

## Table des matières

INTRODUCTION .....	10
CHAPITRE I : présentation générale.....	11
I. Introduction .....	12
II. Présentation de l'organisme d'accueil.....	12
1. Fiche signalétique .....	12
2. Organigramme .....	13
3. Principales activités .....	14
III. Présentation des partenaires.....	16
1. Le groupe LEGRAND.....	16
2. BYMARO.....	16
IV. Projet de développement .....	16
1. Contexte du projet .....	16
2. Etat d'avancement .....	17
3. Conclusion .....	18
Chapitre II : Etude de l'éclairage de l'usine.....	20
I. Notions sur l'éclairage intérieur.....	21
1. Grandeurs photométriques.....	21
2. Les sources utilisées en éclairage .....	24
3. Les luminaires.....	26
II. Conception de l'éclairage de la nouvelle usine .....	27
1. Introduction .....	27
2. Etude d'éclairage de l'usine .....	28
3. Conclusion.....	33
CHAPITRE III : étude technique de l'installation électrique de l'usine.....	34
I. Conception de l'installation électrique.....	35
1. Choix de l'architecture .....	35
2. Bilan de puissance .....	35
3. Schéma synoptique .....	40
4. Tracé des chemins de câbles.....	41
II. Etude technique .....	41
1. Régime du neutre.....	41
2. Choix du transformateur BT.....	43
3. Dimensionnement des jeux des barres BT .....	44

4.	Calcul manuel des sections des câbles BT .....	48
5.	Estimation des courts-circuits BT et exemple de calcul.....	50
6.	Dimensionnement des protections BT.....	52
7.	Dimensionnement par logiciel CANECO BT .....	54
8.	Conclusion .....	54
CHAPITRE IV : compensation de l'énergie réactive, chiffrage et planification des taches ...		55
I.	Compensation de l'énergie réactive .....	56
1.	Introduction .....	56
2.	Principe de la compensation .....	56
3.	Compensation de l'énergie réactive des transformateurs .....	57
4.	Installations des batteries de condensateurs .....	57
5.	Conclusion .....	62
II.	ETUDE ECONOMIQUE .....	63
1.	Introduction .....	63
2.	Evaluation du prix matériel .....	63
3.	Chiffrage du projet.....	63
III.	Planning prévisionnel des travaux .....	63
Conclusion .....		64
Bibliographie .....		65
Annexes .....		66

## Liste des figures

Figure 1: exemple d'armoires montées sur chantier. ....	14
Figure 2 : courbes photométriques .....	23
Figure 3: Découpage de l'unité industrielle en zone fonctionnelle.....	29
Figure 4: Simulation de l'éclairage de la zone de production sous DIALUX .....	33
Figure 5: Schéma synoptique de l'installation .....	40
Figure 6: jeu des barres de chant.....	45
Figure 7 : jeu des barres à plat .....	45
Figure 8 : Organigramme de calcul des sections des câbles BT. ....	49
Figure 9: Implantation globale des batteries de condensateurs.....	57
Figure 10: Implantation par secteur des batteries de condensateurs .....	58
Figure 11: Implantation individuelle des batteries de condensateurs .....	58
Figure 12: Batteries de condensateurs fixes .....	60
Figure 13 : Batteries de condensateurs automatiques .....	61
Figure 14 : : compensation en charge du TGBT usine par VarsetPro.....	62

## Liste des tableaux

Tableau 1 : indice de rendu de couleur .....	23
Tableau 2 : température de couleur de lumière .....	23
Tableau 3 : Prescriptions relative à la norme en 12464-2 – octobre 2007.....	30
Tableau 4: calcul manuel du nombre de luminaires par zones. ....	32
Tableau 5: facteur d'utilisation par récepteur .....	35
Tableau 6 : coefficient de simultanéité dans le cas général .....	36
Tableau 7: coefficient de simultanéité dans le cas des armoires de distribution.....	36
Tableau 8 : Bilan des puissances.....	37
Tableau 9: résultats du calcul de la puissance du transformateur à installer .....	44
Tableau 10: coefficients de correction du coefficient de conditions.....	46
Tableau 11: coefficient de correction k1 en fonction du nombre de barres en parallèles.....	47
Tableau 12: valeurs limites de la chute de tension.....	49
Tableau 13: résistivité et réactance linéique des conducteurs.....	49
Tableau 14: types de courbes de déclenchement des disjoncteurs.....	52
Tableau 15 : puissances normalisées des batteries fixes .....	57
Tableau 16: résultats du dimensionnement des câbles et des batteries de condensateurs.....	59
Tableau 17: résultats du dimensionnement des batteries avec VarsetPro.....	62

## Liste des abréviations

AFE :L'association française de l'éclairage

BT : Basse tension

Cu : Cuivre

Alu : Aluminium

DGPT : Détecteur de gaz, de pression et de température

ENS : Ensemble

IP : Indice de protection

JDB : Jeu de barres

KWh : Kilowatt heure

PT : Poste de transformation

SLT : Schéma de liaison à la terre

MI : Mètre linéaire

U : Unité

SHP : Sodium à haute pression

TGBT : Tableau général basse tension

TD : Tableau divisionnaire

PDC : Pouvoir de coupure

UGR : taux d'éblouissement

# RESUME

Ce rapport présente la synthèse de mon projet de fin d'études, effectué au sein de la société ELPRO INGENIERIE, et ayant pour objectif, la conception, l'étude technique, l'éclairage intérieur, la planification et le chiffrage de l'installation électrique basse tension de la nouvelle unité industrielle de fabrication d'armoires électriques. Ce projet d'expansion, permettra à l'entreprise d'intégrer le domaine de fabrication d'armoires électriques afin de répondre à ses propres besoins à court terme, et aux besoins du marché national et international à long terme.

Le travail de fin d'études que nous avons entrepris consiste en premier lieu en l'établissement des notes de calcul d'éclairage, puis l'élaboration du bilan de puissances à partir des différents consommateurs à savoir les prises de courant, l'éclairage, les alimentations et les machines afin de choisir le transformateur, ensuite le dimensionnement des sections de câbles et la préparation des plans d'implantation des différents équipements tel que les consommateurs et les chemins des câbles. Enfin, le chiffrage et la planification des travaux de réalisation du projet.

Mots clés : éclairage artificielle, bilan de puissance, installation électrique, énergie réactive, chiffrage, planification.

# Abstract

This report summarizes my final project studies carried out within the company ELPRO INGENIEURIE and aimed, design, technical studies, interior lighting, planning and costing of low voltage electrical installation of the new industrial unit for manufacturing electrical cabinets. This expansion will allow the company to enter the field of manufacturing electrical cabinets to meet its own short-term needs, and the needs of national and international market in the long term.

This final project study we undertook is first in establishing notes illumination calculation and dimensioning of cables section. Next, the development of the balance of powers from different consumers namely sockets, lighting, power and machinery, then the preparation of the implementation of various equipment such as consumers and paths cable plans. Finally, the costing and planning work of the project.

Keywords: artificial lighting, power balance, electrical installation, reactive energy, costing, planning.

## INTRODUCTION

De nos jours, les activités industrielles se multiplient et les entreprises dénombrent de multiples besoins en termes de qualité et de performance industrielle, sous les contraintes classiques du budget et du respect du délai, tout en assurant un coût acceptable pour le client.

Dans ce sens, et pour confirmer sa présence à l'échelle nationale et internationale et conserver sa position parmi les leaders sur le marché des études électriques, ELPRO s'est déployé tous les moyens industriels et managériaux pour assurer un tel objectif.

Pour aboutir à ces objectifs en augmentant son chiffre d'affaire et en améliorant sa productivité, ELPRO INGENIERIE a décidé de se lancer dans une nouvelle activité complémentaire à savoir la fabrication des armoires électriques modulaires. Et pour profiter du même réseau de fournisseurs et de clients, ELPRO INGENIERIE a choisi de s'installer dans un terrain d'environ 10000m<sup>2</sup> dans la zone industrielle de BOUZNIKA à proximité de plusieurs fournisseurs de matières premières.

C'est dans cette perspective que se situe mon projet de fin d'études qui porte sur « La conception, l'étude technique de l'installation électrique BT de cette nouvelle unité industrielle et l'estimation du coût de réalisation des travaux ».

Le document est organisé de la manière suivante :

Le chapitre 1 sera consacré en premier lieu à la présentation générale de l'entreprise, et en second lieu au contexte du projet et à la définition de cahier des charges.

Le chapitre 2 présente la conception de l'éclairage intérieur de l'usine, en particulier la détermination du niveau d'éclairement, l'implantation des luminaires et le choix des lampes.

Le chapitre 3 traite l'étude technique de l'installation BT de l'usine en passant d'abord, par un bilan de puissance, puis le choix du transformateur, ensuite le dimensionnement des jeux de barres, des câbles et des protections.

Le chapitre 4 traite la compensation de l'énergie réactive de l'installation électrique de l'unité industrielle, ainsi il portera sur le chiffrage du projet, afin d'en estimer le coût global, et la planification des travaux et des tâches à effectuer.

RapportGratuit.com

---

*CHAPITRE I : présentation générale*

---

## I. Introduction

Cette partie est consacrée dans un premier temps à la présentation de l'établissement d'accueil ELPRO INGENIERIE, qui a mis à disposition tout le matériel nécessaire pour la réussite du projet. Ensuite on a fait une présentation du sujet du stage de PFE, et finalement on a abordé la représentation de la problématique que connaît l'installation d'une nouvelle structure afin de chercher et de proposer des solutions.

## II. Présentation de l'organisme d'accueil

### 1. Fiche signalétique

**Raison sociale :** Société à responsabilité limitée de câblage électrique

**Nom de marque :** ELPRO INGENIERIE

**Date de création :** 1996

**Capital social :** 1 400 000 Dhs

**Adresse siège social :** 47 Rue Sebou – AGDAL RABAT – MAROC

**Téléphone :** 212 (537) 77 82 73

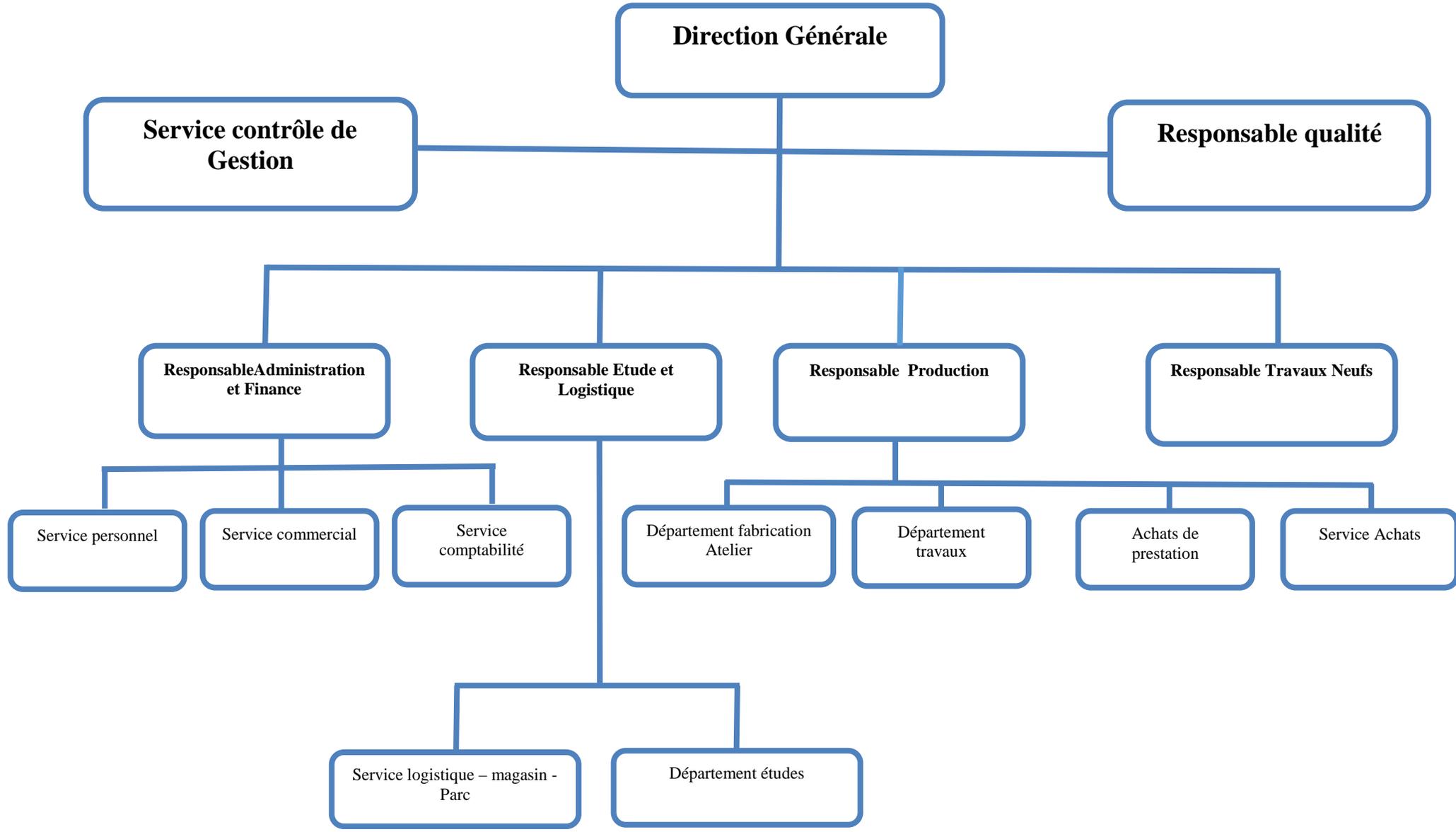
**Directrice générale :** Mme BERRADA Fatima

**Effectif :** 150 collaborateurs

**Principaux chantiers :** LEONI BOUZNIKA – DELL – CASANEARSHORE Parcelle F – JET ALU Maroc – LOGICOLD – Ambassade de grande Bretagne – Parking Centre-Ville Rabat – Usine Saint GOBAIN.

**Principaux partenaires :** BYMARO – REDAL – LEGRAND

## 2. Organigramme



### 3. Principales activités

ELPRO ingénierie titulaire du certificat de qualification et classement (classe1) , opère sur trois niveaux stratégiques:

- L'étude des installations pour les courants forts et les courants faibles : Les débouchés de ces études sont la conception d'une installation optimisant les ressources, le choix des matériaux et l'espace à utiliser tout en proposant des schémas développés de l'installation électrique.
- Le montage des armoires électriques selon les schémas électriques proposés par le bureau d'études. Cette étape est définie par le choix des armoires et les organisations des tableaux de répartition.
- L'installation et suivi des armoires sur chantier. Dans cette étape l'installation complète des armoires s'effectue, en raccordant les différentes parties de l'installation électrique. La figure 1 présente l'exemple d'armoires montées sur chantiers.



*Figure 1: exemple d'armoires montées sur chantier.*

Ces étapes sont spécifiques au type de courant :

#### **Courants forts :**

- Travaux d'équipements dans le domaine de l'électricité du secteur du bâtiment, tertiaire, industrie et environnements porteurs de courants forts, travaux concernant les domaines de la moyenne, basse et très basse tension.

- Travaux d'équipements de sources de production d'énergie (poste de transformation, Groupe électrogène, cogénération...).
- Activité tableautier pour câblage des équipements armoires ; coffrets, tableaux ...
- Travaux sur équipements spécifiques : station de pompage, d'épuration, équipements scéniques, agroalimentaires ...
- Équipements de processus et d'automatisme pour domaines industriels.
- Travaux de maintenance dans le cadre de contrats préventifs.
- Travaux d'expertise et de diagnostic dans tous les domaines touchant à l'électricité.
- Etudes de conception et de réalisation.

**Courants faibles :**

- Travaux d'équipements dans les divers domaines du courant faible mettant en œuvre des équipements de gestion, de traitement de données, de régulation et ayant comme support analogique ou numérique des réseaux de transmission câblés.
- Réseaux et équipements informatiques et téléphoniques.
- Réseaux et équipements de détection d'incendie.
- Réseaux et équipements de gestion d'accès.
- Réseaux et équipements de vidéo surveillance.
- Réseaux et équipements de sonorisation.
- Réseaux et équipements de télédistribution.
- ELPRO INGENIERIE a pu, depuis sa création en 1996, développer divers partenariats avec plusieurs entreprises. La partie suivante présentera ses principaux partenaires.

### III. Présentation des partenaires

#### 1. Le groupe LEGRAND

LEGRAND est un groupe industriel français, implanté à Limoges dans le Limousin et un des leaders mondiaux des produits et des systèmes pour installations électriques et réseaux d'information.

LEGRAND « spécialiste mondial des infrastructures électriques et numériques du bâtiment » est présent dans plus que 70 pays, son chiffre d'affaire a dépassé 3,578 milliards d'euros en 2009 sur les marchés résidentiels, tertiaires et industriels. Le Groupe offre 170 000 références réparties selon 80 familles de produits: une offre complète de systèmes pour réaliser les installations électriques et les réseaux d'information adaptés à tous types de projets.

#### 2. BYMARO

BYMARO est la filiale de Bouygues construction au MAROC, un leader mondial des métiers de la construction qui intervient dans le bâtiment, les travaux publics et l'électricité / maintenance. Il conjugue la puissance d'un grand groupe et la réactivité d'un réseau d'entreprises organisées en différentes entités complémentaires. BOUYGUES MAROC ou BYMARO sous-traite la partie étude et installation électrique de la majorité de ces affaires à ELPRO INGENIERIE, qui fait preuve de compétence et de professionnalisme.

### IV. Projet de développement

#### 1. Contexte du projet

Le choix d'expansion qu'a fait l'entreprise est justifié par la nature de ses activités. Elle a mis en place en 2007, un atelier de montage et de câblage des armoires électriques. Avec une production de près de 400 armoires par an, cet atelier arrive à peine à satisfaire les besoins de l'entreprise au titre de son activité « chantier ».

Forte de l'expertise de ses équipes, l'entreprise souhaite réaliser ce projet pour intégrer la fabrication des enveloppes et pour répondre aux besoins du marché local et international. Le projet de développement prévoit trois débouchés :

- L'autoconsommation : il s'agit de renforcer la capacité de l'entreprise à produire des armoires électriques pour répondre aux besoins de son activité « chantier ».
- Le marché local : en partenariat avec LEGRAND, le projet devra cibler les installateurs marocains des armoires électriques.
- L'export : l'avantage du coût de la main d'œuvre, la position géographique, l'expertise de l'entreprise et son réseau de contacts constituent une réelle opportunité du projet à l'export.

En partenariat avec LEGRAND, le projet de développement consiste à fabriquer des armoires modulaires (sous licence LEGRAND). A ce titre, les armoires qui seront commercialisées se distinguent des armoires actuellement commercialisées au Maroc (à savoir, les armoires classiques fabriquées par INGELEC et les armoires modulaires SCHNEIDER importées d'Espagne par leur qualité et leur stabilité. Pour l'export, l'entreprise s'appuiera sur son avantage du coût de la main d'œuvre qui est maîtrisable et adoptera une stratégie de volume. Les objectifs quantitatifs et qualitatifs escomptés à moyen terme:

- Répondre aux besoins de l'activité chantier de l'entreprise;
- Pour le marché local : atteindre 30% de part de marché;
- Pour le marché de l'export : vendre plus de 1000 armoires par an.

La société excelle dans le domaine de montage et de câblage des armoires. En revanche, la fabrication des enveloppes constitue une nouvelle activité qu'il faudra maîtriser. Le partenariat avec LEGRAND devra permettre de répondre à ce souci.

Pour LEGRAND, le partenariat avec ELPRO INGENIERIE devra permettre de mettre sur le marché marocain des enveloppes LEGRAND, et ce afin d'assurer la vente des composants électriques aux installateurs. La société sera un « tableautier » certifié LEGRAND. Dans ce contexte le volet commercial sur le marché local sera assuré par LEGRAND MAROC. Pour le marché de l'export, ELPRO INGENIERIE devra mettre en place une véritable stratégie à l'export en se basant notamment sur son réseau de contacts avec des groupes internationaux tel que BOUYGUES.

Ainsi, ELPRO INGENIERIE a entamé la construction d'une nouvelle usine à BOUZNIKA, celle-ci comprendra les deux activités de l'entreprise à savoir l'activité tôlerie qui est la fabrication des composants des armoires électriques à partir de la tôle et l'activité montage et câblage qui comprend le montage et le câblage des armoires électriques selon les commandes clients.

## **2. Etat d'avancement**

ELPRO INGENIERIE a réalisé l'étude architecturale préalable à la construction du nouveau site après la réception des données techniques de la part de LEGRAND ITALIE.

Le projet consiste dans sa globalité à chercher des solutions optimales pour la conception, l'étude technique de l'installation électrique BT de cette nouvelle unité industrielle et l'estimation du coût de réalisation des travaux».

Pour ce faire, on a pu collaborer avec l'équipe de bureau d'études pour élaborer un cahier des charges qui décrit les différentes tâches à réaliser :

### **Cahier des charges :**

Nous avons pour mission, d'une part, la conception et l'étude technique de l'installation électrique de la nouvelle unité industrielle, d'autre part, la planification des travaux d'exécution ainsi que le chiffrage.

On doit donc établir les notes de calcul, et les plans qui vont permettre la bonne exécution de l'ensemble des travaux.

Etape I. Conception de l'installation électrique :

- ✓ Note de calcul d'éclairage
- ✓ Schéma unifilaire
- ✓ Tracé des chemins des câbles
- ✓ Dimensionnement de l'installation
- ✓ Bilan de puissance
- ✓ Dimensionnement des transformateurs
- ✓ Détermination des sections des câbles
- ✓ Calcul des courants de court-circuit
- ✓ Dimensionnement des protections
- ✓ Compensation de l'énergie réactive

Etape II. Etudes Technico-économiques :

- ✓ Choix du matériel
- ✓ Chiffrage de l'affaire
- ✓ Planification des étapes de projet sur Project

Logiciels utilisés :

- ✓ Dessin, Plans d'implantations : AutoCAD
- ✓ Dimensionnement de l'éclairage : Dialux
- ✓ Dimensionnement des sections des câbles : Caneco
- ✓ Dessin des schémas de câblage des armoires : See Electrical
- ✓ Planification du Projet : MS Project
- ✓ Calcul du bilan de puissance : Excel
- ✓ Compensation de l'énergie réactive : Varsetpro

### **3. Conclusion**

Cette étude nous a permis de connaître l'environnement du travail, d'analyser l'existant et de poser finalement la problématique. Pour résoudre cette dernière, nous avons proposé la réalisation de l'étude détaillée d'éclairage de la nouvelle unité industrielle, ainsi que la réalisation de l'étude technique de l'installation électrique de l'usine. Nous passons dans

le chapitre suivant à l'analyse des besoins et à la conception des solutions que nous souhaitons réaliser pour l'étude de l'éclairage.

---

## *Chapitre II : Etude de l'éclairage de l'usine*

---

## Introduction

Quel que soit le type de bâtiment, l'objectif recherché lors de la conception de l'éclairage artificiel sera de minimiser la consommation électrique qui y est liée.

Pour assurer le confort visuel des occupants, un éclairage adéquat et approprié doit être assuré. Ces particularités impactent les normes d'éclairement à appliquer, le choix du matériel et les solutions techniques et pratiques à mettre en place.

### I. Notions sur l'éclairage intérieur

#### 1. Grandeurs photométriques

##### 1.1 Flux lumineux $\Phi_v$ en lumen (lm)

Quantité de lumière émise par une source lumineuse dans toutes les directions, par unité de temps.

Instrument de mesure : sphère intégratrice.

##### 1.2 Intensité lumineuse $I_v$ en candela (cd)

C'est la quantité de flux lumineux émise dans une direction particulière, exprimée en candelas (cd).

$$I_v = \frac{d\Phi_v}{d\omega}$$

$d\Phi_v$ : Flux lumineux émis par la lampe.

