisation s'applique individuellement à chaque récepteur. Dans une installation industrielle, ce facteur peut-être [5].

- Pour un seul moteur Ku égal à 1.
- Pour l'éclairage et le chauffage le Ku toujours égal à 1.
- Pour les autres usages, le Ku sera systématiquement estimé à 1.

3. Le schéma unifilaire de toute l'installation

La station de reprise compose de 4 lampes d'éclairage extérieur, 5 tubes fluorescents d'éclairage intérieur, deux prises une monophasée et l'autre triphasée, deux moteurs mettre en marche d'une manière successive, deux armoires électriques de commande ces derniers (groupe 1 et 2) et l'armoire d'arrivée qui fait la distribution de l'alimentation et la commande.

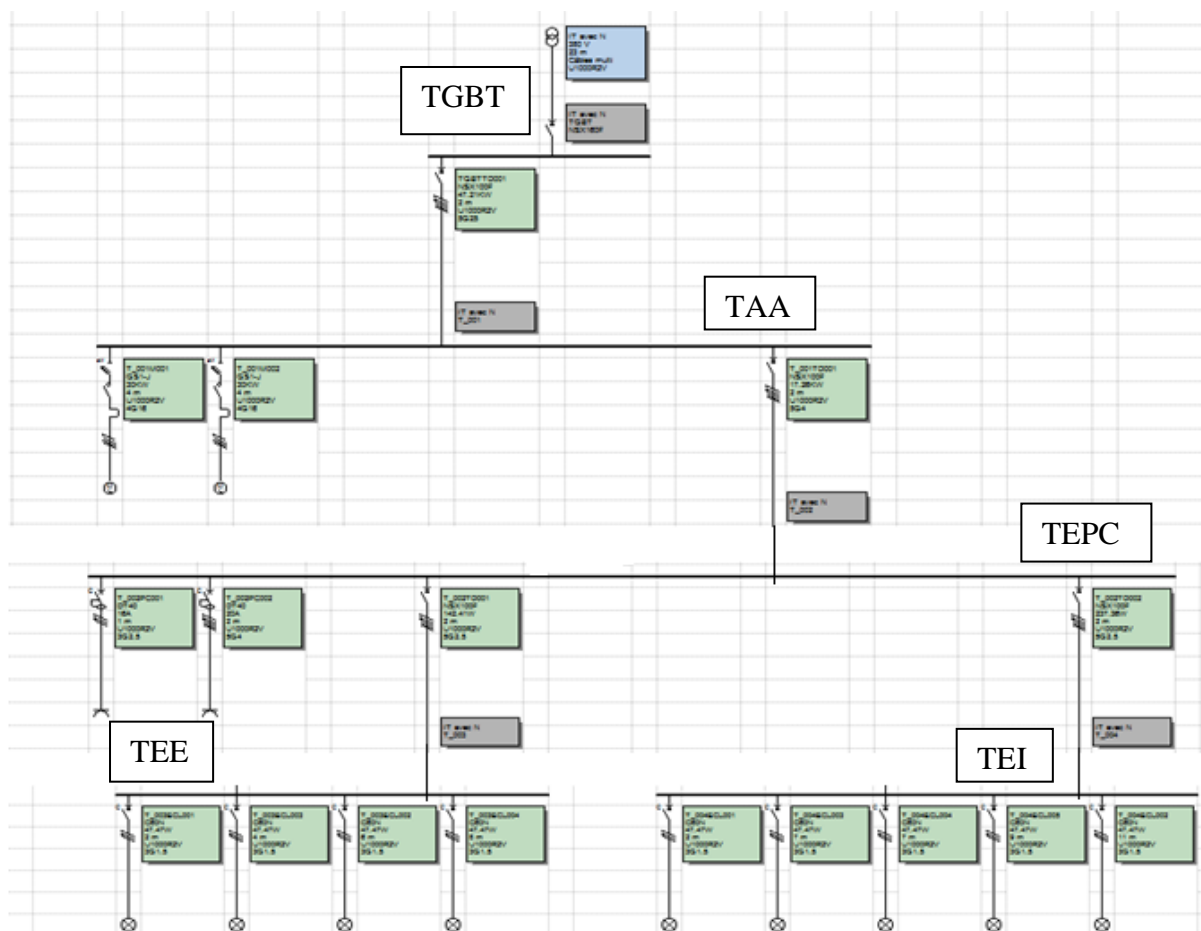


Figure 7:Schéma unifilaire de toute l'installation

4. Calcul de la puissance de l'installation

4.1. La puissance d'éclairage

a) La puissance du tableau d'éclairage intérieur TEI

Le tableau suivant contient les caractéristiques électriques d'éclairage intérieur:

	TEI
Désignation	Tube fluorescent
Nombre	5
Tension	230V
Facteur de puissance	$\cos\varphi=0.48$
Courant	0.43A
Puissance active totale	$P_t = 5 * U * I * \cos \varphi = 237.36W$
Puissance réactive totale	$Q_t = 5 * U * I * \sin \varphi = 433.80VAR$
Puissance apparente totale	$S_t = \sqrt{P^2 + Q^2} = 494.49VA$
Coefficient de simultanéité K_s	$K_s=1$
Coefficient d'utilisation K_u	$K_u=1$
Puissance d'utilisation totale	$P_u = K_s * \sum_{i=1}^{i=5} P * K_u = 237.36W$

Tableau 8: La puissance du TEI

Donc les critères de la norme NF C 15-100 d'éclairages [4] est vérifiés.

b) La puissance du tableau d'éclairage extérieur TEE

Le tableau suivant contient les caractéristiques électriques de l'éclairage extérieur :

	TEE
Désignation	Lampe
Nombre	4
Tension	230V
Facteur de puissance	$\cos\varphi=0.48$
Courant	0.43A
Puissance active totale	$P_t = 4 * U * I * \cos \varphi = 189.88W$
Puissance réactive totale	$Q_t = 4 * U * I * \sin \varphi = 347.04VAR$
Puissance apparente totale	$S_t = \sqrt{P^2 + Q^2} = 395.58VA$
Coefficient de simultanéité K_s	$K_s=1$
Coefficient d'utilisation K_u	$K_u=1$
Puissance d'utilisation totale	$P_u = K_s * \sum_{i=1}^{i=4} P * K_u = 189.88W$

Tableau 9: La puissance du TEE

4.2. La puissance des Prises de Courant PC

Au local d'une station de reprise, il est nécessaire de placer des prises de courant monophasé et triphasé pour une éventuelle utilisation. Le choix de prise est en fonction de la nature du récepteur.

Le tableau suivant contient les caractéristiques électriques des prises:

	PC triphasée 3P+N+PE	PC monophasée 1P+N+PE
Nombre de prise	1	1
Courant	$I = 20 \text{ A}$	$I = 16 \text{ A}$
Tension	$U = 380 \text{ V}$	$U = 230 \text{ V}$
Facteur de puissance	$\cos\varphi = 1$	$\cos\varphi = 1$
Puissance active	$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\varphi$ $P = 13.16 \text{ KW}$	$P = U \times I \times \cos\varphi$ $P = 3.68 \text{ KW}$
Puissance réactive	$Q = \sqrt{3} \times U \times I \times \sin\varphi$ $Q = 0 \text{ VAR}$	$Q = U \times I \times \sin\varphi$ $Q = 0 \text{ VAR}$
Puissance apparente	$S = \sqrt{(P^2 + Q^2)} = 13.16 \text{ KVA}$	$S = \sqrt{(P^2 + Q^2)} = 3.68 \text{ KVA}$
Coefficient de simultanéité K_s	$K_s = 1$	$K_s = 1$
Coefficient d'utilisation K_u	$K_u = 1$	$K_u = 1$
Puissance d'utilisation totale	$P_u = P * K_u * K_s = 13.16 \text{ KW}$	$P_u = P * K_u * K_s = 3.68 \text{ KW}$

Tableau 10: La puissance des PC monophasée et triphasée

4.3. La puissance du moteur

Nous avons deux moteurs de même type, mais nous nous intéressons à calculer la puissance d'un seul moteur puisqu'ils travaillent d'une manière alterné.

Le tableau suivant contient les caractéristiques électriques du moteur :

	Moteur
Nombre	2
Courant absorbé	$I_b = 52.20 \text{ A}$
Tension nominale	$U_n = 380 \text{ V}$
Facteur de puissance	$\cos\varphi = 0.83$
Puissance active	30KW
Puissance réactive	$Q = \sqrt{3} \times U \times I \times \sin\varphi = 19.16 \text{ KVAR}$
Puissance apparente	$S = \sqrt{(P^2 + Q^2)} = 37.31 \text{ KVA}$
Coefficient de simultanéité K_s	$K_s = 1$
Coefficient d'utilisation K_u	$K_u = 1$
Puissance d'utilisation	$P_u = P * K_u * K_s = 30 \text{ KW}$

Tableau 11: La puissance du moteur

4.4. La puissance du tableau d'éclairage et prises de courant TEPC

Le tableau suivant contient les caractéristiques électriques du TEPC :

	TEPC
Puissance active	$P = P_{TEE} + P_{TEI} + P_{PC.mono} + P_{PC.tri} = 17.26 \text{ KW}$
Puissance réactive	$Q = Q_{TEE} + Q_{TEI} + Q_{PC.mono} + Q_{PC.tri} = 780.84 \text{ VAR}$

Puissance apparente	$S = \sqrt{(P^2 + Q^2)} = 17.29KVA$
Facteur de puissance	$\cos \varphi = \frac{P}{S} = 0,98$

Tableau 12: La puissance du TEPC

4.5. La puissance du tableau d'armoire d'arrivée TAA

Le tableau suivant contient les caractéristiques électriques d'armoire d'arrivée :

	TAA
Puissance active	$P = P_{TEE} + P_{TEI} + P_{PC.mono} + P_{PC.tri} + P_m = 47.26KW$
Puissance réactive	$Q = Q_{TEE} + Q_{TEI} + Q_{PC.mono} + Q_{PC.tri} + Q_m = 19.94 KVAR$
Puissance apparente	$S = \sqrt{(P^2 + Q^2)} = 51.29KVA$
Facteur de puissance	$\cos \varphi = \frac{P}{S} = 0,92$

Tableau 13: La puissance du TAA

4.6. La puissance du tableau général de basse tension TGBT

Le tableau suivant contient les caractéristiques électriques du TGBT :

	Totale
P (KW)	47.26
Q (KVAR)	19.94
S(KVA)	$S_t = \sqrt{(P^2 + Q^2)} = 51.29$
$\cos \varphi$	$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{47.21}{51.21} = 0.92$

Tableau 14: La puissance du TGBT

III. Choix du transformateur

Le rôle du facteur de réserve, également appelé facteur d'extension, est de bien choisir le transformateur convenable pour notre installation électrique [5].

Coefficient d'extension ou de réserve (K_e)
$K_e \geq 1$ varie généralement de 1,15 à 1,25

Tableau 15: Coefficient d'extension

Notre installation ne comprend qu'un seul transformateur donc $K_e = 1,25$.

Nous avons : $S = 51.29KVA$

Donc :

$$S_{tr} = S * K_e = 64.11KVA$$

Après avoir calculé la puissance du transformateur, Le transformateur choisi doit avoir une puissance assignée supérieure ou égale à la puissance du transformateur [1].

Transformateur HTA/BT									
Puissance assignée (kVA)	50	100	160	250	400	630	800	1000	...

Tableau 16: La puissance normalisée d'un transformateur HTA/BT

Nous avons $50KVA < 64.11KVA < 100KVA$, donc le transformateur choisi est de puissance assignée 100KVA.

IV. Choix des protections

1. Présentation

La protection des installations consiste à définir la nature des perturbations contre lesquels nous devons se protéger, puis à choisir l'appareil capable de les détecter et de les supprimer.

2. Protection du corps humain

Le corps humain sera traversé par un courant électrique lorsqu'il est soumis à une différence de potentiel (tension de contact) [6].

2.1.Type de contacts

a) Contacts directs

Ce terme désigne le contact des personnes avec des conducteurs actifs (phase ou neutre) ou des pièces conductrices habituellement sous tension.

b) Contacts indirects

Ce terme désigne le contact des personnes avec des masses mises accidentellement sous tension. Cette mise sous tension accidentelle résulte de la défaillance de l'isolation d'un appareil.

2.2.Protection contre les contacts directs

La norme CEI 61140 a renommé la "protection contre les contacts directs" en "protection principale".

La norme NF C 15-100 assure la protection contre les contacts directs [6]:

- Par "l'isolation principale" des parties actives, c'est-à-dire par des barrières ou des enveloppes,
- Par la mise en œuvre d'une protection complémentaire réalisée par un dispositif différentiel à courant résiduel haute sensibilité ($I\Delta n \leq 30 \text{ mA}$) et à temps de fonctionnement rapide. Ces dispositifs sont très efficaces dans la majorité des cas de contact direct.

