



وزارة البحث العلمي والتعليم العالي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE



N° d'ordre : M...../GE/2021

MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de

MASTER EN GENIE ELECTRIQUE

Filière : Electrotechnique

Spécialité : Electrotechnique Industrielle

par

Nom et Prénom Belfadel Badr-Eddine

Nom et Prénom Amouri Mohammed Driss

Etude de l'éclairage public dans les aires de repos de l'autoroute

Encadreur : Ghomri leila

Co-encadreur : Belaid Samir

Soutenu le 07 / 07 / 2021 devant le jury composé de :

Président :	Merah Mustapha	Grade	Université de Mostaganem
Examinatrice :	Neddar houaria	Grade	Université de Mostaganem
Rapporteur :	Grade	Université de

Année Universitaire 2020/2021

Remerciement

On remercie Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire. On s'adresse aussi nos vifs remerciements à l'entreprise GISB en générale et à notre co-encadreur monsieur Belaid Samir en particulier.

Nous remercions les membres du jury pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail.

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer no profonde gratitude à notre cher encadreur madame Ghomri pour son suivi et son énorme soutien, qu'il n'a cessé de nous diriger tout au longue de projet et a consacré son temps pour nous offrir les précieuses informations.

Nos remerciements à toute personne qui nous a aidée durant notre stage au sein de la câblerie algérienne, aussi je ne laisserai pas cette occasion passer, sans remercie tous les enseignants et le personnel de notre faculté, et particulièrement ceux du département génie électrique.

Enfin mes remercie à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de ce projet.



Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédié ce mémoire,
A mes très chers parents, qui me donne toujours de
l'espoir, pour leur patience, leur amour, leur soutien et
leur encouragement.
A ma grand-mère.
A mon oncle Abdallah pour son encouragement.
A toute ma famille, pour leur motivation.
A mes amis Idriss Arbi Mokhtar Abdelhak.
Et toute personne qui m'a aidé à franchir un horizon dans
ma vie

A decorative black and white floral border with intricate scrollwork and leaf patterns, framing the central text.

Dédicace

je dédie ce travail

A ma famille, elle qui m'a donné une éducation digne,
son amour a fait de moi qui je suis aujourd'hui.

A mes chers frères et sœurs et leurs enfants, source de
vie, d'amour et d'affection.

A toute ma famille, source d'espoir et de motivation.

à mon bien-aimé, mes soutiens et mon rocher.

à mes professeurs qui m'ont accompagné à chaque
étape.

À tous mes amis, en particulier ceux qui m'ont soutenu et
aidé depuis le début.

A mon cher frère, avant d'être mon binôme Badro.

A toi cher lecteur.

Sommaire

I	CHAPITRE I	- 2 -
	GENERALITES SUR L'ECLAIRAGE PUBLIC	- 2 -
I.1	INTRODUCTION.....	- 3 -
I.2	GENERALITE	- 3 -
I.3	L'HISTORIQUE DE L'ECLAIRAGE.....	- 7 -
I.4	L'ECLAIRAGE PUBLIC	- 9 -
I.5	LES COMPOSANTS PRINCIPAUX D'UN RESEAU D'ECLAIRAGE PUBLIC :	- 10 -
I.6	CARACTERISTIQUE DES LUMINAIRES PRINCIPAUX UTILISES EN ECLAIRAGE PUBLIC	- 12 -
I.7	L'INDICE DE PROTECTION :	14
I.8	LA CONSOMMATION ENERGETIQUE EN ECLAIRAGE PUBLIC :	15
I.9	ETAT DES LIEUX SUR L'ECLAIRAGE PUBLIC EN ALGERIE	18
I.10	POUR QUOI LES LED ONT-ELLES UN AVENIR EN ECLAIRAGE PUBLIC ?	19
I.11	CONCLUSION	20
II	CHAPITRE II	21
	NORMES ET RESEAUX DE DISTRIBUTION DE L'ECLAIRAGE PUBLIC	21
II.1	INTRODUCTION :	22
II.2	NORMES REF [7].....	22
II.3	LES INSTALLATIONS D'ALIMENTATION EN ECLAIRAGE PUBLIQUE.....	23
II.4	LES REGIMES DU NEUTRE	26
II.5	LE SYSTEME D'ECLAIRAGE SOLAIRE : REF	28
II.6	LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS DES TYPES DE RESEAU D'ECLAIRAGE PUBLIC :	30
II.7	LES DIAGRAMMES CI-DESSOUS MONTRENT LES HEURES ET L'INTENSITE DE FONCTIONNEMENT DE QUATRE SYSTEMES DE L'ECLAIRAGE PUBLIC EN POURCENTAGE ENTRE 16H ET 8H:	31
II.8	MAINTENANCE DE L'ECLAIRAGE PUBLIC:	32
II.9	NORMES UTILISES EN ECLAIRAGE PUBLIC:	33
II.9.1	POURQUOI UTILISER LES NORMES	33
II.10	CONCLUSION :	38
III	CHAPITRE III	39
	ETUDE D'ECLAIRAGE DE L'AIRE DE REPOS DE YELLEL	39
III.1	INTRODUCTION :	40
III.2	LES CRITERES DE QUALITE DE L'ECLAIRAGE : [8].....	40
III.3	PARAMETRE DE VERIFICATION DE L'ECLAIRAGE.....	41
III.4	METHODOLOGIE DE L'ETUDE :	43
III.5	LES EQUIPEMENTS D'UN RESEAU D'ECLAIRAGE PUBLIC :	43
III.6	ETUDE PHOTOMETRIQUE :	46

III.7	MATERIEL UTILISER DANS LES MESURES DE L'ECLAIREMENT :.....	46
III.8	ETUDE DE CAS :	48
III.9	SOLUTION PROPOSER :.....	55
III.10	OPTIMISATION AVEC DIALUX :.....	57
III.11	CONSOMMATION ENERGETIQUE :.....	60
III.12	CONCLUSION.....	64

Liste des figures et les tableaux

Figure I.1 : Le spectre de la lumière visible

Figure I.2 : Angle du flux lumineux

Figure I.3 : Angle de la vision

Figure I.4 : Température de Couleur de la Lumière

Figure I.5 : armoire électrique

Figure I.6 : Câble électrique

Figure I.7 : Support vertical d'éclairage public (bouton)

Figure I.8 : processus de tester l'indice IK

Figure I.9 : ratio de la consommation d'électricité/secteur

Figure I.10 : Consommation électrique annuelle en éclairage public (TWh)

Figure I.11 : Consommation électrique en éclairage public par rapport à la consommation totale (%)

Figure I.12 : Consommation électrique en éclairage public par rapport à la consommation des villes (%)

Figure I.13 : Consommation électrique GWH

Figure I.14 : consommation en électricité des équipements publics par wilaya Figure II.1 – Schéma d'une Installation de puissance au plus égale à 36KVA:

Figure II.1 – Schéma d'une Installation de puissance au plus égale à 36KVA:

Figure II.2 : Schéma d'une alimentation de puissance comprise entre 36kVA et 250kVA

Figure II.3 : Schéma d'une alimentation en HTA et d'une distribution en BTA

Figure II.4 : Schéma d'une alimentation en HTA et d'une distribution en HTA-EP

Figure II.5 : Schéma de régime de neutre TT

Figure III.1: station-service Yellel sud

Figure III.2 : Liste des rendus de couleur

Figure III.4: luxmètre

Figure III.5: Valeur de l'éclairement pour chaque poid

Figure III.6: Philips SGS102 FG

Figure III.7: Philips DN560B

Figure III.8: Les classes d'étude de l'aire de repos Yellel

Figure III.9: luminaire LED solaire

Figure III.10: Balisage passif

Figure III.11 : Philips BGP762 T25

Figure III.12 : Philips DN560B

Tableau I.1 : température des couleurs en kelvin

Tableau I.2 : Les luminaires principaux en éclairage publique

Tableau I.3 : Les chiffres des classes de l'indice IP

Tableau I.4 : Les chiffres des classes de l'indice IK et ses correspondants

Tableau II.1 : Les avantages et les inconvénients des types de réseau d'éclairage public

Tableau II.2 : Norme d'éclairage extérieur

Tableau II.3 : Norme d'éclairage intérieur

Tableau II.4 : Normes des appareils d'éclairage, luminaires et LED

Tableau III.3 : Résultat trouvée en étude de cas

Tableau III.4 : Valeur de l'éclairement moyen et de l'uniformité selon la norme NF EN 12464-2

Introduction générale

L'éclairage joue un rôle important dans notre vie quotidienne car sans sources lumineuses notre capacité à observer notre monde serait considérablement réduite, la source lumineuse se divise en deux sortes artificielles comme le soleil et les étoiles et artificielles comme les ampoules et les lumières. Télévisions. La majorité des objets que nous pouvons observer sont des réflecteurs de lumière mais pas des sources lumineuses, ce qui signifie qu'ils reflètent la lumière qui leur est tombée d'autres sources lumineuses et, grâce à ce processus, les yeux nus sont capables de saisir et de voir ces objets. L'éclairage public est une base fondamentale de notre société, il préserve notre sécurité et notre capacité à maintenir notre fonctionnalité la nuit. L'éclairage public est un vaste sujet avec une variété d'aspects et à partir de ces aspects, il y a l'éclairage dans les aires de repos. Les aires de repos se composent de trois parties de base :

- les voies d'entrée et de sortie
- La zone commerciale.
- Parking de stationnement

L'Algérie améliore la fonctionnalité de l'éclairage dans de nombreux endroits, ces améliorations touchent les aires de repos et ces améliorations consistent à développer plus de sécurité et plus de visibilité la nuit avec des côtes plus basses et une efficacité plus élevée.

Et afin de contribuer à l'élaboration d'un cahier de charge normalisé, nous avons dans ce travail, accordé un intérêt majeur à initier une norme à suivre dans la réalisation dans l'éclairage des aires de repos des autoroutes en Algérie.

Ce mémoire se divise en trois axes principaux:

Le premier définit les généralités de l'éclairage public

Le deuxième chapitre est axé sur les réseaux de distribution de l'éclairage public et les normes générales utilisés en éclairage public

Finalement dans le dernier chapitre, nous allons prendre comme objet de notre étude l'aire de repos de Yellel sud et nous allons proposer des solutions pour un éclairage optimale et efficace.

Chapitre I

Généralités sur l'éclairage publique

I.1 Introduction

L'éclairage est un dispositif d'accompagnement nécessaire pour chaque projet de construction des routes.

Il est donc nécessaire, lorsqu'on étudie la conception de ces systèmes, de suivre des procédures rigoureuses afin d'assurer leur fonctionnalité et la sécurité des usagers de la route (automobilistes, piétons et cyclistes).

Notre étude établit la méthode de préparation d'un projet d'éclairage routier à suivre par les concepteurs, en tenant compte des plans types, des devis types et des normes du Ministère.

Il constitue l'outil de travail par excellence pour les ingénieurs et les techniciens en électricité qui travaillent à la conception des systèmes d'éclairage routier. La réalisation d'un projet d'éclairage routier comporte plusieurs étapes, dont l'étude des besoins, la conception, la préparation des plans et devis, la construction, la surveillance des travaux et la vérification électrotechnique. [1]

I.2 Généralité

I.2.1 Notion de base de l'éclairage :

a- La lumière

La lumière est un rayonnement électromagnétique qui marque l'œil humain et lui permet d'être vu. Le rayon visible se situe entre 380 et 780 nm, une infime partie du rayonnement magnétique global.

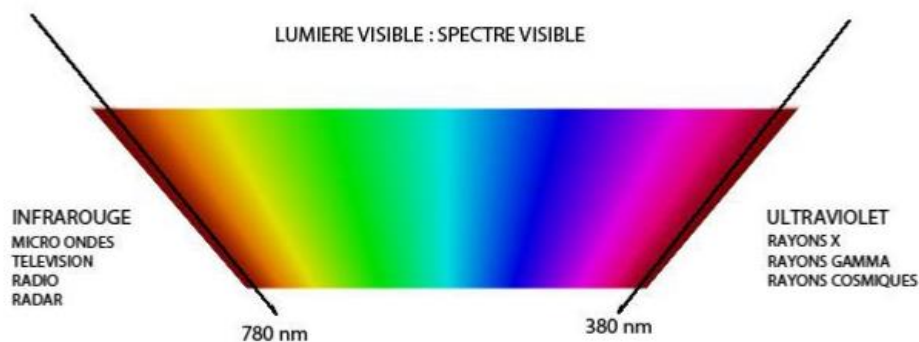


Figure 1 : Le spectre de la lumière visible

b- L'intensité lumineuse

Elle s'exprime en candela (cd). La candéla est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique. Cette unité est utilisée pour quantifier la quantité de lumière fournie par une source directive. Elle permet d'établir



les courbes de répartition photométrique des appareils d'éclairage. Elle ne dépend pas de la distance d'observation.

Figure 2 : Angle du flux lumineux

c- Le flux lumineux :

S'exprime en lumen (lm)Energie lumineuse rayonnée dans l'espace par une source. On définit souvent une source par le rapport entre cette énergie et la puissance électrique qu'elle consomme : c'est l'efficacité lumineuse (lm/W).

Exemple :

Une bougie
(12 lm)



Un tube fluorescent 14w
(1250 lm à 25°C)



Un module LED 8w
(1300 lm)



d- L'éclairement :

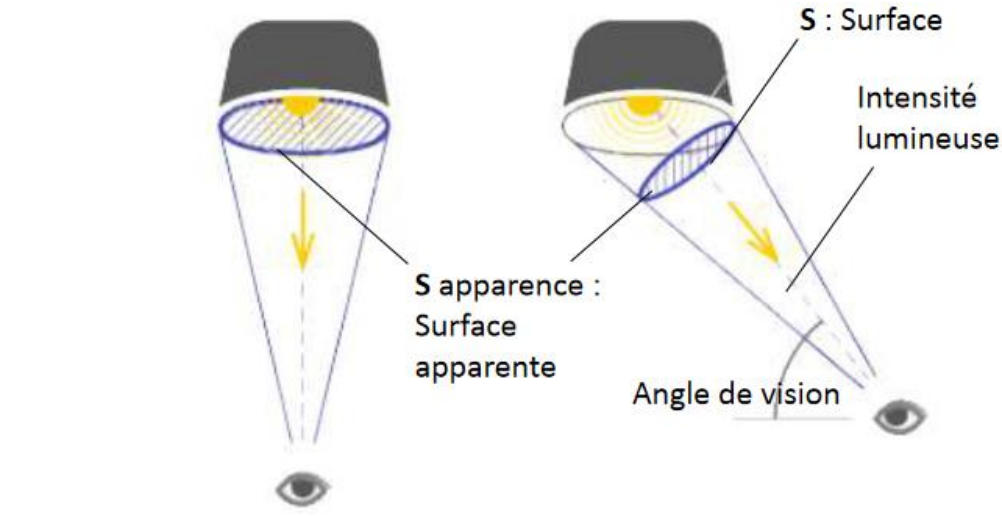
S'exprime en lux (lumen/m²) Cela correspond à l'éclairement d'une surface qui reçoit, d'une manière uniformément répartie, un flux lumineux de lumen par mètre carré. C'est la grandeur utilisée pour caractériser une quantité de lumière dans un lieu ou sur une surface.