$d\omega$  : L'angle solide contenant la direction donnée.

Instrument de mesure : luxmètre + mètre / Goniophotomètre (luminaires)

##### 1.3 Eclairement $E$ en lux (lx) ou lumen/m<sup>2</sup>

C'est la quantité de flux lumineux éclairant une surface par seconde.

$$E = \frac{\Phi_v}{S}$$

$\Phi_v$ : Flux lumineux émis par la lampe (lm),  $S$  : l'aire de la surface éclairée (m<sup>2</sup>)

Instrument de mesure : luxmètre.

##### 1.4 Efficacité lumineuse

L'efficacité lumineuse (lm/w) est un facteur prépondérant dans le choix d'une lampe en éclairage intérieur; on distingue :

- L'efficacité lumineuse : quotient du flux lumineux émis, par la puissance consommée (par la lampe seule).

- L'efficacité lumineuse globale : quotient du flux lumineux émis  $\Phi_v$  par la lampe, par  $P$  la somme des puissances consommées par la lampe et son appareillage

$$\eta = \frac{\Phi_v}{P}$$

L'utilisation d'une lampe d'efficacité lumineuse élevée diminue à la fois le coût d'installation (puissance, mise en œuvre) et les dépenses de fonctionnement (énergie consommée).

### 1.5 Luminance L en candela par m<sup>2</sup> (cd/m<sup>2</sup>)

C'est la "brillance" d'une surface éclairée ou d'une source lumineuse telle que perçue par l'œil humain.

$$L = \frac{E \cdot \rho}{\pi}$$

$\rho$ : Facteur de réflexion de la paroi.

Instrument de mesure : Luminancemètre.

### 1.6 Contraste

Différence des luminances entre un objet et son entourage immédiat

$$\text{contraste} = \frac{L_{\text{objet}} - L_{\text{fond}}}{L_{\text{fond}}}$$

Instrument de mesure : Luminancemètre

### 1.7 Facteur d'uniformité

C'est le rapport entre éclairement minimum  $E_{\min}$  et éclairement moyen  $E_{\text{moy}}$ . Il est important d'équilibrer correctement les niveaux d'éclairement dans les zones de travail et les zones environnantes immédiates afin d'obtenir une uniformité de luminance (ce que l'œil perçoit de la lumière) dans le champ visuel. D'importantes variations de luminance peuvent entraîner une fatigue ou un stress et donc un champ visuel inconfortable.

$$\text{Uniformité} = \frac{E_{\min}}{E_{\text{moy}}}$$

Instrument de mesure : luxmètre.

### 1.8 Les courbes photométriques

La photométrie d'un luminaire définit la manière dont le flux lumineux (de la source qu'il contient) est émis dans les différentes directions de l'espace.

Certains luminaires sont décrits par deux courbes, une courbe pour chacun des plans de symétrie. Par convention :

-la courbe en trait plein représente la répartition des intensités lumineuses dans le plan transversal.

-la courbe en trait pointillé celle des intensités dans le plan longitudinal.

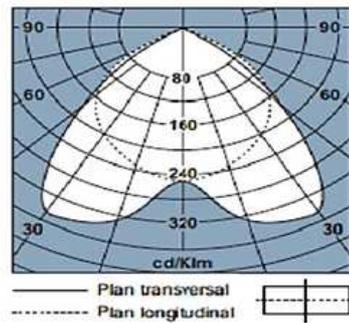


Figure 2 : courbes photométriques

Les diagrammes polaires et cartésiens de répartition des intensités (donné pour 1000 lm) permettent de visualiser spatialement la répartition des intensités lumineuses pour différents demi-plans  $\alpha$  et angles. La représentation peut être soit polaire soit cartésienne.

### 1.9 Indice de rendu de couleur IRC ou Ra

C'est la capacité d'une source à restituer les différentes nuances colorées de l'objet qu'elle éclaire. L'indice de rendu de couleur (IRC) est une moyenne de 13 valeurs calées chacune sur une couleur particulière, sa valeur varie de 1 à 100 (100 étant le rendu de la couleur naturelle).

Tableau 1 : indice de rendu de couleur

Ra < 25	Faible
25 < Ra < 65	Moyenne
65 < Ra < 90	Bonne
90 < Ra	Elevée

Pour un bon confort visuel, il est recommandé d'utiliser des lampes qui ont un IRC élevé. La norme en 12464-2 définit un RA>20 comme un seuil minimal de sécurité pour le rendu de couleur.

Instrument de mesure : spectromètre

### 1.10 Température de couleur

C'est la couleur apparente de la lumière d'une lampe. Elle est mesurée en degré kelvin (k).

Tableau 2 : température de couleur de lumière

Teintes	Aspect	Température de couleur $T_{cp}$
Chaudes	Blanc chaud	$T_{cp} < 3300$ k
Intermédiaires	Blanc neutre	$3300$ k < $T_{cp} < 5300$ k
Froides	Jaune	$T_{cp} > 5300$ k

La température de couleur a une équivalence physique dans le cas de la lampe à incandescence (température du filament). La température de couleur est extrapolée dans le cas de la lampe à luminescence : température couleur proximale.

Plus la température de couleur est élevée, plus la lumière est "froide" plus elle se rapproche de la lumière du jour. Au contraire, plus la température de couleur est basse, plus la lumière est « chaude».

Instrument de mesure : colorimètre

### 1.11 Facteur de maintenance

On pourra se baser sur la CIE97<sup>1</sup>[1] qui donne des valeurs de ce facteur en fonction de tous les paramètres ayant une incidence sur celui-ci. Les facteurs les plus couramment utilisés seront  $m= 0,7$  (conditions "standards" de la CIE97) ou  $0,8$  (préconisation du syndicat de l'éclairage pour un éclairage de bureau avec des luminaires directs)

En règle générale, un facteur de maintenance de  $0,72$  est utilisé pour les sources aux halogénures métalliques et de  $0,8$  pour celles au sodium haute pression.

### 1.12 Le niveau d'éclairement recommandé

Pour les professionnels, on parlera plutôt de luminance (en  $\text{cd}/\text{m}^2$ ) en matière d'éclairage routier. Au niveau des espaces extérieurs à proximité des bâtiments tertiaires (parking, voie piétons,..., les niveaux recommandés seront exprimés en lux.

Exemples : parking à densité de circulation élevée  $25$  lux, ..) Par calcul :

$$E_{moy} = \frac{n \cdot F_m \cdot K_{neuf} \cdot \Phi}{S}$$

$E_{moy}$ : Niveau d'éclairement moyen sur la surface considérée.

$n$ : Nombre de luminaires éclairant la surface considérée

$F_m$ : Facteur de maintenance

$K_{neuf}$ : Coefficient d'utilisation des luminaires

$\Phi$ : Flux initial de la lampe (renseigné dans le catalogue des fournisseurs).

$S$ : Surface considérée pour le calcul

## 2. Les sources utilisées en éclairage

### 2.1 Les lampes incandescentes

Les entreprises qui œuvrent dans le domaine de l'éclairage public écartent les lampes à incandescence parce que :

- Elles ont une efficacité lumineuse médiocre.
- Elles ont une courte durée de vie.
- Elles sont très vulnérables aux vibrations et aux chocs mécaniques.

---

<sup>1</sup> CEI : commission international de l'éclairage

## 2.2 Les lampes à décharges

L'application d'une tension électrique provoque l'ionisation d'un milieu gazeux comportant des vapeurs métalliques. L'émission de la lumière résulte de l'excitation des atomes par chocs électriques.

Ces lampes sont toujours associées à un ballast pour limiter le courant de décharge. En plus, il faut prévoir un autre appareil destiné à faciliter l'amorçage.

La famille des lampes à décharge comporte :

**Les lampes à vapeur de mercure :**Les lampes à vapeur de mercure sont des lampes d'éclairage extérieur. Elles sont constituées d'une ampoule en verre à l'intérieur de laquelle est logé un tube contenant du mercure. Leur rayonnement présente une couleur bleu-vert. A la mise sous tension une décharge électrique se produit dans l'atmosphère du tube intérieur entre l'électrode principale et l'électrode auxiliaire.

La pression de la vapeur de mercure augmente alors avec la température de l'ampoule et le régime n'est atteint que 6 à 8 minutes après. Ce type est très sensible aux chutes de tension.

**Les lampes à vapeur de sodium :**Ce sont les lampes à décharge qui donnent le maximum d'efficacité lumineuse. Elles sont en deux types selon la valeur de la pression de vapeur de sodium qui règne dans le tube à décharge : basse pression ou haute pression.

Ces lampes fonctionnent avec un ballast magnétique, l'amorceur pouvant être incorporé ou externe.

**La lampe de sodium à haute pression :**La lampe de sodium à haute pression émet une lumière jaune. Ce qui lui confère une grande efficacité lumineuse.

**La lampe de sodium à basse pression :**La lampe au sodium basse pression émet une lumière monochromatique orange. Elle a la plus haute efficacité lumineuse de toutes les lampes. Mais elle a un très mauvais indice de rendu des couleurs (IRC).

**La lampe aux iodures métalliques :**La lumière blanche qu'elle génère contribue à la diminution de son efficacité lumineuse. Le tube à décharge en quartz contient des vapeurs de mercures sous forme d'halogénures (iodure en général).

L'introduction de ces vapeurs métalliques permet d'augmenter l'efficacité lumineuse et d'améliorer nettement le rendu des couleurs.

**Les lampes à induction :** L'ionisation des atomes est réalisée par un champ électromagnétique créé par la circulation d'un courant à haute fréquence dans une bobine appelée "antenne". Cette bobine est placée au centre de l'ampoule dans la cavité prévue à cet effet. Le courant à haute fréquence est produit par un générateur extérieur. Celui-ci est directement relié à l'antenne.

C'est le fait que l'antenne soit placée à l'extérieur de l'ampoule qui permet d'obtenir une durée de vie exceptionnelle.

**Remarque :**

Les sources de lumière dites « jaunes » (vapeur de sodium) ont les meilleures efficacités lumineuses. En revanche les sources lumineuses « blanches » ont les meilleurs indices de couleurs. Pour qu'une source lumineuse apparaisse blanche, elle doit contenir toutes les couleurs du spectre lumineux. L'œil humain est beaucoup plus sensible aux longueurs d'ondes associées au jaune qu'à celles associées au bleu. Puisque l'œil est moins sensible au bleu, la source lumineuse doit donc en produire une plus grande quantité pour obtenir cette blancheur tant convoitée. Ainsi, pour la même quantité de lumière, plusieurs sources lumineuses blanches sont moins efficaces énergétiquement que celles qui émettent principalement des lumières jaunes.

### **3. Les luminaires**

#### **3.1 Définition**

Un luminaire est un appareil servant à répartir, filtrer ou transformer la lumière des lampes. Il comprend toutes les pièces nécessaires pour les fixer, les protéger et les relier au circuit d'alimentation.

#### **3.2 Rôles**

- Distribuer le flux lumineux de la lampe de façon à obtenir la répartition désirée, contrôler le flux lumineux pour éviter toute gêne visuelle des divers observateurs potentiels;
- Protéger la lampe et son appareillage.
- Maximiser les performances photométriques de l'installation.

#### **3.3 Classification de luminaire**

Dans notre étude, on ne s'intéresse qu'aux luminaires d'intérieur. Il y a plusieurs catégories de luminaires en éclairage intérieur :

- Luminaires à suspension
- Luminaires encastrés
- Appliques
- Luminaires en saillie
- Les spots etc...

#### **3.4 Critères de choix d'un luminaire**

Pour choisir un luminaire, il faut tenir compte de plusieurs critères essentiels:

- Rendement
- Distribution Lumineuse
- Facilité d'entretien
- Facteur d'utilisation
- Matériaux de luminaire
- Coût...

## II. Conception de l'éclairage de la nouvelle usine

### 1. Introduction

Trop souvent, l'industriel considère que l'éclairage de ses sites de production relève de l'installation électrique globale et qu'il n'est pas nécessaire d'apporter une attention particulière à cet équipement inévitable. C'est ignorer combien une installation d'éclairage bien pensée peut apporter à la rentabilité de toute activité :

- Gains financiers, car être attentif à la qualité de l'éclairage doit mener à une réflexion sur les coûts d'exploitation et de maintenance de l'installation.
- Gains de productivité, parce que bien éclairer, c'est améliorer les conditions de production et le contrôle qualité des produits fabriqués.
- Gains sociaux, par la réduction des inconforts, de la fatigue visuelle et des risques d'accidents.
- Gains environnementaux enfin, car un bon éclairage, c'est moins d'énergie consommée et, souvent, moins de lampes à faire collecter et traiter.

Donc le choix doit se porter sur des produits ayant une longue durée de vie, des caractéristiques photométriques performantes et ne provoquant qu'une nuisance lumineuse réduite au minimum, tout en respectant la norme NF EN-12464-2 (juillet 2007) [2].

Les objectifs à atteindre en éclairage sont :

- Choix judicieux du nombre et de l'emplacement des luminaires : garantir une bonne répartition de la lumière tout en tenant compte des contraintes liées à l'exploitation (...)
- Optimisation de la consommation : le but est de réduire la consommation en diminuant la puissance installée tout en garantissant un éclairage suffisant. Pour cela, nous nous tournerons vers des lampes à haut rendement et des luminaires dont les performances photométriques sont optimales.

- Optimisation du coût d'entretien : les performances des lampes et des luminaires doivent rester valables le plus longtemps possible. Pour cela, le choix de lampes à longue durée de vie ne suffit pas, il faut que la constitution du luminaire garantisse les performances dans le temps.

## 2. Etude d'éclairage de l'usine

### 2.1 Normes et règles

Les règles de l'art en éclairagisme sont définies dans les recommandations ou guides s'appuyant sur les normes européennes ou de l'association française de l'éclairage.

#### Normes relatives aux luminaires :

Les luminaires doivent répondre aux normes européennes harmonisées de la série NF EN 60-598-2-1[3]. Ces normes visent essentiellement la sécurité des luminaires.

#### Normes relatives à l'éclairagisme :

NF EN 12464-1 (07/11) [2] : éclairage des lieux de travail – intérieurs.

### 2.2 Conception de l'éclairage

Lors de la conception de l'éclairage de la nouvelle unité industrielle, il y a lieu de procéder successivement :

Au découpage de l'unité en zones fonctionnelles ;

- A l'évaluation du niveau d'éclairage de chaque zone fonctionnelle en fonction de l'activité exercée ;
- A la prise en compte des contraintes liées à l'exploitation (température, propreté et pollution de la zone, cycle d'entretien...)

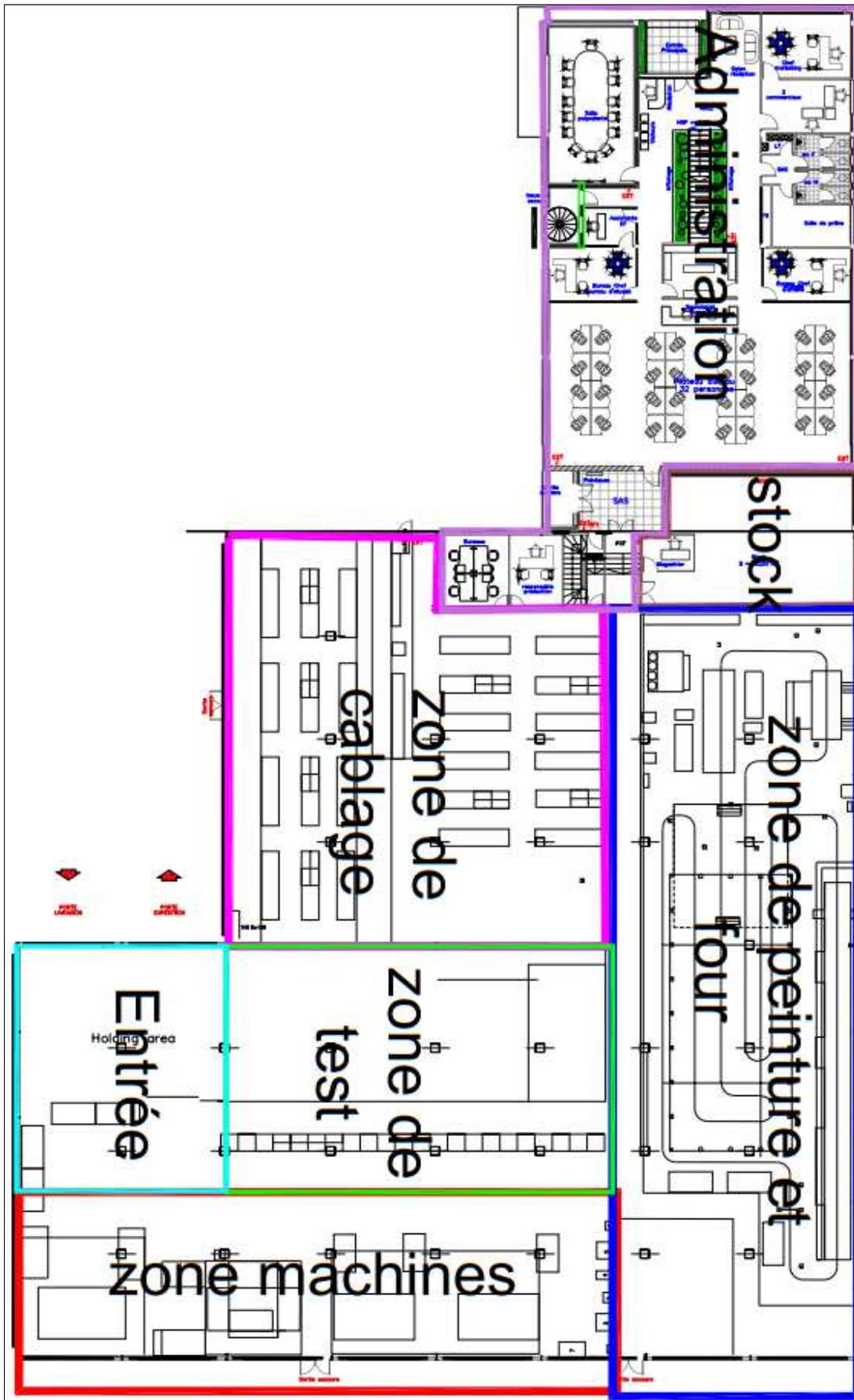


Figure 3: Découpage de l'unité industrielle en zone fonctionnelle

### 2.3 Niveau d'éclairage nécessaire par zone

Extrait de la norme NF EN 12464-2– octobre 2007 [4]

On peut résumer les prescriptions de la norme dans le tableau 3:

**Tableau 3 : Prescriptions relative à la norme en 12464-2 – octobre 2007**

Type d'intérieur, tâche ou activité	Eclairage moyen à maintenir (lx)	UGR <sup>2</sup>	Indice de rendu des couleurs Ra
salle de conférence et de réunion	500	19	80
Archives	200	25	80
Zones de circulation et couloirs	100	28	40
Escaliers	150	25	40
Magasins et entrepôts	100	25	60
Zones de manutention, d'emballage et d'expédition	250	25	60
Bureaux du personnel	500	19	80
Vestiaires	200	25	80
Travail d'assemblage	300	25	80

### 2.4 Choix du Type de luminaire

Les luminaires que nous avons choisis pour l'éclairage de l'usine sont les suivants :

- Pour l'éclairage des bureaux et des voies de circulation :
  - ✓ Spots encastrés fixes à faible hauteur pour lampes fluo compactes horizontales 2x18W.
  - ✓ Luminaire encastré pour tubes fluorescents 2x36 W et 2x55 W.
  - ✓ Luminaire apparent pour tubes fluorescents 4x18 W.
- Pour l'éclairage des sanitaires et vestiaires :
  - ✓ Spots sanitaires 1x18 W.
- Pour l'éclairage de la zone de production :
  - ✓ Armature industrielle 70,250 et 400 W.
  - ✓ Chemins lumineux apparent Net 2x36 W.
- Pour l'éclairage extérieur :
  - ✓ Projecteurs.

<sup>2</sup> UGR :taux d'éblouissementDans les bureaux l'UGR doit être inférieur à 19.

## 2.5 Choix du Type de la lampe

Notre choix s'est orienté vers la lampe à vapeur de sodium haute pression (SHP). En effet, les lampes SHP émettent une lumière jaune-orangée, au maximum de la sensibilité de l'œil. Cette lumière leur confère une grande efficacité lumineuse. Nous aurions préféré la lampe à vapeur de sodium basse pression, du fait qu'elle possède une meilleure efficacité lumineuse, mais son rendu des couleurs reste mauvais. La lampe à vapeur de sodium haute pression présente donc le meilleur compromis.

Pour ce qui suit, on utilisera comme base de nos simulations les lampes ci-dessous se trouvant dans le catalogue de SUNLUX et que nous avons inclus dans la bibliothèque du logiciel DIALUX.

### Calcul manuel de l'éclairage:

Calcul du nombre de luminaires indispensables

- Le niveau d'éclairage :

$$E_{moy} = \frac{n \cdot F_m \cdot K_{neuf} \cdot \Phi}{S} \quad Eq.1$$

Avec:

- Emoy = niveau d'éclairage moyen sur la surface considérée
- n = nombre de luminaires éclairant la surface considérée
- FM = facteur de maintenance
- S = surface considérée pour le calcul
- Kneuf = coefficient d'utilisation des luminaires =  $\Phi_{utile} / \Phi_{lampe}$  avec :
  - $\Phi_{utile}$  = flux lumineux qui tombe sur une surface considérée
  - $\Phi_{lampe}$  = flux total émis par la lampe.
- $\phi$  = flux initial de la lampe (renseigné dans le catalogue des fournisseurs)

Dans la pratique, le facteur de maintenance varie de 0.5 pour des éclairages indirects dans des locaux encrassés jusqu'à 0.9 pour des éclairages directs utilisant des luminaires de qualité optique élevée, des lampes de haut rendement, et des ballasts électroniques dans des locaux propres.

Les valeurs de référence prises couramment sont 0.8 pour les luminaires équipés de ballasts électromagnétiques et de 0.9 pour ceux équipés de ballasts électroniques.

### Application sur la zone machine :

Données : Emoy =250 lux ; FM=0.8 ;

-Calcul du nombre de luminaires n :

Surface de la zone machine : 34 x 15 =510 m<sup>2</sup>

On a choisi les luminaires : SUNLUX GGAS 250 SN.

SUNLUX Flux des tubes à 25°C RF 2\*36 HF.

Kneuf : 0.30 à 0.45, on choisit Kneuf = 0.3 (le cas défavorable).

$$n = \frac{E_{moy} * S}{FM * Kneuf * \varphi}$$

$$= \frac{250 * 510}{0.8 * 0.3 * (21860 + 5025)}$$

$$n = 19$$

Le nombre de luminaires calculés par simulation sur le logiciel DIALUX est 17 luminaires dans la zone machine.

La différence entre le résultat du calcul manuel et celui du logiciel Dialux vient du fait que l'Eq.1 suppose une répartition uniforme des luminaires au niveau de la surface.