2.3. Protection contre les contacts indirects

La norme CEI 61140 a renommé la "protection contre les contacts indirects" en "protection en cas de défaut".

La mesure de protection contre les contacts indirects par coupure automatique de l'alimentation est réalisée si les masses sont mises à la terre.

La norme CEI 60364-4-41 définit 3 schémas des liaisons à la terre : schéma TN, schéma TT et schéma IT. Dans notre étude on a utilisé le schéma IT.

- **I** : Isolation ou liaison à travers d'une impédance d'un point de l'alimentation avec la terre (neutre isolé).
- **T** : Directement reliée à une prise de terre indépendante de la prise de terre de l'alimentation (masse à la terre).

La norme CEI 60364-4-41 impose pour chaque SLT et en fonction de la tension du réseau des temps de coupure maximaux dans des conditions [6]:

Tension nominale entre phase et neutre U_0	$50 \text{ V} < U_0 \leq 120 \text{ V}$		$120 \text{ V} < U_0 \leq 230 \text{ V}$		$230 \text{ V} < U_0 \leq 400 \text{ V}$		$U_0 > 400 \text{ V}$	
Temps de coupure (s)	Alternatif	Continu	Alternatif	Continu	Alternatif	Continu	Alternatif	Continu
Schéma TT	0.3	5	0.2	0.4	0.07	0.2	0.04	0.1
Schéma TN ou IT	0.8	5	0.4	5	0.2	0.4	0.1	0.1

Tableau 17: Les temps de coupure selon le schéma de liaison à la terre de l'installation.

Donc dans notre installation, le temps de coupure est 0.2s.

3. Choix de disjoncteur pour la protection

3.1. Le disjoncteur magnétothermique

C'est le seul dispositif capable de remplir simultanément toutes les fonctions d'un appareillage électrique BT. Ces disjoncteurs protègent les installations des courants de trop forte intensité.

Un disjoncteur protège l'installation contre:

- La surcharge (thermique).
- La surintensité (magnétique).

3.2. Dispositif différentiel à courant résiduel (DDR)

Il est utilisé pour comparer les intensités sur les différents conducteurs qui le traversent. Par exemple, en monophasé, il compare l'intensité circulant dans le conducteur de phase, et celle du conducteur de neutre. C'est un appareil de protection des personnes qui limite les risques d'électrocution en détectant les fuites de courant à la terre de l'installation électrique.

La norme NF-C 15 100 impose d'utiliser :

- Un dispositif différentiel de **30mA** pour les prises du courant.

3.3. Détermination de courant d'emploi pour les disjoncteurs de protection

Détermination de courants d'emploi pour le TGBT :

$$S_t = 51.29KVA$$

La tension nominale $U = 380 V$

$$\text{Le courant d'emploi : } I_b = \frac{S_t}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{51.29 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 77.92A$$

Détermination de courants d'emploi pour le TAA :

$$S_t = 51.29KVA$$

La tension nominale $U = 380 V$

$$\text{Le courant d'emploi : } I_b = \frac{S_t}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{51.29 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 77.92A$$

Détermination de courants d'emploi pour le TEPC :

$$S_t = 17.29KVA$$

La tension nominale $U = 380 V$

$$\text{Le courant d'emploi : } I_b = \frac{S_t}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{17.29 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 26.26A$$

Détermination de courants d'emploi pour le TEE:

$$S_t = 395.58VA$$

La tension nominale $V = 230V$

$$\text{Le courant d'emploi : } I_b = \frac{S_t}{V} = \frac{395.58}{230} = 1.72A$$

Détermination de courants d'emploi pour le TEI:

$$S_t = 494.49VA$$

La tension nominale $V = 230V$

$$\text{Le courant d'emploi : } I_b = \frac{S_t}{V} = \frac{494.49}{230} = 2.15A$$

Détermination de courant d'emploi pour le moteur :

La puissance du moteur $P = 30KW$

La tension nominale : $U=380V$

Le facteur de puissance : $\cos \varphi = 0.83$

$$\text{Le courant d'emploi : } I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{30 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.83} = 54.91A$$

Détermination de courant d'emploi du PC triphasée :

La puissance de prise triphasée $P = 13.16KW$

La tension nominale : $U=380v$

Le facteur de puissance : $\cos \varphi = 1$

$$\text{Le courant d'emploi : } I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{13.16 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 20A$$

Détermination de courant d'emploi du PC monophasée :

La puissance de prise monophasée $P = 3.68KW$

La tension nominale : $U=230V$

Le facteur de puissance : $\cos \varphi = 1$

$$\text{Le courant d'emploi : } I_b = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{3.68 \cdot 10^3}{230} = 16A$$

3.4.Choix des calibres des dispositifs de protection

Après avoir calculé tous les courants d'emplois, nous pouvons déterminer les calibres des dispositifs de protection, il suffit de vérifier la relation : $I_n \geq I_b$.

Pour cela nous avons pris les calibres existant dans les tableaux de choix des disjoncteurs [1].

CALIBRES Normalisés (A)	6	8	10	16	20	25	32	40	50	63	70	80	100	125	160	320	400	500	...
-------------------------------	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tableau 18: Les calibres normalisés des disjoncteurs

3.5.Les courbes de déclenchement

- **La courbe B** : le disjoncteur a un déclenchement relativement bas (entre 3à chaud et 5x I_n à froid) et permet d'éliminer les courts-circuits de très faible valeur.

- **La courbe C** : ce disjoncteur couvre une très grande majorité des besoins et s'utilise notamment dans les installations électriques. Son déclenchement magnétothermique se situe entre (5 à chaud et 10x I_n à froid).

Le tableau suivant présente les résultats de calcul effectué :

	Calibre choisie I_b (A)	Calibre choisie I_n (A)	Type de disjoncteur	Courbe de déclenchement	Résultat de CANECO-BT
TEI	$I_b= 2.15$ A	$I_n=6$ A	disjoncteur magnétothermique	B	
PC monophasée	$I_b=16$ A	$I_n=16$ A	dispositif différentiel	C	Figure 18 Annexe 1
PC triphasée	$I_b=20$ A	$I_n=20$ A	dispositif différentiel	C	Figure 19 Annexe 1
TEE	$I_b= 1.72$ A	$I_n= 6$ A	disjoncteur magnétothermique	B	
Moteur	$I_b= 54.91$ A	$I_n=63$ A	disjoncteur magnétothermique	C	
TAA	$I_b= 77.92$ A	$I_n= 80$ A	disjoncteur magnétothermique	C	Figure 15 Annexe 1
TGBT	$I_b= 77.92$ A	$I_n= 80$ A	disjoncteur magnétothermique	C	
TEPC	$I_b= 26.26$ A	$I_n= 32$ A	disjoncteur magnétothermique	C	Figure 17 Annexe 1
Chaque lampe et chaque tube	$I_b= 0.43$ A	$I_n= 6$ A	disjoncteur magnétothermique	C	

Tableau 19: Choix des dispositifs de protection

VII. Dimensionnement des câbles

Il est important de calculer correctement la section du câble utilisé dans nos l'installation. En effet un câble trop faible va entraîner un échauffement dû à sa résistance (ce qui peut créer un incendie), et une perte de tension. Une section trop importante peut entraîner un problème de poids et de coût. Pour cela il faut faire une étude de la section de chaque câble entre deux points distingués, avant chaque utilisation.

1. Type de câble

Le type des câbles utilisés sont U-1000 R2V.

- U : Câble faisant l'objet d'une norme UTE.
- 1000 : tension nominale 1000V.
- R : Polyéthylène réticulé.
- 2 : Bourrage indépendant de la gaine extérieure.
- V : Polychlorure de vinyle (PVC).

Ces câbles sont destinés à un usage courant dans l'industrie, ils sont particulièrement recommandés pour l'installation fixe de distribution d'énergie basse tension.

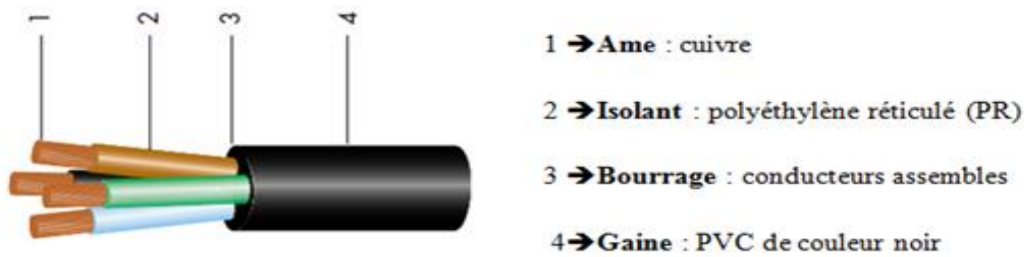


Figure 8:L'isolement du câble

2. Dimensionnement des câbles non enterrés

2.1. La démarche de dimensionnement des câbles non enterrés

Pour dimensionner ces câbles, on a exploité une documentation technique de Schneider Electric afin de déterminer la section d'un câble en prenant en compte les différents paramètres de notre installation [1].

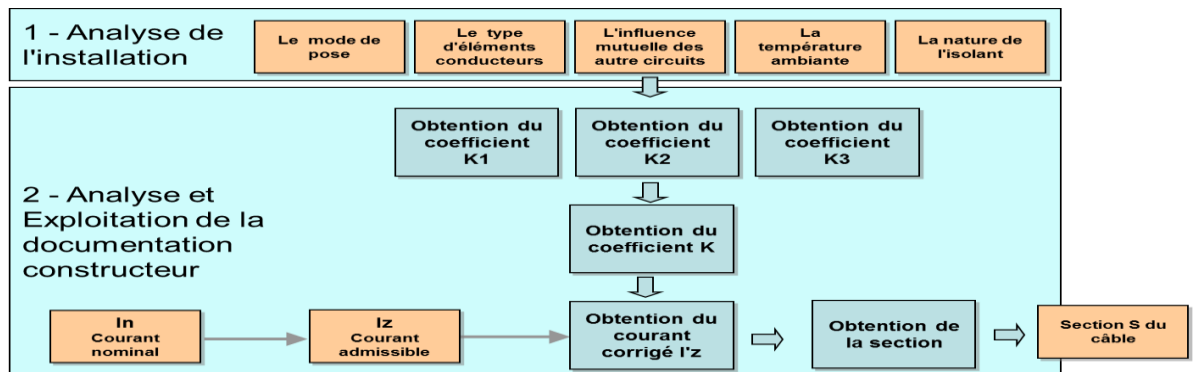


Figure 9:La démarche de dimensionnement des câbles non enterrés

La figure 9 montre qu'il faut passer par deux étapes pour déterminer les sections des câbles

Première étape : faire l'analyse de l'installation qui dépend de plusieurs paramètres :

- Le mode de pose.
- Le type d'élément de conducteur.
- L'influence mutuelle des autres circuits.
- La température ambiante.
- La nature de l'isolant.

Deuxième étape : faire l'analyse et l'exploitation de la documentation constructrice qui dépend de :

- Les coefficients K_1 , K_2 et K_3 qui dépendent d'analyse de l'installation.

- Le courant nominal I_n .

2.2. La lettre de sélection

type d'éléments conducteurs	mode de pose	lettre de sélection
conducteurs et câbles multiconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> ■ sous conduit, profilé ou goulotte, en apparent ou encastré ■ sous vide de construction, faux plafond ■ sous caniveau, moulures, plinthes, chambranles 	B
	<ul style="list-style-type: none"> ■ en apparent contre mur ou plafond ■ sur chemin de câbles ou tablettes non perforées 	C
câbles multiconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> ■ sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé ■ fixés en apparent, espacés de la paroi ■ câbles suspendus 	E
câbles monoconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> ■ sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé ■ fixés en apparent, espacés de la paroi ■ câbles suspendus 	F

Tableau 20: Lettre de sélection

2.3. Le facteur de correction K1

Le facteur de correction K1 prend en compte le mode de pose.

Facteur de correction K1		
lettre de sélection	cas d'installation	K1
B	■ câbles dans des produits encastrés directement dans des matériaux thermiquement isolants	0,70
	■ conduits encastrés dans des matériaux thermiquement isolants	0,77
	■ câbles multiconducteurs	0,90
	■ vides de construction et caniveaux	0,95
C	■ pose sous plafond	0,95
B, C, E, F	■ autres cas	1

Tableau 21: Facteur de correction k1

2.4. Le facteur de correction K2

Le facteur de correction K2 prend en compte l'influence mutuelle des circuits placés côte à côte.