Exemple :



e- La luminance

S'exprime en candela/m² (cd/m²) seule notion appréciable par l'être humain. Elle précise le flux lumineux transmis ou produit par une surface. C'est la quantité de lumière réfléchie vers l'oeil d'un observateur. Elle est un facteur prépondérant devant les calculs d'éblouissement. Dans la pratique, la quantité de lumière qui arrive dans la direction de l'observateur est divisée par la surface apparente de la source dans la direction donnée. La luminance ne dépend pas de la distance d'observation. L'UGR représente l'éblouissement d'inconfort provenant directement des luminaires d'une installation d'éclairage intérieur. Luminaire vue de côté : La surface apparente diminue, et généralement le flux dans cette



direction aussi.

Figure I.3 : Angle de la vision

f- La température de couleur :

Température d'un corps noir idéal dont la chromaticité est celle d'un objet ou d'une lumière donnée. Elle est exprimée en degré Kelvin. A réécrire

Température de couleur proximale (température de couleur corrélée) :

Température d'un corps noir idéal donc la couleur perçue est la plus proche de l'objet ou de la lumière observée. La température de couleur proximale est couramment utilisée car dans les faits, rares sont

les sources à avoir des spectres équivalents aux corps noirs. Elle est également exprimée en degré Kelvin.

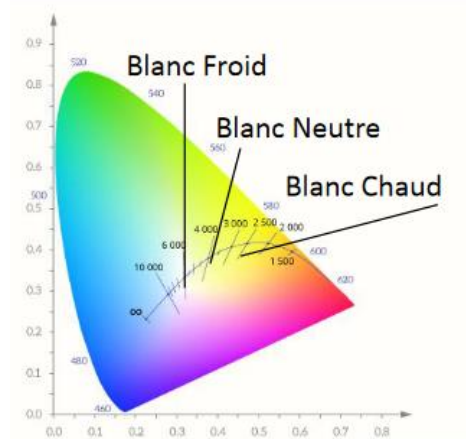


Figure I.4 : Température de Couleur de la Lumière

Tableau I.1 : température des couleurs en kelvin

Apparence colorée	Température de couleur proximale
Chaude	<3300K
Neutre	3300K à 5300K
Froide	>5300K

L.3 L'historique de l'éclairage

De la maîtrise du feu aux LED, l'humanité a toujours recherché des moyens d'éclairage efficaces. Quelle est l'étape que nous avons dû franchir pour nous éclairer

a- Les techniques primitives :

A la période préhistorique l'humain utilise des moyens d'éclairage très simples avec la découverte du feu



Le feu

450 000 ans avant J.C



La torche

31 500 ans avant J.C.

b- Les lampes à combustion

De l'Antiquité au 19ème siècle, l'éclairage était obtenu par la combustion d'huiles, de pétrole ou de gaz. Différentes techniques se succèdent pour améliorer l'utilisation des lampes.



La lampe à huile

1300



La lanterne réverbère

1744



La lampe à pétrole

1835



La chandelle

3000



La lampe à réservoir

constant

1780



La bougie à la cire

d'abeille

400



L'éclairage au gaz

1813

c- Les lampes électriques

Finally the 19th century marks the advent of **electricity**. Today, we still use this energy to illuminate us, even if the technical solutions have changed a lot.



La lampe à incandescence
1853



Le tube fluorescent
1936



La lampe fluocompacte
1980



La lampe à décharge
1901



La lampe halogène
1959



La lampe à LED
1993



Le tube à néon
1910



La Diode Électroluminescente (DEL)
1962

I.4 L'éclairage public**I.4.1 Introduction**

L'éclairage public est un service clé fourni par les pouvoirs publics et c'est une infrastructure publique qui contribue à créer l'apparence et l'atmosphère des espaces publics des villes et villages.

I.4.2 L'Objectif de l'éclairage public

- Sécurité routière renforcée
- Amélioration de la visibilité nocturne, entraînant une diminution des activités criminelles et un sentiment de sécurité amélioré parmi les citoyens
- Augmentation de la productivité en raison d'une augmentation de l'activité légitime après le crépuscule, et une journée de travail plus longue qui permet aux gens de voyager en toute sécurité plus tard
- Un moyen efficace et très visible pour les gouvernements municipaux de montrer leur engagement envers leurs électeurs

I.4.3 Les types d'éclairage public [2]

Chaque éclairage demande une planification très précise, dont l'objectif est de confectionner un réseau adapté à sa fonction qui respecte les normes avec une faible consommation électrique et une faible pollution lumineuse.

d- Eclairage routier :

L'intérêt d'éclairer les zones de circulation véhiculaire est d'assurer la sécurité des automobilistes, la grande vitesse des véhicules motorisés pose un risque d'accidents que l'éclairage permet de réduire.

e- Eclairage des espaces publics:

Eclairer les espaces publics facilite leur surveillance pendant la nuit afin de réduire les accidents et les crimes.

f- Eclairage des espaces sportifs :

Pour permettre des activités sportives pendant des heures d'obscurité, il faut éclairer les terrains de sport avec des projecteurs spécialisés. Il est important que ceux-ci soient assez puissants et ne dérangent pas les joueurs pour éviter des accidents.

g- Eclairage des monuments (d'ambiance) :

L'éclairage des monuments montre leur importance et crée une atmosphère agréable.

I.5 Les composants principaux d'un réseau d'éclairage public :

a- Armoire Electrique : L'armoire d'éclairage public permet l'alimentation du réseau d'éclairage public à partir du réseau de distribution d'énergie. Il renferme des équipements ou dispositifs de comptage, de commande et de protection. Une armoire est généralement constituée d'une partie pour le comptage de la consommation électrique, une partie de commande d'allumage des points lumineux telles que les horloges et les contacteurs,

comportant toutes les deux des appareils de protection (disjoncteur, fusible...).



Figure I.5 : armoire électrique

b- Câble réseau électrique :

On distingue deux types principaux de réseau dans l'éclairage public :

- Le réseau indépendant en câble souterrains :

Qui est le plus recommandé sécurisé et offre un éclairage plus approprié.

- Le réseau mixte sur poteaux et sur façade :

Ce dernier continue à représenter un certain pourcentage du réseau d'éclairage public dont une partie sur façade.

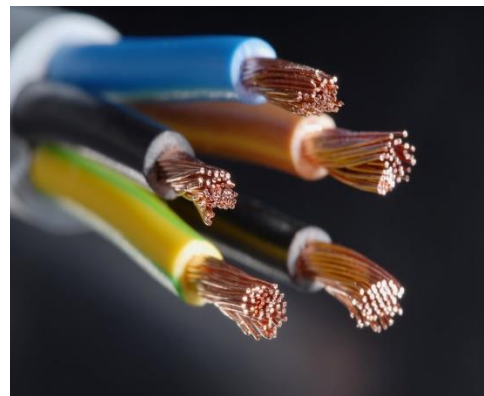


Figure I.6 : Câble électrique

c- Support vertical d'éclairage public

Un candélabre se compose en générale plusieurs éléments qui sont :

- **Le luminaire**
- **La lampe**
- **Les accessoires éventuels de la lampe**
- **Le fût et la crosse**
- **La fondation**

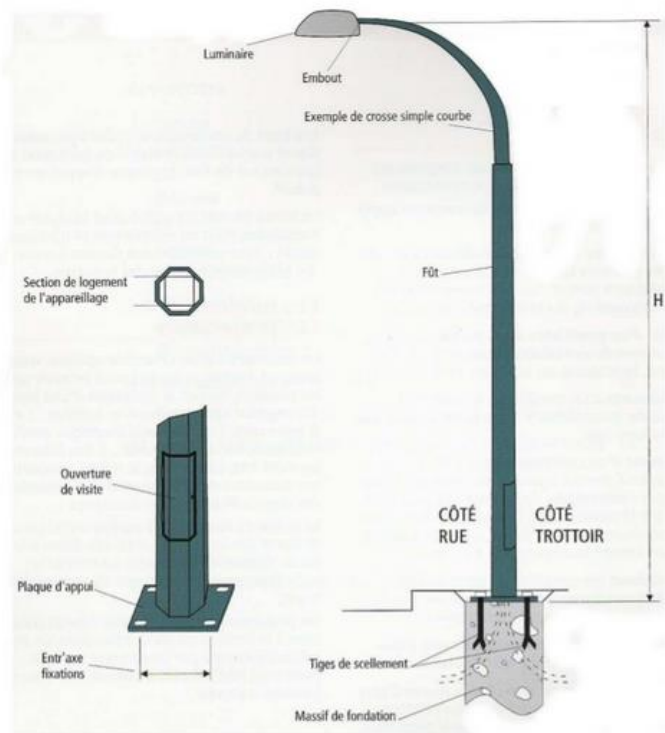


Figure I.7 : Support vertical d'éclairage public (bouton)

I.6 Caractéristique des luminaires principaux utilisés en éclairage public

Tableau I.2 : Les luminaires principaux en éclairage public

Type de lampes	Efficacité lumineuse Lampe + ballast électronique Lum/w	Température de couleur (k)	IRC	Durée de vie économique (Heur)	Applications courantes
Vapeur de sodium Haute pression 50 à 1000 W	58 à 131	2000 à 2150	20 à 65	9000 à 24000	Urbain , routier , grands espaces , illuminations
Lodures métalliques à brûleur céramique	69 à 92	3000 à 4200	> 80	6000 à 12000	Illuminations , parcs et jardins , résidentiel ,espaces piétonniers
Mococulot G8.5,G12 ,G22,E27, E40 35 à 250 W					
Double culot 70 à 250 W	83 à 91	3000 à 4200	>80	9000 à 12000	
Iodures métalliques nouvelle generation 45 , 60 , 90 et 140 W	84 à 111	2850 à 3000	65 à 70	16000	Urbain , espacepiéto nniers
fluorescence	80 à 87	2700 à 4000	80 à 98	8000 à 15000	Tunnels, passages souterrains , ponts
A culot à broches avec alimentation					

électronique séparée 5 à 120 W					
Haut rendement \varnothing 26 mm (T8) rectiligne ou circulaire 14 à 80 W	65 à 98	2700 à 5400	80 à 98	12000 à 66000	
Electronique \varnothing 16 mm (T5) rectiligne ou circulaire 14 à 80 W	75 à 104	3000 à 8000	85 à 98	18000	
A induction 55 , 85 et 165 W	65 à 74	2700,3000, 4000	>80	60000	Tunnels, espaces piétonniers
LED de puissance pour l'éclairage extérieur	70 à 95	3000 à 4500	>65	35000 à 50000	Voies résidentielle s , urbaines, routières
LED de puissance pour l'éclairage extérieur à haut IRC	50 à 85	3000 à 4500	>80	20000 à 50000	Parcs et jardins , espaces piétonniers , voies résidentielle s et urbaines

I.7 L'indice de protection : [3]

I.7.1 L'indice IP

L'indice IP classe le niveau de protection qu'offre un matériel aux intrusions des corps solides et liquides. Le code « IP » correspond au terme indice de protection procuré par les enveloppes d'un matériel électrique. Le premier chiffre suivant l'inscription « IP » représente le degré de protection contre les corps solides (poussière), le deuxième chiffre représente le degré de protection contre les intrusions liquides

Tableau I.3 : Les chiffres des classes de l'indice IP « mémoire Burkina Faso »

1 ^{er} chiffre	Caractéristique	2 ^{eme} chiffre	Caractéristique
0	Non protégé	0	Non protégé
1	Protégé contre les corps solides de diamètre supérieur ou égal à 50 mm	1	Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau
2	Protégé contre les corps solides de diamètre supérieur ou égal à 12,5mm	2	Protégé contre les chutes d'eau pour une inclinaison maximale de 15° du luminaire de part et d'autre de la verticale
3	Protégé contre les corps solides de diamètre supérieur ou égal à 2,5mm	3	Protégé contre l'eau "en pluie" tombant de part et d'autre sous un angle inférieur ou égal à 60° par rapport à la verticale
4	Protégé contre les corps solides de diamètre supérieur ou égal à 1mm	4	Protégé contre les projections d'eau dans toutes les directions
5	Protégé contre les poussières nuisibles	5	Protégé contre les jets d'eau
6	Étanche aux poussières	6	Protégé contre les paquets de mer
7	/	7	Protégé contre les effets d'immersion
8	/	8	Protégé contre l'immersion prolongée

I.7.2 L'indice Ik :

Un autre indice important de la caractérisation mécanique du luminaire est l'indice de résistance aux chocs IK spécifié par le constructeur. Il détermine le degré de protection du matériel contre les chocs d'origine mécanique et est défini par un nombre entre 01 et 10 en fonction de l'énergie du choc.