Le tableau ci-dessous regroupe l'ensemble des résultats du calcul manuel:

*Tableau 4: calcul manuel du nombre de luminaires par zones.*

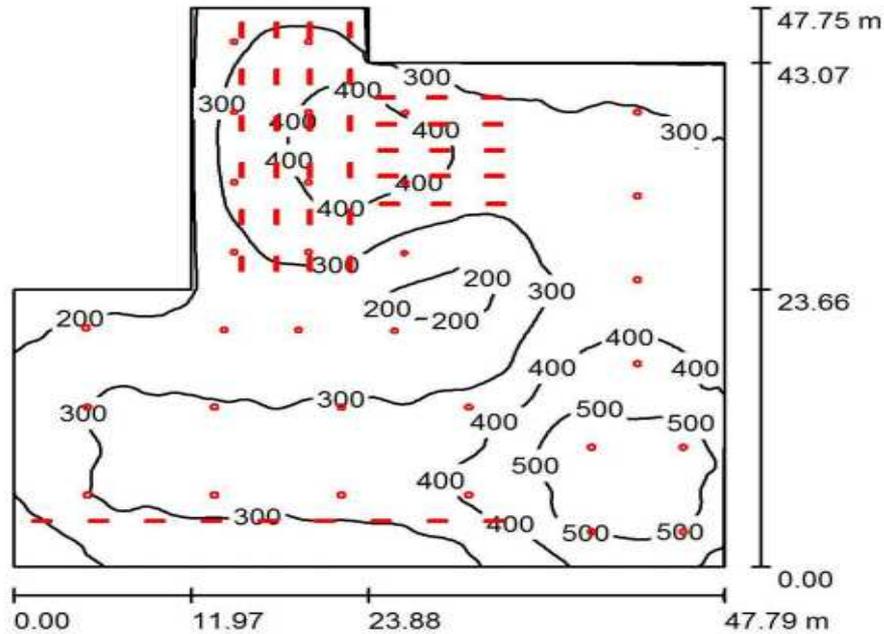
Zone	Surface en m2	E_moyenne(lux)	Solution d'éclairage (luminaires)
Zone machine	510	250	19
Zone de peinture	516	400	11
Zone de test	202.5	250	6
Zone de câblage	483	300	40
Zone de stockage	87	200	9
Entrée	20	150	2

**Simulation et implantation de l'éclairage par logiciel:**

Par souci d'efficacité, les notes de calcul ont été réalisées par le logiciel DIALUX. Ce logiciel est parmi les plus importants outils de conception éclairagiste et de planification lumineuse. Il permet de simuler l'éclairage intérieur et extérieur, de calculer et de vérifier de façon professionnelle tous les paramètres des installations d'éclairage en fournissant des résultats clairs et précis selon les dernières réglementations et normes.

**Simulation de l'éclairage sous DIALUX :**

Nous avons d'abord importé le fichier AUTOCAD qui contient le plan de masse de l'usine, ensuite, nous avons introduit les données nécessaires pour le calcul, à savoir , le facteur de maintenance, le type de luminaire, le type de lampe et le type d'implantation des luminaires (voir figure 4). Enfin, nous avons élaboré les plans d'implantation à l'aide du logiciel AUTOCAD (voir annexe I).



Hauteur de la pièce: 7.300 m, Facteur de maintenance: 0.80

Valeurs en Lux, Echelle 1:614

Surface	$\rho$ [%]	$E_{moy}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_{moy}$
Plan utile	/	331	145	600	0.440
Sol	20	321	144	552	0.447
Plafond	70	82	43	503	0.525
Murs (8)	50	192	46	901	/

**Plan utile:**

Hauteur: 0.800 m  
 Trame: 128 x 128 Points  
 Zone périphérique: 0.000 m

**Liste de luminaires**

N°	qté.	Désignation (Facteur de correction)	$\Phi$ (Luminaire) [lm]	$\Phi$ (Lampes) [lm]	P [W]
1	9	SUNLUX GGAS 250 SN (1.000)	21860	27000	280.0
2	8	SUNLUX GGAS 400 SN (1.000)	40186	48000	462.0
3	14	SUNLUX DECO GMP 70 MIH DECO GMP 70 MIH (1.000)	5039	5200	85.0
4	48	SUNLUX Flux des tubes à 25°C RF 236 HF (1.000)	5025	6700	70.0

Total: 829990 Total: 1021400 10766.0

Puissance installée spécifique:  $5.72 \text{ W/m}^2 = 1.73 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Surface au sol: 1881.65 m<sup>2</sup>)

Figure 4: Simulation de l'éclairage de la zone de production sous DIALUX

### 3. Conclusion

Après avoir fait plusieurs essais à l'aide du logiciel DIALUX et avoir élaboré une étude technico-économique comparative des solutions obtenues, nous avons abouti à une solution optimale de l'éclairage de l'usine en exploitant les luminaires existants dans le stock tout en respectant les prescriptions de la norme EN-12464-2 (juillet 2007)[4]. Dans la suite de notre travail, ces résultats seront exploités dans l'implantation du poste de transformation et l'élaboration du bilan de puissance de l'unité toute entière.



---

***CHAPITRE III : étude technique de  
l'installation électrique de l'usine***

---

## Introduction

Ce chapitre entre dans le cadre de la méthode d'optimisation, il s'agit d'effectuer l'étude technique de l'installation électrique de l'usine, en commençant par la conception des différentes installations électriques, en passant par la réalisation des différents schémas et dessins nécessaires, et par la fin une étude technique détaillée de la réalisation du projet.

### I. Conception de l'installation électrique

#### 1. Choix de l'architecture

Les exigences du maître d'ouvrage :

- Simplicité de l'installation électrique
- Qualité de service
- Continuité de service
- Localisation rapide et facile du défaut
- Souplesse de l'installation électrique

La nouvelle usine se trouve dans une zone urbaine, donc le poste de livraison PL sera alimenté via le réseau de distribution MT souterrain et donc le schéma de raccordement sera en boucle.

#### 2. Bilan de puissance

Le bilan de puissance est nécessaire à l'établissement des flux d'énergie active et réactive en régime permanent pour toutes les parties de l'installation. Il permet de dimensionner les sources d'énergie, les systèmes de compensation d'énergie réactive, les équipements, et les canalisations électriques. Le bilan de puissance (tableaux 7) est établi à partir des puissances assignées des récepteurs en leur appliquant, si nécessaire, des facteurs d'utilisation et de simultanéité.

Le facteur d'utilisation (inférieur ou égale à 1) caractérise le fait qu'un récepteur donné absorbe en régime normal une puissance inférieure à sa puissance nominale, l'application d'un facteur inférieur à 1 nécessite la connaissance exacte des conditions d'utilisation des récepteurs.

**Tableau 5: facteur d'utilisation par récepteur NF EN 12193 [5]**

Type du récepteur	Ku
Chauffage ou éclairage	1
Prises de courant (hors indication particulière)	1
Moteurs électriques	0.75

La détermination du facteur de simultanéité (inferieur ou égale à 1) implique la connaissance approfondie des conditions de fonctionnement et d'exploitation de l'installation.

- Cas général :

**Tableau 6 : coefficient de simultanéité dans le cas général UTE C 15-105 [6]**

Utilisation		Ks
Eclairage		1
Chauffage et conditionnement d'air		1
Prise de courant (n nombre de prises)		$0.1 + (0.9 / n)$
Moteurs	Moteur le plus puissant	1
	Moteur suivant	0.75
	Autres moteurs	0.60

- Cas des armoires de distribution

**Tableau 7: coefficient de simultanéité dans le cas des armoires de distribution**

Nombre de circuits	Ks
2 et 3	0.9
4 et 5	0.8
6 et 9	0.7
10 et plus	0.6

Les extensions et les augmentations de puissance prévisibles doivent être prises en compte lors de la conception initiale de l'installation. Le coefficient d'extension varie de 1,2 à 1,4, on prend généralement  $K_e = 1,2$ .

CHAPITRE III : Etude technique de l'installation électrique de l'usine

Tableau 8 : Bilan des puissances

	CIRCUIT/ARMOIRE/EQUIPEMENT	Quantité	P unitaire (W)	P totale (KW)	Cos phi	Coef. d'utilisation	P.Totale KW	Coef. Simult.	P. totale résultante KW	Q.totale resultante KVAR	P. totale résultante KVA
TD,RDC	ECLAIRAGE spot 2*18	28	40	1,12	0,9	1,00	1,12	1	1,120	0,542	1,244
	ECLAIRAGE tube 2*55	8	119	0,952	0,9	1,00	0,95	1	0,952	0,461	1,058
	ECLAIRAGE spot sanitaire 1*9	7	9	0,063	0,9	1,00	0,06	1	0,063	0,031	0,070
	ECLAIRAGE tube 2*36	40	74	2,96	0,9	1,00	2,96	1	2,960	1,434	3,289
	PRISE DE COURANT Normal	75	300	22,5	0,9	1,00	22,50	0,5	11,250	5,449	12,500
	PRISE DE COURANT ONDULE	49	300	14,7	0,9	1,00	14,70	0,5	7,350	3,560	8,167
	CLIMATISEUR	1	12000	12	0,9	1,00	12,00	1	12,000	5,812	13,333
	SECHE MAIN	1	1500	1,5	0,9	1,00	1,50	1	1,500	0,726	1,667
	ALIM SERVEUR INFO	1	200	0,2	0,9	1,00	0,20	1	0,200	0,097	0,222
										37,40	18,11
TD ETAGE	ECLAIRAGE spot 2*18	39	40	1,56	0,9	1,00	1,56	1	1,56	0,76	1,733
	ECLAIRAGE tube 2*36	24	74	1,776	0,9	1,00	1,78	1	1,78	0,86	1,973
	ECLAIRAGE tube 4*18	29	74	2,146	0,9	1,00	2,15	1	2,15	1,04	2,384
	PRISE DE COURANT Normal	50	300	15	0,9	1,00	15,00	0,5	7,50	3,63	8,333
	PRISE DE COURANT ONDULE	40	300	12	0,9	1,00	12,00	0,5	6,00	2,91	6,667
	CLIMatiseur	1	12000	12	0,9	1,00	12,00	1	12,00	5,81	13,333
	SECHE MAIN	1	1500	1,5	0,9	1,00	1,50	1	1,50	0,73	1,667
	EXTRACTION	1	200	0,2	0,9	0,50	0,10	1	0,10	0,05	0,111
										32,582	15,78018282

-	ECLAIRAGE tube 2*36	38	70	2,66	0,9	1,00	2,66	1	2,66	1,29	2,956
	ECLAIRAGE armature 400	6	460	2,76	0,9	1,00	2,76	1	2,76	1,34	3,067
	ECLAIRAGE armature 250	12	280	3,36	0,9	1,00	3,36	1	3,36	1,63	3,733
	ECLAIRAGE armature 70	15	85	1,275	0,9	1,00	1,28	1	1,28	0,62	1,417
	CLIMATISEUR	1	3000	3	0,9	1,00	3,00	1	3,00	1,45	3,333
	SECHE MAIN	1	1500	1,5	0,9	1,00	1,50	1	1,50	0,73	1,667



### CHAPITRE III : Etude technique de l'installation électrique de l'usine

TD, GUERITE	PRISE DE COURANT Normal	2	300	0,6	0,9	1,00	0,60	1	0,60	0,29	0,667
	CLIM	1	200	0,2	0,9	1,00	0,20	1	0,20	0,10	0,222
	BARRIERE ELECTRIQUE	2	1500	3	0,9	0,75	2,25	1	2,25	1,09	2,500
										3,05	1,48

TD, P, T	ECLAIRAGE tube	1	18	0,018	0,9	0,50	0,01	1	0,01	0,00	0,010
	PRISE DE COURANT Normal	4	300	1,2	0,9	0,50	0,60	0,5	0,30	0,15	0,333
	CLIM	1	200	0,2	0,9	0,50	0,10	1	0,10	0,05	0,111
										0,41	0,20

TOTAL PUISSANCE en kw	208,58
TOTAL PUISSANCE en kVAR	130,38
TOTAL PUISSANCE en kVA	245,98
Coef foisonnement	0,8
Reserve demandée 25%	1,25
TOTAL PUISSANCE FOISONNE	245,98
Puissance TR installé (KVA)	250

### 3. Schéma synoptique

Le schéma synoptique ci-dessous donne une vision globale de l'installation électrique de l'usine.

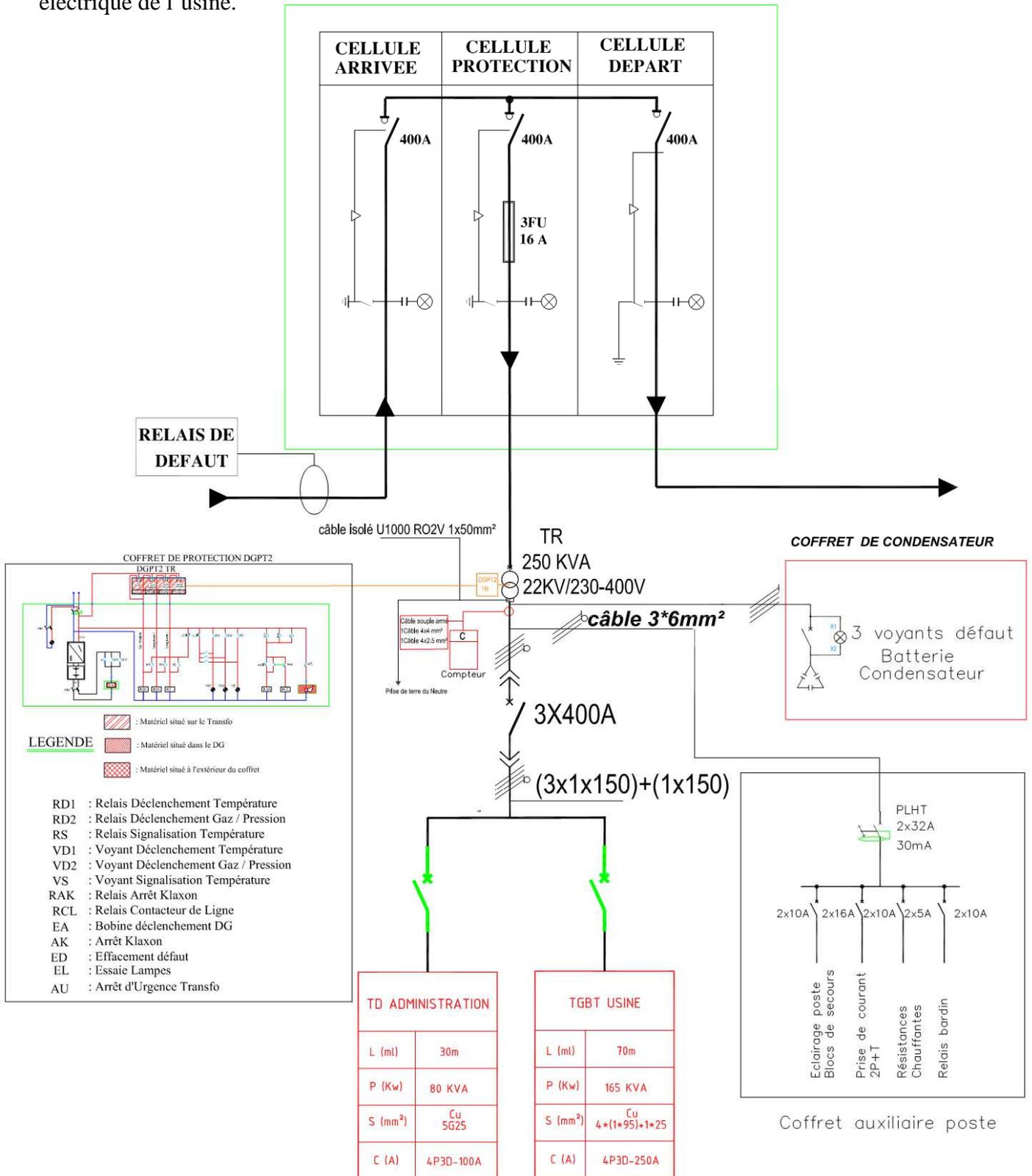


Figure 5: Schéma synoptique de l'installation

## 4. Tracé des chemins de câbles

La distribution basse tension est réalisée depuis le TGBT vers l'ensemble des récepteurs à l'aide de canalisations.

A l'aide du logiciel AUTOCAD, nous avons en concertation avec le maître d'ouvrage, proposé une architecture de distribution basse tension. Notre proposition est illustrée à l'annexe II.

## II. Etude technique

### 1. Régime du neutre

#### 1.1 Introduction

Actuellement, les trois schémas de liaison à la terre, longtemps appelés régimes du neutre tels que définis par la norme NF C 15-100 [5], sont : TN, TT, IT

Ces trois schémas ont une même finalité en termes de protection des personnes et des biens : la maîtrise des effets des défauts d'isolement. Ils sont considérés comme équivalents sur le plan de la sécurité des personnes contre les contacts indirects. Il n'en est pas nécessairement de même pour la sûreté de l'installation électrique BT en ce qui concerne :

- La disponibilité de l'énergie
- La maintenance de l'installation

La maîtrise du risque de non disponibilité de l'énergie prend de plus en plus d'importance. En effet si, pour éliminer le défaut, la partie en défaut est déconnectée automatiquement, il en résulte:

- Un risque pour les personnes, par exemple : un manque subit d'éclairage ou la mise hors service d'équipements utiles à la sécurité.
- Un risque économique du fait de l'arrêt de production.

De plus, si le courant de défaut est élevé, les dégâts, dans l'installation ou dans les récepteurs, peuvent être importants. Ainsi les coûts et les temps de réparation seront élevés.

#### 1.2 Critères de choix du régime du neutre

Les trois SLT<sup>3</sup> mondialement utilisés et normalisés par la CEI 60364 [7] ont pour objectif commun la recherche de la meilleure sûreté. Sur le plan de la protection des personnes, les trois régimes sont équivalents si l'on respecte toutes les règles d'installation et d'exploitation. Étant donné les caractéristiques de chaque régime, il ne peut donc être

---

<sup>3</sup> SLT : schémas de liaison à la terre

question de faire un choix à priori. Ce choix doit résulter d'une concertation entre l'utilisateur et le concepteur du réseau sur :

- les caractéristiques de l'installation,
- les conditions d'exploitation.

D'abord, il ne faut pas oublier que les trois SLT peuvent coexister dans une même installation électrique, ce qui est une garantie pour obtenir la meilleure réponse aux besoins de sécurité et de disponibilité. Ensuite s'assurer que le choix n'est pas recommandé ou imposé par les normes. Puis dialoguer avec l'utilisateur pour connaître ses exigences et ses moyens. En résumé, plusieurs paramètres conditionnent le choix du SLT. En effet, c'est le croisement des impératifs réglementaires, de continuité de service, de continuité d'exploitation et de nature du réseau et des récepteurs qui détermine le ou les types de schémas les plus judicieux.

Dans certains cas, ce sont les textes réglementaires qui imposent le SLT. Sinon, l'utilisateur est libre de choisir, la définition du SLT ne pourra résulter que d'une concertation entre lui-même et le concepteur du réseau. Elle portera :

- En premier lieu, sur les impératifs d'exploitation (continuité de service impérative ou non) et sur les conditions d'exploitation (entretien assuré par un personnel)
- En second lieu, sur les caractéristiques particulières du réseau et des récepteurs.

### 1.3 Schémas de liaison à la terre

Les différents schémas de liaison à la terre et la comparaison entre eux sont cités dans **l'annexe III**.

### 1.4 Choix du schéma de liaison à la terre

Les critères du choix dépendent de plusieurs aspects :

- \*Aspects techniques (fonction du réseau électrique, surtensions, courant de défaut)
- \*Exploitation (continuité de service, maintenance)
- \*Sécurité économiques (coûts d'investissements, d'exploitation)

En particulier, il faut réaliser un compromis entre deux considérations techniques importantes:

- \*Réduction du niveau des surtensions

Des surtensions trop importantes sont à l'origine du claquage diélectrique des isolants électriques, avec comme conséquence des courts-circuits.

- \*Réduction du courant de défaut à la terre

Un courant de défaut trop élevé entraîne toute une série de conséquences :

- Dégâts par l'arc au point de défaut; en particulier, fusion des circuits magnétiques des machines tournantes.
- Tenue thermique des écrans de câble.
- Dimensions et coût de la résistance de mise à la terre.
- Induction dans les circuits de télécommunications voisins.
- Danger pour les personnes, par élévation du potentiel des masses.

Ainsi, d'après la comparaison des différents régimes du neutre, et en concertation avec le maître d'ouvrage, nous avons décidé d'adopter le régime du neutre TN. Comme notre réseau électrique est étendu et contient des câbles en cuivre dont la section est supérieure à 10 mm<sup>2</sup>, la norme nous impose de prendre un régime TN-S. Pour les départs de longueurs importantes nous avons renforcé la protection par des disjoncteurs différentiels résiduels DDR et/ou par l'augmentation de section des câbles.

## 2. Choix du transformateur BT

### 2.1 Présentation de la méthode

Pour déterminer la puissance du transformateur, nous devons connaître les puissances nominales et les localisations des différents récepteurs et aussi prendre en compte les possibilités d'extension de l'installation

### 2.2 Puissance absorbée par un récepteur (KVA)

$$Pa = \frac{Sn}{\cos\varphi}$$

Avec : Sn : Puissance nominale du récepteur(KVA) ;

$\cos\varphi$ : Facteur de puissance du récepteur.

### 2.3 Puissance d'utilisation globale

$$Pu = Ks. \sum (ku. Pa)$$

Ku.Pa: puissance d'utilisation d'un récepteur

Tous les récepteurs ne sont pas utilisés forcément à pleine charge ni en même temps.

Les facteurs Ku et Ks permettent de déterminer les puissances d'utilisation.

Puissance du transformateur :  $PI = Ke. Pu$

Avec : Pu la puissance d'utilisation globale et Ke le coefficient d'extension. (On prend Ke=1,3)

La puissance du transformateur d'alimentation est celle normalisée juste supérieure à la puissance totale.

Le tableau 9 illustre les résultats que nous avons obtenus en ce qui concerne le poste de transformation :

**Tableau 9: résultats du calcul de la puissance du transformateur à installer**

Poste de transformation	Puissance totale foisonnée (KVA)	Puissance future (KVA)	Puissance du transfo (KVA)
PT	196.98	245.98	250

Il faut ajouter que le type de comptage est imposé par la norme NFC15-100[8]. Il faut prévoir un comptage BT (installé sur le circuit BT) dans le cas où le poste de transformation est équipé d'un seul transformateur de puissance inférieure à 630 KVA, ce qui est le cas ici.

### 2.4 Caractéristique du transformateur

Selon le cahier des charges, le transformateur doit être de fabrication locale conformément aux exigences de REDAL, ONE. Donc, nous nous sommes mis d'accord sur l'utilisation d'un transformateur triphasé immergé dans l'huile et à refroidissement naturel. Le couplage sera en triangle-étoile, neutre sorti. Le transformateur sera équipé de relais DGPT qui va permettre l'ouverture de l'interrupteur ou disjoncteur des cellules de protection du transformateur.

## 3. Dimensionnement des jeux des barres BT

### 3.1 Introduction

Les JDB sont généralement utilisés dans les applications suivantes :

- Liaison entre les transformateurs et les TGBT,
- Supports de répartition dans les TGBT,
- Canalisations de distribution BT.

Les principaux problèmes posés par l'emploi des jeux de barres peuvent être regroupés en deux catégories :

- Les conditions d'équilibre thermique avec leur environnement immédiat, qui déterminent les courants admissibles, pour une température acceptable du métal; elles sont soumises à l'influence de nombreux facteurs
- Les conditions de réalisation mécanique, en fonction des contraintes susceptibles de leur être appliquées, tant en service normal qu'en cas de défaut (court-circuit).

Deux dispositions des barres sont possibles :

- Barres de chant :

Cette position des barres est très utilisée car elle favorise le refroidissement par convection

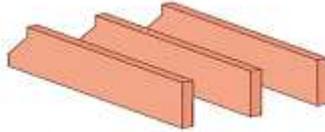


Figure 6: *jeu des barres de chant*

- Barres à plat :

Dans le cas des barres à plat, nous utilisons les éléments de calcul définis pour des barres de chant en appliquant un coefficient de déclassement, 0.8 par exemple

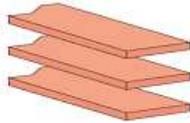


Figure 7 :*jeu des barres à plat*

### 3.2 Détermination de l'épaisseur et de la hauteur des jeux de barres

Pour déterminer les dimensions des jeux de barres, on commence par déterminer le courant d'emploi  $I_z$  parcourant les jeux de barres, puis on le corrige en fonction de plusieurs facteurs  $K1...K8$

#### Intensité admissible dans les jeux de barres :

Le dimensionnement des jeux de barres est basé sur les études menées par MM. MELSON et BOOTH [9].