Facteur de correction K2														
lettre de sélection	disposition des câbles jointifs	facteur de correction K2												
		nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
B, C	encastrés ou noyés dans les parois	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	
C	simple couche sur les murs ou les planchers ou tablettes non perforées	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70			
	simple couche au plafond	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61			
E, F	simple couche sur des tablettes horizontales perforées ou sur tablettes verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72			
	simple couche sur des échelles à câbles, corbeaux, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78			

Tableau 22: Facteur de correction k2

2.5. Le facteur de correction K3

Le facteur de correction K3 prend en compte la température ambiante et la nature de l'isolant :

- La température ambiante maximale 40° C.
- La nature de l'isolant choisi : polyéthylène réticulé (PR).

Facteur de correction K3			
températures ambiantes (°C)	isolation élastomère (caoutchouc)	polychlorure de vinyle (PVC)	polyéthylène réticulé (PR) butyle, éthylène, propylène (EPR)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,93	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55	–	0,61	0,76
60	–	0,50	0,71

Tableau 23: Facteur de correction k3

2.6. Détermination de la section de câble

Après la détermination des facteurs K1, K2 et K3, on peut déterminer le facteur de correction global, $K = K_1 * K_2 * K_3$

Nous choisissons une valeur normalisée I_n (tableau 19).

Puisque nous avons des circuits protégés par des disjoncteurs, donc le courant admissible est égal au courant nominal (calibre de disjoncteur) $I_Z = I_n$.

Avec :

I_Z : est la valeur d'intensité que peut supporter le câble.

Le I'_Z prenant en compte le coefficient K est $I'_Z = \frac{I_Z}{K}$ (courant équivalent au courant véhiculé par la canalisation).

Nous pouvons déterminer la section des câbles à l'aide de tableau suivant, en se plaçant sur la ligne correspondant à la lettre de sélection choisie, nous choisissons la valeur immédiatement supérieure à I'_Z .

lettre de sélection	isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)									
	caoutchouc ou PVC					butyle ou PR ou éthylène PR				
	B	PVC3	PVC2		PR3	PR3	PR2			
	C		PVC3		PVC2	PVC2	PR3	PR2		
E			PVC3					PR2		
F					PVC3		PVC2	PR3		PR2
section cuivre (mm ²)	1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26	
	2,5	21	24	25	27	30	31	33	36	
	4	28	32	34	36	40	42	45	49	
	6	36	41	43	48	51	54	58	63	
	10	50	57	60	63	70	75	80	86	
	16	68	76	80	85	94	100	107	115	
	25	89	98	101	112	119	127	138	149	161
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
	50	134	144	153	168	179	192	207	225	242
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
	95	207	223	238	258	278	298	328	352	377
	120	239	259	276	299	322	346	382	410	437
	150		299	319	344	371	395	441	473	504
	185		341	364	392	424	450	506	542	575
	240		403	430	461	500	538	599	641	679
	300		464	497	530	576	621	693	741	783
	400					656	754	825		940
	500					749	868	946		1 083
	630					855	1 005	1 088		1 254

Tableau 24:Section de câble

2.7. La section des Câbles non enterrés

La norme *NF C 15-100* impose : le calibre du disjoncteur pour l'éclairage est de 16A maximum.

Dans notre étude nous travaillons par la norme française C1510002 qui impose un calibre de 16 A pour le disjoncteur d'éclairage extérieur et intérieur (circuit en amont), et d'autre de 10A (circuit en aval) pour chaque lampe et tube fluorescent.

Le tableau ci-dessous donne le calcul des sections des câbles non enterrés :

Section de	pour le TAA	pour le moteur	pour PC monophasée	pour PC triphasée	pour le TEE	pour l'éclairage extérieur de chaque lampe	pour le TEI	pour l'éclairage intérieur de chaque tube fluorescent	pour le TEPC
Courant admissible	$I_z = I_n = 80 A$	$I_z = I_n = 63 A$	$I_z = I_n = 16 A$	$I_z = I_n = 20 A$	$I_z = I_n = 16 A$	$I_z = I_n = 10 A$	$I_z = I_n = 16 A$	$I_z = I_n = 10 A$	$I_z = I_n = 32 A$
Lettre de sélection	La lettre de sélection E : <sur chemin de câble>	La lettre de sélection E : <sur chemin de câble>	La lettre de sélection : B <câble encastré>	La lettre de sélection : B <câble encastré>	La lettre de sélection E : <sur chemin de câble>	La lettre de sélection : E <câble fixé en apparent>	La lettre de sélection E : <sur chemin de câble>	La lettre de sélection : E <câble fixé en apparent>	La lettre de sélection E : <sur chemin de câble>
Facteur de sélection	$K = K_1 * K_2 * K_3$ Avec : $K_1 = 1$; $K_2 = 0.82$; $K_3 = 0.91$ donc $K = 0.74$	$K = K_1 * K_2 * K_3$ Avec : $K_1 = 1$; $K_2 = 0.88$; $K_3 = 0.91$ donc $K = 0.80$	$K = K_1 * K_2 * K_3$ Avec : $K_1 = 0.70$; $K_2 = 1$; $K_3 = 0.91$ donc $K = 0.63$	$K = K_1 * K_2 * K_3$ Avec : $K_1 = 0.70$; $K_2 = 1$; $K_3 = 0.91$ donc $K = 0.63$	$K = K_1 * K_2 * K_3$ Avec : $K_1 = 1$; $K_2 = 0.77$; $K_3 = 0.91$ donc $K = 0.70$	$K = K_1 * K_2 * K_3$ Avec : $K_1 = 1$; $K_2 = 1$; $K_3 = 0.91$ donc $K = 0.91$	$K = K_1 * K_2 * K_3$ Avec : $K_1 = 1$; $K_2 = 0.75$; $K_3 = 0.91$ donc $K = 0.68$	$K = K_1 * K_2 * K_3$ Avec : $K_1 = 1$; $K_2 = 1$; $K_3 = 0.91$ donc $K = 0.91$	$K = K_1 * K_2 * K_3$ Avec : $K_1 = 1$; $K_2 = 0.88$; $K_3 = 0.91$ donc $K = 0.80$
Courant corrigé	On a : $I_{z'} = \frac{I_z}{K} = \frac{80}{0.74} = 108.10A$	On a : $I_{z'} = \frac{I_z}{K} = \frac{63}{0.80} = 78.75A$	On a : $I_{z'} = \frac{I_z}{K} = \frac{16}{0.70} = 25.39A$	On a : $I_{z'} = \frac{I_z}{K} = \frac{20}{0.70} = 31.74A$	On a : $I_{z'} = \frac{I_z}{K} = \frac{16}{0.70} = 23A$	On a : $I_{z'} = \frac{I_z}{K} = \frac{10}{0.91} = 10.98A$	On a : $I_{z'} = \frac{I_z}{K} = \frac{16}{0.68} = 23.52A$	On a : $I_{z'} = \frac{I_z}{K} = \frac{10}{0.91} = 10.98A$	On a : $I_{z'} = \frac{I_z}{K} = \frac{32}{0.80} = 40A$
Section de câble	$S = 25 mm^2$	$S = 16 mm^2$	$S = 2.5 mm^2$	$S = 4 mm^2$	$S = 2.5 mm^2$	$S = 1.5 mm^2$	$S = 2.5 mm^2$	$S = 1.5 mm^2$	$S = 6 mm^2$
Résultat de CANECO_BT	Figure 15 Annexe 1	Figure 16 Annexe 1	Figure 18 Annexe 1	Figure 19 Annexe 1	Figure 20 Annexe 1	Figure 21 Annexe 1	Figure 22 Annexe 1	Figure 28 Annexe 1	Figure 17 Annexe 1

Tableau 25: Section des câbles non enterrés

Nous remarquons que les résultats de logiciel CANECO-BT sont identiques à ceux trouvés par nos calculs directs. (Voir annexe 1).

3. Le dimensionnement des câbles enterrés

3.1. La démarche de dimensionnement des câbles enterrés

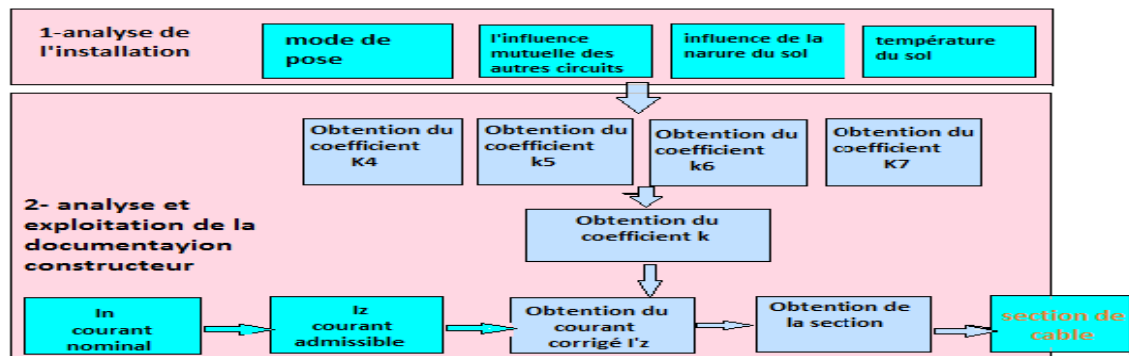


Figure 10: La démarche de dimensionnement des câbles enterrés

La figure 10 montre qu'il faut passer par deux étapes pour déterminer les sections des câbles.

Première étape : faire l'analyse de l'installation qui dépend de plusieurs paramètres [1] :

- Le mode de pose.
- Le type d'élément de conducteur.
- L'influence mutuelle des autres circuits.
- La température ambiante.
- La nature de l'isolant.

Deuxième étape : faire l'analyse et l'exploitation de la documentation constructrice qui dépend de :

- Les coefficients K_4 , K_5 , K_6 et K_7 qui dépendent d'analyse de l'installation.
- Le courant nominal I_n .

3.2. La lettre de sélection

La lettre de sélection D correspond aux câbles enterrés.

3.3. Le facteur de correction K4

Le facteur de correction K_4 prend en compte le mode de pose.

Lettre de sélection	Mode de pose (description)	K4
D	pose sous fourreaux, conduits ou profilés	0,80
	autres cas	1

Tableau 26:Facteur de correction K4

Les câbles sont posés sous fourreaux donc $K_4=0.80$.

3.4.Le facteur de correction K5

Le facteur de correction K5 prend en compte l'influence mutuelle des circuits placés côte à côte.

Facteur de correction K5												
Influence mutuelle des circuits dans un même conduit	disposition des câbles jointifs	nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16
	enterrés	1	0,71	0,58	0,50	0,45	0,41	0,38	0,35	0,33	0,29	0,25

Tableau 27:Facteur de correction K5

Le nombre de circuits est 1, donc $K_5=1$.

3.5.Le facteur de correction K6

Le facteur de correction K6 prend en compte l'influence de la nature du sol.

Facteur de correction K6		
Influence de la nature du sol	nature du sol	
	■ terrain très humide	1,21
	■ humide	1,13
	■ normal	1,05
	■ sec	1
	■ très sec	0,86

Tableau 28:Facteur de correction K6

La nature du sol est humide, donc $K_6=1.13$

3.6.Le facteur de correction K7

Le facteur de correction K7 prend en compte la température ambiante et la nature de l'isolant

- l'isolant est en polyéthylène réticulé (PR).
- La température égale 40° C.

Donc $K_7=0.85$

Facteur de correction K7		
température du sol (°C)	Isolation	
	polychlorure de vinyle (PVC)	polyéthylène réticulé (PR) éthylène, propylène (EPR)
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65

Tableau 29:Facteur de correction K7

3.7.Détermination de la section de câble

Après la détermination des facteurs K4, K5, K6 et K7, nous pouvons déterminer le facteur de correction global, $K = K_4 * K_5 * K_6 * K_7$ et $I'_z = \frac{I_z}{K}$ (courant équivalent au courant véhiculé par la canalisation).

En se basant sur la valeur de I'_z , nous pouvons déterminer la section des câbles à l'aide de tableau suivant :

section cuivre (mm ²)	Isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)			
	caoutchouc ou PVC		butyle ou PR ou éthylène PR	
	3 conducteurs	2 conducteurs	3 conducteurs	2 conducteurs
1,5	26	32	31	37
2,5	34	42	41	48
4	44	54	53	63
6	56	67	66	80
10	74	90	87	104
16	96	116	113	136
25	123	148	144	173
35	147	178	174	208
50	174	211	206	247
70	216	261	254	304
95	256	308	301	360
120	290	351	343	410
150	328	397	387	463
185	367	445	434	518
240	424	514	501	598
300	480	581	565	677

Tableau 30:Section des câbles enterrés

3.8.Section de Câble pour le tableau général de basse tension (TGBT)

	Câble
Courant admissible	$I_z = I_n = 80A$
Lettre de sélection	La lettre de sélection : D
Facteur de sélection	$K = K_4 * K_5 * K_6 * K_7$ Avec : $K_4 = 0.80$; $K_5 = 0.58$; $K_6 = 1.13$; $K_7 = 0,85$ donc $K = 0.44$
Courant corrigés	On a : $I_{z'} = \frac{I_z}{K} = \frac{80}{0.44} = 181.81A$
Section de câble	$S = 50mm^2$

Tableau 31:Section de Câble pour le tableau général de basse tension (TGBT)

Pour confirmer nos résultats de calculs, nous les avons confrontés aux résultats de simulations obtenus à l'aide de logiciel dédié à ce type de calcul. Le logiciel en question est CANECO-BT, utilisé par les professionnels, il utilise la norme française C1510002.