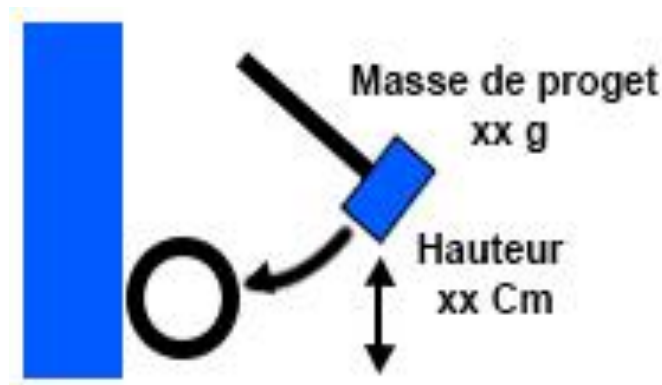


Figure I.8 : processus de tester l'indice IK

Tableau I.4 : Les chiffres des classes de l'indice IK et ses correspondants

Indice IK XX	Hauteur (Cm)	Masse de projet (g)	Energie (a)
01	10	150	0.15
02	10	200	0.2
03	15	250	0.37
04	20	250	0.5
05	20	300	0.7
06	40	250	1
07	40	500	2
08	40	1250	5
09	40	2500	10
10	40	5000	20

I.8 La consommation énergétique en éclairage public :

L'éclairage représente une part considérable de la consommation d'électricité, quel que soit le secteur :

[4]

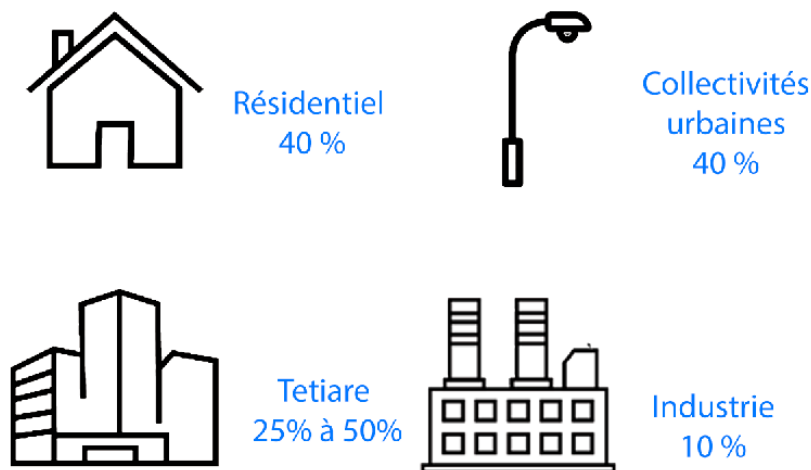


Figure I.9 : ratio de la consommation d'électricité/secteur

En 2019 l'UNEP évalue la part de l'éclairage public à 15% de la consommation mondiale et 5% des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Il y aurait 670 millions de lampes à combustibles dans le monde selon la même source produisant 74 millions de tonnes de carbone par année. Le passage aux nouvelles technologies de l'éclairage permanent trait selon l'UNEP d'économiser 140 milliards de dollars et de réduire les émissions de CO₂ de 580 millions de tonnes par ans.

L'union européenne recense en 2013 plus de 90 millions de points lumineux traditionnels « plus de 75% des installations qui ont plus de 25 ans. L'éclairage en général coute jusqu'à 50 % du cout total en électricité des villes européennes, pour cela l'union s'est fixé un objectif de réduire sa consommation électrique pour l'éclairage général de 20% à l'horizon 2020. La technologie « LED » permet de baisser les couts en électricité de 60% pour les luminaires à vapeur de mercure et 20% pour les hautes pressions à sodium. Les systèmes d'éclairage intelligent permettre d'économiser jusqu'à 70% de la consommation électrique.

En France il y a près de 9,5 millions de points lumineux en 2019, avec un âge moyen de 20 à 30 ans, dont 45% qui ont plus de 25 ans. L'éclairage public en France consomme 56TWh, soit 12% de la consommation d'électricité française et 23% de la consommation des collectivités locales. Le taux de pénétration des LED est estimé à 15% en 2019. [5]

En Algérie il existe, 3 134 824 points lumineux avec une moyenne d'âge de plus de 15 ans, selon les chiffres communiqués par le ministère de l'intérieur en 2018, dont 62% en Sodium, 36% en mercure 2% en LED et 0,42% en photovoltaïque. [5]

En Algérie le cout de la consommation électrique des communes représente 8% de la consommation nationale et 5% du budget des communes. L'éclairage public représente 56% de la facture globale des communes en électricité avec une consommation de 1590GWh. [5]

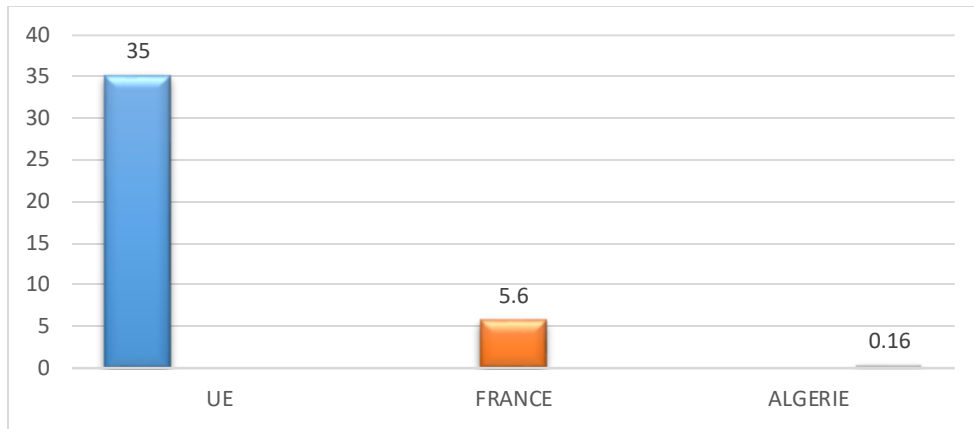


Figure I.10 : Consommation électrique annuelle en éclairage public (TWh)

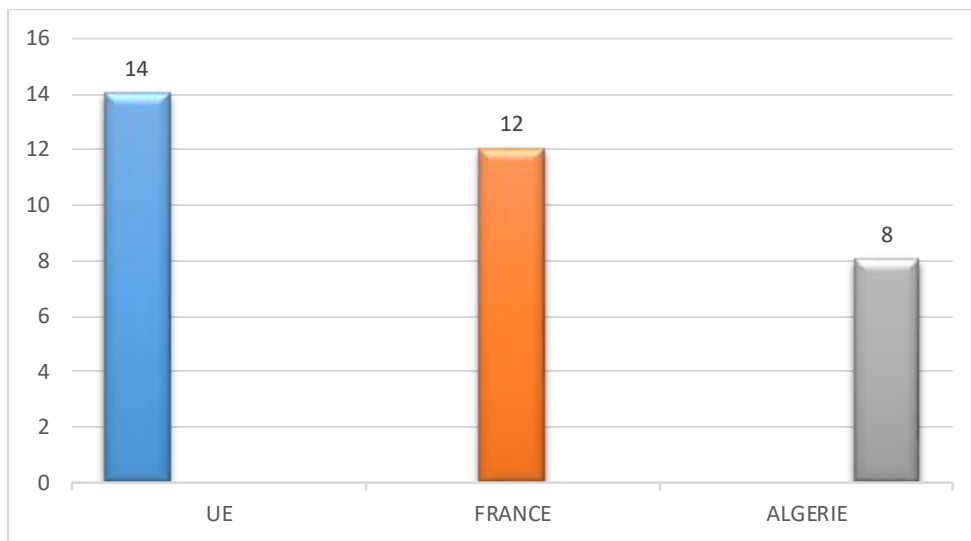


Figure I.11 : Consommation électrique en éclairage public par rapport à la consommation totale (%)

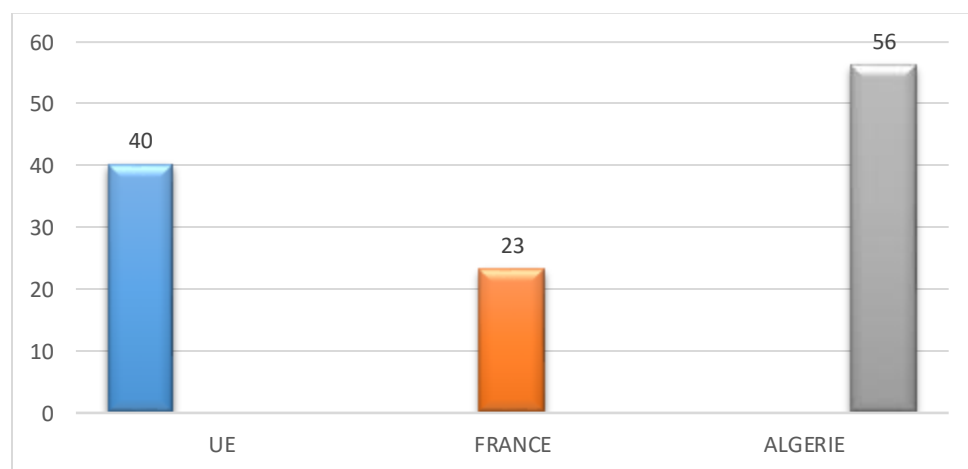
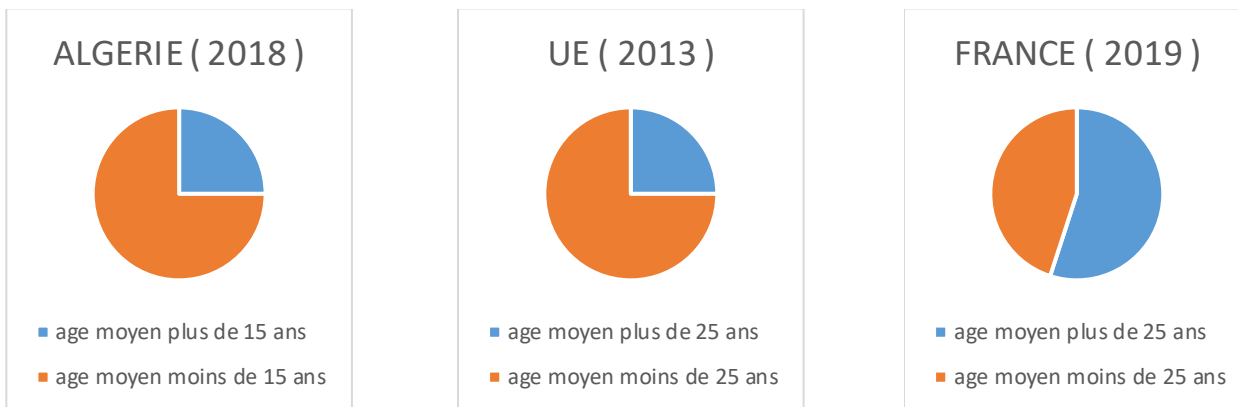


Figure I.12 : Consommation électrique en éclairage public par rapport à la consommation des villes (%)



Il en ressort clairement que la part de la consommation électrique en éclairage public en Algérie est nettement inférieure par rapport à la consommation globale du pays, en comparaison aux pays de l'union européenne.

I.9 ETAT DES LIEUX SUR L'ECLAIRAGE PUBLIC EN ALGERIE

La consommation en énergie électrique des communes: [5]

Selon les chiffres communiqués par le ministère de l'intérieur le montant global en énergies électrique de communes en 2018 était de 27 milliards de dinars ce qui représente environ 5 % du budget global des communes. La consommation globale est de 2839 Giga Watts. 10 wilayas (Alger, Sétif, Mostaganem, Oran, Adrar, M'silla, El Oued, Bejaia, Tlemcen et Biskra) absorbent à elles seules près de 57%. La wilaya d'Alger à elle seule consomme 971 Gigawatts soit plus de 34%.

56% de cette consommation en énergie est consommée par l'éclairage public. Soit l'équivalent de 15,12 milliards de DA pour 1589,84 Giga watts. Les 44% restant de la consommation ont partagées entre les mosquées 11%, les forages 10%, les écoles primaires 9%, les infrastructures administratives 8% et les infrastructures sportives et communales environ 6% [5]

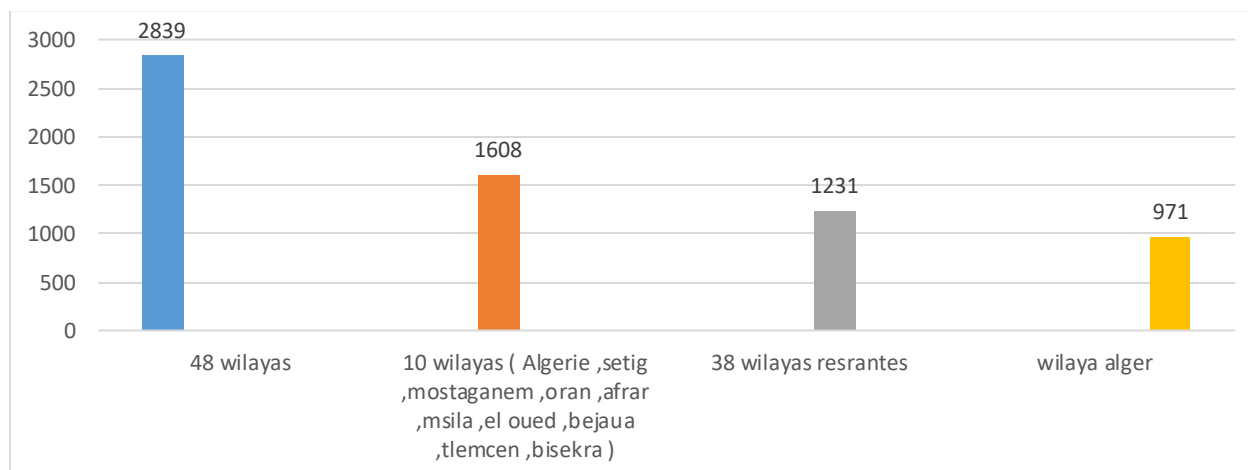


Figure I.13 : Consommation électrique GWH

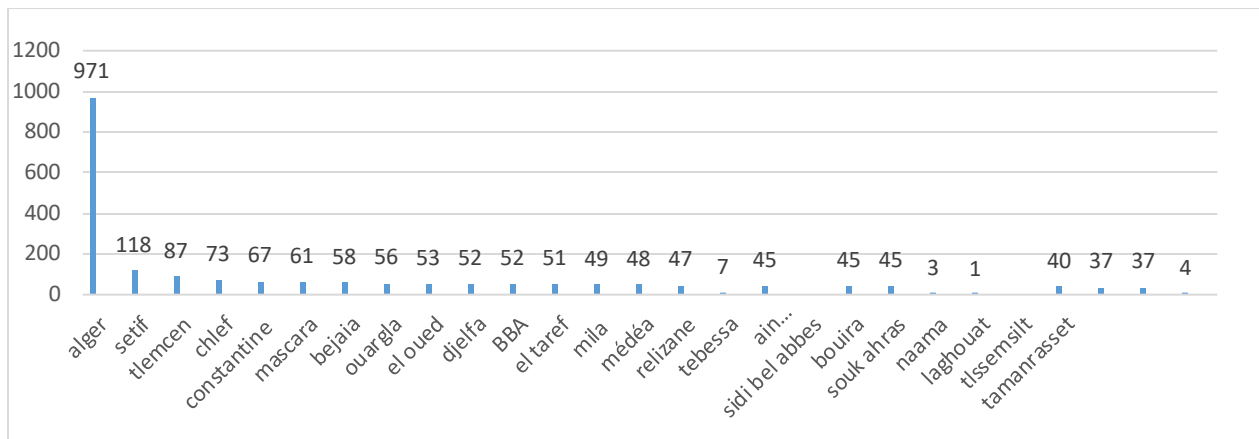


Figure I.14 : consommation en électricité des équipements publics par wilaya[5]

I.10 Pour quoi les LED ont-elles un avenir en éclairage public ? [6]

« Mémoire française »

La LED est une véritable technologie de rupture en éclairage public. C'est un semi-conducteur de type diode qui émet un rayonnement électromagnétique visible lorsqu'un courant traverse.

a- Belle lumière blanche

Pour reconnaître les visages, les voitures et les espaces verts. Bon rendu des couleurs, augmentation du confort et du bien-être.

b- Rendement énergétique élevé

La LED blanche a une efficacité lumineuse excellente, d'environ 130 lumens par watt, soit 20 % de plus que la lampe au sodium.

c- Rendement photométrique élevé

Grâce à la très grande maîtrise de la distribution de la lumière des optiques LED, on n'éclaire que là où c'est nécessaire.

d- Pilotabilité idéale

Gradation très profonde et nombre d'allumages illimité. Aujourd'hui, les diodes électroluminescentes représentent 95% des nouvelles installations d'éclairage. Pour autant

ne serait-il pas plus écologique de faire durer un peu plus le parc d'éclairage public que de vouloir rénover tous les luminaires en LED?