L'équation d'origine de MELSON et BOOTH est :

$$I = 24,9 \times S^{0,5} \times p^{0,39} \times \frac{\theta^{0,61}}{\sqrt{[1 + \alpha(\theta + 25)\rho]}} \times \frac{1}{\sqrt{\frac{Ra}{Rc}}} \times \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{0,015(\theta + 25)}{10}}} \quad Eq. 5$$

Avec :

$\rho$ : La résistivité du métal à 20°C ( $\mu\Omega.cm$ ), soit :

-1,75 pour le cuivre

-2,80 pour l'aluminium

$\alpha$  : Coefficient de température (°C-1), soit :

-0,00393 pour le cuivre

-0,0036 pour l'aluminium

Le rapport  $\frac{Ra}{Rc}$  étant donné par les abaques

$S$ : Section ( $cm^2$ ), et  $\frac{1}{\sqrt{\frac{Ra}{Rc}}} \times \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{0,015(\theta + 25)}{10}}} \leq 1$

$p$ : Périmètre

$\theta$ : Échauffement (°C) au-dessus de la température ambiante de 45°C (température du métal 75°C)

Par simplification de cette équation,

l'expression de  $I_z$  (qu'on va utiliser par la suite) devient :

$$I = 24,9 \times S^{0,5} \times p^{0,39} \times \frac{\theta^{0,61}}{\sqrt{[1 + \alpha(\theta + 25)\rho]}} \quad Eq. 6$$

Dans notre étude on opte pour les choix suivants :

- ✓ Type du matériau : Cuivre
- ✓ Échauffement admissible  $(\theta - \theta_n) = 30^\circ C$
- ✓ Résistivité à 20 °C : calcul (usuel) :  $1,75\mu\Omega.cm$

Dans ces conditions l'équation 6 devient:

$$I_z = C_{te}(\theta) \times S^{0,5} \times p^{0,39}$$

Avec:

$$C_{te}(\theta) = \frac{24,9 \times (30)^{0,61}}{\sqrt{[1 + 0,00393 \times (30 + 25) \times 1,75]}} = 168,88$$

-  $S$  : Section d'une barre en  $\text{cm}^2$

-  $P$  : Périmètre d'une barre en cm

La correction du courant admissible est  $I'_z = I_z \times K$

Avec  $K$  : Coefficient de condition (produit de 8 coefficients  $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6, k_7, k_8$  décrits ci-après).

Dans le cas des conditions dites « normales »  $K=1$ . Si ces conditions ne sont pas requises, il convient d'appliquer les corrections en fonction des paramètres suivants :

Tableau 10: coefficients de correction

Coefficient de nombre	K1	1	→ 1 Barre. Pour n barres en parallèle (Voir facteurs de correction ci-dessous)
Coefficient de nature du métal	K2	1.26 1 1.02	→ Cuivre → Aluminium au titre de 99% (A4) → Aluminium au titre de 99,5% (A5/L)
Coefficient d'état de surface	K3	1 1.12	→ Barres non peintes → Barres peintes
Coefficient de position	K4	1 0.75	→ Barres sur chant → Barres à plat
Coefficient d'atmosphère	K5	1 1.1 1.2	→ Atmosphère calme → Calme mais non confinée → A l'extérieur
Coefficient de nature du courant			
Courant continu	K6		→ 1
Courant alternatif pour 1 barre <200x20		1	→ 1
barres en parallèle		2	→ 1
		3	→ 0.98
		4	→ 0.95
		5	→ 0.94
Coefficient d'échauffement	K7	30°C 35°C 40°C 45°C 50°C	→ 0.86 → 0.93 → 1 → 1.07 → 1.14

Coefficient de température ambiante	K8 30°C	→1.0284
	35°C	→1.0186
	40°C	→1.0092
	45°C	→1
	50°C	→0.9910

Facteur de correction K1 (barres posées sur chant) :

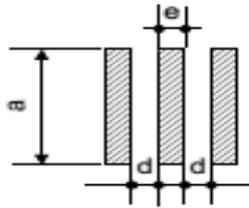


Tableau 11: coefficient de correction k1 en fonction du nombre de barres en parallèles par phase

N	d/a								
	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
2	1.69	1.73	1.76	1.80	1.83	1.85	1.87	1.89	1.91
3	2.40	2.45	2.50	2.55	2.60	2.63	2.65	2.68	2.70
4	3.05	3.12	3.18	3.25	3.31	3.25	3.38	3.41	3.44
5	3.67	3.74	3.82	3.90	3.98	4.02	4.06	4.09	4.13
6	4.23	4.32	4.41	4.50	4.59	4.63	4.68	4.72	4.77
7	4.75	4.85	4.95	5.05	5.15	5.20	5.25	5.30	5.35

Coefficient de conditions :

$$K = K1 \times K2 \times K3 \times K4 \times K5 \times K6 \times K7 \times K8$$

**Application: Dimensionnement du jeu de barres du poste de transformation :**

- Transformateur de puissance :  $S_n = 250 \text{ KVA}$
- Tension de service :  $U = 380 \text{ V}$
- Courant nominal:  $I_n = S_n / (\sqrt{3} \times U) = 379.83 \text{ A}$

**Détermination du coefficient de conditions :**

- K1=1 Nombre de barres par phase : 1
- K2 =1 Barres nues
- K3=1 Barres sur chant
- K4=1 Atmosphère confinée (en armoire)
- K5=1 Sans ventilation artificielle :
- K6=1 Courant alternatif, Nb de barres par phase : 2,
- K7=1 ; température ambiante : 45°C
- K8=1 ; Echauffement admissible : 30°C

$$K = 1$$

**Calcul de l'intensité admissible :**

$I_{z\_barres} = I_n \times K = 379.83 \times 1.8 = 379.83 \text{ A}$

Enfin, on détermine la section réelle du jeu de barre à installer à partir du tableau des valeurs de base des intensités admissibles I(A) dans les barres de cuivre (voir document annexe)

On cherche la valeur juste supérieure à 379.83A

Dans la table On trouve les dimensions suivantes :

$S = 25 \times 5 = 125 \text{ mm}^2$

$P = 2 \times (25 + 5) = 60 \text{ mm.}$

**4. Calcul manuel des sections des câbles BT**

**4.1 Principe de la méthode**

En conformité avec les recommandations de la norme NF C 15-100[8], le choix de la section des câbles doit satisfaire plusieurs conditions nécessaires à la sécurité de l'installation, à savoir :

- Véhiculer le courant maximal d'emploi
- Ne pas générer des chutes de tension supérieures aux valeurs admissibles (exigées par la norme).
- Supporter les contraintes thermiques en cas de défaut (court-circuit).

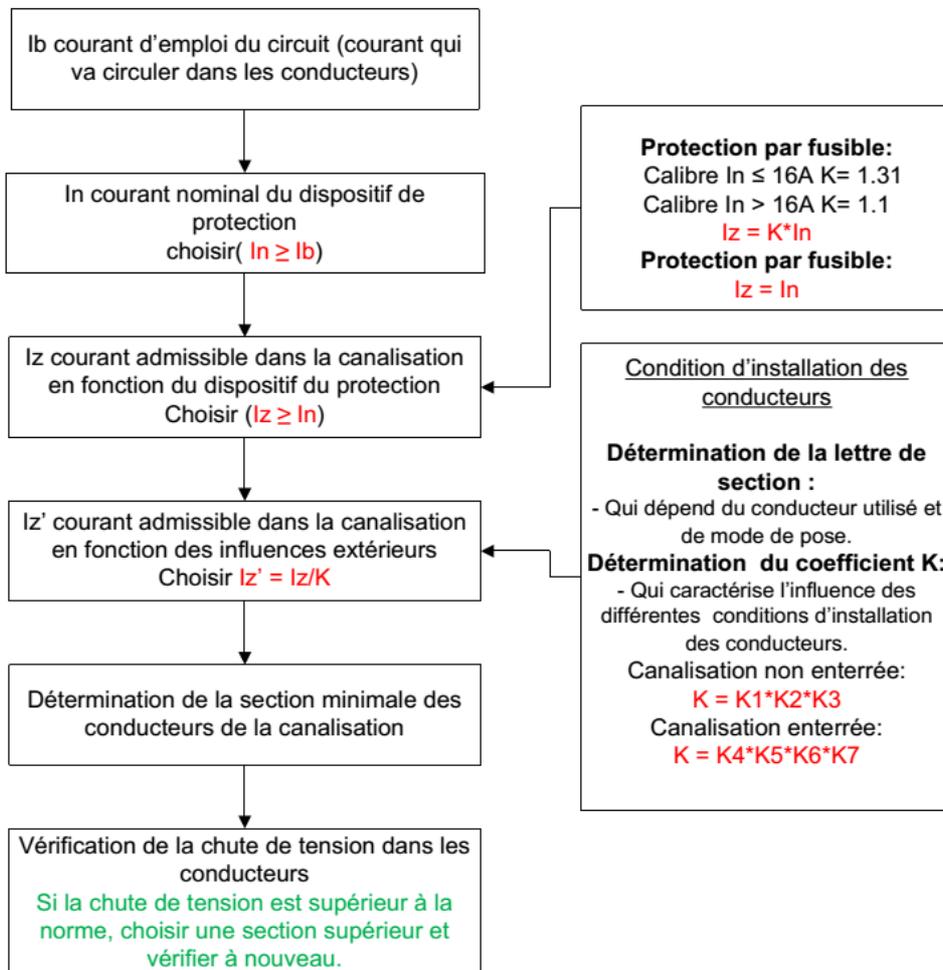


Figure 8 : Organigramme de calcul des sections des câbles BT.

#### 4.2 Vérification de la valeur de la chute de tension

La chute de tension doit être vérifiée entre l'origine de l'installation et l'utilisation. Si la chute de tension est acceptable, la section normalisée sera donc la section juste supérieure à la section trouvée, sinon, il faut augmenter la section et revérifier la chute de tension jusqu'à l'obtention d'une chute de tension conforme à la norme.

Selon la norme NF C 15 100[8], la chute de tension doit être inférieure à :

Tableau 12: valeurs limites de la chute de tension

	Eclairage	Autres usages
Alimentation par poste HTA/BT privé	6%	8%

La chute de tension est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$u = b \cdot \left( \rho \cdot \frac{L}{S} \cdot \cos\varphi + \lambda \cdot L \cdot \sin\varphi \right) \cdot Ib$$

- u étant la chute de tension, en volts,
- b étant un coefficient égal à 1 pour les circuits triphasés, et égal à 2 pour les circuits monophasés,
- $\rho$  étant la résistivité des conducteurs en service normal
- L étant la longueur simple de la canalisation, en mètres
- S étant la section des conducteurs, en mm<sup>2</sup>
- $\cos\varphi$  étant le facteur de puissance : en l'absence d'indications précises, le facteur de puissance est pris égal à 0,8 ( $\sin\varphi = 0,6$ ),
- $\lambda$  étant la réactance linéique des conducteurs
- $Ib$  étant le courant d'emploi, en ampères
- La chute de tension relative (en pour-cent) est égale à :

$$\Delta u = \frac{u}{U_0}$$

$U_0$  étant la tension entre phase et neutre en volts.

Tableau 13: résistivité et réactance linéique des conducteurs

	Cuivre	Aluminium
$\rho$	22,5 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	36,6 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
$\lambda$	0,08 m $\Omega/\text{m}$	

**Application :**

**Calcul de la section des câbles entre transformateur et TGBT :**

Puissance de la source  $S=250\text{kva}$ .

Le courant d'emploi  $I_b= 379.83\text{A}$

Calibre de l'appareil de protection  $I_n=400\text{A}$

Méthode de référence et facteur de correction lié au mode de pose : numéro du mode de pose 13A donc la méthode de référence est F. Donc  $k_1=1$  ;

Facteur de correction lié au groupement de circuit : Câble seul donc  $K_2=1$  ;

Facteur lié à la température (PR triphasé)  $K_3=0.91$  ;

Donc  $K = k_1 \times k_2 \times k_3 = 0.91$

$$I'_z = \frac{I_z}{K}$$

$$I'_z = 416.48 \text{ A}$$

Selon le tableau de l'**annexeIV**  $S = 150 \text{ mm}^2$

Vérification de la chute de tension :

$$u = 1 \times \left( \frac{22.5 \times 10}{150} \times 0.8 + 0.08 \times 10 \times 0.6 \right) \times 379.83 \times 10^{-3} = 0.63 \text{ V}$$

$$\Delta u = \frac{0.63 \times 100}{380} = 0.16\% : \text{résultat conforme à la norme.}$$

## 5. Estimation des courts-circuits BT et exemple de calcul

### 5.1 Présentation de la méthode des impédances

La détermination des valeurs de courant de court-circuits présumés en tous points d'une installation est essentielle au choix des matériels (Pdc des dispositifs de protection). Elle commence par l'estimation de cette valeur à l'origine de l'installation, puis en n'importe quel point selon plusieurs méthodes dont le choix dépend de l'importance de l'installation, des données disponibles, du type de vérification à effectuer...

La méthode des impédances consiste à totaliser les résistances et réactances des boucles de défaut depuis la source jusqu'au point considéré et à en calculer l'impédance équivalente.

Les différents courants de court-circuit et de défaut sont alors déduits par l'application de la loi d'Ohm.

Impédance due au réseau amont HTA :

L'impédance du réseau HT, vue côté BT, peut être obtenue auprès du distributeur, mesurée ou calculée à partir des formules suivantes :

$$Zq = \frac{(fc \times Un)^2}{Scc}$$

fc: Facteur de charge à vide pris égal à 1,05.

Un : Tension nominale de l'installation entre phases, en V.

Scc : Puissance de court-circuit du réseau HT, en kVA.

**L'impédance du transformateur :**

$$Ztr = \frac{(fc \times Un)^2}{Scc} \times \frac{Ucc}{100}, \quad Rtr = \frac{Pcu}{3 \times In^2}, \quad Xtr = \sqrt{Ztr^2 - Rtr^2} \quad (\text{en } m\Omega)$$

fc : Facteur de charge à vide, pris égal à 1,05.

Un : Tension nominale de l'installation entre phases, en V.

In :Intensité nominale du transformateur en A.

Str: Puissance assignée du transformateur en kVA.

PCu : Pertes cuivre du transformateur en W.

UCC: tension de court-circuit du transformateur, en %.

Les valeurs des résistances et réactances sont parfois données par le constructeur. Dans le cas contraire,elles sont à calculer à l'aide des formules :

$$Rtr = 0,31 \times Ztr \text{ et } Xtr = 0,95 \times Ztr (\text{Valeurs en } m\Omega).$$

**Courant de court-circuit en un point quelconque de l'installation :**

Pour déterminer la valeur d'un court-circuit en un point quelconque de l'installation on totalise lesrésistances et réactances de la boucle de défaut depuis la source jusqu'au point considéré. On en déduit l'impédance équivalente. Les valeurs de court-circuit sont alors calculées par application de la loi d'Ohm (formule générale) :

$$Icc = \frac{fc \times Un}{\sqrt{3} \times Zt} = \frac{fc \times Un}{\sqrt{3} \times \sqrt{Rt^2 + Xt^2}}$$

fc: facteur de charge à vide, pris égal à 1,05.

Un: tension nominale de l'installation entre phases, en V.

Zt: impédance totale de la boucle de défaut au point considéré. C'est la somme vectorielle desrésistances et réactances composant la boucle.

**Exemple de calcul :**

Calcul du courant de court-circuit au niveau du TGBT :

Calcul de l'impédance du transfo :

$$\begin{aligned} Ztr &= \frac{(fc \times Un)^2}{Str} \times \frac{Ucc}{100} \\ &= \frac{1,05 \times 380}{250} \times \frac{4}{100} = 25,47 m\Omega \\ Rtr &= 0,31 \times Ztr = 7,89 m\Omega \end{aligned}$$

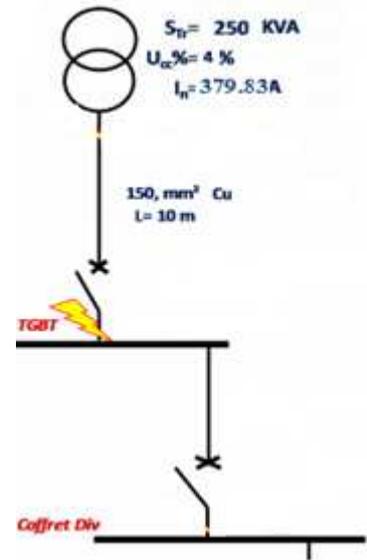
$$X_{tr} = 0.95 \times Z_{tr} = 24.19 m\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{1.05 \times 380}{Z_t \times \sqrt{3}}$$

$$Z_t = \sqrt{(R_1 + R_{tr})^2 + (X_1 + X_{tr})^2}$$

$$= 26.06 m\Omega$$

Donc :  $I_{cc} = 8.66 kA$



## 6. Dimensionnement des protections BT

### 6.1 Introduction

Le rôle fondamental des protections d'un réseau électrique est d'assurer la sécurité des personnes et des biens, ainsi que la continuité de service, c'est à dire la permanence de l'alimentation des différents récepteurs.

Dans notre projet l'appareil de protection utilisé est le disjoncteur. Les caractéristiques à prendre en compte dans le choix d'un disjoncteur sont :

- Le courant assigné ou courant d'utilisation dans les conditions normales,
- Le pouvoir de coupure (Pdc) qui doit être supérieur au courant de court-circuit
- La courbe de déclenchement.

Nous rappelons les cinq types de courbes de déclenchement avec leurs cas d'utilisation

Tableau 14: types de courbes de déclenchement des disjoncteurs NF C 61-410 [10]

Courbe B	Déclenchement : 3 à 5 In	Utilisation : protection des générateurs, des câbles de grande longueur et des personnes dans les régimes TN et IT
Courbe C	Déclenchement : 5 à 10 In	Utilisation : applications courantes
Courbe D	Déclenchement : 10 à 14 In	Utilisation : protection des circuits à fort appel de courant
Courbe Z	Déclenchement : 2.3 à 3.6 In	Utilisation : protection des circuits électroniques
Courbe MA	Déclenchement : 12.5 In	Utilisation : protection des départs moteurs.

**Exemple de calcul :**

On va travailler sur un seul exemple puisque la méthodologie est la même pour tous les récepteurs.

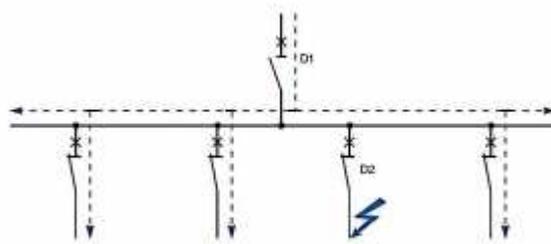
Prenons l'exemple du départ TGBT usine --> poinçonneuse

- Puissance absorbée : 19 KVA
- Courant d'emploi :  $I_B = 28.9 \text{ A}$
- Courant de court-circuit  $I_{cc} = 1617 \text{ A}$

D'après les résultats des données précédentes et en se basant sur le catalogue des fournisseurs le disjoncteur choisi a les caractéristiques suivantes :

- Calibre est de 32 A ;
- Le type est DT40N ; Le type de déclenchement est : Courbe C
- Nombre de pôles : 4P-3D.

**6.2 La sélectivité**



La sélectivité est une technique qui consiste à coordonner les protections de manière à ce qu'un défaut sur un circuit ne fasse déclencher que la protection placée en tête de ce circuit, évitant ainsi la mise hors service du reste de l'installation. La sélectivité améliore la continuité de service et la sécurité de l'installation.

**Critères de sélectivité :**

Dans le réseau basse tension le type de sélectivité à mettre en place est la sélectivité ampérométrique renforcée en cas de besoin par une autre chronométrique.

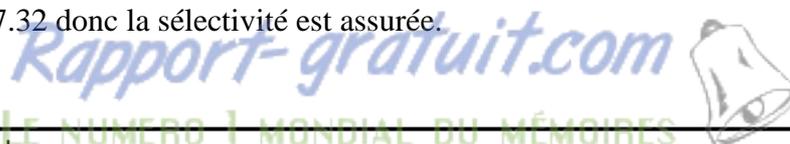
La sélectivité est assurée si le rapport du courant de réglage ( $I_r = I_n$ ) du disjoncteur amont sur celui du disjoncteur aval est supérieur à 1,6.

**Vérification de la sélectivité**

Prenons l'exemple du compresseur 1:

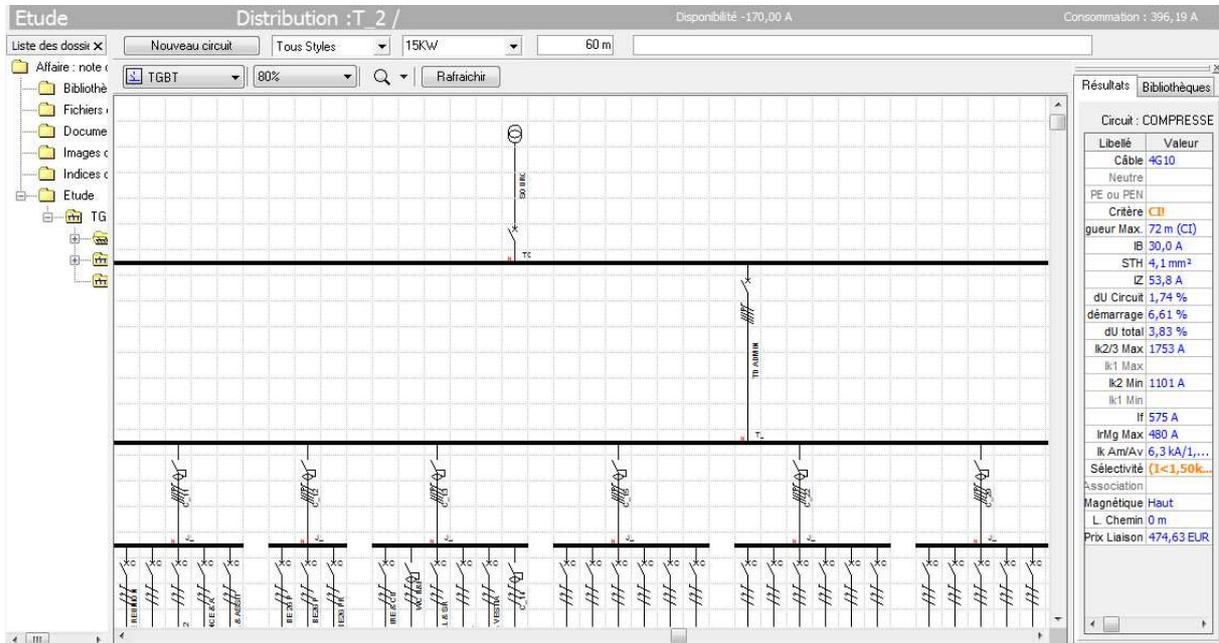
- $I_{r1} = 227 \text{ A}$  : réglage thermique du disjoncteur amont (disjoncteur du transfo).
- $I_{r2} = 31 \text{ A}$

D'où :  $I_{r1}/I_{r2} = 7.32$  donc la sélectivité est assurée.



## 7. Dimensionnement par logiciel CANECO BT

Par souci d'efficacité, les calculs relatifs au dimensionnement de l'installation BT seront faits à l'aide du logiciel CANECO BT (**Voir annexe V**).



## 8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons établi un bilan de puissance, celui-ci nous a permis de choisir le transformateur adéquat à installer et qui va répondre aux besoins des différents récepteurs en termes d'énergie. Ensuite, nous avons élaboré les notes de calculs du réseau BT à l'aide du logiciel de dimensionnement CANECO BT, puis l'élaboration des différents schémas de câblages des armoires. En outre, une partie a été consacrée au dimensionnement des jeux de barres BT. Dans le chapitre qui suit nous allons entamer le dimensionnement des batteries de compensation de l'énergie réactive.