La figure suivante montre les résultats obtenus à l'aide du logiciel, Nous remarquons que le résultat est identique à celle trouvé par nos calculs directs.

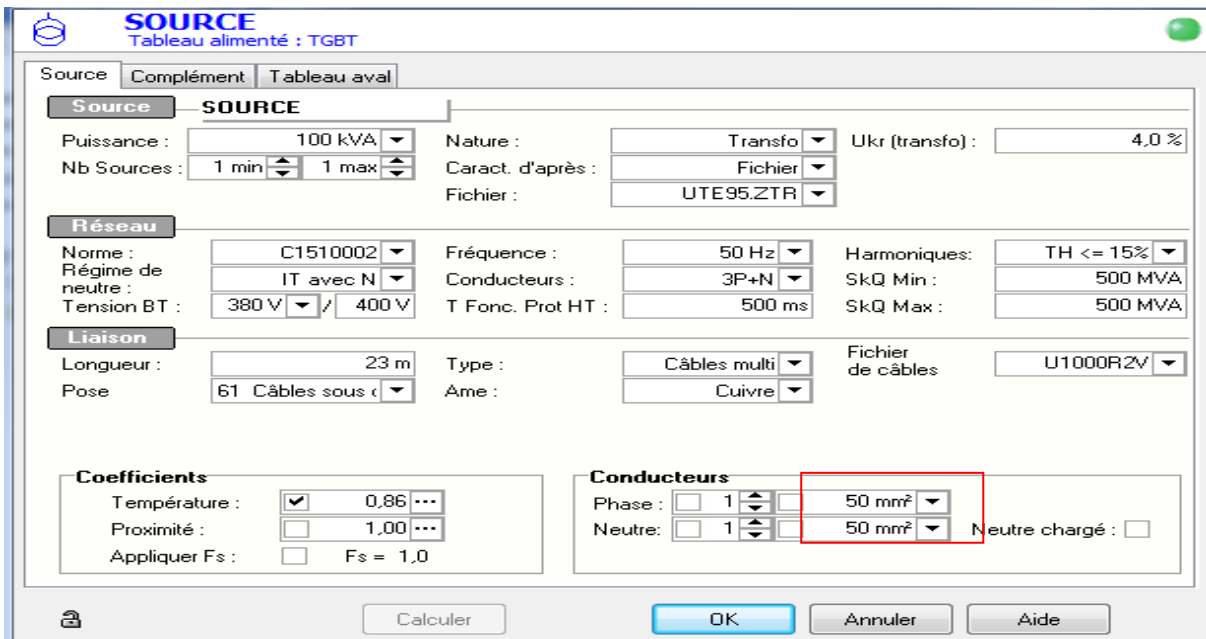


Figure 11:Section de Câble pour le TGBT calculé par le logiciel CANECO BT

VIII. Chute de tension

Pour calculer la chute de tension nous utilisons les formules suivantes [7] ; (voir annexe 2 figure 25).

Circuit	Chute de tension(ΔU)	
	en volts	en %
Monophasé : deux phases	$\Delta U = 2I_B (R \cos \varphi + X \sin \varphi) L$	$\frac{100\Delta U}{U_n}$
Monophasé : phase et neutre	$\Delta U = 2I_B (R \cos \varphi + X \sin \varphi) L$	$\frac{100\Delta U}{V_n}$
Triphasé équilibré : trois phases (avec ou sans neutre)	$\Delta U = \sqrt{3}I_B (R \cos \varphi + X \sin \varphi) L$	$\frac{100\Delta U}{U_n}$

Tableau 32:Méthode de calcul de la chute de tension dans les circuits.

I_B : courant d'emploi.

L : longueur du câble en km.

S : section en mm².

X : réactance du câble.

R : résistance linéique d'un conducteur en Ω/km.

$$R = \frac{23.7}{S} [\Omega/\text{km}]$$

R est négligeable au-delà d'une section de 500 mm²

Réactance d'un conducteur en Ω/km ; X est négligeable pour les câbles de section inférieure à 50 mm².

En l'absence d'autre indication on prendra X = 0,08 Ω/km.

Φ : déphasage du courant sur la tension dans le circuit considéré.

La norme NF-C 15-100 impose que la chute de tension entre l'origine de l'installation BT et tout point d'utilisation n'exécède pas les valeurs du tableau ci- après (voir annexe 2 figure 24).

Type d'installation	Éclairage	Autres usages
Alimentation depuis le réseau BT de distribution publique	3 %	5%
Alimentation par un poste privé HTA/BT	6%	8%

Tableau 33:Chute de tension maximale entre l'origine de l'installation BT et point d'utilisation

1. Chute de tension du tableau général de basse tension (TGBT)

	TGBT
Facteur de puissance	$\cos \varphi = 0.92$
Courant d'emploi	$I_b=77.92\text{A}$
Tension nominale	$U_n=380\text{V}$
Langueur de câble	$L=23\text{m}$
Section	$S=50\text{mm}^2$
Résistance	$R = \frac{23.7}{S} = \frac{23.7}{50} = 0.47\Omega/\text{Km}$
Réactance	$X = 0,08 \Omega/\text{km}$
Chute de tension	$\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi) = 1.43\text{V}$
Chute de tension en pourcentage	$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U * 100}{U_n} = 0.37\%$

Tableau 34:Chute de tension de TGBT

2. Chute de tension du TAA

	TAA
Facteur de puissance	$\cos \varphi = 0.92$
Courant d'emploi	$I_b = 77.92A$
Tension nominale	$U_n = 380V$
Langueur de câble	$L = 2m$
Rection	$S = 25mm^2$
Résistance	$R = \frac{23.7}{S} = \frac{23.7}{25} = 0.94\Omega/Km$
Réactance	Négligeable
Chute de tension	$\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi) = 0.23V$
Chute de tension en pourcentage	$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U * 100}{U_n} = 0.06\%$

Tableau 35:Chute de tension de TAA

3. Chute de tension du moteur

	Moteur
Facteur de puissance	$\cos \varphi = 0.83$
Courant d'emploi	$I_b = 54.51A$
Tension nominale	$U_n = 380V$
Langueur de câble	$L = 4m$
Section	$S = 16mm^2$
Résistance	$R = \frac{23.7}{S} = \frac{23.7}{16} = 1.48\Omega/Km$
Réactance	Négligeable
Chute de tension	$\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi) = 0.46 V$
Chute de tension en pourcentage	$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U * 100}{U_n} = 0.12\%$

Tableau 36:Chute de tension d'alimentation du moteur

La norme NF C 15-100 impose que la chute de tension entre l'origine de l'installation BT et tout point d'utilisation n'exécède pas 8% pour les autres usages qui sont alimentés depuis le réseau BT de distribution publique.

4. Chute de tension de la ligne du moteur

Nous avons : $\Delta U = 0.12 + 0.37 + 0.06 = 0.55\% \leq 8\%$.

Résultat de CANECO-BT $\Delta U = 0.89\% \leq 8\%$ (figure 35 annexe 2).

Donc la chute de tension de ligne du moteur est acceptable

5. Chute de tension du TEPC

	TEPC
Facteur de puissance	$\cos \varphi = 0.98$
Courant d'emploi	$I_b = 26.26A$
Tension nominale	$U_n = 380V$
Langueur de câble	$L = 2m$
Section	$S = 16mm^2$
Résistance	$R = \frac{23.7}{S} = \frac{23.7}{16} = 1.48\Omega/Km$
Réactance	Négligeable
Chute de tension	$\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi) =$

	0.13 V
Chute de tension en pourcentage	$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U * 100}{U_n} = 0.03\%$

Tableau 37: Chute du TEPC

6. Chute de tension des prises

	PC monophasé	PC triphasé
Facteur de puissance	$\cos \varphi = 1$	$\cos \varphi = 1$
Courant d'emploi	$I_b = 16A$	$I_b = 20A$
Tension nominale	$V_n = 230V$	$U_n = 380V$
Langueur de câble	$L = 2m$	$L = 1m$
Section	$S = 2.5mm^2$	$S = 4mm^2$
Résistance	$R = \frac{23.7}{S} = \frac{23.7}{2.5} = 9.48\Omega/Km$	$R = \frac{23.7}{S} = \frac{23.7}{2.5} = 5.92\Omega/Km$
Réactance	Négligeable	Négligeable
Chute de tension	$\Delta V = 2 * I_b * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi) = 0.60V$	$\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi) = 0.20V$
Chute de tension en pourcentage	$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V * 100}{U_n} = 0.15\%$	$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U * 100}{U_n} = 0.05\%$

Tableau 38: Chute de tension des prises monophasée et triphasée

La norme NF C 15-100 impose que la chute de tension entre l'origine de l'installation BT et tout point d'utilisation n'exécède pas 8% pour les autres usages qui ont alimentation par un poste privé HTA/BT.

7. Chute de tension de la ligne des PC monophasée et triphasée

	prise monophasée	prise triphasée
Chute de tension de ligne	$\Delta U = 0.15 + 0.03 + 0.06 + 0.37 = 0.61 \leq 8\%$	$\Delta U = 0.05 + 0.03 + 0.06 + 0.37 = 0.51 \leq 8\%$
Résultat de CANECO-BT	$\Delta U = 1.02\% \leq 6\%$ (Figure 36 annexe 2).	$\Delta U = 0.99\% \leq 6\%$ (Figure 37 annexe 2).
Chute de tension est	acceptable	acceptable

Tableau 39: Chute de tension de la ligne des prises monophasée et triphasée

8. Chute de tension du TEE

	TEE
Facteur de puissance	$\cos \varphi = 0.48$
Courant d'emploi	$I_b = 1.72A$
Tension nominale	$V_n = 230V$
Langueur de câble	$L = 2m$
Section	$S = 2.5mm^2$
Résistance	$R = \frac{23.7}{S} = \frac{23.7}{2.5} = 9.48\Omega/Km$
Réactance	Négligeable
Chute de tension	$\Delta U = 2 * I_b * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi) = 0.03V$
Chute de tension en pourcentage	$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U * 100}{V_n} = 0.01\%$

Tableau 40: Chute de tension de TEE

9. Chute de tension d'éclairage extérieur de chaque lampe

	Lampe 1	Lampe 2	Lampe 3	Lampe 4
Facteur de puissance	$\cos \varphi = 0.48$	$\cos \varphi = 0.48$	$\cos \varphi = 0.48$	$\cos \varphi = 0.48$
Courant d'emploi	$I_b=0.43A$	$I_b=0.43A$	$I_b=0.43A$	$I_b=0.43A$
Tension nominale	$V_n=230V$	$V_n=230V$	$V_n=230V$	$V_n=230V$
Langueur de câble	$L=4m$	$L=6m$	$L=8m$	$L=10m$
Section	$S=1.5mm^2$	$S=1.5mm^2$	$S=1.5mm^2$	$S=1.5mm^2$
Résistance	$R = \frac{23.7}{S} = \frac{23.7}{1.5} = 25\Omega/Km$	$R = \frac{23.7}{S} = \frac{23.7}{1.5} = 25\Omega/Km$	$R = \frac{23.7}{S} = \frac{23.7}{1.5} = 25\Omega/Km$	$R = \frac{23.7}{S} = \frac{23.7}{1.5} = 25\Omega/Km$
Réactance	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Chute de tension	$\Delta U = 2 * I_b * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi) = 0.04V$	$\Delta U = 2 * I_b * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi) = 0.06V$	$\Delta U = 2 * I_b * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi) = 0.08V$	$\Delta U = 2 * I_b * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi) = 0.10V$
Chute de tension en pourcentage	$\frac{\Delta U * 100}{V_n} = 0.01\%$	$\frac{\Delta U * 100}{V_n} = 0.02\%$	$\frac{\Delta U * 100}{V_n} = 0.03\%$	$\frac{\Delta U * 100}{V_n} = 0.04\%$

Tableau 41: Chute de tension de chaque lampe

10. Chute de tension de la ligne de chaque lampe

La norme NF C 15-100 impose que la chute de tension entre l'origine de l'installation BT et tout point d'utilisation n'excède pas 6% pour éclairage extérieur qui est alimenté par un poste privé HTA/BT.