La stratégie d'éclairage public ne doit pas viser que la technologie, mais le résultat énergétique global pour minimiser les impacts environnementaux.

I.11 Conclusion

Nous avons cité les bases de l'éclairage aussi son historique, nous avons également discuté sur l'éclairage public et de ses variétés de types et de leur consommation d'énergie nous avons discuté des deux types d'indice de protection et on a parlé sur la technologie led.

Dans le deuxième chapitre, nous parlerons sur les réseaux de distribution d'éclairage public et sur les normes utilisées en éclairage public pour arriver à trouver la norme compatible avec notre étude.

Chapitre II

**Normes et réseaux de distribution de
L'éclairage public**

Les réseaux de distribution d'éclairage public :

II.1 Introduction :

Le concept de réseau englobe la totalité des installations, notamment les lignes aériennes, les câbles, les transformateurs et les appareils avec leurs moyens de contrôle et de sécurité, les interrupteurs, etc., nécessaires au transport et à la distribution de l'énergie électrique. On distingue trois types de réseau, expliqués au moyen des exemples suivants basés sur un réseau à basse tension.

II.2 Normes réf [7]

- **NF C 13-100 : Installations à haute tension – Postes de livraison ;**
- **NF C 13-200 : Installations électriques à haute tension – Règles ;**
- **NF C 14-100 : Installations de branchement à basse tension ;**
- **NF C 15-100 : Installations électriques à basse tension – Règles ;**
- **NF C 17-200 : Installations d'éclairage public – Règles**

Les deux premières sont des normes destinées aux installations haute tension (poste de livraison, industriels, distribution en haute tension).

Les deux suivantes concernent les installations base tension (distribution base tension, électricité domestique)

La dernière est une norme essentiellement dédiée aux installations d'éclairage public, elle est un complément à la norme NF C15100.

Ces normes et leurs domaines d'application impliquent que l'on peut trouver quatre principales solutions d'alimentation en éclairage:

- **Installation de puissance au plus égale à 36 KVA ;**
- **Installation de puissance comprise entre 36 et 250 KVA;**
- **Alimentation en HTA – distribution en BTA.**
- **Alimentation et distribution en HTA.**

II.3 Les installations d'alimentation en éclairage public

a- Installation de puissance au plus égale à 36KVA:

Ce réseau de distribution d'éclairage public est réalisé en souterrain ou en aérien, il est de faible ou moyenne puissance. Les fusibles HPC (Haut Pouvoir de Coupure) de branchement sont de type aD (Accompagnement Disjoncteur) de calibre approprié.

Dans le cas d'un branchement à puissance limitée, compte tenu de la présence de fusible aD, un pouvoir de coupure de 3 Ka est suffisant pour les dispositifs de protection contre les court-circuit en aval du point de livraison. Le disjoncteur D est un disjoncteur de branchement de calibre approprié et différentiel de sensibilité 500 mA sélectif. Il peut être installé un disjoncteur non différentiel dans les cas suivants :

En classe I si les départs divisionnaires sont équipés de disjoncteurs différentiels ;

Si l'installation est en aérien et que les luminaires sont alimentés par des conducteurs isolé pré-assemblés électriquement séparés et/ou physiquement séparés.

Le fusible HPC doit être accessible depuis le domaine public sans franchissement d'accès contrôlé. Le point O située aux bornes aval du disjoncteur D est le point d'origine de l'installation.

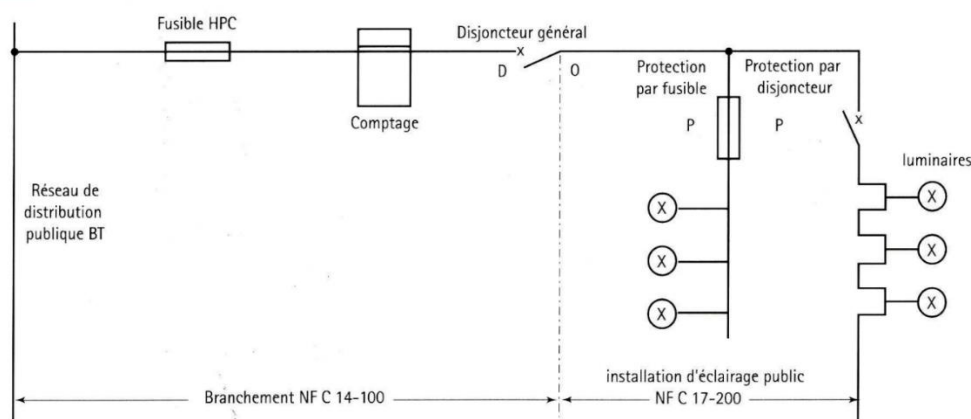


Figure II.1 – Schéma d'une Installation de puissance au plus égale à 36KVA:

b- Installation de puissance comprise entre 36KVA et 250 KVA :

Ce réseau de distribution d'éclairage public est réalisé en souterrain. Il est mis en œuvre dans les zones très denses en points lumineux d'éclairage public et d'illuminations (centre-ville, site touristique,). Les fusibles HPC de branchement sont de type AD de calibre approprié.

En cas d'une grande extension du réseau, les sections et les longueurs des circuits sont calculées selon les règles du guide UTE C 17-205 qui tient compte des chutes de tension et des courants de court-circuit minimaux.

Le pouvoir de coupure doit être adapté au courant de court-circuit présumé au point d'installation des armoires d'éclairage public. Les paramètres permettant de calculer le courant de court-circuit sont obtenus auprès du distributeur d'électricité. La protection différentielle des départs divisionnaires doit être adaptée aux règles de la norme NFC 17-200.

Les mesures de protection contre les surintensités et les contacts indirects des départs divisionnaires sont assurées:

Soit par des disjoncteurs non différentiels dont le courant de réglage est fonction de l'impédance de la boucle de défaut ;

Soit par des disjoncteurs différentiels pour les circuits de grandes longueurs.

Le point S est un sectionneur, le point O, aux bornes aval de S est le point d'origine de l'installation.

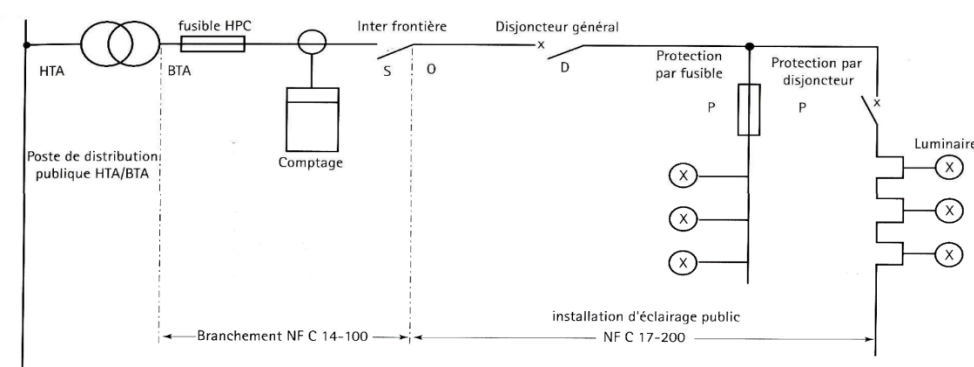
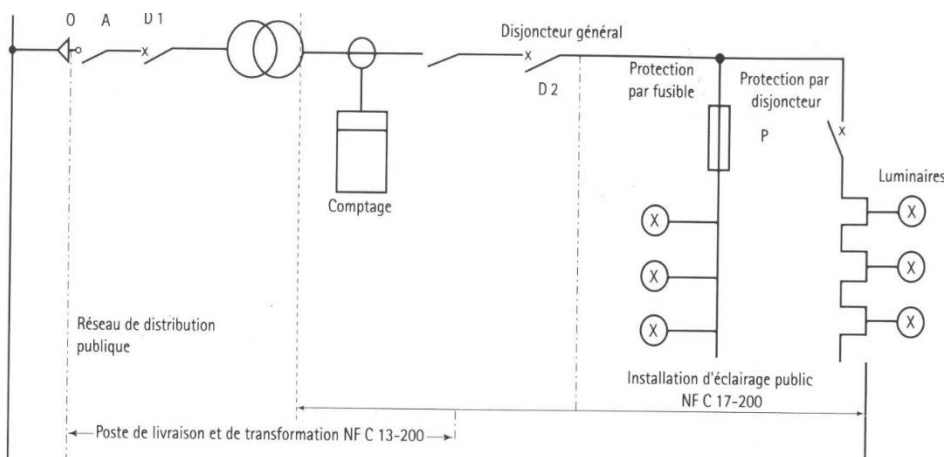


Figure II.2 : Schéma d'une alimentation de puissance comprise entre 36kVA et 250kVA

c- Alimentation en HTA-distribution en BTA :

L'origine de l'alimentation est le point de raccordement au réseau HTA de distribution publique en 20 kV. Ce réseau de distribution éclairage public est généralement réalisé en souterrain. Il permet depuis un seul poste de transformation d'alimenter et de desservir les installations des



bâtiments administratifs, sportifs, d'éclairage public et d'illuminations. Les circuits sont réalisés

en basse tension depuis le poste HTA/BTA. La puissance contractuelle est définie en accord avec le distributeur d'énergie.

Figure II.3 : Schéma d'une alimentation en HTA et d'une distribution en BTA

d- Alimentation en HTA-distribution en HTA-EP (éclairage public) :

Adapté aux installations importantes et lorsqu'elles sont susceptibles d'être étendues en puissance et en longueur. Le comptage et les conditions d'exploitation sont celles de la haute tension.

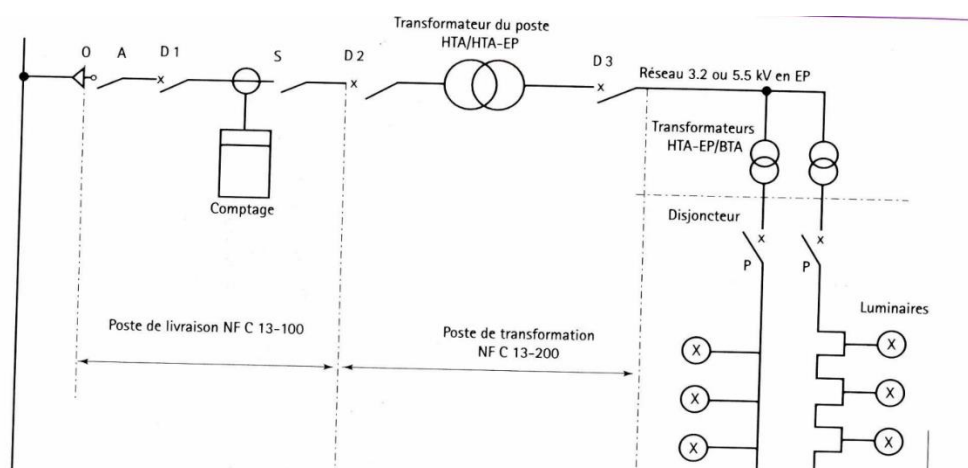


Figure II.4 : Schéma d'une alimentation en HTA et d'une distribution en HTA-EP

e- Comparaison entre une installation en BTA ou en HTA-EP :

Compte tenu de la simplicité de mise en œuvre, les installations d'éclairage public, en zone urbaine, résidentielle ou rurale, sont généralement réalisées en BTA. Ce type de distribution permet d'alimenter directement les appareillages et les lampes couramment utilisés en éclairage public.

Dans le cas de projets d'une certaine importance, lorsque les installations comportent un grand nombre de foyers distribués sur de grandes distances, le choix entre un réseau en HTA ou en BTA est déterminé par une étude technique et économique comparative. Les principaux avantages de la distribution en haute tension sont de disposer d'une puissance importante, d'avoir des possibilités d'extension (en longueur et en puissance car les chutes de tension sont négligeables). En revanche, une installation en haute tension fait appel à des techniques d'installation et de maintenance propre à la haute tension. Pour cette raison, la HTA-EP est principalement utilisée pour les grands échangeurs d'autoroutes, les voies rapides urbaine sous les parkings de grande superficie.

II.4 Les régimes du neutre

II.4.1 Introduction

Dans tout système triphasé haute ou basse tension existe trois tensions simples, mesurées entre chacune des phases et un point commun appelé "point neutre". En régime équilibré ces trois tensions sont déphasées de 120° et ont pour valeur U : U étant la tension composée mesurée entre phases.

Physiquement, le neutre est le point commun de trois enroulements montés en étoile. Il peut être sorti ou non, distribué ou non. En moyenne tension, la distribution du neutre est très fréquente aux U.S.A. En basse tension, la distribution du neutre est utilisée dans tous les pays.

Dans une installation haute ou basse tension, le neutre peut ou non être relié à la terre. On parle alors de régime du neutre.