---

***CHAPITRE IV : compensation de l'énergie réactive, chiffrage et planification des taches***

---

## Introduction

Ce chapitre a pour objectif d'introduire des plans d'actions pour l'amélioration et la compensation de l'énergie réactive des installations électriques que nous avons réalisé pour la nouvelle usine et le chiffrage et planification de l'exécution des tâches.

### I. Compensation de l'énergie réactive

#### 1. Introduction

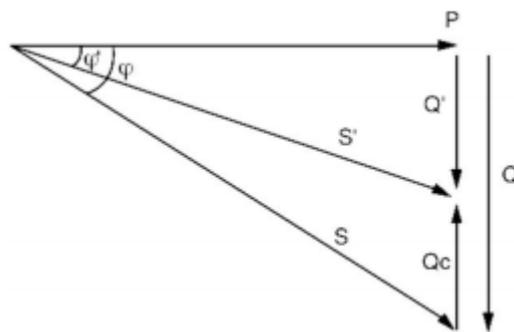
Les réseaux électriques à courant alternatif fournissent deux formes d'énergie :

- L'énergie « active »  $E_a$  mesurée en kWh qui est transformée en énergie mécanique (travail), chaleur, lumière, etc...
- L'énergie « réactive »  $E_r$  mesurée en kVARh qui prend 2 formes :
  - l'une nécessaire et consommée par les circuits inductifs (transformateurs, moteurs, etc...),
  - l'autre fournie par les circuits capacitifs (capacité des câbles, batteries de condensateurs, etc.).

Les équipements de compensation (condensateurs et batteries) permettent de diminuer la consommation d'énergie réactive afin de réaliser des économies sur les factures d'électricité et d'optimiser le dimensionnement des équipements électriques.

#### 2. Principe de la compensation

Le diagramme de puissance ci-dessous représente le principe de la compensation de l'énergie réactive :



$Q_c$  : puissance réactive du condensateur;  $P$  : puissance active

$Q$  : puissance réactive sans condensateur ;  $Q'$  : puissance réactive avec condensateur

$S$  (resp  $S'$ ) : puissance apparente avant (resp après) compensation

La puissance réactive  $Q_c$  requise pour la compensation est calculée à partir de la puissance active  $P$  et de la  $\tan \varphi$  mesurée sur l'installation :

$$Q_c(\text{ batterie à installer}) = P \times (\tan \varphi - \tan \varphi')$$

### 3. Compensation de l'énergie réactive des transformateurs

Lors de la définition d'une installation de compensation d'énergie réactive, il est conseillé de prévoir un condensateur fixe correspondant à la consommation réactive interne du transformateur chargé à 75 %

Un transformateur a besoin, pour assurer son fonctionnement, d'énergie réactive interne nécessaire à la magnétisation de ses enroulements. Le tableau ci-dessous donne, à titre indicatif, la valeur de la batterie fixe à installer

Tableau 15 : puissances normalisées des batteries fixes NFC 54 – 100[12]

Puissance nominale du transformateur en kVA	Puissance kVAR à prévoir pour la consommation interne du transformateur chargé à 75 %
100	5
160	7.5
200	9
250	11
315	15
400	20

### 4. Installations des batteries de condensateurs

#### 4.1 Possibilités d'implantation

##### a. Implantation globale

- Supprime la facturation d'énergie réactive.
- Représente la solution la plus économique car toute la puissance est concentrée en un point et le coefficient de foisonnement permet des batteries bien optimisées.
- Soulage le transformateur.

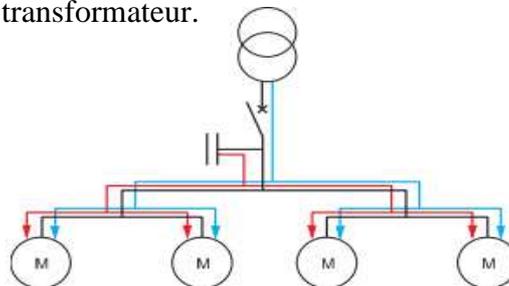


Figure 9: Implantation globale des batteries de condensateurs

##### b. Implantation par secteurs

- Supprime la facturation d'énergie réactive.

- Soulage une grande partie des lignes d'alimentation et diminue dans ces lignes les pertes calorifiques en joules ( $RI^2$ ).
- Soulage le transformateur.

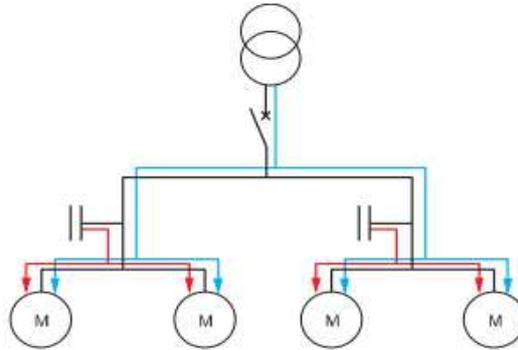


Figure 10: Implantation par secteur des batteries de condensateurs

### c. Implantation individuelle

- Supprime la facturation d'énergie réactive.
- Constitue, sur le plan technique, la solution idéale puisque l'énergie réactive est produite à l'endroit où elle est consommée; les pertes calorifiques en joules ( $RI^2$ ) sont donc diminuées dans toutes les lignes.
- Soulage le transformateur.

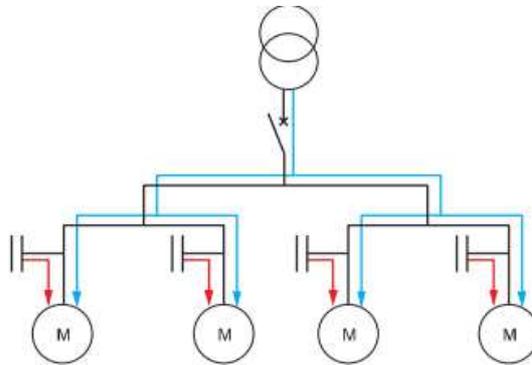


Figure 11: Implantation individuelle des batteries de condensateurs

## 4.2 Protection et raccordement des condensateurs

### a. Protection

Il est indispensable de prévoir une protection externe au condensateur. Cette protection sera réalisée soit :

- Par un disjoncteur :
  - Relais thermique, réglage entre 1,3 et 1,5 In,
  - Relais magnétique réglage entre 5 et 10 In.

- Par fusibles HPC type GI calibre 1,5 à 2 In,  
(In = Intensité nominale du condensateur).

#### **b. Raccordement : dimensionnement des câbles**

Les normes en vigueur des condensateurs sont établies pour que ceux-ci supportent un surcharge permanente de 30 % en  $I_{nominale}$ .

Ces normes autorisent également une tolérance maximale de +10 % sur la capacité nominale.

Les câbles devront donc être dimensionnés au minimum pour :

$$I_{c\grave{a}ble} = 1,3 \times 1,1 \times I_{nominale} (I_{nominale} \text{ du condensateur}); \text{ soit } I_{c\grave{a}ble} = 1,43 \times I_{nominale}$$

### **4.3 Dimensionnement manuel de la compensation du réseau électrique de l'usine**

Après avoir comparé entre les différentes implantations, nous avons opté pour le choix de l'implantation par secteur vu ses avantages nombreux.

#### **Compensation de l'énergie réactive du transformateur**

D'après le tableau 15, la batterie fixe de condensateurs à installer pour la compensation de l'énergie réactive du transformateur a une énergie réactive :  $Q_c = 11$  kVAR.

#### **Compensation de l'énergie réactive du TGBT usine**

On a:

$$PT = 135.14 \text{ kW}, \quad QT = 94.81 \text{ kVAR}, \quad ST = 165.09 \text{ kVA}, \quad \cos \varphi = 0.818$$

On veut obtenir après compensation un  $\cos \varphi = 0.955$

On a:

$$Q_c = PT. (\tan \varphi - \tan \varphi')$$

$$Q_c = 135,14 \cdot (0,70 - 0,31)$$

$$Q_c = 52,7 \text{ kVAR}$$

Pour le dimensionnement du câble de la batterie de condensateurs et sa protection, le tableau suivant regroupe les résultats obtenus :

**Tableau 16: résultats du dimensionnement des câbles et des batteries de condensateurs**

Lieu de compensation	Batterie de condensateur (kVAR)	In (A)	I câbles (A)	Section (Cu)	Icc3 (kA)	Calibre Disj (A)	Pdc (kA)
TGBT usine	62,5	95	135,85	35 mm <sup>2</sup>	6,47	160	20

### **4.4 Systèmes et types de compensation**

#### **a. Batteries de condensateurs fixes**

La puissance réactive fournie par la batterie est constante quelles que soient les variations du facteur de puissance et de la charge des récepteurs, donc de la consommation d'énergie réactive de l'installation.

Ce type de batteries est généralement utilisé dans les cas suivants :

- Installation électrique à charge constante fonctionnant 24h/24
- Compensation hors charge des transformateurs
- Compensation individuelle des moteurs

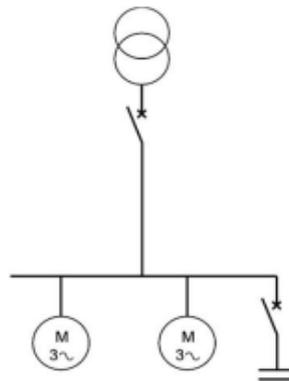


Figure 12: Batteries de condensateurs fixes

### b. Batteries de condensateurs automatiques

La batterie de condensateurs est fractionnée en gradins, avec possibilité de mettre en service plus ou moins de gradins, en général de façon automatique. Ce type de batterie est installé en tête de la distribution BT ou d'un secteur important. Elle permet une régulation pas à pas de l'énergie réactive. L'enclenchement et le déclenchement des gradins sont pilotés par un relais varométrique.

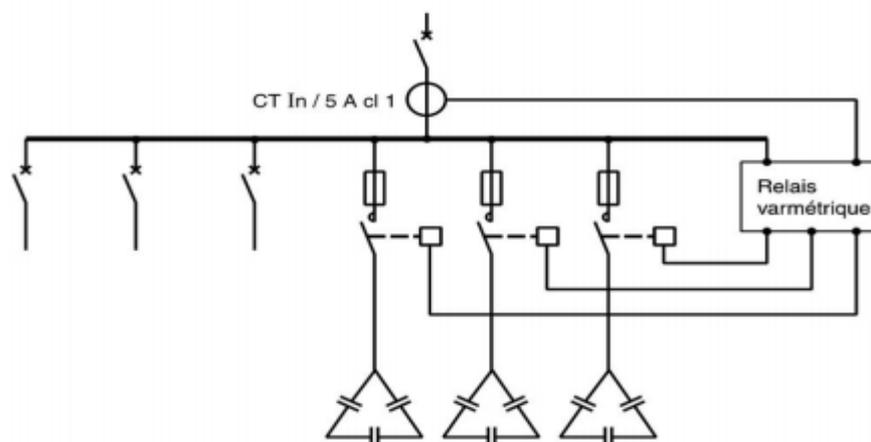


Figure 13 : Batteries de condensateurs automatiques

### c. Types de compensations

Selon le degré d'interférence ou harmoniques, trois « modèles » de condensateurs sont disponibles, ces condensateurs doivent répondre à la norme NF C 54-104[11] :

- $Sh / S_n < 15 \%$  : Modèle standard
- $15 < Sh / S_n < 25 \%$  : Modèle H
- $Sh / S_n > 25 \%$  : Modèle SAH - classe standard (tension renforcée + self anti-harmonique)

Où :

- $Sh$ : puissance apparente (kVA) des récepteurs produisant des harmoniques (moteurs à vitesse variable, soudeuses, lampes à décharge etc...).
- $S_n$ : puissance apparente du transformateur de l'installation, en kVA.

### 4.5 Type de compensation choisie pour l'usine

Vue que la charge dans la zone de production est variable et présente un niveau d'harmonique important (présence de compresseurs, de moteurs, de soudeuses...), nous avons opté pour une compensation automatique de type SAH.

En effet on a :

$$\frac{Sh}{S_n} \cong \frac{100}{250} \cong 40\% > 25\%$$

### 4.6 Dimensionnement de la compensation par le logiciel Varsetpro

Exemple : Compensation en charge du TGBT USINE :



Figure 14 :: compensation en charge du TGBT usine par VarssetPro

Tableau 17: résultats du dimensionnement des batteries avec VarssetPro

Lieu de compensation	Batterie de condensateur (kvar)	Type de batterie
Transformateur	11	Harmony
TGBT usine	62,5	Harmony

## 5. Conclusion

Dans cette partie, nous avons vu que l'énergie consommée est composée d'une partie "active", transformée en chaleur ou mouvement, et d'une partie "réactive" transformée par les actionneurs électriques pour créer leurs propres champs électromagnétiques.

L'utilisateur ne bénéficie que de l'apport énergétique de la partie "active"; la partie "réactive" ne peut pas être éliminée, mais doit être compensée par des dispositifs appropriés. L'énergie totale soutirée au réseau de distribution sera ainsi globalement réduite.

La localisation des dispositifs de compensation, dépend du positionnement et de la nature des charges à compenser. Nous avons estimé manuellement et par le logiciel Varsetpro, les puissances des batteries à installer pour le poste de transformation et pour le TGBT usine.

## II. ETUDE ECONOMIQUE

### 1. Introduction

La dernière phase de notre projet d'étude et d'ingénierie de l'installation électrique de la nouvelle usine sera consacré à :

- ✓ Evaluer le prix du matériel de notre installation électrique
- ✓ Chiffrer l'affaire pour estimer le prix global du projet
- ✓ Réaliser un planning prévisionnel des travaux

### 2. Evaluation du prix matériel

Afin d'évaluer le prix global du matériel nécessaire pour notre installation électrique, nous avons, en concertation avec notre encadrant externe, pu évaluer le prix moyen du matériel. Le tableau donnant le détail des prix est en **annexe VI**.

### 3. Chiffrage du projet

Le chiffrage de l'affaire nous permettra d'évaluer le prix global du projet qui est en fonction du prix d'achat du matériel et des diverses dépenses.

Le bordereau de prix, déjà mentionné, prend en compte les dépenses suivantes :

- Personnel mensuel
- Etude
- Location internes (matériel)

## III. Planning prévisionnel des travaux

Afin d'estimer la durée du projet, nous avons, en collaboration avec notre encadrant et le chef de chantier, à l'aide du logiciel MS Project établi un planning prévisionnel d'exécution des travaux. Le planning intégral est présenté à l'**annexe VII**.

## Conclusion

Au terme de ce projet de fin d'études, une brève rétrospective permet de dresser le bilan du travail effectué avec ses difficultés, ses contraintes, mais aussi et surtout le supplément de formation si riche dont nous avons eu la chance de bénéficier.

Nous pouvons considérer que ce travail de fin d'études, s'est articulé autour de trois volets principaux.

Le 1<sup>er</sup> volet concerne l'étude et la conception de l'éclairage intérieur de la nouvelle usine. Il nous a fallu, d'abord, choisir une solution d'éclairage respectant les prescriptions et les normes en vigueur et donnant une bonne répartition des différents luminaires dans les différents locaux de l'unité. Plusieurs propositions ont été étudiées à l'aide du logiciel Dialux. Nous avons, alors, abouti à une solution conforme aux normes d'éclairage intérieur tout en utilisant des luminaires disponibles dans le stock de l'entreprise. Ensuite, nous avons établi les plans d'implantation des luminaires à l'aide du logiciel AUTOCAD.

Le 2<sup>ème</sup> volet concerne l'étude technique de l'installation électrique de l'usine. Dans cette partie, nous avons d'abord élaboré un bilan de puissance, puis nous avons choisi le transformateur triphasé qui va répondre aux besoins de l'installation en termes d'énergie. Ce transformateur est de type immergé dans l'huile et à refroidissement naturel. Ensuite, et à l'aide du logiciel AUTOCAD, nous avons tracé un schéma synoptique de l'installation et les chemins des câbles qui vont permettre l'acheminement de l'énergie depuis la source vers les différents consommateurs. Enfin, nous avons établi des notes de calcul du réseau électrique BT avec le logiciel Caneco BT.

Le 3<sup>ème</sup> volet concerne la compensation de l'énergie réactive de l'installation, l'estimation du coût de réalisation de l'affaire et la planification des tâches. Premièrement, nous avons dimensionné les batteries de condensateurs à installer pour augmenter le  $\cos \varphi$  de l'installation jusqu'à 0,955. Pour ce faire, nous avons utilisé le logiciel VarsetPro de Schneider Electric. Deuxièmement, nous avons établi le bordereau des prix estimatifs des équipements nécessaires pour la réalisation des travaux de la nouvelle unité industrielle. Enfin nous avons construit un planning des travaux et des tâches à effectuer. Notons qu'on a utilisé l'outil de planification MS Project. Une suite à ce travail, serait d'étudier l'aspect suivi et contrôle du chantier ainsi que les essais nécessaires du matériel et sa mise en service.

## Bibliographie

- [1] Commission international de l' éclairage (CIE): CIE 97:2005-Guide on the maintenance of indoor electric lighting systems, p.10
- [2] NF EN 12464-1, Lumière et éclairage - Éclairage des lieux de travail -Partie 1 : Lieux de travail intérieur.Juillet 2011
- [3] NF EN 60-598-2-1, Luminaires – Règles générales et généralités sur les essais – août 1993.
- [4]NF EN 12464-2 : Lumière et éclairage - Éclairage des lieux de travail - Partie 2 : lieux de travail extérieurs, 2007.
- [5]NF EN 12193, Lumière et éclairage, 4.4 Tableau de facteurs d'utilisation.Mars 2008
- [6]UTE C 15-105, Guide pratique installation électrique basse tension. UTE, Juillet 2003.
- [7]CEI60364-1Installations électriques à basse tension – Partie 1:Principes fondamentaux, détermination des caractéristiques générales, définitions, 2005
- [8]NF C15-100,Installations électriques à basse tension. AFNOR, Décembre 2002.
- [9]S. W. Melsom and H. C. Booth, "The efficiency of overlapping joints in copper and aluminum busbar conductors,"J. IEE, vol. 60, p. 889, 1922.
- [10]***NF C 61-410installations industrielles, tertiaires, agricoles.***
- [11] ***NFC 54 104 Shunt Capacitors Of The Self-healing Type For AC Systems.1989***
- [12] ***NF C 54 108, Condensateurs*** de puissance, 2002
- Catalogue SUNLUX 2010.
  - Legrand, Guide Technique & Catalogue | Compensation D'énergie Réactive Et Contrôle De La Qualité Des Réseaux Electriques, 210027th ed MARS 2010.
  - SOCOMEC, Cahier Technique : Systèmes de coupure et de protection 2011.
  - Schneider-Electric, Distribution électrique basse tension et HTA 2009.
  - Calcul des jeux de barres, Schneider-Electric.
  - J-M. BEAUSSY, Intensité admissible dans les jeux de barres 02/02/2009.
  - Schneider Electric, Guide de la compensation d'énergie réactive

---

## *Annexes*

---

**Annexe I : plans d'implantation des luminaires**

**Annexe II : Tracé des chemins de câbles**

**Annexe III : Régimes du neutre**

**Annexe IV : Dimensionnement des jeux de barres**

**Annexe V : Tables de détermination des sections de câbles BTNFC 15-100**

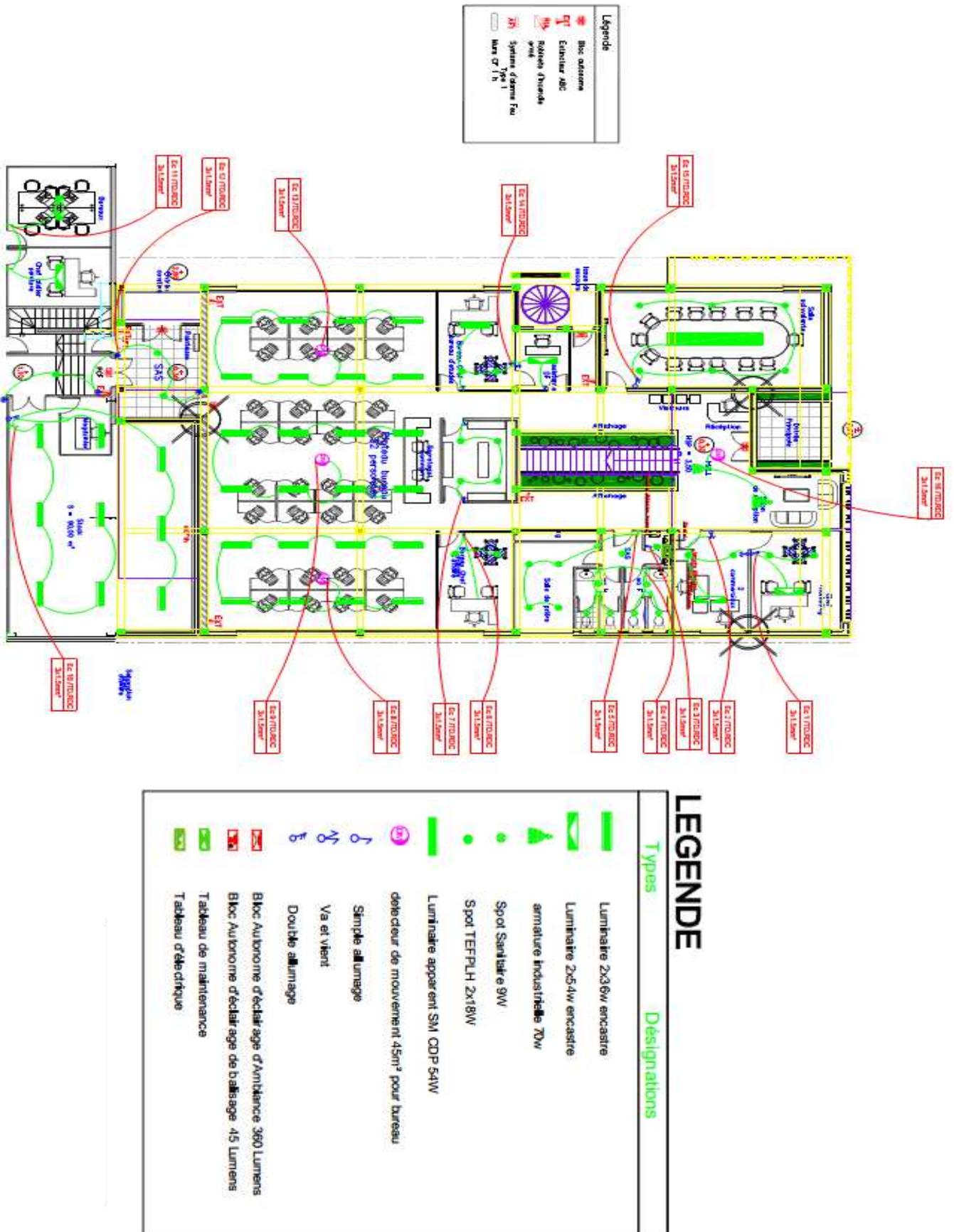
**Annexe VI : Résultats du calcul par logiciel CANECO BT**