	Lampe 1	lampe 2	lampe3	Lampe4
Chute de tension de ligne	$\Delta U = 0.03 + 0.06 + 0.37 + 0.01 + 0.01 = 0.48 \leq 6\%$	$\Delta U = 0.03 + 0.06 + 0.37 + 0.01 + 0.02 = 0.49 \leq 6\%$	$\Delta U = 0.03 + 0.06 + 0.37 + 0.01 + 0.03 = 0.50 \leq 6\%$	$\Delta U = 0.03 + 0.06 + 0.37 + 0.01 + 0.04 = 0.51 \leq 6\%$
Résultat de CANECO-BT	$\Delta U = 0.89\% \leq 6\%$ (Figure 31 annexe 2).	$\Delta U = 0.90\% \leq 6\%$ (Figure 32 annexe 2).	$\Delta U = 0.91\% \leq 6\%$ (Figure 33 annexe 2).	$\Delta U = 0.91\% \leq 6\%$ (Figure 34 annexe 2).
Chute de tension est	acceptable	acceptable	acceptable	acceptable

Tableau 42: Chute de tension de la ligne de chaque lampe

11. Chute de tension de TEI

	TEI
Facteur de puissance	$\cos \varphi = 0.48$
Courant d'emploi	$I_b=2.15A$
Tension nominale	$V_n=230V$
Langueur de câble	$L=2m$
Section	$S=2.5mm^2$
Résistance	$R = \frac{23.7}{S} = \frac{23.7}{2.5} = 9.48\Omega/Km$
Réactance	Négligeable
Chute de tension	$\Delta U = 2 * I_b * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi) = 0.03V$
Chute de tension en pourcentage	$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U * 100}{V_n} = 0.01\%$

Tableau 43: Chute de tension de TEI

12. Chute de tension d'éclairage intérieur pour chaque tube fluorescent

	Tube fluorescent 1	Tube fluorescent 2	Tube fluorescent 3	Tube fluorescent 4	Tube fluorescent 5
Facteur de puissance	$\cos \varphi = 0.48$	$\cos \varphi = 0.48$	$\cos \varphi = 0.48$	$\cos \varphi = 0.48$	$\cos \varphi = 0.48$
Courant d'emploi	$I_b=0.43A$	$I_b=0.43A$	$I_b=0.43A$	$I_b=0.43A$	$I_b=0.43A$
Tension nominale	$V_n=230V$	$V_n=230V$	$V_n=230V$	$V_n=230V$	$V_n=230V$
Langueur de câble	$L=2m$	$L=5m$	$L=7m$	$L=9m$	$L=11m$
Section	$S=1.5mm^2$	$S=1.5mm^2$	$S=1.5mm^2$	$S=1.5mm^2$	$S=1.5mm^2$
Résistance	$R = \frac{23.7}{S}$ $= \frac{23.7}{1.5}$ $= 25\Omega/Km$	$R = \frac{23.7}{S}$ $= \frac{23.7}{1.5}$ $= 25\Omega/Km$	$R = \frac{23.7}{S}$ $= \frac{23.7}{1.5}$ $= 25\Omega/Km$	$R = \frac{23.7}{S}$ $= \frac{23.7}{1.5}$ $= 25\Omega/Km$	$R = \frac{23.7}{S}$ $= \frac{23.7}{1.5}$ $= 25\Omega/Km$
Réactance	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Chute de tension	$\Delta U = 2 * I_b * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$ $= 0.02V$	$\Delta U = 2 * I_b * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$ $= 0.05V$	$\Delta U = 2 * I_b * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$ $= 0.07V$	$\Delta U = 2 * I_b * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$ $= 0.09V$	$\Delta U = 2 * I_b * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$ $= 0.11V$
Chute de tension en pourcentage	$\frac{\Delta U(\%)}{\frac{\Delta U * 100}{V_n}} = 0.01\%$	$\frac{\Delta V(\%)}{\frac{\Delta U * 100}{V_n}} = 0.02\%$	$\frac{\Delta V(\%)}{\frac{\Delta U * 100}{V_n}} = 0.03\%$	$\frac{\Delta V(\%)}{\frac{\Delta U * 100}{V_n}} = 0.03\%$	$\frac{\Delta V(\%)}{\frac{\Delta U * 100}{V_n}} = 0.04\%$

Tableau 44: Chute de tension chaque tube fluorescent

La norme NF C 15-100 impose que la chute de tension entre l'origine de l'installation BT et tout point d'utilisation n'excède pas 6% pour éclairage intérieur qui est alimenté par un poste privé HTA/BT.

13. Chute de tension de la ligne de chaque tube fluorescent

	Tube fluorescent 1	Tube fluorescent 2	Tube fluorescent 3	Tube fluorescent 4	Tube fluorescent 5
Chute de tension de ligne	$\Delta U = 0.03 + 0.06 + 0.37 + 0.01 + 0.01 = 0.48 \leq 6\%$	$\Delta U = 0.03 + 0.06 + 0.37 + 0.01 + 0.02 = 0.49 \leq 6\%$	$\Delta U = 0.03 + 0.06 + 0.37 + 0.01 + 0.03 = 0.50 \leq 6\%$	$\Delta U = 0.03 + 0.06 + 0.37 + 0.01 + 0.03 = 0.50 \leq 6\%$	$\Delta U = 0.03 + 0.06 + 0.37 + 0.01 + 0.04 = 0.51 \leq 6\%$
Résultat de CANECO-BT	$\Delta U = 0.90\% \leq 6\%$ (Figure 26 annexe 2).	$\Delta U = 0.91\% \leq 6\%$ (Figure 27 annexe 2).	$\Delta U = 0.91\% \leq 6\%$ (Figure 28 annexe 2).	$\Delta U = 0.92\% \leq 6\%$ (Figure 29 annexe 2).	$\Delta U = 0.92\% \leq 6\%$ (Figure 30 annexe 2).
Chute de tension est	acceptable	acceptable	acceptable	acceptable	acceptable

Tableau 45: Chute de tension de la ligne de chaque tube fluorescent

IX. Calcul du courant de court-circuit I_{cc} de ligne du moteur

1. Introduction

La connaissance du courant de court-circuit est très importante pour le dimensionnement des organes de sécurité. La connaissance de la valeur du courant de court-circuit I_{cc} à tous les endroits d'une installation, où nous voulons placer un dispositif de protection (fusible ou disjoncteur) chargé de l'interrompre, permet de s'assurer que le pouvoir de coupure du fusible ou du disjoncteur est bien supérieur au courant de court-circuit à cet endroit.

2. Déterminer résistances et réactances de chaque point de ligne du moteur

partie de l'installation	valeurs à considérer résistances (mΩ)	réactances (mΩ)
réseau amont (1)	$R1 = 0,1 \times Z_0$	$X1 = 0,995 Z_0$ $Z_0 = \frac{(m U_n)^2}{S_{k0}}$
transformateur	$R2 = \frac{Wc \times U^2 \times 10^{-3}}{S^2}$ Wc = pertes cuivre (W) S = puissance apparente du transformateur (kVA)	$X2 = \sqrt{Z_2^2 - R_2^2}$ $Z = \frac{U_{cc}}{100} \times \frac{U^2}{S}$ U _{cc} = tension de court-circuit du transfo (en %)
liaison en câbles (3)	$R3 = \rho \frac{L}{S} (3)$ ρ = 18,51 (Cu) ou 29,41 (Al) L en m, S en mm ²	X3 = 0,09L (câbles uni jointifs) X3 = 0,13L (2) (câbles uni espacés) L en m
en barres	$R3 = \rho \frac{L}{S} (3)$ ρ = 18,51 (Cu) ou 29,41 (Al) L en m, S en mm ²	X3 = 0,15L (4) L en m
disjoncteur rapide	R4 négligeable	X4 négligeable
sélectif	R4 négligeable	X4 négligeable

Figure 12: Résistances et réactances en chaque point de l'installation

Calculer :

La somme Rt des résistances situées en amont de ce point : $R_t = R1 + R2 + R3 + \dots$

La somme Xt des réactances situées en amont de ce point : $X_t = X1 + X2 + X3 + \dots$

TENSION	$U_2 = 237 \text{ V}$				$U_2 = 410 \text{ V}$			
	U _{cc} (%)	R _{tr} (mΩ)	X _{tr} (mΩ)	Z _{tr} (mΩ)	U _{cc} (mΩ)	R _{tr} (mΩ)	X _{tr} (mΩ)	Z _{tr} (mΩ)
100	4	11,79	19,13	22,47	4	35,30	57,23	67,24
160	4	5,15	13,06	14,04	4	15,63	39,02	42,03
250	4	2,92	8,50	8,99	4	8,93	25,37	26,90
315	4	2,21	6,78	7,13	4	6,81	20,22	21,34
400	4	1,614	5,38	5,62	4	5,03	16,04	16,81
500	4	1,235	4,32	4,49	4	3,90	12,87	13,45
630	4	0,92	3,45	3,57	4	2,95	10,25	10,67
800	4,5	0,895	3,03	3,16	4,5	2,88	9	9,45
1 000	5,5	0,68	3,01	3,09	5	2,24	8,10	8,405
1 250					5,5	1,813	7,16	7,39
1 600					6	1,389	6,14	6,30
2 000					6,5	1,124	5,34	5,46

U_{cc} : Tension de court-circuit en %

Impédance, résistance et réactance d'un transformateur HT/BT (Merlin Gerin).

Tableau 46: Impédance, résistance et réactance d'un transformateur HT/BT

Calcul du courant de court-circuit de ligne du moteur :

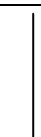

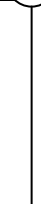


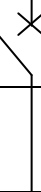


Schéma	Partie de l'installation	Résistance R (mΩ)	Réactance X (mΩ)
	réseau amont $S_{cc} = 500 \text{ MVA}$	$R1 = 0.1 \times ZQ$ $= \frac{(1.05 * 380)^2}{500000} * 0.1$ $R1 = 0.032$	$X1 = 0.995 \times ZQ$ $= \frac{(1.05 * 380)^2}{500000} * 0.995$ $X1 = 0.35$
	Transformateur $S_{nt} = 100 \text{ KVA}$	$R2 = 35.30$	$X2 = 57.23$
	liaison (câbles) $L = 23\text{m}$	$R3 = \rho \frac{L}{S}$ $= \frac{18.51 * 23}{50}$ $R3 = 8.51$	$X3 = 0.09 \times L$ $X3 = 0.09 \times 23$ $X3 = 2.07$
	Disjoncteur	$R4 = 0$	$X4 = 0$
	M1	$R5 = 0$	$X5 = 0$
	liaison (câbles) $L = 2\text{m}$	$R6 = \rho \frac{L}{S} = \frac{18.51 * 2}{25}$ $R6 = 1.48$	$X6 = 0.09 \times L$ $X6 = 0.09 \times 2$ $X6 = 0.18$
	M2	$R7 = 0$	$X7 = 0$
	M3 liaison (câbles) pour le moteur $L = 4\text{m}$	$R8 = \rho \frac{L}{S} = \frac{18.51 * 4}{16}$ $R8 = 4.62$	$X8 = 0.09 \times L$ $X8 = 0.09 \times 4$ $X8 = 0.36$

Tableau 47: Impédance, résistance et réactance en chaque point de ligne de commande du moteur

3. Icc en tous les points de ligne du moteur

La valeur de Icc en un point de l'installation est déterminée par la méthode suivante : (méthode utilisée par le logiciel My Ecodial L en conformité avec la norme (NF C 15-500).

Calculer en tout point:

$$I_{ccmax} = \frac{m * c * u_n}{\sqrt{3} * \sqrt{R_t^2 + X_t^2}}$$

Rt et Xt exprimées en mΩ

Important :

Un = tension nominale entre phases du transformateur (380 V)

m = facteur de charge à vide = 1,05

c = facteur de tension = 1,05.