II.4.2 Les différents régimes du neutre

a- Régime TN

- Ce régime de neutre signifie :
- Neutre à la terre coté transfo de distribution (« T »).
- Masse reliée au neutre coté utilisateur (« N »).

b- Régime IT

- Ce régime de neutre signifie :
- Neutre isolé coté transfo de distribution (« I »).
- Masse reliée à la terre coté utilisateur (2ème « T »).

c- Régime TT

En Algérie le régime TT est le plus utilisé dans les réseaux d'éclairage public. Les types de schémas des liaisons à la terre utilisés en éclairage public (installations à basse tension) sont de deux genres. Le schéma TT est le schéma de la distribution publique à basse tension ; par conséquent, il est généralement utilisé lorsque les installations sont directement issues d'un branchement. Dans ce schéma, le point neutre de la source de courant est mis à la terre et les masses de l'installation (candélabres, mobiliers urbains) sont reliées à une ou des prises de terre différentes de celle du neutre. Dans ce cas, le courant de défaut est limité par les résistances des prises de terre des masses de l'installation et du neutre, ce qui nécessite de prévoir des dispositifs de protection complémentaire ou des dispositions évitant l'apparition d'un courant de défaut.

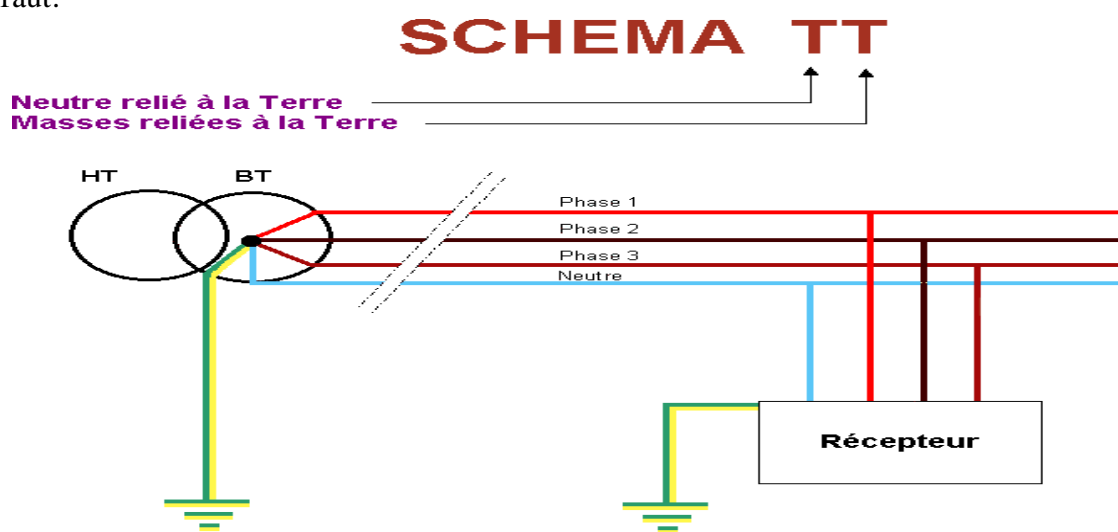


Figure II.5 : Schéma de régime de neutre TT

public

II.5 Le système d'éclairage solaire : réf [2]

L'éclairage solaire repose sur le même principe que les panneaux photovoltaïques : transformer l'énergie solaire en électricité. C'est l'une des solutions d'éclairage les plus économiques et écologiques.



Projecteur solaire complet avec batterie intégrée et détecteur de mouvement



Lampadaire solaire isolé complet avec batterie et régulateur dans une boîte métallique



Kit de plusieurs de projecteurs solaires avec batterie et régulateur

Le type de lampadaire qui est alimenté par l'énergie solaire, est équipé de panneaux solaires qui captent la lumière du soleil pendant la journée, ce qui permet de produire de l'électricité. Celle-ci est stockée dans des batteries, puis restituée la nuit pour l'éclairage. Le lampadaire devient ainsi autonome en énergie. S'il est asservi à un système de gestion, par exemple à un détecteur crépusculaire, il peut contribuer à diminuer la pollution lumineuse et la consommation d'énergie.

Ces luminaires s'avèrent pertinents sur les sites isolés où le réseau électrique n'est pas disponible. Ils évitent ainsi des coûts élevés de raccordement au réseau électrique et permettent d'assurer un cadre sécurisant pour les usagers.

Si le contexte plaide en faveur de l'installation d'un luminaire solaire, quelques précautions s'imposent:

Définir de manière optimale le positionnement et l'inclinaison du panneau solaire afin qu'il bénéficie au maximum de l'ensoleillement et ne soit pas dans l'ombre des éléments de son environnement

Nettoyer régulièrement les panneaux afin que la poussière, les feuilles mortes ou les excréments d'oiseaux ne viennent pas perturber leur rendement

Il sera nécessaire de remplacer les batteries régulièrement. En fonction de la qualité des batteries installées, il faut donc prévoir un investissement notable tous les 5 à

10 ans pour les lampadaires individuels et tous les 10 à 15 ans pour les réseaux d'éclairage solaire.

Les systèmes solaires ne supportent pas tous les types de lampadaires disponibles sur le marché. Les LED sont idéales. Il faut également éviter les décharges irrégulières, les charges de point et les pics d'électricité qui contribuent à une dégradation rapide du système.

II.6 Les avantages et les inconvénients des types de réseau d'éclairage public :

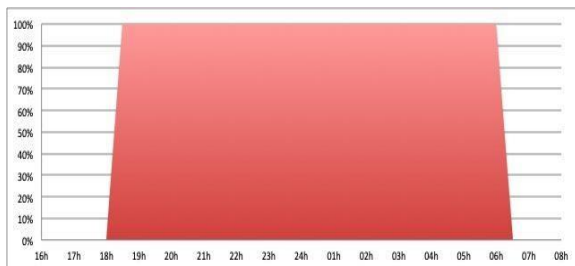
Tableau II.1 : Les avantages et les inconvénients des types de réseau d'éclairage public

Avantages	inconvénient	Cas d'utilisation
Système I Lampadaire solaire isolé(basse tension)		
Pas de facturation d'électricité Installation rapide Solution simple qui nécessite seulement une petite étude technique Pas de nécessité de raccordement au système public Pas de nécessité de compteurs, armoires, câblage coûteux, etc.) Pas de câblage exposé et pas de risque d'électrocution	Coût d'achat plus élevé que les lampadaires branchés sur un réseau public existant Nécessité de remplacer les batteries tous les 5 à 10 ans (en fonction de la qualité) Maintenance intensive : Nettoyage régulier des panneaux solaires Risque de non-fonctionnement en cas de manque de soleil Déconseillé pour les sites ombragés (arbres, vallées, etc.) Risque de vol des installations exposées (panneaux solaires, batteries, régulateurs)	Lampadaires ponctuels Réseau aux sites éparpillés (par exemple : rond points et carrefours de routes rurales, petits espaces publics) Sites sans réseau public d'électricité. Site où l'extension du réseau public n'est pas faisable.
Système II Réseau solaire isolé(basse ou moyenne tension)		
Pas de facturation d'électricité Installation rapide Pas de nécessité de raccordement au système public Plus économique et fiable que les lampadaires solaires isolés pour les réseaux d'éclairage de moyenne taille Réalisable même sur les sites ombragés(arbres, vallées, etc.)	Coût du réseau plus élevé que les lampadaires branchés au réseau public existant Nécessité de consulter un(e)spécialiste Nécessité de remplacer les batteries tous les 10 à 15 ans (en fonction de la qualité) Maintenance intensive: Nettoyage régulier des panneaux solaires Risque d'interruption en cas de manque de soleil) Risque de vol des installations exposées (notamment les panneaux solaires)	Réseau de petite ou moyenne taille sur les sites sans réseau public Sites isolés avec peu de points d'éclairage par site (par exemple: petites agglomérations, écoles isolées, parcs publics) Site où l'extension du réseau public n'est pas faisable
Système III Réseau hybride avec système solaire et réseau public (basse ou moyenne tension)		
Pas de risque d'interruption en cas de manque de soleil Facturation d'électricité raisonnable (en fonction de la confection du système)	Nécessité de raccordement au réseau public d'électricité Solution coûteuse avec des équipements spécialisés Nécessité de consulter un(e)spécialiste	Réseau sur les sites pour vus d'un réseau public ou présence d'un groupe électrogène Sites sensibles par rapport à la sécurité (par exemple routes

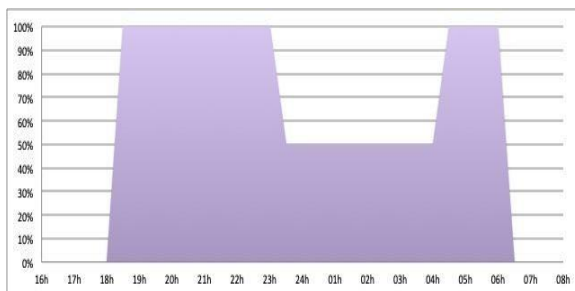
Plus fiable que les systèmes solaires isolés. Réalizable même sur les sites ombragés(arbres, vallées, etc.)	Nécessité de remplacer les batteries tous les 10 à 15 ans (en fonction de la qualité) Maintenance intensive : Nettoyage régulier des panneaux solaires Risque de vol des installations exposées (panneaux solaires)	principales, parc municipal de la commune, zones industrielles)
--	---	---

Système IVRéseau public(moyenne tension)		
Pas de risque d'interruption en cas de manque de soleil Faible en maintenance 3.Pas de nécessité de remplacer périodiquement des équipements coûteux. Possibilité de réaliser des grands réseaux	Frais de fonctionnement très élevé/ Paiement régulier des factures d'électricité Risque d'électrocution ou d'incendie en cas de câblage exposé près des bâtiments (réseau moyenne tension)	Réseau de moyen et Grande taille pour vu d'un réseau public d'électricité (par exemple: agglomérations principales, zones industrielles) Sites sensibles par rapport à la sécurité

II.7 Les diagrammes ci-dessous montrent les heures et l'intensité de fonctionnement de quatre systèmes de l'éclairage public en pourcentageentre16het8h:

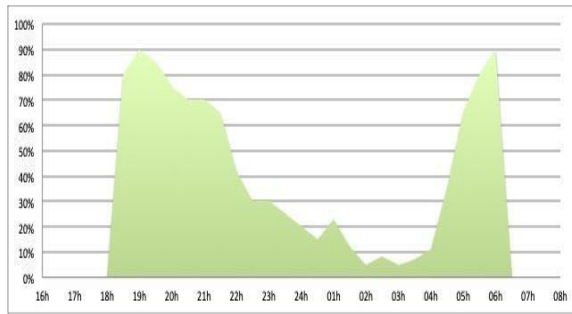


Consommation classique de l'éclairage public sans mesures d'économie : Allumage à la tombée de la nuit et extinction au lever du soleil. La consommation est de 100% pendant toute la nuit. Lieux préférés d'utilisation : Routes fréquentées et espaces publics sensibles à la sécurité.



Réduction de l'intensité d'éclairage pendant les heures peu fréquentées des espaces éclairés. Cette mesure demande des lampadaires avec deux lampes ou des lampes graduables. Le coût initial d'un tel système est donc plus élevé que les systèmes classiques. Economie de 20% à 30% possible.

Lieux préférés d'utilisation : Espaces publics, routes rurales hors des agglomérations, zones piétonnes, stations de train, ...



Exemple de la consommation énergétique d'un réseau de lampadaires LED gérés par des détecteurs de mouvement avec désactivation retardée. L'installation est plus coûteuse qu'un système classique mais une économie de plus que 75% est possible.

Lieux préférés d'utilisation : Espaces publics et routes rurales peu fréquentées et branchés sur

Le réseau d'électricité public

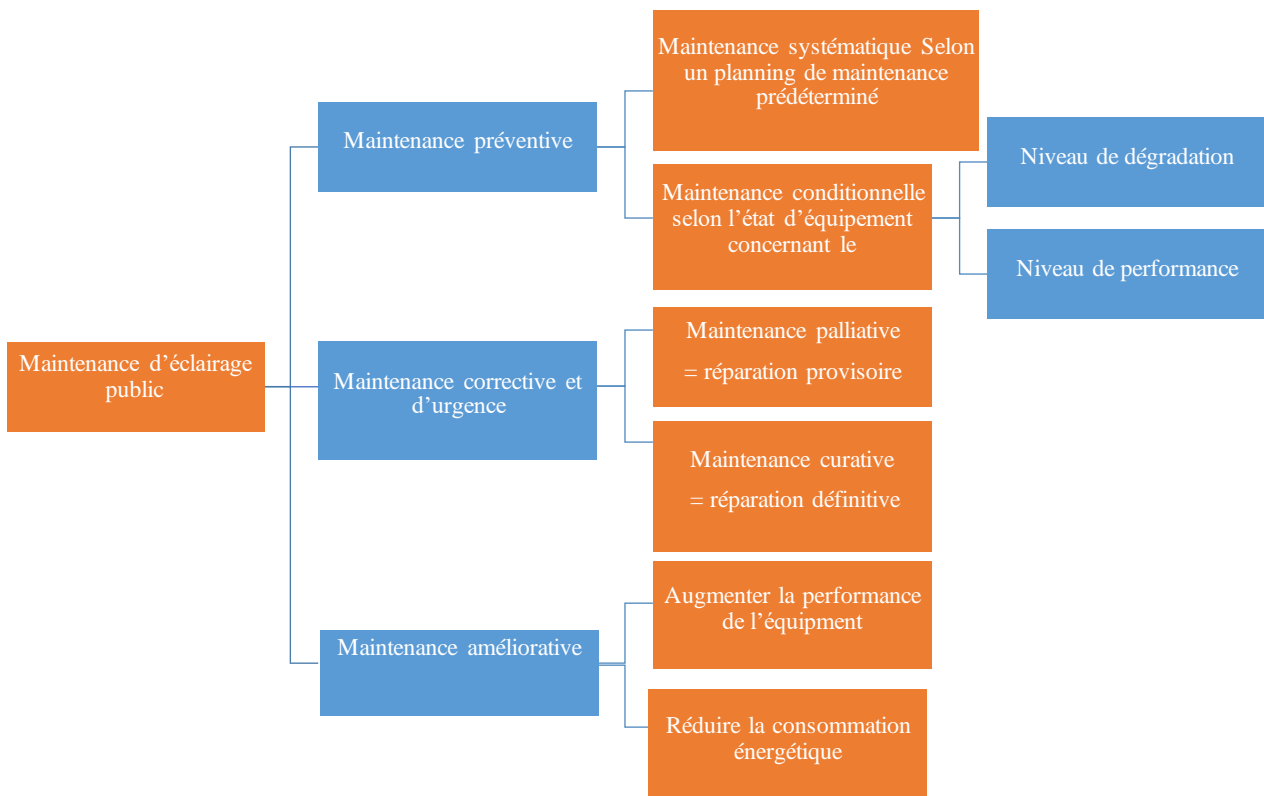
II.8 MAINTENANCE DE L'ECLAIRAGE PUBLIC:

II.8.1 Définition

Selon la norme NF X 60-010 la maintenance recouvre toutes les activités destinées à maintenir dans un état de fonctionnement Un bien destiné à accomplir une fonction d'usage requise.