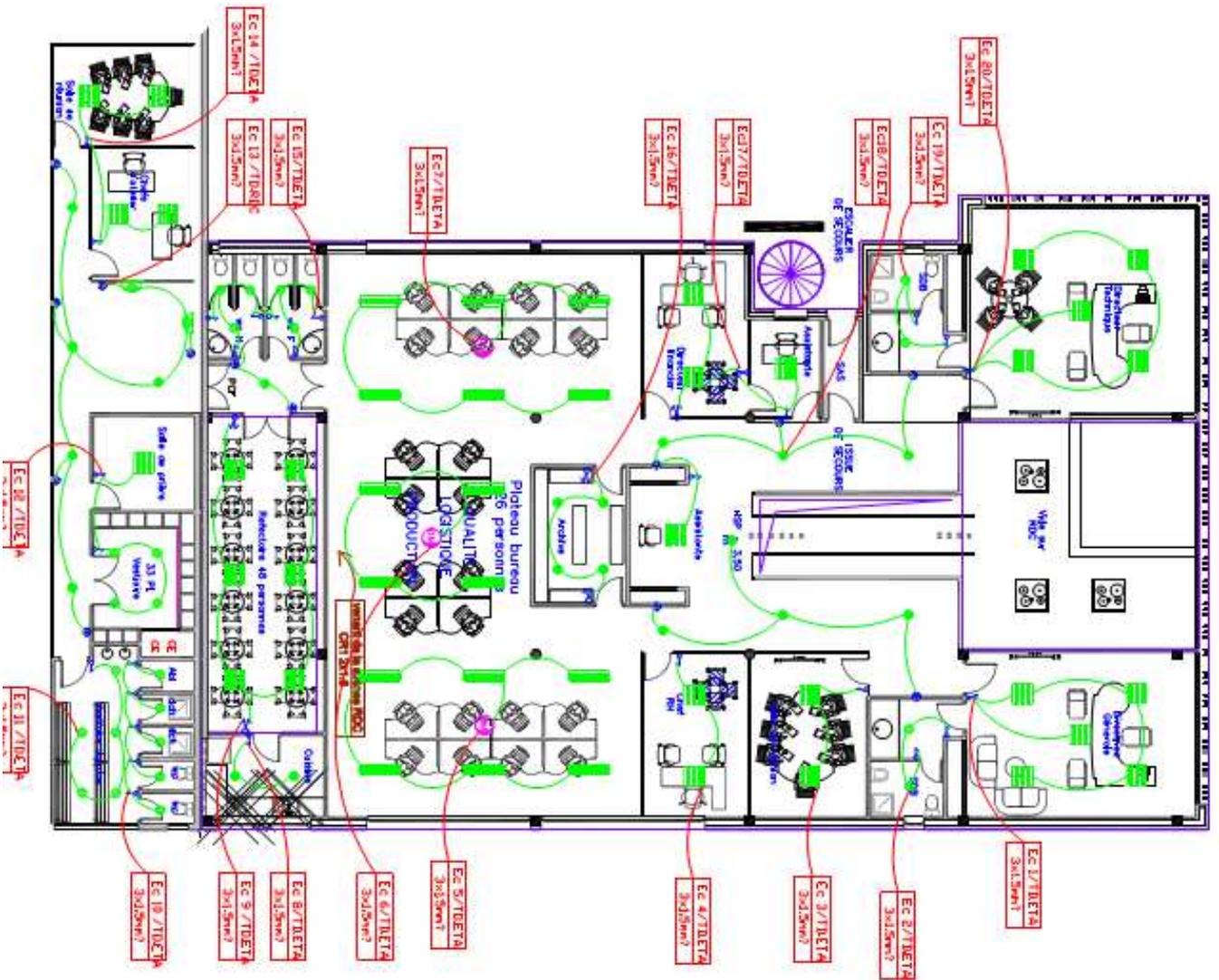
**Annexe VII : Chiffrage de l'affaire**

**Annexes IX : Planification des tâches**

**Annexes IX : schémas de câblage des armoires**

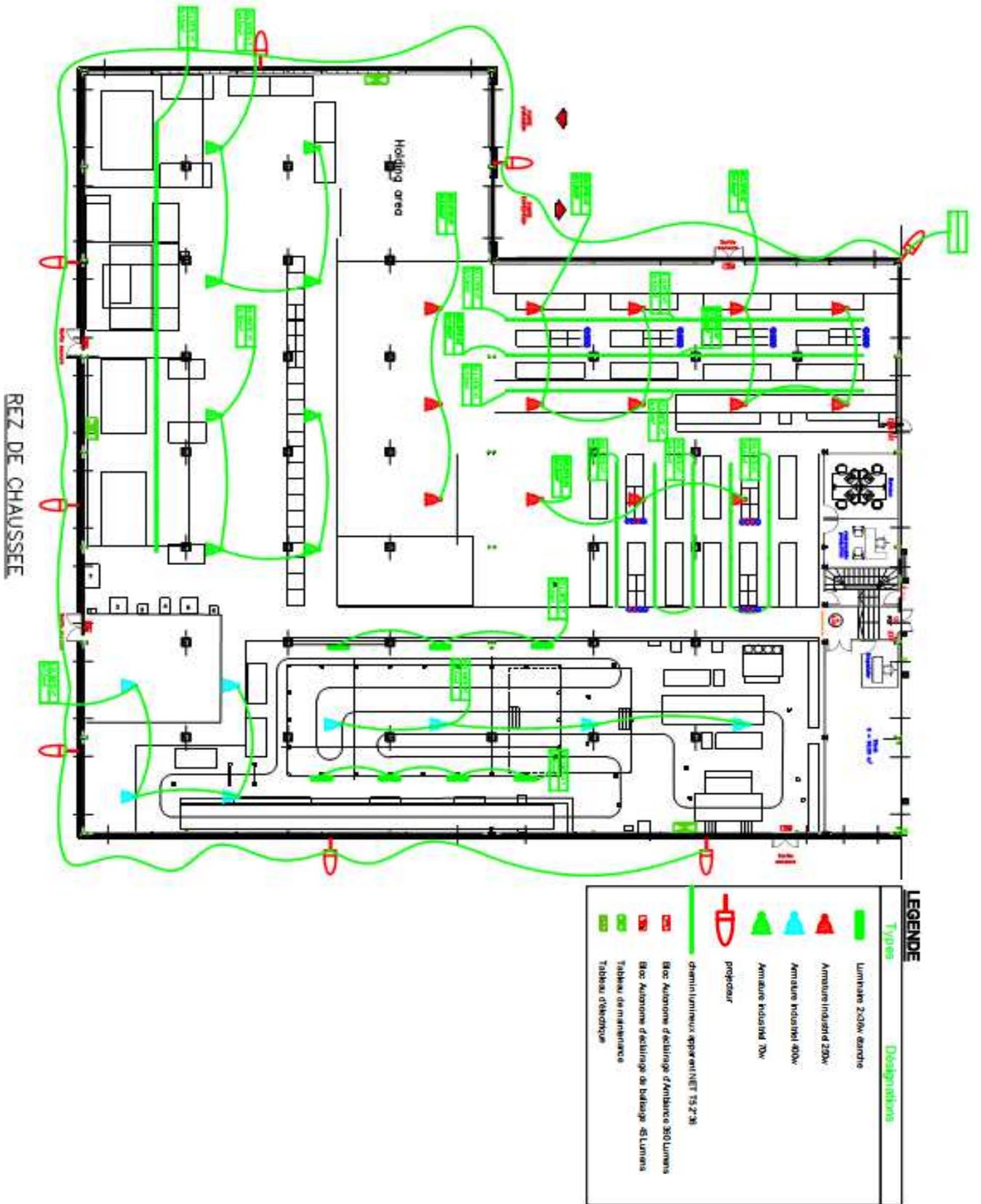
**Annexe I : Plans d'implantation des luminaires**





## LEGENDE

Types	Designations
	Luminaire 1x18w Boudd
	Luminaire 2x35w encastré
	Appareil Murale 100W
	Spot Sierstare 1x18W
	Spot TEP-PLH 2x18W
	decteur de mouvement 150r pour bureau
	Bouton Poussoir
	Simple allumage
	Vas et vient
	Double allumage
	Bloc Autonome de dalage d'Ambiance 300 Lumens
	Bloc Autonome de dalage de balisage 45 Lumens
	T afficheur de maintenance
	T afficheur de détection



Annexe II : Tracé des chemins des câbles

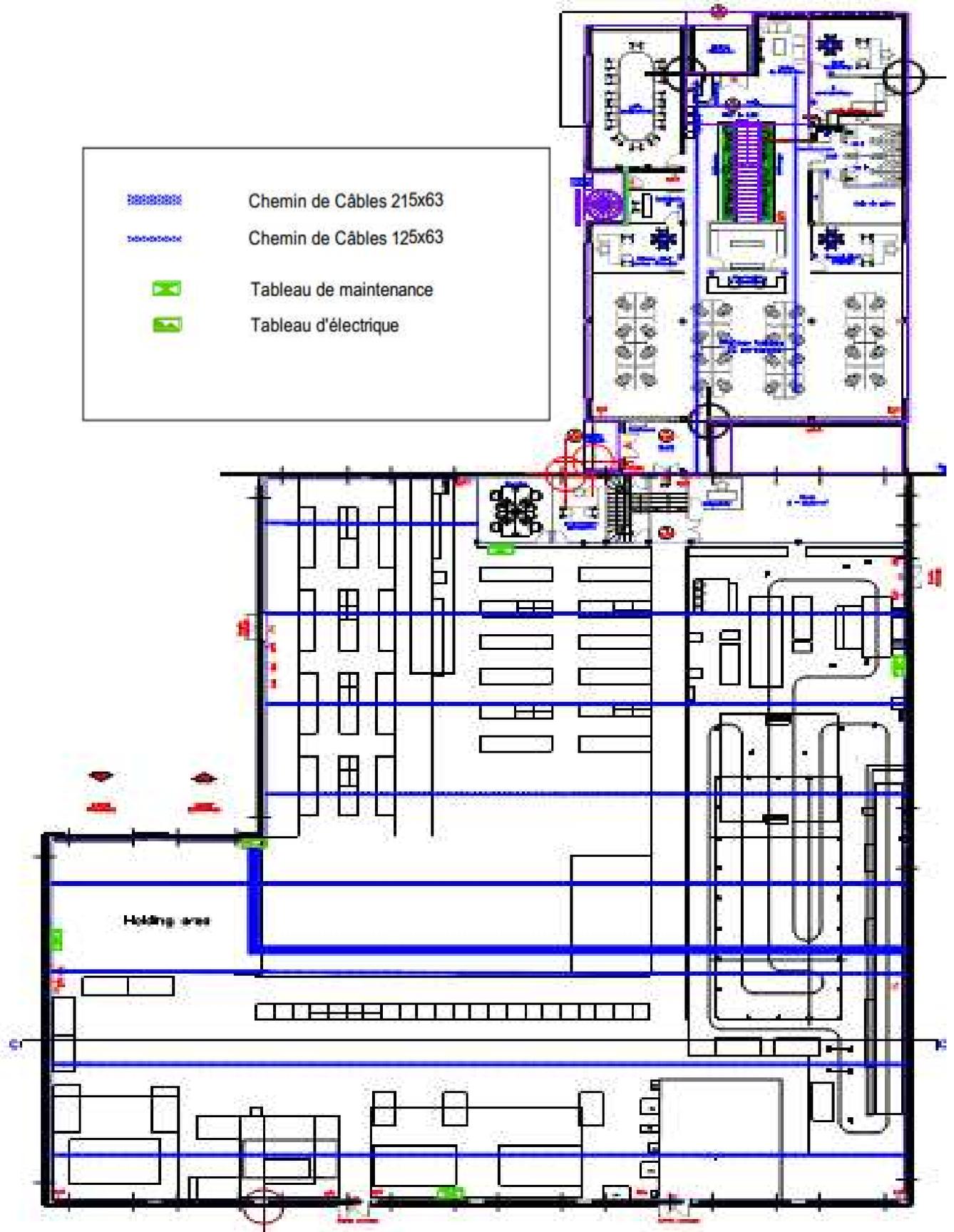


	Schéma TT	Schéma TN	Schéma IT
Principe Général	Détection d'un courant de défaut passant par la terre et coupure de l'alimentation par dispositif à courant différentiel	Le courant de défaut est transformé en courant de court-circuit coupé par les dispositifs de protection contre les surintensités, les masses sont maintenues sous un seuil de potentiel non dangereux	La maîtrise du courant du 1 <sup>er</sup> défaut à une valeur très faible, limite la montée en potentiel des masses, il n'y a alors pas nécessité de coupure
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simplicité (peu de calculs à l'installation)</li> <li>- Extension sans calcul des longueurs</li> <li>- Courants de défaut faibles (sécurité contre l'incendie)</li> <li>- Peu de maintenance (sauf test régulier des différentiels)</li> <li>- Sécurité des personnes en cas d'alimentation d'appareils portatifs ou de mise à la terre déficiente (avec différentiels 30 mA)</li> <li>- Fonctionnement sur source à <math>I_k</math> présumé réduit (groupe électrogène)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût réduit (les protections sont utilisées pour les courants de défaut et pour les surintensités)</li> <li>- La prise de terre n'a pas d'influence sur la sécurité des personnes</li> <li>- Faible susceptibilité aux perturbations (bonne équipotentialité, neutre relié à la terre)</li> <li>- Peu sensible aux courants de fuite élevés (appareils chauffants, à vapeur, informatiques)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Continuité de service (pas de coupure au 1<sup>er</sup> défaut)</li> <li>- Courant de 1<sup>er</sup> défaut très faible (protection contre l'incendie)</li> <li>- Courant de défaut peu perturbateur</li> <li>- Fonctionnement sur sources à <math>I_k</math> présumé réduit (groupe électrogène)</li> <li>- Alimentation de récepteurs sensibles aux courants de défaut (moteurs)</li> </ul>
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de sélectivité différentielle si dispositif unique en tête d'installation</li> <li>- Nécessité de différentiels sur chaque départ pour obtenir la sélectivité horizontale (coût)</li> <li>- Risque de déclenchements intempestifs (surtensions)</li> <li>- Interconnexions des masses à une seule prise de terre (installations étendues) ou différentiel nécessaire par groupe de masses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Courants de défauts élevés (génération de perturbations et risques d'incendie particulièrement en TN-C)</li> <li>- Nécessité de calculs de lignes précis</li> <li>- Risque en cas d'extensions de rénovation ou d'utilisations non maîtrisées (personnel compétent)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût d'installation (neutre protégé, CPI, para surtenseurs)</li> <li>- Coût d'exploitation (personnel compétent, localisation des défauts)</li> <li>- Sensibilité aux perturbations (mauvaise équipotentialité avec la terre) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Risques au 2<sup>ème</sup> défaut : <ul style="list-style-type: none"> <li>- surintensités de court-circuit</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>- perturbations (montée en potentiel de la terre)</li> </ul>
Commentaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parafoudres conseillés si distribution aérienne</li> <li>- Possibilité de relier la prise de terre de l'alimentation et celle des masses si transformateur HTA/BT privé (vérifier pouvoir de coupure des différentiels)</li> <li>- Nécessité de gérer les équipements à courants de fuite élevés (séparation, îlotage)</li> <li>- Importance de l'établissement et de la pérennité des prises de terre (sécurité des personnes)</li> <li>- Prévoir des vérifications périodiques des valeurs des terres et des seuils de déclenchement des différentiels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La vérification des conditions de protection doit être effectuée : à l'étude (calcul), à la mise en service, périodiquement et en cas de modification de l'installation</li> <li>- La vérification pratique nécessite un matériel de test spécifique (mesure de l'<math>I_k</math> en bout de ligne)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La signalisation du 1<sup>er</sup> défaut est obligatoire et sa recherche doit être immédiatement entreprise</li> <li>- La situation de 2<sup>ème</sup> défaut doit être évitée compte tenu de ses risques <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protection par parafoudres indispensable (risque de montée en potentiel de la terre)</li> </ul> </li> <li>- Il est conseillé de limiter l'étendue des installations IT au strict nécessaire (îlotage)</li> </ul>

**Annexe IV : Dimensionnement des jeux de barres**

**Tableau – Valeurs de base des intensités admissibles *I* (en ampères) dans les barres de cuivre**

Épaisseur (mm)	Nature du courant (1)	Hauteur (mm)													
		10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
2	CC	109	132	162	196	237	290	357	433						
	CA	109	132	162	196	237	290	357	433						
3,15	CC				251	303	368	452	548	670					
	CA				251	303	368	452	548	670					
4	CC				287	345	419	514	622	760	935				
	CA				287	345	419	514	622	760	935				
5	CC				326	391	473	580	700	855	1 051	1 275	1 550		
	CA				326	391	473	580	700	855	1 051	1 275	1 531		
6,3	CC							658	794	966	1 186	1 439			
	CA							658	794	966	1 186	1 422			
8	CC					513	618	752	905	1 099	1 347	1 631	1 978	2 452	
	CA					513	618	752	905	1 099	1 331	1 577	1 893	2 295	
10	CC					588	705	854	1 025	1 243	1 519	1 837	2 224	2 754	3 755
	CA					588	705	854	1 025	1 228	1 469	1 738	2 082	2 520	3 357
12,5	CC						807	973	1 165	1 405	1 717	2 072	2 505	3 096	
	CA						807	973	1 151	1 358	1 624	1 917	2 267	2 768	

(1) CC : courant continu ; CA : courant alternatif.

**Annexe V : Table de détermination des sections des câbles :**

Connaissant  $I'z$  et  $K$  ( $I'z$  est le courant équivalent au courant véhiculé par la canalisation :  $I'z = I_z/K$ ), le tableau ci-après indique la section à retenir.

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		PR2		
	C		PVC3		PVC2	PR3		PR2		
	E			PVC3		PVC2	PR3		PR2	
	F				PVC3		PVC2	PR3		PR2
	S (mm <sup>2</sup> )	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Section cuivre (mm <sup>2</sup> )	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	96	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	
Section aluminium (mm <sup>2</sup> )	2,5	16,5	18,5	19,5	21	23	25	26	28	
	4	22	25	26	28	31	33	35	38	
	6	28	32	33	36	39	43	45	49	
	10	39	44	46	49	54	59	62	67	
	16	53	59	61	66	73	79	84	91	
	25	70	73	78	83	90	98	101	108	121
	35	86	90	96	103	112	122	126	135	150
	50	104	110	117	125	136	149	154	164	184
	70	133	140	150	160	174	192	198	211	237
	95	161	170	183	195	211	235	241	257	289
	120	186	197	212	226	245	273	280	300	337
	150		227	245	261	283	316	324	346	389
	185		259	280	298	323	363	371	397	447
	240		305	330	352	382	430	439	470	530
	300		351	381	406	440	497	508	543	613
	400					526	600	663		740
500					610	694	770		856	
630					711	808	899		996	

Annexe VI : Note du calcul des câbles par Caneco BT

Révision		A	A																	
<b>RESEAU</b>																				
Réglage N		TN																		
Tension		380 V																		
<b>DISTRIBUTION</b>																				
Amont		SOURCE																		
Repère		TGRT																		
I Totale		380 A																		
I Installée		360 A																		
Ik3 max		8664 A																		
Ik1 max		8591 A																		
dU max		Normal 0,30 % Exception 0,00 %																		
CIRCUIT	Repère	SOURCE	TGRT USINE	TD RDCC	PROT.															
					LIAISON															
Designation																				
Nb		1	1	1																
Consommation		250KVA	160KVA	77,79KVA																
Alimentation		Normal	Normal	Normal																
JdB Amont																				
Type		UI000R2V	UI000R2V	UI000R2V																
Longueur		10 m	70 m	30 m																
		Cu	Cu	Cu																
L. Max prot.			80 m (C1)	68 m (C1)																
dU Circuit		0 %	1,35 %	1,43 %																
		0,30 %	1,85 %	1,74 %																
Nb Câble		1	3x(1x150)	1																
Neutre		Séparé	1x150	1																
PE/PEN			1x50																	
Protection		NS400N123SE	NS250N12450D	NS160N12450D																
Calibre		400 A	250 A	125 A																
Ir DRIL																				
Ir TNIN		380 A	244 A	119 A																
Ir TNIN		3800 A	2500 A	1250 A																
MARGIN		3800 A																		
Projet Usine Bouznika																				
Unité Maître Chambrer 10 circuits TGRT																				
A																				
Modifications																				
Date: 23/05/2014																				
Noms: C1510002																				
AFFAIRE N°																				
PLAN N°																				
1/2014																				
F40																				
5																				
29																				



Revision		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A										
<b>RESEAU</b>																					
Régide N	TN																				
Tension	380 V																				
<b>DISTRIBUTION</b>																					
Amont	TD RDC																				
Repère	TD RDC																				
I Totale		118 A																			
I Installée		92 A																			
Ik3 max		5798 A																			
Ik1 max		3859 A																			
du max		Normal 1,74 % Sépare 0,00 %																			
Repère	ECL 5	ECL 6	ECL 7	ECL 8	ECL 9	ECL 10	ECL 11	ECL 12													
<b>CIRCUIT</b>																					
Designation																					
Nb	Consommation	1	200VA	1	240VA	1	640VA	1	3040VA	0	1	640VA	1	640VA	1	720VA	1	200VA	1	320VA	
Alimentation	Normal																				
JdB Amont	J_1	J_1	J_1	J_1	J_4	J_4	J_4	J_4	J_4	J_4	J_4	J_4	J_4								
Type	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	
Longueur	6 m	10 m	15 m	67 m (CJ)	0 m	0 m	18 m	18 m	20 m	22 m	67 m (CJ)	67 m (CJ)	67 m (CJ)	67 m (CJ)	67 m (CJ)	67 m (CJ)	67 m (CJ)	67 m (CJ)	67 m (CJ)	67 m (CJ)	
L. Max prot.	67 m (CJ)	67 m (CJ)	67 m (CJ)	67 m (CJ)	0 m	0 m	67 m (CJ)	67 m (CJ)	67 m (CJ)	67 m (CJ)	67 m (CJ)	67 m (CJ)	67 m (CJ)	67 m (CJ)	67 m (CJ)						
du Circuit du Totale	0,07 %	0,15 %	0,58 %	2,32 %	0 %	0 %	0,62 %	0,7 %	2,43 %	0,87 %	2,61 %	0,27 %	2,00 %	0,29 %	2,03 %	0,29 %	2,03 %	0,29 %	2,03 %	0,29 %	
Nb	Cable	1	3G1,5	1	3G1,5	1	3G1,5	1	3G1,5	1	3G1,5	1	3G1,5	1	3G1,5	1	3G1,5	1	3G1,5	1	3G1,5
<b>LIAISON</b>																					
PE/PEN	Séparé																				
<b>PROT.</b>																					
Protection	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	ID	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N								
Cable	10 A	10 A	10 A	25 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A							
BTVN	10 A	10 A	10 A	0 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A
IMAJIN	100 A	100 A	100 A	0 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A
Projet Usine Bouznika Unitaire Charrier 10 circuits TD RDC												AFAIRE N° PLAN N° 1/2014		F40 7 / 29							
MODIFICATIONS Date : 23/05/2014 Norm : C1510002																					

Revision		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<b>RESEAU</b>											
Réglage N	TN										
Tension	380 V										
<b>DISTRIBUTION</b>											
Amont	TD RDC										
Repeire	TD RDC										
<b>Tableaux</b>											
I Totale	118 A										
I Installée	92 A										
K3 max	5798 A										
K1 max	3859 A										
dU max	Normal 1,74 % Repeire 0,00 %										
Repeire	ECL 13	ECL 14	PRISE S1	J_5	PC 01	PC 02	PC 03	PC 04	PC 05	PC 06	
<b>CIRCUIT</b>											
Designation											
Nb	Consommation	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
Admission	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
JJB Amont	J_4	J_4	U1000R2V	J_5	J_5	J_5	J_5	J_5	J_5	J_5	J_5
Type	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V
Longueur	16 m	14 m	0 m	0 m	15 m	14 m	10 m	10 m	14 m	16 m	16 m
	16 m Cu	14 m Cu	0 m Cu	0 m	15 m Cu	14 m Cu	10 m Cu	10 m Cu	14 m Cu	16 m Cu	16 m Cu
L. Max pol.	67 m (CI)	67 m (CI)	0 %	0 %	69 m (CI)						
dU Circuit du Totale	0,35 %	0,14 %	0 %	0 %	0,49 %	0,89 %	0,53 %	0,32 %	0,59 %	0,68 %	0,68 %
Nb	361,5	361,5	1	0	362,5	362,5	362,5	362,5	362,5	362,5	362,5
Calibre											
Neutre	Separé										
PE/PEN											
<b>LIAISON</b>											
Protection	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	ID		DT40 Ph+N						
Calibre	10 A	10 A	25 A	30 mA	16 A						
BT/VTN	10 A	10 A	0 A	0 A	16 A						
MM/VMN	100 A	100 A	0 A	0 A	160 A	160 A	160 A	160 A	160 A	160 A	160 A
<b>PROT.</b>											
<p>Projet Usine Bouznika</p> <p>Unitaire Charlier 10 circuits TD RDC</p> <p>MODIFICATIONS</p> <p>Date : 23/05/2014 Norme : C1510002</p> <p>AFFAIRE N°</p> <p>PLAN N° 1/2014</p> <p>FAB 8 / 29</p>											