Résistance (mΩ)	Réactance (mΩ)	I _{cc} (KA)	Résultat de CANECO-BT en (KA)
En M1 : Rt1=R1+R2+R3+ R4=43.84	En M1 : Xt1=X1+X2+X3+X4=59.6 5	I_{ccmax} $= \frac{1.05 * 1.05 * 380}{\sqrt{3} * \sqrt{(43.84)^2 + (59.65)^2}}$ $= 3.26$	$I_{ccmax} = 3.51$ Figure 38 annexe3
En M2 : Rt2=Rt1+R5+R6 =45.32	En M2 : Xt2=Xt1+X5+X6=59.83	I_{ccmax} $= \frac{1.05 * 1.05 * 380}{\sqrt{3} * \sqrt{(45.32)^2 + (59.83)^2}}$ $= 3.22$	$I_{ccmax} = 3.47$ Figure 39 annexe3
En M3 : Rt3=Rt2+R7+R8 =49.94	En M3 : Xt3=Xt2+X7+X8=60.19	I_{ccmax} $= \frac{1.05 * 1.05 * 380}{\sqrt{3} * \sqrt{(49.94)^2 + (60.19)^2}}$ $= 3.09$	$I_{ccmax} = 3.36$ Figure 40annexe3

Tableau 48: Icc en chaque point de ligne de commande du moteur

NB :le fonctionnement de la détermination de Icc est d’avoir le pouvoir de coupure de dispositifs de protections tel que le pouvoir de coupure doit être au moins égal au courant de court-circuit présumé au point d’installation du disjoncteur (**PDC**>= **Icc max**).

X. Schéma électrique de puissance et de commande du moteur

Les schémas de commande et de puissance suivants, indiquent le démarrage d’un moteur selon le démarreur progressif.

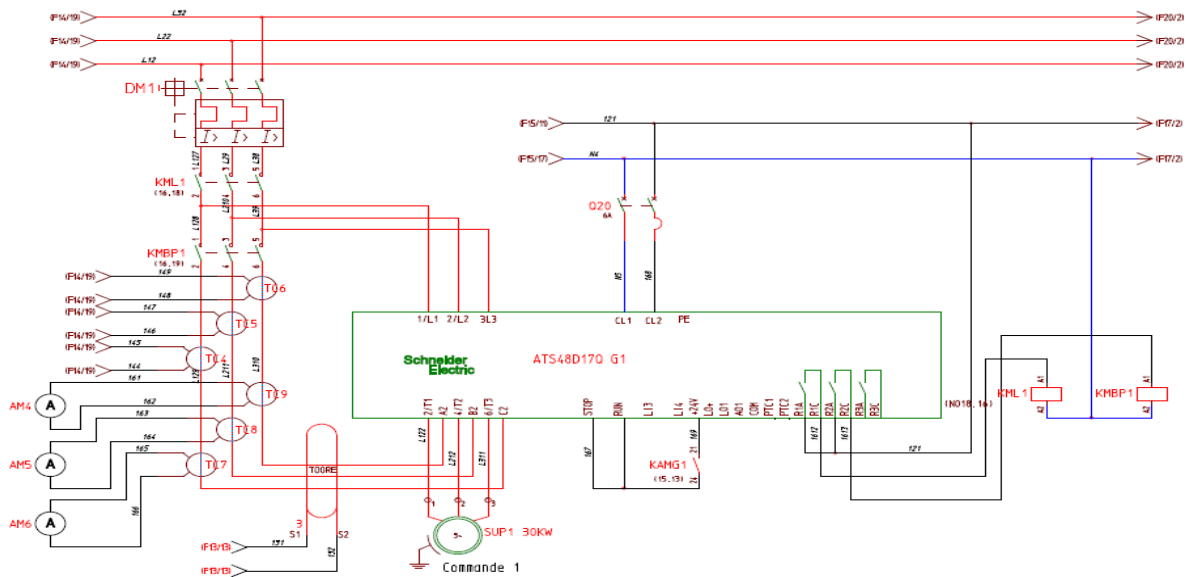


Figure 13: Schéma de puissance du moteur

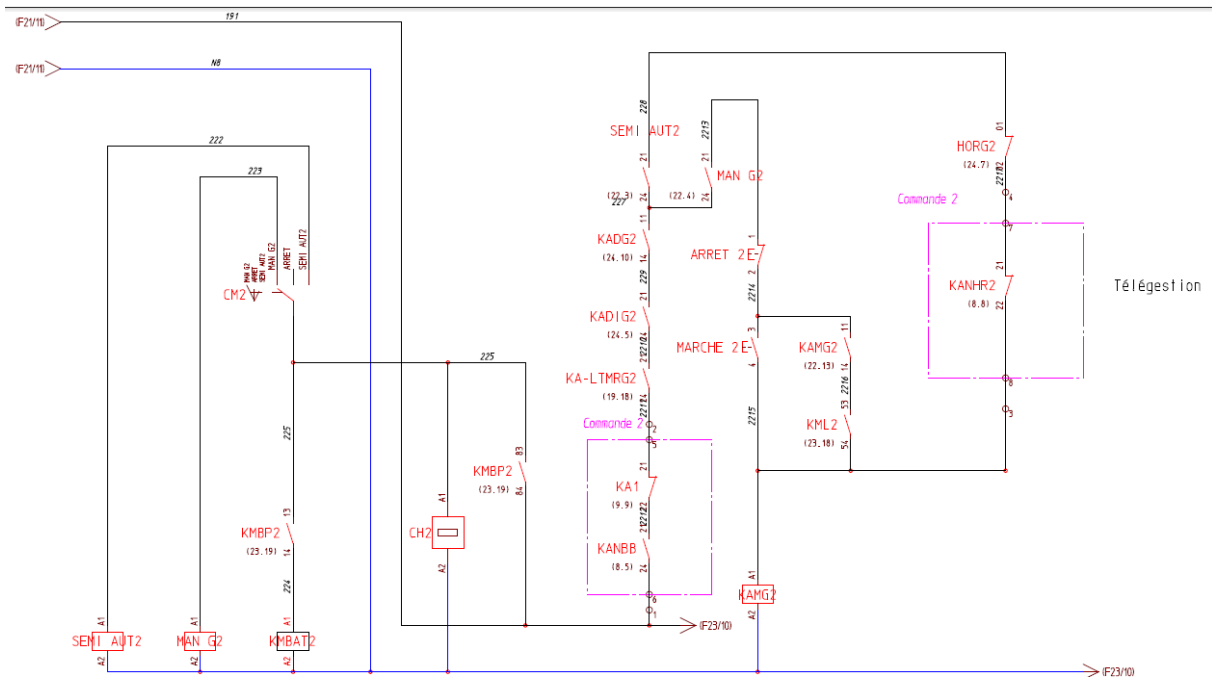


Figure 14: Schéma de commande du moteur

Après le dimensionnement de la station et la réalisation du schéma électrique, nous avons commencé à câbler nos armoires (de commande et de puissance).

XI. Conclusion

Finalement et après avoir effectué toutes les étapes de la réalisation d'une station d'eau potable (l'étude théorique et le câblage électrique), la société a effectué les essais pour assurer le fonctionnement des armoires. Les essais ont montré que l'installation a bien fonctionné.

Conclusion générale

L'électricité reste toujours importante et un besoin imminent au niveau industriel au sein des entreprises, ce qui nécessite des connaissances importantes en matière d'électricité.

Dans le cadre de notre projet de fin d'études à la société AUTELEB, nous étions amenés à faire une Etude, Conception et Réalisation d'une armoire électrique pour la station de reprise SR.

En effet, ce stage nous a permis de nous familiariser avec la plupart des étapes concernant la conception et la réalisation des armoires électriques et d'approfondir ainsi nos connaissances dans le domaine des installations électriques.

Ainsi, nous avons eu l'occasion de connaître en détail des composantes électriques d'une manière générale et leurs fonctionnements, puis sur le plan théorique nous avons réalisé une étude de dimensionnement de la station de reprise en respectant la norme NF C 15- 100. Nous avons alors effectué tous les calculs nécessaires pour déterminer tous les paramètres nécessaires aux choix des composants, commençant par le bilan de puissance, le choix du transformateur et des dispositifs de protection, le calcul de la section des câbles, des chutes de tension et les courants de court-circuit, pour un bon dimensionnement de la station.

Nous tenons à signaler que ce stage été très bénéfique pour notre expérience professionnelle qui est enrichie considérablement dans le domaine de l'électricité et surtout tout ce qui concerne la manipulation des outils de travail.

Par ailleurs, ce stage nous permis de travailler dans une société, et d'intégrer une équipe, et de nouer des relations de travail. Ceci nous a donc été très bénéfique sur le plan humain et relationnel

Enfin, nous espérons que le travail réalisé contribuera à la satisfaction des besoins de la société AUTELEB.

Références

- [1] Cours d'électrotechnique semestre 5 (Faculté des sciences et techniques, Prof : H.Elmarkhi), 2018
- [2] Démarreurs-ralentisseurs progressifs ATS48_User_manual_1494409_04.
- [3] Distribution basse tension Schneider Electric SA.
- [4] http://fr.electrical-installation.org/frwiki/Norme_NF_C_15-100
- [5] [http://fr.electrical-installation.org/frwiki/Puissance_d%27utilisation_Pu_\(kVA\)](http://fr.electrical-installation.org/frwiki/Puissance_d%27utilisation_Pu_(kVA))
- [6] http://fr.electrical-installation.org/frwiki/Protection_%C3%A9lectriques_des_personnes
- [7] http://fr.electricalinstallation.org/frwiki/Calcul_de_la_chute_de_tension_en_ligne_en_r%C3%A9gime_permanent

Annexe 1

Calcul de la section du câble en utilisant le logiciel CANECO-BT :

The screenshot displays the CANECO-BT software interface for calculating cable section. The main window is titled "TGBTTD001 sur TGBT" and "Tableau (Standard)". It features several tabs: "Textes", "Sélectivité par courbes", "Coordination Câble/Protection", and "Aval". The "Circuit" tab is active, showing the following parameters:

- Circuit:** TGBTTD001
- Amont:** TGBT
- Alimentation:** Normal
- Conducteurs:** 3P+N+PE
- Indice:** A
- Désignation:** (empty)

The "Protection" section is expanded, showing:

- Protection Commande:** Type: Disj. Boîtier moulé; Contacts indirects: Prot Base
- Protection:** NSX100F TM80D 80A 4P4D
- Protection surcharge:** Calibre: 80 A; IN/IRth/IRLR: 78 A; Thermique: Sur circuit
- Protection court-circuit:** IrMg: 640 A; T CR: 0 ms; Retardé uniquement: (unchecked)

The "Câble" section is expanded, showing:

- Longueur:** 2 m
- Type:** U1000R2V
- Ame:** Cu
- Pose:** 13 Sur chemin de câb
- Pôle:** Multi
- Coefficients:** Température: 0,91; Proximité: 0,72; Complémentaire: 1,00; Appliquer Fs: 1,00; Correction totale: 0,66
- Conducteurs:** Phase: 1 (25 mm²); Neutre: 1 (25 mm²); PE: 1 (25 mm²); Neutre chargé: (unchecked)

The "Récepteur" section is expanded, showing:

- Récepteur:** T_001
- Consommation:** 47,21KW
- Harmoniques:** TH <= 15%
- Coefficients:** Utilisation: 1
- Permanent:** Cos. Phi: 0,92; DU max: 8 %

At the bottom, there are buttons for "Calculer", "OK", "Annuler", and "Aide".

Figure 15:Section de Câble pour le TAA

T_001M001 sur T_001
Moteur (Standard).

Textes | Sélectivité par courbes | Coordination Câble/Protection

Amont | Circuit | Données complémentaires | Résultats complémentaires | Conformité

Circuit T_001M001

Amont : T_001 | Indice : A

Alimentation : Normal

Conducteurs : 3P+PE | Désignation :

Protection Commande

Type : Fusible aM+Th | Contacts indirects : Prot Base

Protection GS1-J aM 80A 3P3F

Protection surcharge

IN/IrTh/IrLR : 64 A | Thermique : Sur circuit

Fusible

Cal. Fus. : 80 A

Câble

Longueur : 4 m

Type : U1000R2V

Ame : Cu

Pose : 13 Sur chemin de câb

Pôle : Multi

Coefficients

Température : 0,91

Proximité : 0,72

Complémentaire : 1,00

Appliquer Fs : 1,00

Correction totale : 0,66

Conducteurs

Phase : 1 | 16 mm²

PE : 1 | 16 mm²

Récepteur T_001M001

Consommation : 30KW

Coefficients

Utilisation : 1

Permanent

Cos. Phi : 0,83

Démarrage

Cos. Phi : 0,3

DU max : 8 %

ID/IN : 7,00

Calculer | OK | Annuler | Aide

Figure 16:Section de Câble pour le moteur

T_001TD001 sur T_001
Tableau (Standard).