Chaque réseau d'éclairage nécessite des travaux d'entretien pour garantir sa fonctionnalité à tout moment. Pour assurer le bon fonctionnement des installations d'éclairage public.

Généralement la maintenance est exécutée en amont ou en aval d'une défaillance. Trois types de maintenance existent:



II.9 Normes utilisés en éclairage public:

Les normes présentent toutes le même objectif élémentaire, qui consiste à fixer des principes ou des critères acceptés, de sorte que leurs utilisateurs puissent émettre des hypothèses fiables sur un produit, un service ou une pratique en particulier.

II.9.1 Pourquoi utiliser les normes ?

- Des référentiels pour assurer :
- La performance et le confort visuel
- La sécurité et les déplacements
- De bonnes conditions ergonomiques
- La conception et la réception des installations

II.9.2 Normes principaux d'éclairage public

a- Tableau II.2 : Norme d'éclairage extérieur 7]

Référence	Titre de la norme	Principaux sujets
NF C 17-200	Installations électriques extérieures	De la conception à la mise en service : toutes les règles applicables aux installations électriques extérieures (protection électrique, sécurité des biens et des personnes, maintenabilité...) Elle comporte des fascicules « satellites » (FD C 17-202, 205 et 260 notamment) à propos des méthodes de calcul et de la maintenance.
FD CEN/TR 13201-1 NF EN 13201-2 NF EN 13201-3 NF EN 13201-4 NF EN 13201-5	Éclairage public 1 : sélection des classes d'éclairage (Fascicule de documentation) 2 : exigences de performance 3 : calcul des performances 4 : méthodes de mesure des performances photométriques 5 : indicateurs de performance énergétique	Quelque part, c'est un peu le pendant de la norme NF C 17-200 mais pour l'aspect éclairagiste et photométrique. Véritable guide chronologique dans un projet : classer sa voie, cibler les performances à obtenir, les calculer puis les mesurer. La partie 5 traite de l'optimisation à partir de ratios et d'indicateurs.
NF EN 12464-2	Éclairage des lieux de travail 2 : lieux de travail extérieurs <i>Lumière et éclairage.</i>	Méthodologie de définition et de calcul pour les lieux de travail extérieurs. Tableau de synthèse de tous les lieux communs avec performances minimales associées de tous ordres : éclairement, rendu des couleurs, éblouissement...
NF EN 12193	Éclairage des installations sportives <i>Lumière et éclairage</i>	Méthodologie de définition et de calcul pour les installations sportives

		Tableau de synthèse de la plupart des installations sportives avec performances minimales associées de tous ordres : éclairement, rendu des couleurs, éblouissement...
NF EN 12665	Termes de base et critères pour la spécification des exigences en éclairage <i>Lumière et éclairage</i>	Définit les termes de base à utiliser dans toutes les applications d'éclairage.
NF EN 40-1 NF EN 40-2 NF EN 40-3-1 NF EN 40-3-2 NF EN 40-3-3 NF EN 40-4 NF EN 40-5 NF EN 40-6 NF EN 40-7	Candélabres 1 : définitions et termes 2 : dimensions et tolérances et dimensions 3-1 : conception et vérification – spécification pour charges caractéristiques 3-2 : conception et vérification – vérification par essais 3-3 : Conception et vérification – vérification par calcul 5 : exigences pour les candélabres d'éclairage public en acier 6 : exigences pour les candélabres d'éclairage public en aluminium 7 : spécifications pour les candélabres en composite renforcés de fibres	Ensemble d'exigences liées à la fabrication et à la résistance aux charges.

<p>NFC 11-001 NFC 11-201 NFC 13-100 NFC 13-200 NFC 14-100</p>	<p>Diverses normes liées au réseau et aux branchements</p>	<p>Il s'agit des normes de conception traitant des réseaux situés en amont de l'éclairage extérieur (le branchement, le réseau amont, les postes de transformation...) Certaines sont d'application obligatoire ! À maîtriser lorsque on est sur des projets globaux.</p>
---	--	--

b- Tableau II.3 : Norme d'éclairage intérieur

Référence	Titre de la norme	Principaux sujets
<p>NFC 15-100</p>	<p>Installations électriques à basse tension</p>	<p>C'est la bible de l'électricité française ! Elle définit les règles et les fondements de l'électricité française et comporte nombre de documents satellites.</p>
<p>NF EN 12464-1</p>	<p>Éclairage des lieux de travail 1 : lieux de travail intérieurs Lumière et éclairage</p>	<p>Méthodologie de définition et de calcul pour les lieux de travail intérieurs. Tableau de synthèse de tous les lieux communs avec performances minimales associées.</p>
<p>NF X 35-103</p>	<p>Principes d'ergonomie applicables à l'éclairage des lieux de travail Ergonomie</p>	<p>Comme la NF 12464-1 mais avec quelques spécificités supplémentaires : le confort visuel des employés âgés de plus de 45 ans, tâche visuelle et situation à risque.</p>
<p>NF EN 12193</p>	<p>Éclairage des installations sportives Lumière et éclairage</p>	<p>Méthodologie de définition et de calcul pour les installations sportives Tableau de synthèse de la plupart des installations sportives avec performances minimales associées de tous ordres : éclairage, rendu des couleurs, éblouissement...</p>

<p>NF EN 15193</p>	<p>Exigences énergétiques pour l'éclairage (Composée en plusieurs parties) Performance énergétique des bâtiments</p>	<p>Méthodologie d'évaluation de la performance énergétique des systèmes d'éclairage pour assurer l'éclairage général des bâtiments résidentiels et non résidentiels pour le calcul ou la mesure de la quantité d'énergie requise ou utilisée pour l'éclairage dans les bâtiments et l'apport en lumière naturelle.</p>
<p>NF EN 17037</p>	<p>Lumière naturelle dans les bâtiments L'éclairage naturel des bâtiments</p>	<p>Spécifie les critères permettant d'obtenir, par le biais de la lumière naturelle, une impression subjective adéquate de clarté à l'intérieur et d'assurer une vue adéquate sur l'extérieur.</p>
<p>NF EN 12665</p>	<p>Termes de base et critères pour la spécification des exigences en éclairage Lumière et éclairage</p>	<p>Définit les termes de base à utiliser dans toutes les applications d'éclairage.</p>
<p>NFC 11-001 NFC 11-201 NFC 13-100 NFC 13-200 NFC 14-100</p>	<p>Diverses normes liées au réseau et aux branchements</p>	<p>Il s'agit des normes de conception traitant des réseaux situés en amont de l'éclairage extérieur (le branchement, le réseau amont, les postes de transformation...) Certaines sont d'application obligatoire ! À maîtriser lorsque on est sur des projets globaux.</p>

c- Tableau II.4 : Normes des appareils d'éclairage, luminaires et LED

Référence	Titre de la norme	Principaux sujets
<p>NF EN 60598</p>	<p>Luminaires (composée en plusieurs parties)</p>	<p>Le document spécifique pour les luminaires incorporant des sources lumineuses électriques les exigences générales pour le fonctionnement à des tensions d'alimentation jusqu'à 1 000 V.</p>
<p>NF EN 13032</p>	<p>Mesure et présentation des données photométriques des lampes et des luminaires</p>	<p>Traite des méthodes de mesure et de présentation des données photométriques : un seul langage commun.</p>

	(Composée en plusieurs parties) Lumière et éclairage	
NF EN 62717	Modules de LED pour éclairage général Exigences de performance	Spécifie les exigences de performance pour les modules de LED, ainsi que les méthodes et les conditions d'essai, nécessaires pour démontrer la conformité.
NF EN 62722-2	Performance des luminaires (composée en plusieurs parties)	Spécifie les exigences de performance pour les luminaires à LED, ainsi que les méthodes et les conditions d'essai, nécessaires pour démontrer la conformité.
NF EN 61000	Compatibilité électromagnétique (CEM) (composée en plusieurs parties)	Traite de l'ensemble des dispositions relatives à la CEM (généralités, environnement, limites, essais, mesures...)
NF EN 62262	Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (code IK)	Système de classification des degrés de protection procurés par les enveloppes pour les matériels électriques contre les impacts mécaniques externes.
NF EN 60529	Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)	Système de classification des degrés de protection procurés par les enveloppes pour les matériels électriques.

II.10 Conclusion :

Nous avons cité les types d'éclairage les plus utilisés, ainsi que les normes Françaises utilisées lors de l'installation et la maintenance de ces dispositifs.

Nous avons également abordé les installations électriques qui doivent être mise en place afin d'alimenter les candélabres à partir des armoires.

Dans le prochain chapitre, nous traiterons de l'étude réelle que nous avons réalisée sur l'aire de repos de station de Yellel et des solutions proposées que nous avons pour cela

Chapitre III

**Etude d'éclairage de l'aire de repos de
yellel**



Figure III.1: station-service yellel sud

III.1 Introduction :

Nous avons pris comme référence pour notre étude la station-service naftal yellel sud Situées dans le territoire de la wilaya de Relizane, sur le lot ouest de l'autoroute Est-Ouest, elle comprend à la fois la station-service et l'aire de service et s'étend sur une superficie de 12500 M² pour la partie station-service et de 12 hectares pour la partie aire de service.

Ouvertes au public en décembre 2011 notamment un bloc multiservices qui comprend (Gérance, Boutique, Salle de prière), de plusieurs auvents avec des îlots de distribution multi-produits et autre GPL/C, d'un réservoir AEP (Approvisionnement d'Eaux Potables) de 30 M³, et enfin d'un réservoir anti-incendie de 120 M³. L'architecture conçue permet aux automobilistes un accès facile à toutes les prestations offertes par la stations-service, aussi bien pour les carburants que pour les accessoires et autres produits vendus dans les boutiques nouvellement réceptionnées.

III.2 Les critères de qualité de l'éclairage : [8]

- Modification des conditions de luminosité
- Influence individuelle
- Efficacité énergétique

- Intégration
- La lumière comme élément d'aménagement des espaces

III.3 Paramètre de vérification de l'éclairage

Chaque correspond des paramètres de vérifications, dont des valeurs maximales ou minimales à respecter sont définies conformément à la norme.

a- Uniformité U_0

Pour réaliser des tâches visuelles dans des zones éclairées, la différence de luminosité ne doit pas être trop importante et il existe donc une uniformité minimale $U_0 = E_{\min}/\bar{E}$.

b- Analyse du taux d'éblouissement :

L'analyse du taux d'éblouissement peut s'effectuer à l'aide de la méthode UGR pour tous les luminaires disposés de manière régulière dans une pièce.

c- La méthode UGR

Pour analyser le taux d'éblouissement, on applique la méthode UGR normalisée. La valeur UGR se calcule avec une formule. Elle tient compte de tous les luminaires de l'installation qui participent à la sensation d'éblouissement. Les valeurs UGR pour les luminaires sont calculées à l'aide d'une méthode de tableaux selon la norme CIE 117. Dans les fiches de données ainsi que sur son site Internet, Zumtobel fournit pour la plupart des luminaires une valeur UGR de référence pour une pièce de référence, ainsi que les tableaux UGR pour les autres tailles de pièces.

Valeurs limites (UGR_l) à ne pas dépasser :

- ≤ 16 Dessin technique
- ≤ 19 Lire, écrire, écoles, réunions, travail sur ordinateur
- ≤ 22 Industrie et artisanat
- ≤ 25 Travaux grossiers dans l'industrie
- ≤ 28 Quais, halles

d- Rendu des couleurs

Le rendu des couleurs est la capacité d'une source de lumière à reproduire de façon aussi fidèle que possible les couleurs des surfaces (8 couleurs test de R1 à R8) par rapport à une source de lumière de référence. Cette propriété est caractérisée par l'indice de rendu des couleurs R_a . Les sources de lumière sont classées en différents niveaux de rendu des couleurs :

$R_a > 90$ très bon rendu des couleurs

$R_a > 80$ bon rendu des couleurs

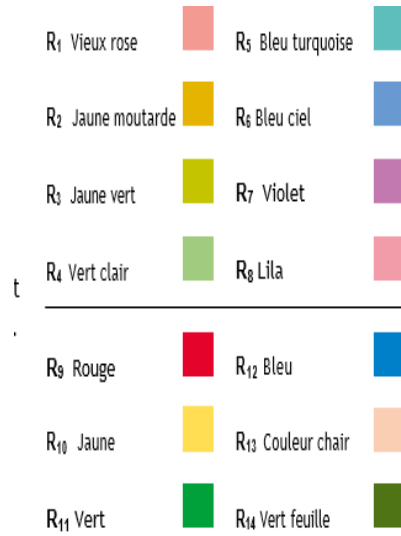


Figure III.2 : Liste des rendus de couleur

III.4 Méthodologie de l'étude :

III.4.1 Critère de choix des équipements : [3]

- a- Qualité du luminaire : pour avoir un luminaire de bonne qualité il faut prendre en compte 3 principaux paramètres :
- b- L'étanchéité : l'étanchéité du luminaire se traduit par l'indice de protection IP défini plus haut. Pour assurer une étanchéité suffisante, l'indice de protection du luminaire doit être ≥ 55 (ip55).
- c- La solidité : la solidité du luminaire est établie lorsque ce dernier résiste au minimum à un choc transmis avec une énergie d'au moins un joule c'est-à-dire « $ik \geq 08$ ».
- d- La sécurité électrique : ce paramètre est traduit par la protection contre les chocs électriques. Pour assurer une bonne protection des équipements, l'installation de luminaire de classe 2 est recommandée.
- e- Performance du luminaire : ce critère est traduit par son efficacité lumineuse.
- f- L'EFFICACITE LUMINEUSE : C'est la quantité de lumière émise par watt électrique consommé. Une bonne efficacité lumineuse permettra ainsi d'obtenir un éclairage donné avec une faible consommation de puissance électrique. Pour un bon luminaire, l'efficacité lumineuse doit être >70 lumens/watt.