Revision		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A										
<b>RESEAU</b>																						
Réglage N	TN																					
Tension	380 V																					
<b>DISTRIBUTION</b>																						
Amont	TD RDC																					
Repre	TD RDC																					
<table border="1"> <tr> <td>I Totale</td> <td>118 A</td> </tr> <tr> <td>I installée</td> <td>92 A</td> </tr> <tr> <td>K3 max</td> <td>5798 A</td> </tr> <tr> <td>K1 max</td> <td>3859 A</td> </tr> <tr> <td>du max</td> <td>Normal 1,74 % Requis 0,00 %</td> </tr> </table>		I Totale	118 A	I installée	92 A	K3 max	5798 A	K1 max	3859 A	du max	Normal 1,74 % Requis 0,00 %											
I Totale	118 A																					
I installée	92 A																					
K3 max	5798 A																					
K1 max	3859 A																					
du max	Normal 1,74 % Requis 0,00 %																					
<b>CIRCUIT</b>		PC 07	PREISE 2	J_3	PC 08	PC 09	PC 10	PC 11	PC 12	PC 13	PC 14											
Designation																						
Nb	Consommation	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1										
Alimentation	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal										
JBB Amont	J_5	U1000R2V	U1000R2V		J_3	U1000R2V	J_3	J_3	J_3	J_3	J_3	J_3										
Longueur	15 m	15 m	0 m	15 m	18 m	15 m	18 m	18 m	18 m	15 m	15 m	15 m										
L. Max pol.	60 m (CI)	60 m (CI)	0 m	69 m (CI)	60 m (CI)	60 m (CI)	60 m (CI)	60 m (CI)	60 m (CI)	60 m (CI)	60 m (CI)	65 m (DU)										
du Circuit du Totale	0,63 %	0 %	0 %	0,63 %	0,68 %	0,63 %	0,63 %	0,68 %	0,76 %	0,32 %	1,43 %	3,16 %										
Nb	362,5	1	0	1	362,5	1	362,5	1	362,5	1	362,5	1										
<b>LIAISON</b>																						
PE/PEN																						
Neutre																						
Séparé																						
<b>PROT.</b>																						
Protection		DT40 Ph+N	ID	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N										
Calibre	I <sub>n</sub> DIT	16 A	25 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A										
ITVIN		16 A	30 mA	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A										
IMQVIN		160 A	0 A	0 A	0 A	160 A	160 A	160 A	160 A	160 A	160 A	160 A										
<p>Projet Usine Bouznika</p> <p>Unitaire Charlier 10 circuits TD RDC</p>																						
<p>A</p> <p>Modifications</p> <p>Date : 23/05/2014</p> <p>Nom : C1510002</p>																						
<p>AFFAIRE N°</p> <p>PLAN N° 1/2014</p>																						
<p>FAB</p> <p>9 / 29</p>																						

Revision		A	A	A	A	A	A	A	A	A										
<b>RESEAU</b>																				
Réseau N	TN																			
Tension	380 V																			
<b>DISTRIBUTION</b>																				
Amont	TD RDC																			
Repre	TD RDC																			
<b>Tableaux</b>																				
I Totale	118 A																			
I installée	92 A																			
K3 max	5798 A																			
K1 max	3859 A																			
du max	Normal 1,74 % Secours 0,00 %																			
<b>CIRCUIT</b>																				
Repre	ALIM	J_2	ALIM 01	ALIM 02	ALIM 03	ALIM 04	ALIM 05	ALIM 06	ALIM 07											
Designation																				
Nb	Consommation	1	2628VA	0	1	300W														
Alimentation	Normal		Normal		Normal		Normal		Normal		Normal		Normal		Normal					
JdB Amont		J_2	U1000R2V	J_2	U1000R2V	J_2	U1000R2V	J_2	U1000R2V	J_2	U1000R2V	J_2	U1000R2V	J_2	U1000R2V	J_2	U1000R2V			
Longueur	Arme	0 m	Cu	0 m		10 m	Cu	15 m	Cu	15 m	Cu	20 m	Cu	15 m	Cu	16 m	Cu			
L. Max prot.						69 m (C1)														
du Circuit	du Totale	0 %	1,74 %	0 %	0,00 %	0,02 %	1,76 %	0,03 %	1,77 %	0,03 %	1,77 %	0,04 %	1,78 %	0,03 %	1,77 %	0,04 %	1,78 %	0,04 %	1,78 %	
Nb	CAHE	1		0		1	5G2.5	1	5G2.5											
Neutre	Separé																			
PE/PEN																				
<b>PROT.</b>																				
Protection	ID	25 A	30 mA	0 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A
IP DIT																				
IP TWIN		0 A	0 A	0 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A
IP MOIN		0 A	0 A	0 A	160 A	160 A	160 A	160 A												
<p>Projet Usine Bouznika</p> <p>Unitaire Charrier 10 circuits TD RDC</p>																				
<p>MODIFICATIONS</p> <p>date : 23/05/2014</p> <p>Noms : C1510002</p>																				
<p>AFFAIRE N°</p> <p>PLAN N°</p> <p>1/2014</p>																				
<p>FAB</p> <p>10 / 29</p>																				

Revision		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A									
<b>RESEAU</b>																					
Réseau N	TN																				
Tension	380 V																				
<b>DISTRIBUTION</b>																					
Amont	TD ETAGE																				
Repre	TD ETAGE																				
<table border="1"> <tr> <td>I Totale</td> <td>55 A</td> </tr> <tr> <td>I installée</td> <td>43 A</td> </tr> <tr> <td>K3 max</td> <td>4240 A</td> </tr> <tr> <td>K1 max</td> <td>2490 A</td> </tr> <tr> <td>du max</td> <td>Normal 2,28 % Sécurité 0,00 %</td> </tr> </table>												I Totale	55 A	I installée	43 A	K3 max	4240 A	K1 max	2490 A	du max	Normal 2,28 % Sécurité 0,00 %
I Totale	55 A																				
I installée	43 A																				
K3 max	4240 A																				
K1 max	2490 A																				
du max	Normal 2,28 % Sécurité 0,00 %																				
<b>CIRCUIT</b>		TD ETAGE	ECLAIRAGE 1	J_1	ECL 01	ECL 02	ECL 03	ECL 04	ECL 05	ECL 06	ECL 07										
Designation																					
Nb	Consommation	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1										
Alimentation		Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal										
JBB Amont		U1000R2V	U1000R2V		J_1																
Type		U1000R2V	U1000R2V		J_1																
Longueur		6 m	0 m	0 m	15 m	10 m	8 m	6 m	6 m	6 m	10 m										
L. Max prot.		37 m (CI)			66 m (CI)																
du Circuit		0,54 %	2,28 %	0 %	0,44 %	0,17 %	0,23 %	0,17 %	0,12 %	0,29 %	0,51 %										
du Total		2,28 %	2,28 %	0 %	2,71 %	2,45 %	2,51 %	2,45 %	2,39 %	2,57 %	2,78 %										
Nb Cables		1	1	0	1	1	1	1	1	1	1										
Neutre		1	1	0	1	1	1	1	1	1	1										
PE/PEN		Separé																			
<b>LIAISON</b>																					
Protection		I	ID		DT40 Ph+N																
C/abre		63 A	25 A	300 mA	10 A																
I TNIN		0 A	0 A	0 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A										
I MGIN		0 A	0 A	0 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A										
<p>Projet Usine Bouznika</p> <p>Unitaire Chapitre 10 circuits TD ETAG</p> <p>MODIFICATIONS</p> <p>Ref. : 11 / 29</p> <p>FAO</p> <p>11 / 29</p>																					

Revision		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A										
<b>RESEAU</b>																					
Régide N	TN																				
Tension	380 V																				
<b>DISTRIBUTION</b>																					
Amont	TD ETAGE																				
Repre	TD ETAGE																				
<table border="1"> <tr><td>ITotale</td><td>55 A</td></tr> <tr><td>Iinstallée</td><td>43 A</td></tr> <tr><td>K3 max</td><td>4240 A</td></tr> <tr><td>K1 max</td><td>2490 A</td></tr> <tr><td>du max</td><td>Normal 2,28 % Secours 0,00 %</td></tr> </table>		ITotale	55 A	Iinstallée	43 A	K3 max	4240 A	K1 max	2490 A	du max	Normal 2,28 % Secours 0,00 %										
ITotale	55 A																				
Iinstallée	43 A																				
K3 max	4240 A																				
K1 max	2490 A																				
du max	Normal 2,28 % Secours 0,00 %																				
<b>CIRCUIT</b>																					
Repre	ECLAIRAGE 2	J_4	ECL 08	ECL 09	ECL 10	ECL 11	ECL 12	ECL 13	ECL 14	PRISES 1											
Designation																					
Nb	1	2800VA	0	1	800VA	1	240VA	1	320VA	1	422VA	1	240VA	1	240VA	1	480VA	1	10KVA		
Alimentation	Normal		Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal		
JdB Amont	U1000R2V		J_4	U1000R2V	J_4	U1000R2V	J_4	U1000R2V	J_4	U1000R2V	J_4	U1000R2V	J_4	U1000R2V	J_4	U1000R2V	J_4	U1000R2V	U1000R2V		
Type																					
Longueur	0 m	Cu	0 m	16 m	Cu	18 m	Cu	20 m	Cu	22 m	Cu	15 m	Cu	16 m	Cu	14 m	Cu	0 m	Cu		
L. Max prot.				66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	0 m		
du Circuit	0 %	2,28 %	0 %	0,77 %	3,05 %	0,26 %	2,54 %	0,39 %	2,66 %	0,56 %	2,84 %	0,22 %	2,49 %	0,23 %	2,51 %	0,41 %	2,68 %	0 %	2,28 %		
Nb	1		0	1	3G1.5	1	3G1.5	1	3G1.5	1	3G1.5	1	3G1.5	1	3G1.5	1	3G1.5	1			
Neutre																					
PE/PEN	Separé																				
<b>LIAISON</b>																					
Protection	ID		DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	ID										
Calibre	25 A	300 mA	0 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	25 A										
ITWIN	0 A	0 A	0 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	30 mA										
ITMGIN	0 A	0 A	0 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	0 A										
<b>PROT.</b>																					
<p>Projet Usine Bouznika</p> <p>Unitaire Chapitre 10 circuits TD ETAG</p> <p>date: 23/05/2014</p> <p>Norme: C1510002</p> <p>MODIFICATIONS</p> <p>AFFAIRE N°</p> <p>PLAN N° 1/2014</p> <p>F40 12/29</p>																					

Revision		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<b>RESEAU</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Réseau N		TN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Tension		380 V																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>DISTRIBUTION</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Amount		TD ETAGE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Repere		TD ETAGE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<table border="1"> <tr> <td>ITotale</td> <td>55 A</td> </tr> <tr> <td>Iinstallée</td> <td>43 A</td> </tr> <tr> <td>K3 max</td> <td>4240 A</td> </tr> <tr> <td>K1 max</td> <td>2490 A</td> </tr> <tr> <td>du max</td> <td>Normal 2,28 % Sépare 0,00 %</td> </tr> </table>												ITotale	55 A	Iinstallée	43 A	K3 max	4240 A	K1 max	2490 A	du max	Normal 2,28 % Sépare 0,00 %																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
ITotale	55 A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Iinstallée	43 A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
K3 max	4240 A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
K1 max	2490 A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
du max	Normal 2,28 % Sépare 0,00 %																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Repere</th> <th>J_5</th> <th>PC 1</th> <th>PC 2</th> <th>PC 3</th> <th>PC 4</th> <th>PC 5</th> <th>PC 6</th> <th>PC 7</th> <th>PRISE 2</th> <th>J_3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="12"><b>CIRCUIT</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Designation</td> <td colspan="10"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Nb</td> <td colspan="10">0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Consommation</td> <td colspan="10">1   1,2KVA</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Alimentation</td> <td colspan="10">Normal</td> </tr> <tr> <td colspan="2">JBB Amont</td> <td colspan="10">J_5</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Type</td> <td colspan="10">U1000R2V</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Longueur</td> <td colspan="10">0 m</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Arme</td> <td colspan="10">15 m   Cu</td> </tr> <tr> <td colspan="2">L_Max prot.</td> <td colspan="10">66 m (CI)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">du Circuit</td> <td colspan="10">0 %</td> </tr> <tr> <td colspan="2">du Totale</td> <td colspan="10">0,57 %   2,85 %</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Nb</td> <td colspan="10">1   362,5</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Cable</td> <td colspan="10">1   362,5</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Neutre</td> <td colspan="10"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">PE/PEN</td> <td colspan="10">Sépare</td> </tr> <tr> <td colspan="12"><b>LIAISON</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Protection</td> <td colspan="10">DT40 Ph+N</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Cable</td> <td colspan="10">16 A</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ITVIN</td> <td colspan="10">16 A</td> </tr> <tr> <td colspan="2">IMQVIN</td> <td colspan="10">160 A</td> </tr> <tr> <td colspan="12"><b>PROT.</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2">ID</td> <td colspan="10">0 A</td> </tr> <tr> <td colspan="2">30 mA</td> <td colspan="10">0 A</td> </tr> <tr> <td colspan="2">0 A</td> <td colspan="10">0 A</td> </tr> <tr> <td colspan="2">0 A</td> <td colspan="10">0 A</td> </tr> <tr> <td colspan="12"> <p>Projet Usine Bouznika</p> <p>Unitaire Charlier 10 circuits TD ETAG</p> <p>MODIFICATIONS</p> <p>Date : 23/05/2014 Norme : C1510002</p> <p>AFFAIRE N°</p> <p>PLAN N° 1/2014</p> <p>FAB 13 / 29</p> </td> </tr> </tbody> </table>												Repere	J_5	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6	PC 7	PRISE 2	J_3	<b>CIRCUIT</b>												Designation												Nb		0										Consommation		1   1,2KVA										Alimentation		Normal										JBB Amont		J_5										Type		U1000R2V										Longueur		0 m										Arme		15 m   Cu										L_Max prot.		66 m (CI)										du Circuit		0 %										du Totale		0,57 %   2,85 %										Nb		1   362,5										Cable		1   362,5										Neutre												PE/PEN		Sépare										<b>LIAISON</b>												Protection		DT40 Ph+N										Cable		16 A										ITVIN		16 A										IMQVIN		160 A										<b>PROT.</b>												ID		0 A										30 mA		0 A										0 A		0 A										0 A		0 A										<p>Projet Usine Bouznika</p> <p>Unitaire Charlier 10 circuits TD ETAG</p> <p>MODIFICATIONS</p> <p>Date : 23/05/2014 Norme : C1510002</p> <p>AFFAIRE N°</p> <p>PLAN N° 1/2014</p> <p>FAB 13 / 29</p>											
Repere	J_5	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6	PC 7	PRISE 2	J_3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<b>CIRCUIT</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Designation																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Nb		0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Consommation		1   1,2KVA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Alimentation		Normal																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
JBB Amont		J_5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Type		U1000R2V																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Longueur		0 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Arme		15 m   Cu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
L_Max prot.		66 m (CI)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
du Circuit		0 %																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
du Totale		0,57 %   2,85 %																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Nb		1   362,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Cable		1   362,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Neutre																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
PE/PEN		Sépare																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>LIAISON</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Protection		DT40 Ph+N																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Cable		16 A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
ITVIN		16 A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
IMQVIN		160 A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>PROT.</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
ID		0 A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
30 mA		0 A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0 A		0 A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0 A		0 A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<p>Projet Usine Bouznika</p> <p>Unitaire Charlier 10 circuits TD ETAG</p> <p>MODIFICATIONS</p> <p>Date : 23/05/2014 Norme : C1510002</p> <p>AFFAIRE N°</p> <p>PLAN N° 1/2014</p> <p>FAB 13 / 29</p>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

Revision		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A										
<b>RESEAU</b>																										
Réseau N	TN																									
Tension	380 V																									
<b>DISTRIBUTION</b>																										
Amont	TD ETAGE																									
Repre	TD ETAGE																									
<table border="1"> <tr> <td>I Totale</td> <td>55 A</td> </tr> <tr> <td>I installée</td> <td>43 A</td> </tr> <tr> <td>K3 max</td> <td>4240 A</td> </tr> <tr> <td>K1 max</td> <td>2490 A</td> </tr> <tr> <td>du max</td> <td>Normal 2,28 % Secours 0,00 %</td> </tr> </table>		I Totale	55 A	I installée	43 A	K3 max	4240 A	K1 max	2490 A	du max	Normal 2,28 % Secours 0,00 %															
I Totale	55 A																									
I installée	43 A																									
K3 max	4240 A																									
K1 max	2490 A																									
du max	Normal 2,28 % Secours 0,00 %																									
<b>CIRCUIT</b>		PC 8	PC 9	PC 10	PC 11	PC 12	PC 13	PC 14	ALIM ETAGE	J 2	ALIM 1															
Designation																										
Nb	Consommation	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
Alimentation	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal										
JBB Amont	J_3	J_3	J_3	J_3	J_3	J_3	J_3	J_3	J_3	J_3	J_2	J_2	J_2	J_2	J_2	J_2										
Type	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V										
Longueur	15 m	16 m	15 m	16 m	18 m	15 m	15 m	15 m	15 m	15 m	15 m	15 m	15 m	15 m	15 m	10 m										
Alme	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu										
L. Max prot.	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)	66 m (CI)										
du Circuit	0,57 %	0,61 %	0,57 %	0,61 %	0,51 %	0,43 %	0,29 %	0,29 %	0,29 %	0,29 %	0,29 %	0,29 %	0,29 %	0,29 %	0,29 %	0,29 %										
du Total	2,85 %	2,88 %	2,85 %	2,88 %	2,79 %	2,70 %	2,56 %	2,56 %	2,56 %	2,56 %	2,56 %	2,56 %	2,56 %	2,56 %	2,56 %	2,30 %										
Nb	CI/BE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
Neutre	Separé																									
PE/PEN	Separé																									
<b>LIAISON</b>																										
Protection	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N										
CI/BE	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A										
IT/IN	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A										
IM/IGN	160 A	160 A	160 A	160 A	160 A	160 A	160 A	160 A	160 A	160 A	160 A	160 A	160 A	160 A	160 A	160 A										
<b>PROT.</b>																										
<p>Projet Usine Bouznika</p> <p>Unitaire Chapitre 10 circuits TD ETAG</p> <p>MODIFICATIONS</p> <p>Date : 23/05/2014</p> <p>Noms : C1510002</p> <p>AFFAIRE N°</p> <p>PLAN N° 1/2014</p> <p>FAO 14/29</p>																										



Revision		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<p><b>RESEAU</b></p> <p>Réseau N TN</p> <p>Tension 380 V</p>											
<p><b>DISTRIBUTION</b></p> <p>Amont GUERTE</p> <p>Represe TD GUERTE</p>											
<p><b>ITotale</b> 3 A</p> <p><b>Iinstallée</b> 4 A</p> <p><b>K3 max</b> 1335 A</p> <p><b>K1 max</b> 888 A</p> <p><b>du max</b> Normal 1,95 % Represe 0,00 %</p>											
<p><b>CIRCUIT</b></p> <p>Represe GUERTE</p> <p>ECLAIRAGE GUER J_3</p> <p>ECLAIRAGE G</p> <p>ALIM BARRIERE J_2</p> <p>ALIM BARRIERE J_2</p> <p>PRISE J_1</p> <p>PRISES G</p>											
<p><b>LIAISON</b></p> <p>Protection PE/PEN Séparé</p> <p>Neutre PE/PEN</p> <p>DT40 Ph+N</p> <p>DT40</p>											
<p><b>PROT.</b></p> <p>Protection</p> <p>Calibre I<sub>n</sub> DIT</p> <p>DTVIN</p> <p>IMQVIN</p>											
<p>Projet Usine Bouznika</p> <p>Unitaire Charrier 10 circuits TD GUER</p>											
<p><b>MODIFICATIONS</b></p> <p>Ref. A</p> <p>Date: 23/05/2014</p> <p>Norme: C1510002</p>											
<p><b>AFFAIRE N°</b></p> <p>PLAN N° 1/2014</p> <p>FAB 16/29</p>											