Textes | Sélectivité par courbes | Coordination Câble/Protection | Aval

Amont | Circuit | Données complémentaires | Résultats complémentaires | Conformité

Circuit T_001TD001

Amont : T_001 | Indice : A

Alimentation : Normal

Conducteurs : 3P+N+PE | Désignation :

Protection Commande

Type : Disj. Boitier moulé | Contacts indirects : Prot Base

Protection NSX100F TM32D 32A 4P4D

Protection surcharge

Calibre : 32 A

IN/IrTh/IrLR : 26,8 A | Thermique : Sur circuit

Protection court-circuit

IrMg : 400 A | Retardé uniquement

T CR : 0 ms

Câble

Longueur : 2 m

Type : U1000R2V

Ame : Cu

Pose : 13 Sur chemin de câb

Pôle : Multi

Coefficients

Température : 0,91

Proximité : 0,72

Complémentaire : 1,00

Appliquer Fs : 1,00

Correction totale : 0,66

Conducteurs

Phase : 1 | 4 mm²

Neutre : 1 | 4 mm²

PE : 1 | 4 mm²

Neutre chargé :

Récepteur T_002

Consommation : 17,26KW

Harmoniques : TH <= 15%

Coefficients

Utilisation : 1

Permanent

Cos. Phi : 0,98

DU max : 8 %

Calculer | OK | Annuler | Aide

Figure 17:Section de Câble pour le TEPC

T_002PC001 sur T_002
Prise de courant (Standard).

Textes Sélectivité par courbes Coordination Câble/Protection

Amont Circuit Données complémentaires Résultats complémentaires Conformité

Circuit T_002PC001

Amont : T_002 Indice : A

Alimentation : Normal

Conducteurs : P+N+PE Désignation :

Protection Commande

Type : Disjonct. C Contacts indirects : Dif.30mA

Protection DT40 Vigi DT40 16A 2P1D

Protection surcharge **Protection court-circuit** **Protection différentielle**

Calibre: 16 A 1 IrMg 160 A I réglage : 30 mA

Thermique : Sur circuit Retardé uniquement

Câble

Longueur : 2 m **Coefficients** **Conducteurs**

Type : U1000R2V Température : 0,91 ... Phase : 1 2,5 mm²

Ame : Cu Proximité : 0,72 ... Neutre : 1 2,5 mm²

Pose : 5A Câbles dans cond Complémentaire : 1,00 PE : 1 2,5 mm²

Pôle : Multi/Uni Appliquer Fs : 1,00 Correction totale : 0,66

Récepteur T_002PC001

Consommation : 1 16A Coefficients Permanent

Harmoniques : TH <= 15% Utilisation : 1 Cos. Phi : 1

DU max : 8 %

Calculer OK Annuler Aide

Figure 18:Section de Câble pour la prise monophasée

T_002PC002 sur T_002
Prise de courant (Standard).

Textes Sélectivité par courbes Coordination Câble/Protection

Amont Circuit Données complémentaires Résultats complémentaires Conformité

Circuit T_002PC002

Amont : T_002 Indice : A

Alimentation : Normal

Conducteurs : 3P+N+PE Désignation :

Protection Commande

Type : Disjonct. C Contacts indirects : Dif.30mA

Protection DT40 Vigi DT40 20A 4P3D

Protection surcharge **Protection court-circuit** **Protection différentielle**

Calibre: 20 A 1 IrMg 200 A I réglage : 30 mA

Thermique : Sur circuit Retardé uniquement

Câble

Longueur : 1 m **Coefficients** **Conducteurs**

Type : U1000R2V Température : 0,91 ... Phase : 1 4 mm²

Ame : Cu Proximité : 0,72 ... Neutre : 1 4 mm²

Pose : 33 Conducteurs isolés Complémentaire : 1,00 PE : 1 4 mm²

Pôle : Multi/Uni Appliquer Fs : 1,00 Correction totale : 0,66 Neutre chargé :

Récepteur T_002PC002

Consommation : 1 20A Coefficients Permanent

Harmoniques : TH <= 15% Utilisation : 1 Cos. Phi : 1

DU max : 8 %

Calculer OK Annuler Aide

Figure 19:Section de Câble pour la prise triphasée

T_002TD001 sur T_002
Tableau (Standard).

Textes Sélectivité par courbes Coordination Câble/Protection Aval

Amont Circuit Données complémentaires Résultats complémentaires Conformité

Circuit T_002TD001

Amont : T_002 Indice : A

Alimentation : Normal

Conducteurs : 3P+N+PE Désignation :

Protection Commande

Type : Disj. Boîtier moulé Contacts indirects : Prot Base

Protection NSX100F TM16D 16A 4P4D

Protection surcharge **Protection court-circuit**

Calibre : 16 A 1 IrMg : 190 A Retardé uniquement

IN/IrTh/IrLR : 11,2 A T CR : 0 ms

Thermique : Sur circuit

Câble

Longueur : 2 m **Coefficients** **Conducteurs**

Type : U1000R2V Température : 0,91 ... Phase : 1 2,5 mm²

Ame : Cu Proximité : 0,72 ... Neutre : 1 2,5 mm²

Pose : 13 Sur chemin de câb Complémentaire : 1,00 PE : 1 2,5 mm²

Pôle : Multi/Uni Appliquer Fs : 1,00 Neutre chargé :

Correction totale : 0,66

Récepteur T_003

Consommation : 142,41W Coefficients Permanent

Harmoniques : TH <= 15% Utilisation : 1 Cos. Phi : 0,48

DU max : 8 %

Calculer OK Annuler Aide

Figure 20:Section de Câble pour le TEE

T_003ECL001 sur T_003
Éclairage (Standard).

Textes Sélectivité par courbes Coordination Câble/Protection

Amont Circuit Données complémentaires Résultats complémentaires Conformité

Circuit T_003ECL001

Amont : T_003 Indice : A

Alimentation : Normal

Conducteurs : P+N+PE Désignation :

Protection Commande

Type : Disjonct. C Contacts indirects : Prot Base

Protection C60N 10A 2P2D

Protection surcharge **Protection court-circuit**

Calibre : 10 A 1 IrMg : 100 A

Thermique : Sur circuit

Câble

Longueur : 4 m **Coefficients** **Conducteurs**

Type : U1000R2V Température : 0,91 ... Phase : 1 1,5 mm²

Ame : Cu Proximité : 0,72 ... Neutre : 1 1,5 mm²

Pose : 13 Sur chemin de câb Complémentaire : 1,00 PE : 1 1,5 mm²

Pôle : Multi Appliquer Fs : 1,00 Correction totale : 0,66

Récepteur T_003ECL001

Consommation : 1 0,43A Coefficients Permanent Démarrage

Harmoniques : TH <= 15% Utilisation : 1 Cos. Phi : 0,48 Cos. Phi : 0,52

DU max : 6 % ID/IN : 1,00

Calculer OK Annuler Aide

Figure 21:Section de Câble pour l'éclairage extérieur de chaque lampe

T_002TD002 sur T_002
Tableau (Standard).

Textes	Sélectivité par courbes	Coordination Câble/Protection	Aval
Amont	Circuit	Données complémentaires	Résultats complémentaires
Circuit T_002TD002			
Amont :	T_002	Indice :	A
Alimentation :	Normal	Désignation :	
Conducteurs :	3P+N+PE		
Protection Commande			
Type :	Disj. Boitier moulé	Contacts indirects :	Prot Base
NSX100F TM16D 16A 4P4D			
Protection surcharge		Protection court-circuit	
Calibre :	16 A	IrMg :	190 A
IN/ITh/ILR :	11,2 A	T CR :	0 ms
Thermique :	Sur circuit	<input type="checkbox"/> Retardé uniquement	
Câble			
Longueur :	2 m	Coefficients	Conducteurs
Type :	U1000R2V	Température :	0,91
Ame :	Cu	Proximité :	0,72
Pose :	4A Câbles dans cond	Complémentaire :	1,00
Pôle :	Multi	Appliquer Fs :	<input type="checkbox"/> 1,00
		Correction totale :	0,66
Phase :	<input type="checkbox"/> 1	2,5 mm ²	
Neutre :	<input type="checkbox"/> 1	2,5 mm ²	
PE :	<input type="checkbox"/> 1	2,5 mm ²	
Neutre chargé : <input type="checkbox"/>			
Récepteur T_004			
Consommation :	237,36W	Coefficients	Permanent
Harmoniques :	TH <= 15%	Utilisation :	0,48
		DU max :	8 %

Calculer OK Annuler Aide

Figure 22:Section de Câble pour le TEI

T_004ECL004 sur T_004
Eclairage (Standard).

Textes	Sélectivité par courbes	Coordination Câble/Protection	Aval
Amont	Circuit	Données complémentaires	Résultats complémentaires
Circuit T_004ECL004			
Amont :	T_004	Indice :	A
Alimentation :	Normal	Désignation :	
Conducteurs :	P+N+PE		
Protection Commande			
Type :	Disjonct. C	Contacts indirects :	Prot Base
C60N 10A 2P2D			
Protection surcharge		Protection court-circuit	
Calibre :	10 A	IrMg :	100 A
Thermique :	Sur circuit		
Câble			
Longueur :	7 m	Coefficients	Conducteurs
Type :	U1000R2V	Température :	0,91
Ame :	Cu	Proximité :	0,72
Pose :	4A Câbles dans cond	Complémentaire :	1,00
Pôle :	Multi/Uni	Appliquer Fs :	<input type="checkbox"/> 1,00
		Correction totale :	0,66
Phase :	<input type="checkbox"/> 1	1,5 mm ²	
Neutre :	<input type="checkbox"/> 1	1,5 mm ²	
PE :	<input type="checkbox"/> 1	1,5 mm ²	
Neutre chargé : <input type="checkbox"/>			
Récepteur T_004ECL004			
Consommation :	1 0,43A	Coefficients	Permanent Démarrage
Harmoniques :	TH <= 15%	Utilisation :	0,48 Cos. Phi : 0,52
		DU max :	6 % ID/IN : 1,00

Calculer OK Annuler Aide

Figure 23:Section de Câble pour l'éclairage extérieur de chaque tube

Annexe 2

Protection des circuits

Détermination des chutes de tension admissibles

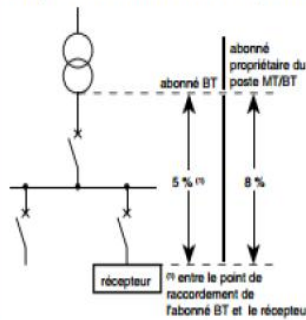


L'impédance d'un câble est faible mais non nulle : lorsqu'il est traversé par le courant de service, il y a chute de tension entre son origine et son extrémité. Or le bon fonctionnement d'un récepteur (surtout un moteur) est conditionné par la valeur de la tension à ses bornes. Il est donc nécessaire de limiter les chutes de tension en ligne par un dimensionnement correct des câbles d'alimentation. Ces pages vous aident à déterminer les chutes de tension en ligne, afin de vérifier :

- la conformité aux normes et règlements en vigueur
- la tension d'alimentation vue par le récepteur
- l'adaptation aux impératifs d'exploitation.

Les normes limitent les chutes de tension en ligne

La norme NF C 15-100 impose que la chute de tension entre l'origine de l'installation BT et tout point d'utilisation n'excède pas les valeurs du tableau ci-dessous. D'autre part la norme NF C 15-100 § 559-6-1 limite la puissance totale des moteurs installés chez l'abonné BT tarif bleu. Pour des puissances supérieures aux valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous, l'accord du distributeur d'énergie est nécessaire.



Chute de tension maximale entre l'origine de l'installation BT et l'utilisation

	éclairage	autres usages (force motrice)
abonné alimenté par le réseau BT de distribution publique	3%	5%
abonné propriétaire de son poste HT-A/BT	6%	8% (1)

(1) Entre le point de raccordement de l'abonné BT et le moteur.

Figure 24: Les normes limitent les chutes de tension en ligne

Protection des circuits

Détermination des chutes de tension admissibles



Calcul de la chute de tension en ligne en régime permanent

La chute de tension en ligne en régime permanent est à prendre en compte pour l'utilisation du récepteur dans des conditions normales (limites fixées par les constructeurs des récepteurs).

Le tableau ci-contre donne les formules usuelles pour le calcul de la chute de tension.

Plus simplement, les tableaux ci-dessous donnent la chute de tension en % dans 100 m de câble, en 400 V/50 Hz triphasé, en fonction de la section du câble et du courant véhiculé (In du récepteur). Ces valeurs sont données pour un cos φ de 0,85 dans le cas d'un moteur et de 1 pour un récepteur non inductif. Ces tableaux peuvent être utilisés pour des longueurs de câble L ≠ 100 m : il suffit d'appliquer au résultat le coefficient L/100.