III.5 Les équipements d'un réseau d'éclairage public :

a- Ballast

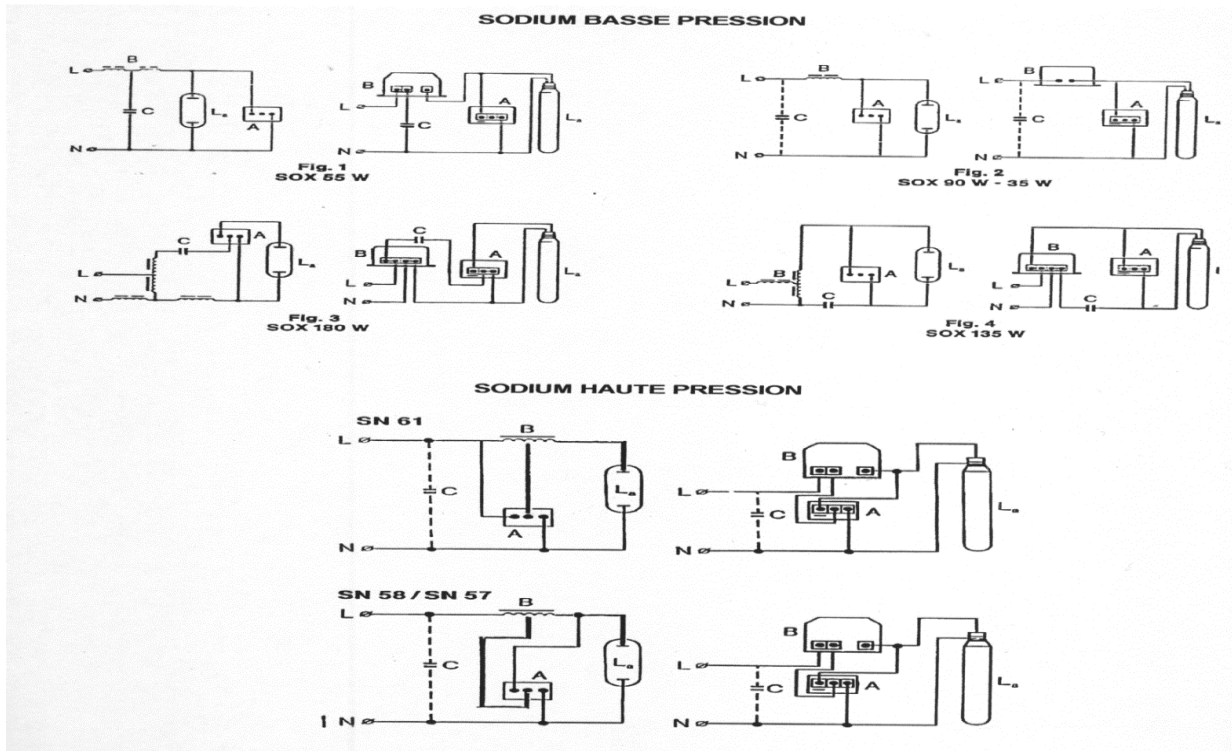
Il est constitué d'éléments inductifs, son rôle est de stabiliser le courant à une valeur convenable. Dans certains cas il participe également à l'amorçage. Le ballast peut être électromagnétique ou électronique.

b- Amorceurs et starters

Les amorceurs assurent l'allumage des lampes à décharge à haute pression. Ils permettent de délivrer une tension élevée, sous forme d'impulsions pouvant atteindre plusieurs kilovolts. La position de l'amorceur par rapport à la lampe et au ballast est souvent dictée par la longueur des câbles qui ne doit pas être trop importante. Certains amorceurs sont équipés d'une temporisation qui coupe l'amorçage des lampes lorsque celles-ci ne s'amorcent pas après plusieurs tentatives.

c- Condensateurs

Les condensateurs sont utilisés pour augmenter le facteur de puissance de l'installation. La valeur capacitive totale des condensateurs doit être telle que le facteur de puissance de l'ensemble lampe-ballast soit supérieur à la valeur minimale demandée par le distributeur d'énergie.



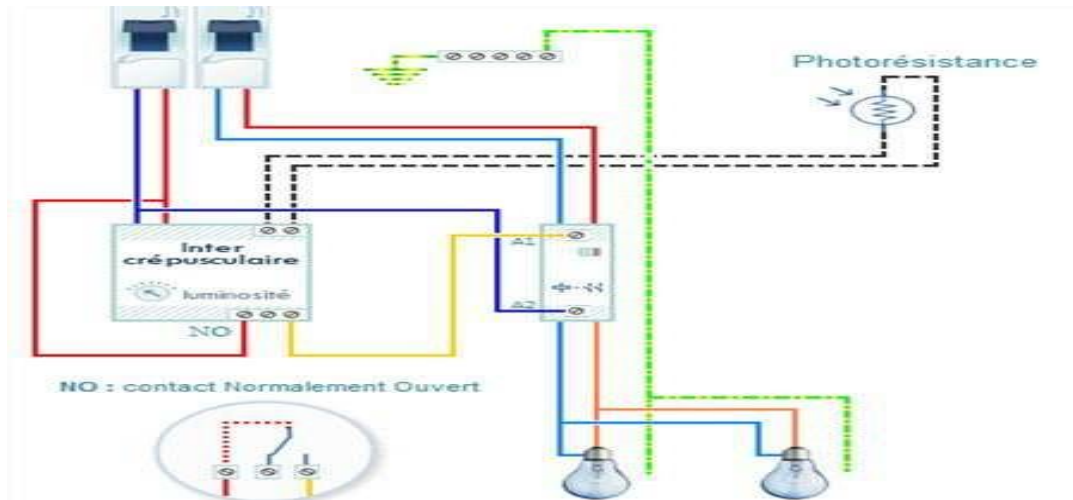
A: amorceur; B: ballast; C: condensateur; L: phase; L0: lampe; N: neutre

d- Contacteur

Un contacteur est un appareil électrotechnique destiné à établir ou interrompre le passage du courant, à partir d'une commande électrique ou pneumatique.

e- Interrupteur crépusculaire

Un interrupteur crépusculaire est un dispositif de commande électrique qui agit (change d'état) en fonction de la luminosité ambiante. En schématisant à l'extrême, on peut le considérer



comme un interrupteur qui se ferme quand il fait nuit et s'ouvre quand il fait jour.

Figure III.3: Circuit d'éclairage avec contacteur commandé par un interrupteur crépusculaire

f- Interrupteur horaire

L'interrupteur horaire ou horloge doit être alimenté en triphasé et neutre pour faire fonctionner le moteur de l'horloge.

g- Fusible

Les fusibles sont des points faibles volontairement insérés dans les installations électriques qui ont pour rôle de se détruire en cas de surcharge protégeant ainsi les canalisations. Le fusible est un élément thermique qui rentre en fusion lors des surcharges ou court-circuit, il est en général inséré dans un support permettant son remplacement rapide.

h- Disjoncteur

Les disjoncteurs assurent l'ouverture automatique non destructive en cas de défaut sur le circuit contrôlé de type surintensité ou court-circuit.

III.6 Etude photométrique :

L'éclairage public présent plusieurs avantages pour les usagers, il ne se fait pas de manière aléatoire.

Il doit remplir des conditions pour assurer une visibilité acceptable et un confort visuel des usagers.

Pour cela il est important de réaliser une étude photométrique, définis par des normes. Il s'agira de vérifier que les paramètres photométriques induits par le projet concordent avec les paramètres normalisés.

Les conditions photométriques à respecter en éclairage public sont conditionnées par la norme 12464 de l'éclairage des lieux de travail extérieur. Cette norme permet en fonction de différents facteurs liés au type la zone à éclairer, au dispositif d'éclairage et aux dispositions spatiales d'assurer des valeurs d'éclairement et de luminance minimales à maintenir.

III.7 Matériel utiliser dans les mesures de l'éclairement :

a- Luxmètre :

Le luxmètre est un appareil qui permet de mesurer l'éclairement lumineux reçu par unité de surface et donné en lux (lx). Un lux correspond à l'éclairement d'une surface qui reçoit un flux lumineux d'un lumen par mètre carré.

Fonctionnement du luxmètre :

Le fonctionnement d'un luxmètre repose sur un capteur CCD ou sur un capteur photovoltaïque. Celui-ci reçoit un flux de photons qu'il convertit en signal électrique plus ou moins fort en fonction de l'intensité du flux de lumière reçu.



Figure III.4: luxmètre

Certaines couleurs de lumière sont plus efficaces à produire des électrons à partir de l'énergie reçue par des photons. Les luxmètres sont donc généralement équipés de filtres de correction de spectre. Ils s'adaptent également, grâce à des échelles de mesures distinctes, aux faibles et aux fortes intensités.

b- Logiciel d'étude :

Les logiciels d'études intègrent les aspects normatifs (par exemple concernant les rendements), les impératifs architecturaux, le mobilier, la destination de l'installation, l'apport de lumière naturelle dans le but d'apporter efficacité énergétique et un maximum de bien-être.

De nombreux programmes permettent la réalisation d'études d'éclairage nous citons lumière designer Philips -dia lux -micro lux lumière -Relux -Lightning reality-Pro relux pour notre projet nous avons Choisis dia lux.

Dialux

Dialux est un logiciel développé par l'entreprise dial GmbH, plateforme de service pour les techniques du bâtiment et de l'éclairage. DIALux permet le calcul de la lumière du jour et de la lumière artificielle en extérieur ou dans un espace intérieur. Ce calcul repose sur la norme DIN 5034 et la publication 110 de la CIE.

Les algorithmes de DIALux utilisent la méthode de la radiosité : les surfaces du modèle sont discrétisées en facettes et le rayonnement (émis et reçu) est calculé pour chacune des facettes. L'éclairement en chaque point est calculé sur base du bilan des rayonnements lumineux reçus et émis depuis les facettes.

DIALux permet de calculer les éclairagements, les facteurs lumières du jour, les luminances, et permet de réaliser des études d'ombrage ainsi que des rendus.

Les possibilités de modélisation intégrées étape par étape permettent de créer des modèles simples, tandis que le logiciel permet l'importation de modèles conçus sur d'autres programmes de DAO pour des projets géométriquement plus complexes. Le maillage de calcul est entièrement paramétrable.

III.8 Etude de cas :

III.8.1 Problème trouvée dans l'aire de Repos :

- Mauvaise position des luminaires
- Absence de maintenance des luminaires
- Utilisation des lampes anciennes génération
- Utilisation des spots dans certaine place avec négligence de placer des candélabres
- Mauvais choix de la hauteur des candélabres
- Absence d'éclairage à l'entrée et la sortie de l'air de repos

III.8.2 Diagnostic d'étude :

Résultat de notre étude avec Dialux

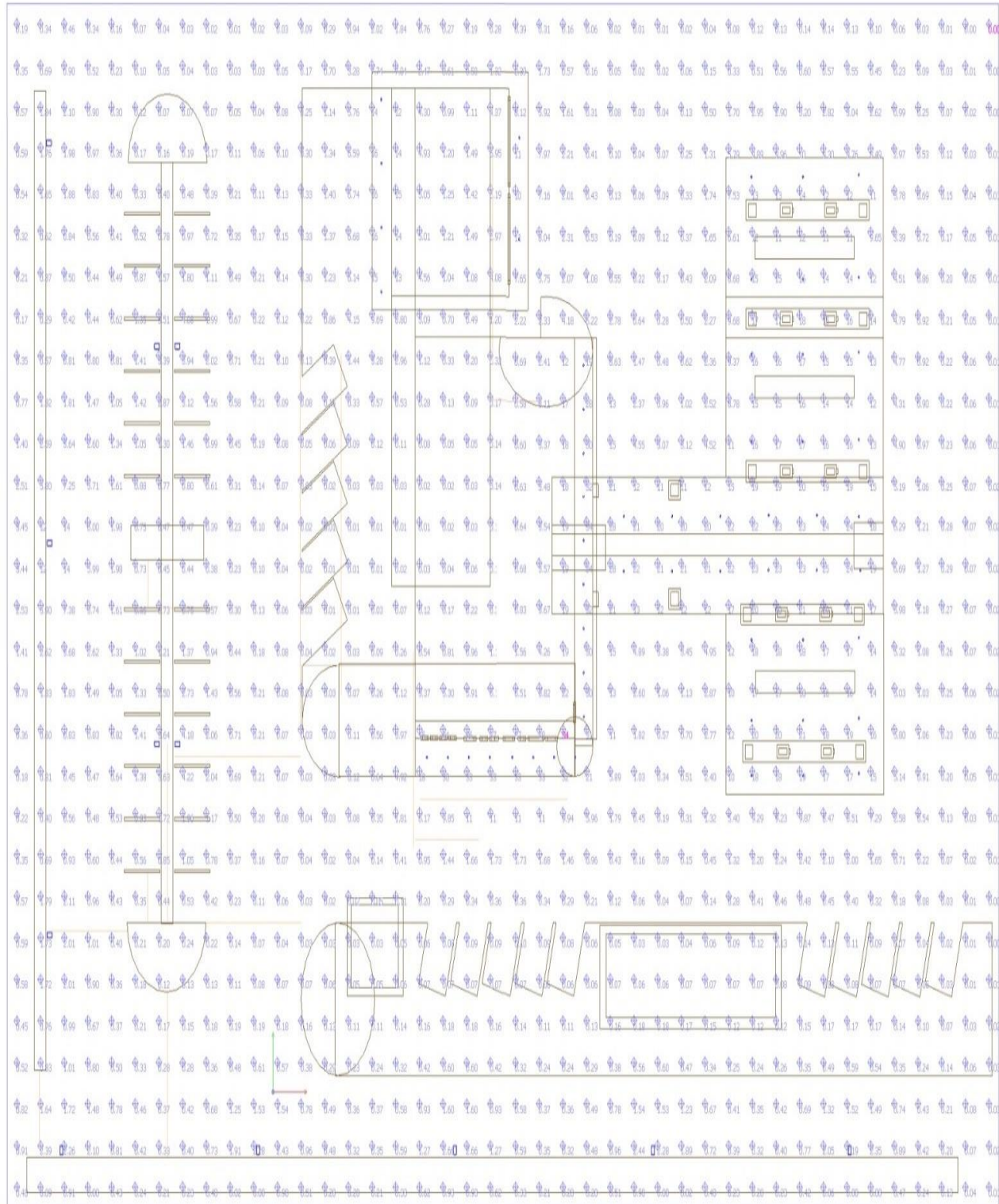
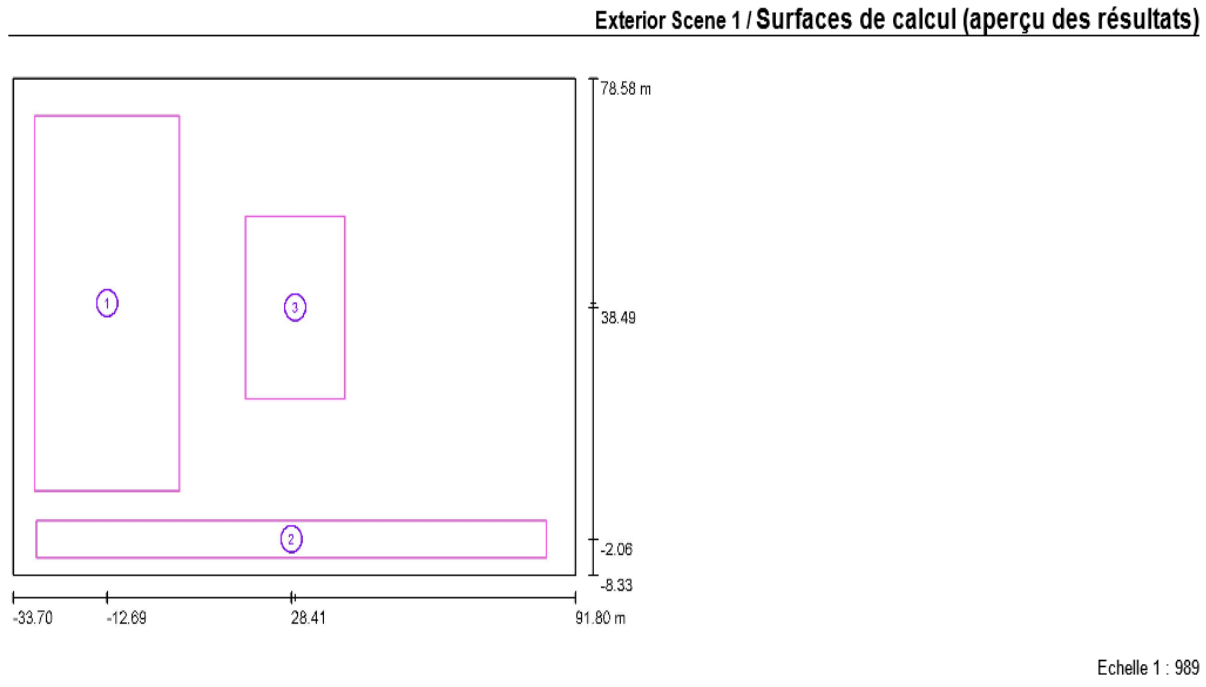