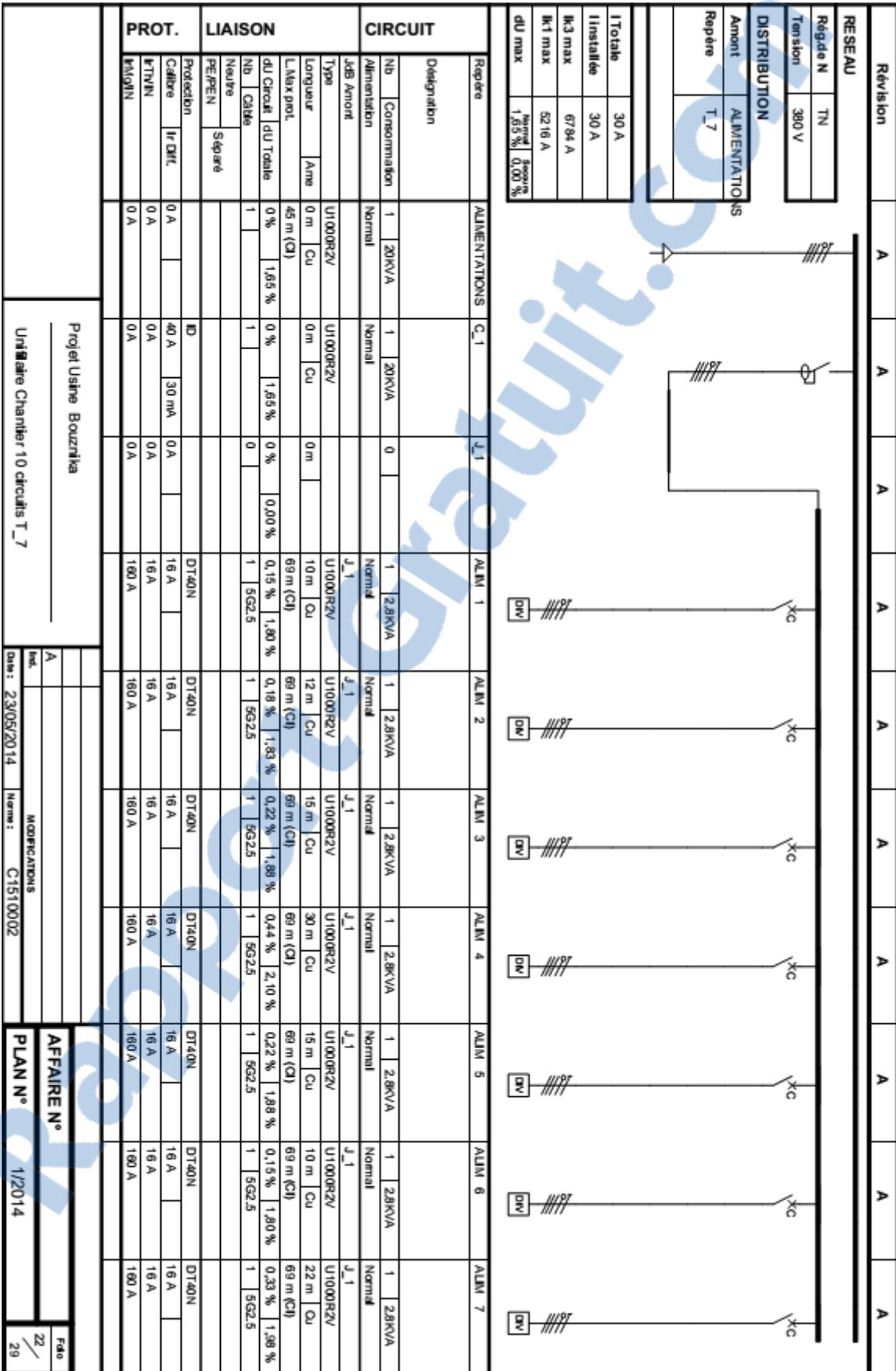
Revision		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A																																																																																																																																																																																																																																																																																										
<b>RESEAU</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Réseau N		TN																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Tension		380 V																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
<b>DISTRIBUTION</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Amount		TGRT USINE																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Repre		TGRT USINE																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
ITotale		243 A																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Iinstallée		271 A																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
K3 max		6794 A																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
K1 max		5216 A																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
du max		Normal 1,65 % Repre 0,00 %																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
<b>CIRCUIT</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Repre</th> <th>TGRT USINE</th> <th>CONDENSATEUR U</th> <th>CANALUS PENTURE</th> <th>CANALUS MACHINE</th> <th>ALIMENTATIONS</th> <th>PRISES</th> <th>ECLAIRAGE</th> <th>COFFRET MAINT4</th> <th>COFFRET MAINT3</th> <th>COFFRET MAINT2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nb</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Consommation</td> <td>160KVA</td> <td>62,5KVAR</td> <td>82KVA</td> <td>90KVA</td> <td>20KVA</td> <td>10,66VA</td> <td>12,660VA</td> <td>1KVA</td> <td>1KVA</td> <td>1KVA</td> </tr> <tr> <td>Alimentation</td> <td>Normal</td> </tr> <tr> <td>JBB Amont</td> <td>U1000R2V</td> </tr> <tr> <td>Type</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Longueur</td> <td>70 m</td> <td>5 m</td> <td>15 m</td> <td>10 m</td> <td>0 m</td> <td>10 m</td> <td>10 m</td> <td>40 m</td> <td>30 m</td> <td>20 m</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Cu</td> </tr> <tr> <td>L.Max prot.</td> <td>80 m (CI)</td> <td>61 m (CI)</td> <td>35 m (CI)</td> <td>33 m (CI)</td> <td>45 m (CI)</td> <td>69 m (CI)</td> <td>55 m (CI)</td> <td>69 m (CI)</td> <td>69 m (CI)</td> <td>69 m (CI)</td> </tr> <tr> <td>du Circuit</td> <td>1,35 %</td> <td>0,02 %</td> <td>0,36 %</td> <td>0,27 %</td> <td>0 %</td> <td>0 %</td> <td>0,67 %</td> <td>0,21 %</td> <td>0,16 %</td> <td>0,11 %</td> </tr> <tr> <td>du Totale</td> <td>1,65 %</td> <td>1,67 %</td> <td>2,02 %</td> <td>1,92 %</td> <td>1,65 %</td> <td>1,65 %</td> <td>2,32 %</td> <td>1,87 %</td> <td>1,81 %</td> <td>1,76 %</td> </tr> <tr> <td>Nb</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Cable</td> <td>3X(1X150)</td> <td>4X35</td> <td>4X50</td> <td>4X50</td> <td></td> <td>5G25</td> <td>5G25</td> <td>5G25</td> <td>5G25</td> <td>5G25</td> </tr> <tr> <td>Neutre</td> <td>1X150</td> <td></td> <td>1X16</td> <td>1X16</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PE/PEN</td> <td>Séparé</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>PROT.</b></td> <td colspan="11"> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Protection</th> <th>NS250NTM250D</th> <th>NS160NTM160D</th> <th>NS160NTM125D</th> <th>NS160NTM160D</th> <th>NS100NS122SE</th> <th>DT40N</th> <th>DT40N</th> <th>DT40N</th> <th>DT40N</th> <th>DT40N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cable</td> <td>250 A</td> <td>160 A</td> <td>125 A</td> <td>160 A</td> <td>40 A</td> <td>16 A</td> <td>20 A</td> <td>16 A</td> <td>16 A</td> <td>16 A</td> </tr> <tr> <td>BT/VTN</td> <td>244 A</td> <td>143 A</td> <td>125 A</td> <td>137 A</td> <td>31 A</td> <td>16 A</td> <td>20 A</td> <td>16 A</td> <td>16 A</td> <td>16 A</td> </tr> <tr> <td>IM/GIN</td> <td>2500 A</td> <td>1250 A</td> <td>1250 A</td> <td>1250 A</td> <td>310 A</td> <td>160 A</td> <td>200 A</td> <td>160 A</td> <td>160 A</td> <td>160 A</td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Projet Usine Bouznika</td> <td colspan="11"> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">MODIFICATIONS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ref.</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>Date</td> <td>23/05/2014</td> </tr> <tr> <td>Nom</td> <td>C1510002</td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Affaire N°</td> <td colspan="11">AFFAIRE N°</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Plan N°</td> <td colspan="11">PLAN N° 1/2014</td> </tr> <tr> <td colspan="2">FAB</td> <td colspan="11">17 / 29</td> </tr> </tbody> </table>											Repre	TGRT USINE	CONDENSATEUR U	CANALUS PENTURE	CANALUS MACHINE	ALIMENTATIONS	PRISES	ECLAIRAGE	COFFRET MAINT4	COFFRET MAINT3	COFFRET MAINT2	Nb	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Consommation	160KVA	62,5KVAR	82KVA	90KVA	20KVA	10,66VA	12,660VA	1KVA	1KVA	1KVA	Alimentation	Normal	JBB Amont	U1000R2V	Type											Longueur	70 m	5 m	15 m	10 m	0 m	10 m	10 m	40 m	30 m	20 m		Cu	L.Max prot.	80 m (CI)	61 m (CI)	35 m (CI)	33 m (CI)	45 m (CI)	69 m (CI)	55 m (CI)	69 m (CI)	69 m (CI)	69 m (CI)	du Circuit	1,35 %	0,02 %	0,36 %	0,27 %	0 %	0 %	0,67 %	0,21 %	0,16 %	0,11 %	du Totale	1,65 %	1,67 %	2,02 %	1,92 %	1,65 %	1,65 %	2,32 %	1,87 %	1,81 %	1,76 %	Nb	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Cable	3X(1X150)	4X35	4X50	4X50		5G25	5G25	5G25	5G25	5G25	Neutre	1X150		1X16	1X16							PE/PEN	Séparé										<b>PROT.</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Protection</th> <th>NS250NTM250D</th> <th>NS160NTM160D</th> <th>NS160NTM125D</th> <th>NS160NTM160D</th> <th>NS100NS122SE</th> <th>DT40N</th> <th>DT40N</th> <th>DT40N</th> <th>DT40N</th> <th>DT40N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cable</td> <td>250 A</td> <td>160 A</td> <td>125 A</td> <td>160 A</td> <td>40 A</td> <td>16 A</td> <td>20 A</td> <td>16 A</td> <td>16 A</td> <td>16 A</td> </tr> <tr> <td>BT/VTN</td> <td>244 A</td> <td>143 A</td> <td>125 A</td> <td>137 A</td> <td>31 A</td> <td>16 A</td> <td>20 A</td> <td>16 A</td> <td>16 A</td> <td>16 A</td> </tr> <tr> <td>IM/GIN</td> <td>2500 A</td> <td>1250 A</td> <td>1250 A</td> <td>1250 A</td> <td>310 A</td> <td>160 A</td> <td>200 A</td> <td>160 A</td> <td>160 A</td> <td>160 A</td> </tr> </tbody> </table>											Protection	NS250NTM250D	NS160NTM160D	NS160NTM125D	NS160NTM160D	NS100NS122SE	DT40N	DT40N	DT40N	DT40N	DT40N	Cable	250 A	160 A	125 A	160 A	40 A	16 A	20 A	16 A	16 A	16 A	BT/VTN	244 A	143 A	125 A	137 A	31 A	16 A	20 A	16 A	16 A	16 A	IM/GIN	2500 A	1250 A	1250 A	1250 A	310 A	160 A	200 A	160 A	160 A	160 A	Projet Usine Bouznika		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">MODIFICATIONS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ref.</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>Date</td> <td>23/05/2014</td> </tr> <tr> <td>Nom</td> <td>C1510002</td> </tr> </tbody> </table>											MODIFICATIONS		Ref.	A	Date	23/05/2014	Nom	C1510002	Affaire N°		AFFAIRE N°											Plan N°		PLAN N° 1/2014											FAB		17 / 29																																					
Repre	TGRT USINE	CONDENSATEUR U	CANALUS PENTURE	CANALUS MACHINE	ALIMENTATIONS	PRISES	ECLAIRAGE	COFFRET MAINT4	COFFRET MAINT3	COFFRET MAINT2																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Nb	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Consommation	160KVA	62,5KVAR	82KVA	90KVA	20KVA	10,66VA	12,660VA	1KVA	1KVA	1KVA																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Alimentation	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal																																																																																																																																																																																																																																																																																												
JBB Amont	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Type																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Longueur	70 m	5 m	15 m	10 m	0 m	10 m	10 m	40 m	30 m	20 m																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu																																																																																																																																																																																																																																																																																												
L.Max prot.	80 m (CI)	61 m (CI)	35 m (CI)	33 m (CI)	45 m (CI)	69 m (CI)	55 m (CI)	69 m (CI)	69 m (CI)	69 m (CI)																																																																																																																																																																																																																																																																																												
du Circuit	1,35 %	0,02 %	0,36 %	0,27 %	0 %	0 %	0,67 %	0,21 %	0,16 %	0,11 %																																																																																																																																																																																																																																																																																												
du Totale	1,65 %	1,67 %	2,02 %	1,92 %	1,65 %	1,65 %	2,32 %	1,87 %	1,81 %	1,76 %																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Nb	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Cable	3X(1X150)	4X35	4X50	4X50		5G25	5G25	5G25	5G25	5G25																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Neutre	1X150		1X16	1X16																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
PE/PEN	Séparé																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
<b>PROT.</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Protection</th> <th>NS250NTM250D</th> <th>NS160NTM160D</th> <th>NS160NTM125D</th> <th>NS160NTM160D</th> <th>NS100NS122SE</th> <th>DT40N</th> <th>DT40N</th> <th>DT40N</th> <th>DT40N</th> <th>DT40N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cable</td> <td>250 A</td> <td>160 A</td> <td>125 A</td> <td>160 A</td> <td>40 A</td> <td>16 A</td> <td>20 A</td> <td>16 A</td> <td>16 A</td> <td>16 A</td> </tr> <tr> <td>BT/VTN</td> <td>244 A</td> <td>143 A</td> <td>125 A</td> <td>137 A</td> <td>31 A</td> <td>16 A</td> <td>20 A</td> <td>16 A</td> <td>16 A</td> <td>16 A</td> </tr> <tr> <td>IM/GIN</td> <td>2500 A</td> <td>1250 A</td> <td>1250 A</td> <td>1250 A</td> <td>310 A</td> <td>160 A</td> <td>200 A</td> <td>160 A</td> <td>160 A</td> <td>160 A</td> </tr> </tbody> </table>											Protection	NS250NTM250D	NS160NTM160D	NS160NTM125D	NS160NTM160D	NS100NS122SE	DT40N	DT40N	DT40N	DT40N	DT40N	Cable	250 A	160 A	125 A	160 A	40 A	16 A	20 A	16 A	16 A	16 A	BT/VTN	244 A	143 A	125 A	137 A	31 A	16 A	20 A	16 A	16 A	16 A	IM/GIN	2500 A	1250 A	1250 A	1250 A	310 A	160 A	200 A	160 A	160 A	160 A																																																																																																																																																																																																																																														
Protection	NS250NTM250D	NS160NTM160D	NS160NTM125D	NS160NTM160D	NS100NS122SE	DT40N	DT40N	DT40N	DT40N	DT40N																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Cable	250 A	160 A	125 A	160 A	40 A	16 A	20 A	16 A	16 A	16 A																																																																																																																																																																																																																																																																																												
BT/VTN	244 A	143 A	125 A	137 A	31 A	16 A	20 A	16 A	16 A	16 A																																																																																																																																																																																																																																																																																												
IM/GIN	2500 A	1250 A	1250 A	1250 A	310 A	160 A	200 A	160 A	160 A	160 A																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Projet Usine Bouznika		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">MODIFICATIONS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ref.</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>Date</td> <td>23/05/2014</td> </tr> <tr> <td>Nom</td> <td>C1510002</td> </tr> </tbody> </table>											MODIFICATIONS		Ref.	A	Date	23/05/2014	Nom	C1510002																																																																																																																																																																																																																																																																																		
MODIFICATIONS																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Ref.	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Date	23/05/2014																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Nom	C1510002																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Affaire N°		AFFAIRE N°																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Plan N°		PLAN N° 1/2014																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
FAB		17 / 29																																																																																																																																																																																																																																																																																																				



Revision		A	A	A	A	A										
<b>RESEAU</b>																
Réseau N	TN															
Tension	380 V															
<b>DISTRIBUTION</b>																
Amount	PRISES															
Repère	T_1															
<table border="1"> <tr> <td>I Totale</td> <td>0 A</td> </tr> <tr> <td>I installée</td> <td>16 A</td> </tr> <tr> <td>K3 max</td> <td>2500 A</td> </tr> <tr> <td>K1 max</td> <td>1349 A</td> </tr> <tr> <td>du max</td> <td>Normal 1,65 % Secours 0,00 %</td> </tr> </table>		I Totale	0 A	I installée	16 A	K3 max	2500 A	K1 max	1349 A	du max	Normal 1,65 % Secours 0,00 %					
I Totale	0 A															
I installée	16 A															
K3 max	2500 A															
K1 max	1349 A															
du max	Normal 1,65 % Secours 0,00 %															
<b>CIRCUIT</b>		PRISES	PC USINE 1	PC USINE 2	PC USINE 3	PC USINE 4										
Designation																
Nb	1	1	1	1	1											
Consommation	10,66VA	2700VA	2700VA	2700VA	2700VA											
Alimentation	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal											
JBB Amont																
Type	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V	U1000R2V											
Longueur	10 m	10 m	20 m	20 m	15 m											
Alme	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu											
L. Max prot.	60 m (CI)	59 m (CI)	59 m (CI)	59 m (CI)	59 m (CI)											
du Circuit	0 %	0,86 %	1,71 %	1,71 %	1,28 %											
du Totale	1,65 %	2,51 %	3,37 %	3,37 %	2,94 %											
Nb	1	1	1	1	1											
CI/Re	362,5	362,5	362,5	362,5	362,5											
Neutre																
PE/PEN	Séparé															
<b>LIAISON</b>																
Protection	ID	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N	DT40 Ph+N											
Calibre	25 A	16 A	16 A	16 A	16 A											
Ir Df/L	30 mA															
BT/IN	0 A	16 A	16 A	16 A	16 A											
IM/IGN	0 A	160 A	160 A	160 A	160 A											
<b>PROT.</b>																
IM/IGN	0 A															
<p>Projet Usine Bouznika</p> <p>Unitaire Chapitre 10 circuits T_1</p>																
<p>A</p> <p>Incl. : 23/05/2014</p> <p>Norme : C15100/02</p>																
<p>MODIFICATIONS</p> <p>PLAN N° 1/2014</p>																
<p>F40</p> <p>19 / 29</p>																



Revision		A	A	A	A	A	A	A	A										
<b>RESEAU</b>																			
Régide N	TN																		
Tension	380 V																		
<b>DISTRIBUTION</b>																			
Amount	ECLAIRAGE																		
Repere	T_6																		
<table border="1"> <tr> <td>I Totale</td> <td>19 A</td> </tr> <tr> <td>I Installée</td> <td>19 A</td> </tr> <tr> <td>K3 max</td> <td>2500 A</td> </tr> <tr> <td>K1 max</td> <td>1349 A</td> </tr> <tr> <td>du max</td> <td>Normal 2,32 % Sépare 0,00 %</td> </tr> </table>		I Totale	19 A	I Installée	19 A	K3 max	2500 A	K1 max	1349 A	du max	Normal 2,32 % Sépare 0,00 %								
I Totale	19 A																		
I Installée	19 A																		
K3 max	2500 A																		
K1 max	1349 A																		
du max	Normal 2,32 % Sépare 0,00 %																		
<b>CIRCUIT</b>		TUBES		ZONE PENITURE		J_1		ARMATURE 400W		ECL. TUBE									
Designation																			
Nb		1		1		0		1		1									
Consommation		1KVA		4200VA				3900VA		640VA									
Alimentation		Normal		Normal				Normal		Normal									
JBB Amont		J_3		U1000R2V				J_1		J_1									
Type		U1000R2V		U1000R2V				U1000R2V		U1000R2V									
Longueur		20 m		0 m		0 m		30 m		30 m									
Arme		Cu		Cu				Cu		Cu									
L. Max prot.		80 m (DU)						44 m (DU)		82 m (Cl)									
du Circuit		1,21 %		3,53 %		0 %		0,00 %		2,46 %									
du Totale		1		361,5		1		0		1									
Neutre		1		361,5		1		364		1									
CABE		1		361,5		1		364		1									
PE/PEN		Sépare																	
<b>LIAISON</b>		DT40 Ph+N		ID		DT40 Ph+N		DT40 Ph+N		DT40 Ph+N									
Protection		10 A		25 A		30 mA		20 A		20 A									
CABE		10 A		0 A		0 A		0 A		0 A									
LTVIN		10 A		0 A		0 A		0 A		0 A									
KMOIN		100 A		0 A		0 A		200 A		100 A									
<b>PROT.</b>																			
<p>Projet Usine Bouznika</p> <p>Unitaire Chapitre 10 circuits T_6</p>																			
<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>MODIFICATIONS</td> </tr> <tr> <td>Incl.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Date : 23/05/2014</td> <td>Noms : C1510002</td> </tr> </table>										A	MODIFICATIONS	Incl.		Date : 23/05/2014	Noms : C1510002				
A	MODIFICATIONS																		
Incl.																			
Date : 23/05/2014	Noms : C1510002																		
<table border="1"> <tr> <td>AFFAIRE N°</td> <td>FAO</td> </tr> <tr> <td>PLAN N°</td> <td>21 / 29</td> </tr> <tr> <td>1/2014</td> <td></td> </tr> </table>										AFFAIRE N°	FAO	PLAN N°	21 / 29	1/2014					
AFFAIRE N°	FAO																		
PLAN N°	21 / 29																		
1/2014																			



Projet Usine Bouznika  
Unitaire Charrier 10 circuits T\_7

MODIFICATIONS  
Date: 23/05/2014 Norm: C1510002

AFFAIRE N°  
PLAN N° 1/2014  
F40  
22  
29



Révision		A	A	A	A	A	A	A	A											
<b>RESEAU</b>																				
Réglage N	TN																			
Tension	380 V																			
<b>DISTRIBUTION</b>																				
Amont	CANALUS PIEN'UR																			
Repère	CP_9																			
<table border="1"> <tr> <td>L Totale</td> <td>128,10 A</td> </tr> <tr> <td>L installée</td> <td>124,59 A</td> </tr> <tr> <td>K3 max</td> <td>6101 A</td> </tr> <tr> <td>K1 max</td> <td></td> </tr> <tr> <td>du max</td> <td>Normal 2,02 % Secours 2,30 %</td> </tr> </table>		L Totale	128,10 A	L installée	124,59 A	K3 max	6101 A	K1 max		du max	Normal 2,02 % Secours 2,30 %									
L Totale	128,10 A																			
L installée	124,59 A																			
K3 max	6101 A																			
K1 max																				
du max	Normal 2,02 % Secours 2,30 %																			
<b>CIRCUIT</b>																				
Repère	CANALUS PIEN'UR																			
Designation																				
Nb	Consommation	1	82KVVA	1	9KW	1	40KW	1	4KW	1	10KW	1	2KW	1	9KW	1	4KW			
Alimentation	Normal																			
UdB Amont																				
Type	U1000R2V																			
Longueur	15 m   Cu	6 m   Cu	10 m   Cu	6 m   Cu	10 m   Cu	10 m   Cu	10 m   Cu	0 m   Cu	10 m   Cu	10 m   Cu	4 m   (Cl)	10 m   Cu								
L Max prot.	35 m (Cl)	7 m (Cl)	44 m (Cl)	7 m (Cl)	10 m (Cl)	10 m (Cl)	10 m (Cl)	0 m (Cl)	10 m (Cl)	10 m (Cl)	4 m (Cl)	10 m (Cl)								
du Circuit	0,36 %	0,12 %	0,28 %	0,1 %	0,28 %	0,28 %	0,06 %	0 %	0,06 %	0,06 %	0 %	0,11 %								
du Circuit	2,02 %	2,14 %	2,30 %	2,12 %	2,30 %	2,07 %	2,02 %	2,13 %												
Nb	Clbks	1	4X50	1	5G4	1	5G4	1	5G4	1	5G6	1	5G6	1	5G6	1	5G6			
Neutre	Separé																			
PE/PE N	1X16																			
Protection	NS 160NTM125D																			
Calibre	If DfL	0 A		0 A		0 A		0 A		0 A		0 A		0 A		0 A				
LT/NB		0 A		0 A		0 A		0 A		0 A		0 A		0 A		0 A				
LT/NB		0 A		0 A		0 A		0 A		0 A		0 A		0 A		0 A				
MARGIN		0 A		1250 A		1250 A		1250 A		1250 A		1250 A		1250 A		1250 A				
<p>Projet Usine Bouznika</p> <p>Unitaire Chamber 10 circuits CP_9</p>																				
<p>A</p> <p>Modifications</p> <p>Date : 23/05/2014</p> <p>Noms : C15T0002</p>																				
<p>AFFAIRE N°</p> <p>PLAN N°</p> <p>1/2014</p>																				
<p>Fao</p> <p>24 / 29</p>																				



Ref Item	Désignation matériels - Caractéristiques techniques	U	Q	Unité	Prix
<b>02</b>	<b>ECLAIRAGE- UTILITES</b>			<b>0</b>	
02.1	Bloc autonome de sécurité				
a	Bloc de balisage 45 Lms	U	30		485,8
b	Bloc d'ambiance 360 Lms	U	61		1 158,6
02.2	Alimentations secondaires				
a	Alimentation sèche mains en câble 3*2,5mm2	U	6		545,6
b	Alimentation portes sectionnelles en câble 4*2,5mm2	U	5		799,8
c	Alimentation ventilations locaux techniques en câble 4*2,5mm2	U	6		769,9
02.3	Alimentations prises de courant				
	Alimentations prises de courant en 3*2,5mm2	U	125		343,8
02.4	Prises de courant et appareillage de commande				
a	Prises de courant 2P+T 16A MOSAIC	U	93		67,2
b	Prises de courant 2P+T 20A étanche	U	32		74,7
c	Pose prise de courant toute sorte	U	125		52,3
d	Fourniture d'interrupteur MOSAIC	U	80		67,2
e	Pose interrupteurs	U	80		44,8
02.5	Luminaires				
a	Eclairage encastré 60x60 4*18	U	29		535,2
b	Eclairage tube 2*36W	U	102		897,0
c	Eclairage tube 2*55	U	8		754,9
d	Eclairage spot 2*18	U	67,00		485,8
e	Eclairage spot sanitaire 1*9	U	7		411,1
f	Armature industrielle IP65 250W	U	14		1 317,1
g	Armature industrielle IP65 70W	U	15,00		1 012,1
h	Armature industrielle IP65 400W	U	6		1 472,5
<b>ECLAIRAGE - UTILITES</b>					
<b>TOTAL HT</b>					
<b>TVA 20%</b>					
<b>TOTAL TTC</b>					

Annexes IX : Planification des tâches