Formules de calcul de chute de tension

alimentation	chute de tension (V CA)	en %
monophasé : deux phases	$\Delta U = 2 I_L L (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$	100 $\Delta U / U_n$
monophasé : phase et neutre	$\Delta U = 2 I_L L (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$	100 $\Delta U / V_n$
triphasé : trois phases (avec ou sans neutre)	$\Delta U = \sqrt{3} I_L L (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$	100 $\Delta U / U_n$

I_B = courant d'emploi en ampères.
 U_n : tension nominale entre phases. $U_n = \sqrt{3} V_n$.
 V_n : tension nominale entre phase et neutre.
 L = longueur d'un conducteur en km.
 R = résistance linéique d'un conducteur en Ω/km . Pour le cuivre $R = 22,5 \Omega/mm^2/km / S$ (section en mm^2) et pour l'aluminium $R = 36 \Omega/mm^2/km / S$ (section en mm^2). R est négligeable au delà d'une section de 500 mm^2 .
 X = réactance linéique d'un conducteur en Ω/km . X est négligeable pour les câbles de section < 50 mm^2 . En l'absence d'autre indication, on prendra $X = 0,08 \Omega/km$.
 φ = déphasage du courant sur la tension dans le circuit considéré.

Figure 25: Calcul de la chute de tension en ligne en régime permanent

Résultats		Bibliothèques	
Circuit : T_004ECL001 Circuit conform			
Libellé	Valeur		
Câble	3G1.5		
Neutre			
PE ou PEN			
Critère	MINI		
Longueur Max.	31 m (CI)		
IB	0,451 A		
STH	0,9 mm ²		
IZ	13,6 A		
dU Circuit	0,01 %		
dU démarrage	0,90 %		
dU total	0,90 %		
Ik2/3 Max			
Ik1 Max	1594 A		
Ik2 Min			
Ik1 Min	1204 A		
If	602 A		
IrMg Max			
Ik Am/Av	2,2 kA/1,6 kA		
Sélectivité sur Ik	I<0,19kA		
Sélectivité thermique	Non Calc		
Type de sélectivité	par Table		
Sélectivité différentielle	Sans objet		
Association			
Prix Liaison	12,50 EUR		

Figure 26:Chute de tension de la ligne du tube fluorescent 1

Résultats		Bibliothèques	
Circuit : T_004ECL003 Circuit conform			
Libellé	Valeur		
Câble	3G1.5		
Neutre			
PE ou PEN			
Critère	MINI		
Longueur Max.	31 m (CI)		
IB	0,503 A		
STH	0,9 mm ²		
IZ	13,6 A		
dU Circuit	0,02 %		
dU démarrage	0,92 %		
dU total	0,91 %		
Ik2/3 Max			
Ik1 Max	902 A		
Ik2 Min			
Ik1 Min	656 A		
If	328 A		
IrMg Max			
Ik Am/Av	2,2 kA/0,9 kA		
Sélectivité sur Ik	I<0,19kA		
Sélectivité thermique	Non Calc		
Type de sélectivité	par Table		
Sélectivité différentielle	Sans objet		
Association			
Prix Liaison	24,12 EUR		

Figure 27:Chute de tension de la ligne du tube fluorescent 2

Résultats		Bibliothèques
Circuit : T_004ECL004 Circuit conform		
Libellé	Valeur	
Câble	3G1.5	
Neutre		
PE ou PEN		
Critère	MINI	
Longueur Max.	31 m (CI)	
IB	0,451 A	
STH	0,6 mm ²	
IZ	17,3 A	
dU Circuit	0,02 %	
dU démarrage	0,91 %	
dU total	0,91 %	
Ik2/3 Max		
Ik1 Max	902 A	
Ik2 Min		
Ik1 Min	656 A	
If	328 A	
IrMg Max		
Ik Am/Av	2,2 kA/0,9 kA	
Sélectivité sur Ik	I<0,19kA	
Sélectivité thermique	Non Calc	
Type de sélectivité	par Table	
Sélectivité différentielle	Sans objet	
Association		
Prix Liaison	24,12 EUR	

Figure 28: Chute de tension de la ligne du tube fluorescent 3

Résultats		Bibliothèques
Circuit : T_004ECL005 Circuit conform		
Libellé	Valeur	
Câble	3G1.5	
Neutre		
PE ou PEN		
Critère	MINI	
Longueur Max.	31 m (CI)	
IB	0,451 A	
STH	0,6 mm ²	
IZ	17,3 A	
dU Circuit	0,03 %	
dU démarrage	0,92 %	
dU total	0,92 %	
Ik2/3 Max		
Ik1 Max	765 A	
Ik2 Min		
Ik1 Min	553 A	
If	277 A	
IrMg Max		
Ik Am/Av	2,2 kA/0,8 kA	
Sélectivité sur Ik	I<0,19kA	
Sélectivité thermique	Non Calc	
Type de sélectivité	par Table	
Sélectivité différentielle	Sans objet	
Association		
Prix Liaison	28,77 EUR	

Figure 29: Chute de tension de la ligne du tube fluorescent 4

Résultats	
Bibliothèques	
Circuit : T_004ECL002 Circuit conform	
Libellé	Valeur
Câble	3G1.5
Neutre	
PE ou PEN	
Critère	MINI
Longueur Max.	31 m (CI)
IB	0,451 A
STH	0,5 mm ²
IZ	19,0 A
dU Circuit	0,03 %
dU démarrage	0,93 %
dU total	0,92 %
Ik2/3 Max	
Ik1 Max	664 A
Ik2 Min	
Ik1 Min	478 A
If	239 A
IrMg Max	
Ik Am/Av	2,2 kA/0,7 kA
Sélectivité sur Ik	I<0,19kA
électivité thermique	Non Calc
Type de sélectivité	par Table
ctivité différentielle	Sans objet
Association	
Prix Liaison	33,42 EUR

Figure 30:Chute de tension de la ligne du tube fluorescent 5

Résultats	
Bibliothèques	
Circuit : T_003ECL001 Circuit conform	
Libellé	Valeur
Câble	3G1.5
Neutre	
PE ou PEN	
Critère	MINI
Longueur Max.	31 m (CI)
IB	0,451 A
STH	0,9 mm ²
IZ	13,6 A
dU Circuit	0,01 %
dU démarrage	0,90 %
dU total	0,89 %
Ik2/3 Max	
Ik1 Max	1594 A
Ik2 Min	
Ik1 Min	1204 A
If	602 A
IrMg Max	
Ik Am/Av	2,2 kA/1,6 kA
Sélectivité sur Ik	I<0,19kA
électivité thermique	Non Calc
Type de sélectivité	par Table
ctivité différentielle	Sans objet
Association	
Prix Liaison	12,50 EUR

Figure 31:Chute de tension de la ligne de lampe 1

Résultats	
Bibliothèques	
Circuit : T_003ECL003 Circuit conforme	
Libellé	Valeur
Câble	3G1.5
Neutre	
PE ou PEN	
Critère	MINI
Longueur Max.	31 m (CI)
IB	0,451 A
STH	0,6 mm ²
IZ	17,3 A
dU Circuit	0,01 %
dU démarrage	0,90 %
dU total	0,90 %
Ik2/3 Max	
Ik1 Max	1226 A
Ik2 Min	
Ik1 Min	906 A
If	453 A
Irmg Max	
Ik Am/Av	2,2 kA/1,2 kA
Sélectivité sur Ik	I < 0,19kA
Sélectivité thermique	Non Calc
Type de sélectivité	par Table
Sélectivité différentielle	Sans objet
Association	
Prix Liaison	17,15 EUR

Figure 32: Chute de tension de la ligne de lampe2

Résultats	
Bibliothèques	
Circuit : T_003ECL002 Circuit conforme	
Libellé	Valeur
Câble	3G1.5
Neutre	
PE ou PEN	
Critère	MINI
Longueur Max.	31 m (CI)
IB	0,451 A
STH	0,9 mm ²
IZ	13,6 A
dU Circuit	0,02 %
dU démarrage	0,91 %
dU total	0,91 %
Ik2/3 Max	
Ik1 Max	990 A
Ik2 Min	
Ik1 Min	723 A
If	361 A
Irmg Max	
Ik Am/Av	2,2 kA/1,0 kA
Sélectivité sur Ik	I < 0,19kA
Sélectivité thermique	Non Calc
Type de sélectivité	par Table
Sélectivité différentielle	Sans objet
Association	
Prix Liaison	21,80 EUR

Figure 33: Chute de tension de la ligne de lampe3

Résultats	
Bibliothèques	
Circuit : T_003ECL004 Circuit conforme	
Libellé	Valeur
Câble	3G1.5
Neutre	
PE ou PEN	
Critère	MINI
Longueur Max.	31 m (CI)
IB	0,451 A
STH	0,6 mm ²
IZ	17,3 A
dU Circuit	0,03 %
dU démarrage	0,92 %
dU total	0,91 %
Ik2/3 Max	
Ik1 Max	828 A
Ik2 Min	
Ik1 Min	600 A
If	300 A
IrMg Max	
Ik Am/Av	2,2 kA/0,8 kA
Sélectivité sur Ik	I<0,19kA
Sélectivité thermique	Non Calc
Type de sélectivité	par Table
Sélectivité différentielle	Sans objet
Association	
Prix Liaison	26,45 EUR

Figure 34: Chute de tension de la ligne de lampe 4

Résultats	
Bibliothèques	
Circuit : T_001M002 Circuit conforme	
Libellé	Valeur
Câble	4G16
Neutre	
PE ou PEN	
Critère	IN!!
Longueur Max.	12 m (CI)
IB	63,6 A
STH	15,3 mm ²
IZ	65,8 A
dU Circuit	0,15 %
dU démarrage	1,17 %
dU total	0,89 %
Ik2/3 Max	3362 A
Ik1 Max	
Ik2 Min	2536 A
Ik1 Min	
If	1257 A
IrMg Max	
Ik Am/Av	3,5 kA/3,4 kA
Sélectivité sur Ik	Nulle
Sélectivité thermique	Sans
Type de sélectivité	par Calcul
Sélectivité différentielle	Sans objet
Association	
Prix Liaison	50,05 EUR

Figure 35: Chute de tension de la ligne du moteur

Résultats	
Bibliothèques	
Circuit : T_002PC001 Circuit conforme	
Libellé	Valeur
Câble	3G2.5
Neutre	
PE ou PEN	
Critère	MINI
Longueur Max.	51 m (DU)
IB	16,0 A
STH	2,0 mm ²
IZ	18,6 A
dU Circuit	0,14 %
dU total	1,02 %
Ik2/3 Max	
Ik1 Max	2469 A
Ik2 Min	
Ik1 Min	2000 A
If	1000 A
IrMg Max	
Ik Am/Av	2,8 kA/2,5 kA
Sélectivité sur Ik	I<0,40kA
Sélectivité thermique	Non Calc
Type de sélectivité	par Table
Sélectivité différentielle	Sans objet
Association	
Prix Liaison	4,39 EUR

Figure 36:Chute de tension de la ligne de la prise monophasée

Résultats	
Bibliothèques	
Circuit : T_002PC002 Circuit conforme	
Libellé	Valeur
Câble	5G4
Neutre	
PE ou PEN	
Critère	INI!
Longueur Max.	86 m (CC)
IB	20,0 A
STH	3,7 mm ²
IZ	21,1 A
dU Circuit	0,11 %
dU total	0,99 %
Ik2/3 Max	3047 A
Ik1 Max	2399 A
Ik2 Min	2245 A
Ik1 Min	1931 A
If	966 A
IrMg Max	
Ik Am/Av	3,3 kA/3,0 kA
Sélectivité sur Ik	I<0,40kA
Sélectivité thermique	Non Calc
Type de sélectivité	par Table
Sélectivité différentielle	Sans objet
Association	
Prix Liaison	14,73 EUR

Figure 37:Chute de tension de la ligne de la prise triphasée

Annexe 3

Libellé	Valeur
dU total	0,68 %
Ik2/3 Max	3513 A
Ik1 Max	3243 A
Ik1/2 Min	2842 A
If Max	3243 A

Figure 38: Icc en point M1 d'après logiciel CANECO-BT

Libellé	Valeur
dU total	0,74 %
Ik2/3 Max	3475 A
Ik1 Max	3169 A
Ik1/2 Min	2759 A
If Max	3169 A

Figure 39: Icc en point M2 d'après logiciel CANECO-BT

Libellé	Valeur
Câble	4G16
Neutre	
PE ou PEN	
Critère	IN!!
Longueur Max.	12 m (CI)
IB	63,6 A
STH	15,3 mm ²
IZ	65,8 A
dU Circuit	0,15 %
dU démarrage	1,17 %
dU total	0,89 %
Ik2/3 Max	3362 A
Ik1 Max	
Ik2 Min	2536 A
Ik1 Min	
If	1257 A
IrMg Max	
Ik Am/Av	3,5 kA/3,4 kA
Sélectivité sur Ik	Nulle
électivité thermique	Sans
Type de sélectivité	par Calcul
ctivité différentielle	Sans objet
Association	
Prix Liaison	50,05 EUR

Figure 40: Icc en point M3 d'après logiciel CANECO-BT