Figure III.5: Valeur de l'éclairage pour chaque point



Liste des surfaces de calcul

N°	Désignation	Type	Trame	E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{moy}	E_{min} / E_{max}
1	Surface de calcul 1	perpendiculaire	128 x 128	1.20	0.04	9.42	0.030	0.004
2	Surface de calcul 2	perpendiculaire	128 x 16	1.02	0.16	3.07	0.153	0.051
3	Surface de calcul 3	perpendiculaire	128 x 128	38	10	67	0.270	0.155

Résumé des résultats

Type	Nombre	Moyenne [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E_{min} / E_{moy}	E_{min} / E_{max}
perpendiculaire	3	1.99	0.04	67	0.02	0.00

Remarque

Nous n'avons pas trouvé les informations concernant les luminaires alors nous avons utilisé les lampes HPS 150w pour approcher aux résultat de l'étude de cas.

III.8.4 la division de l'aire de repos

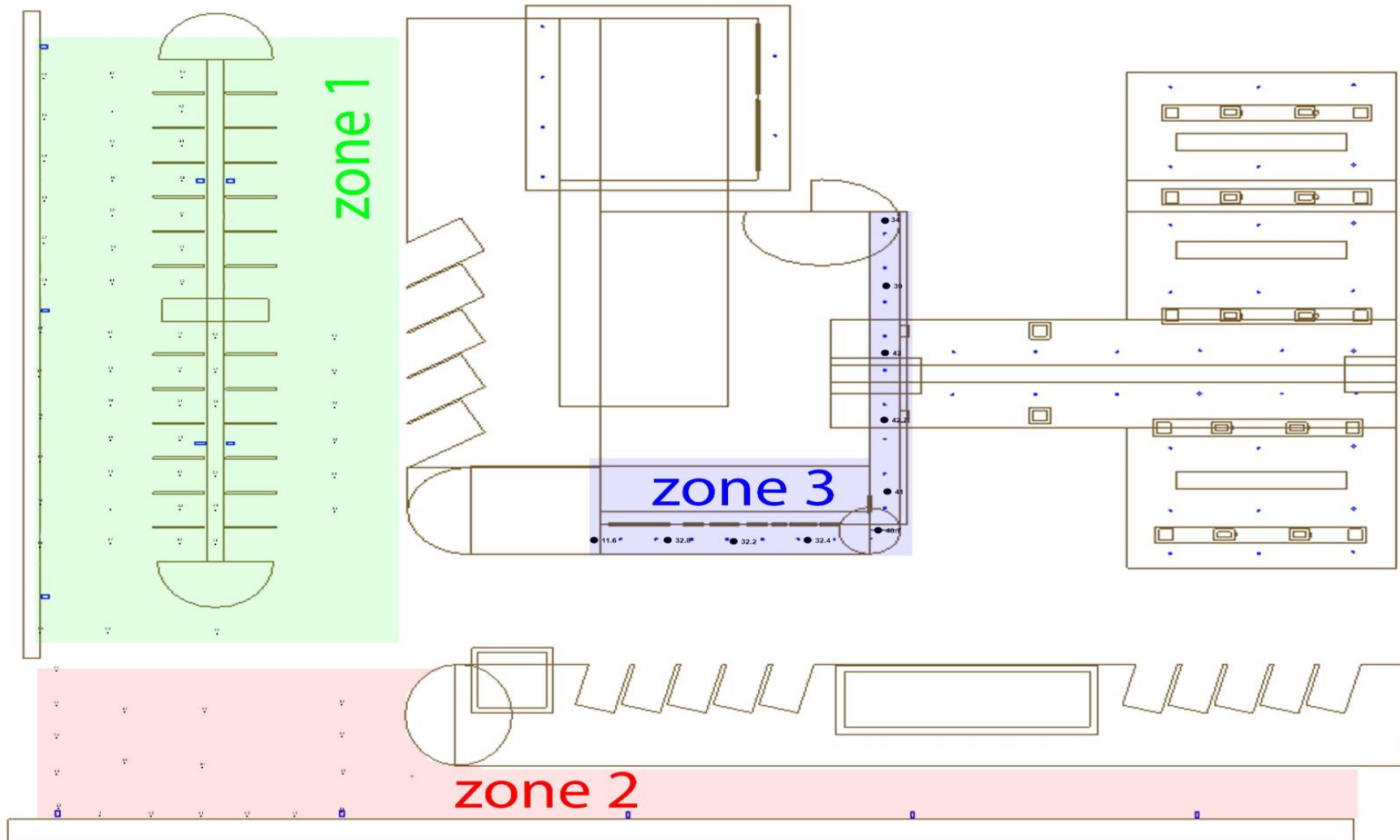


Figure III.8: Les classes d'étude de l'aire de repos yellel

III.8.5 étude et dimensionnement

Calcul de l'éclairement moyen

$$E_m = (E_1 + E_2 + \dots + E_n) / n$$

Avec :

E : l'éclairement mesuré dans chaque point

N : nombre totale du mesure

a- Zone1 parking :

$$E_m = \frac{172.4}{64} = 2,28 lux$$

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_m} = 0.04$$

L'éclairement moyen est insuffisant par-rapport à la norme, ($E_m < 5$) aussi l'uniformité est $< 10\%$.

b- Zone 2: voie d'accès et sortie

$$E_m = 1.04$$

$$U_0 = 0.071$$

L'éclairement moyen est insuffisant par-rapport à la norme, ($E_m < 20$) aussi l'uniformité est $< 10\%$.

c- Zone 3 : Zone Commercial

$$E_m = 17.42$$

$$U_0 = 0.6$$

L'éclairement moyen est insuffisant par-rapport à la norme, ($E_m < 20$)

Tableau III.3 : Résultat trouvée en étude de cas

Zone	E_m	U_0
Zone 1	2,73	0,07
Zone 2	1,04	0,071
Zone 3	17,42	0.6

Tableau III.4 : Valeur de l'éclairement moyen et de l'uniformité selon la norme NF EN 12464-2

N° de réf.	Type de zone, de tâche et d'activité	$E_m - lx$	U_0

5.6.1	Aires de stationnement des véhicules et aires de	5	0,25
5.6.2	Voies d'accès et sorties : environnement	20	0,40
5.6.3	Voies d'accès et sorties : environnement éclairé	50	0,40

D'après la comparaison entre l'étude de cas et la norme on trouve que l'éclairage est insuffisant dans certaines zones et élevée dans d'autre zone.

III.9 Solution proposer :

a- Utilisation des LED au lieu de lampe HPS (150)

Un des principaux arguments de l'éclairage LED est sa consommation deux à trois fois moins importante que celle des High Pressure Sodium (HPS).

Tableau comparatif entre LED et la lampe HPS

HPS	LED
Spectre lumineux limité	Spectre lumineux complet
Chauffe énormément /forte perte d'énergie	Ne chauffe pas/ pas de perte d'énergie
30% seulement de l'électricité est convertie en lumière	80% de l'électricité d'une led est convertie en lumière
Excès de chaleur difficilement gérable	Contrôle facilité de l'environnement
Nécessite ballast, réflecteur, ampoules, ventilation	Installation facile et rapide sur Simple prise secteur
Durée de vie 2 à 3 ans maximum	Durée de vie 5 à 10 ans en moyenne

b- Utilisation des panneaux photovoltaïque

L'éclairage solaire est une technologie qui permet de convertir l'énergie solaire en électricité grâce à la présence de panneaux photovoltaïques qui absorbent les rayons du soleil. En effet, l'énergie accumulée pendant la journée est stockée dans les batteries et est ensuite réutilisée à la nuit tombée pour générer de la lumière.



Figure III.9 : luminaire LED solaire

a- Détecteur de mouvement

Plutôt que d'éclairer toute la nuit certaines zones, ne serait-il pas plus intéressant d'installer des éclairages qui ne s'allument que lorsqu'ils détectent une présence. Evidemment, ces éclairages doivent être bien réglés et bien orientés afin d'éviter qu'ils ne deviennent une source d'éblouissement.

b- Balisage passif dans le parking

Le balisage passif est une solution respectueuse de l'environnement. Mais ces équipements ne consomment pas d'énergie et l'énergie non consommée est celle qui pollue le moins.



Figure III.10 Balisage passif

c- Régulation-réducteur de tension

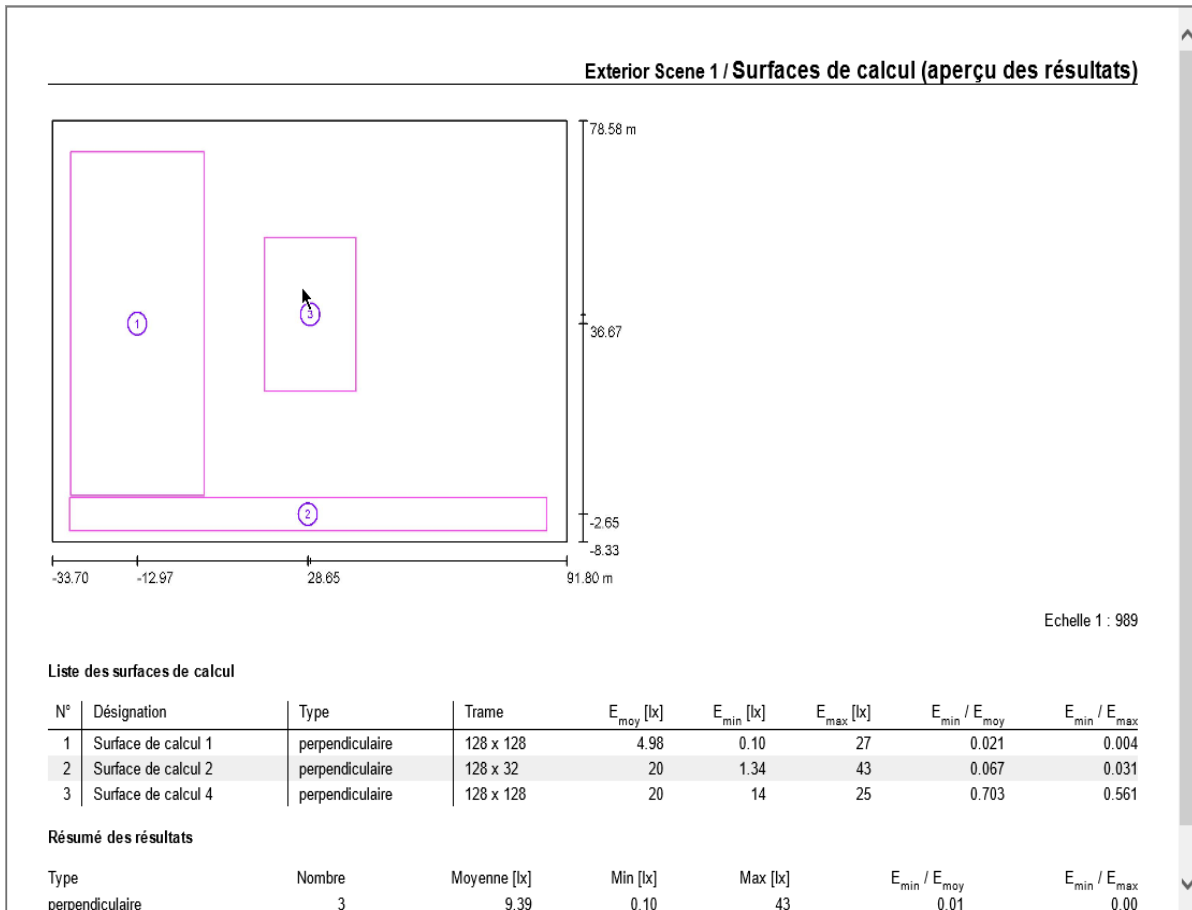
Les régulateurs réducteurs de tension permettent de réaliser de considérables économies d'énergie (jusqu'à 40%), tout en offrant des conditions optimales de fonctionnement. Il s'agit généralement de diminuer la puissance aux heures de faible fréquentation. Ces appareils permettent, d'une part de maintenir une tension constante à partir de l'alimentation du réseau qui est soumise à des variations (220 à 230 volts) : les appareils garantissent que la tension arrivant aux lampes sera toujours dans la fourchette nominale prévue ce qui permet d'obtenir des niveaux d'éclairage optimaux.

d- Séparation entre les places de stationnement des camions et le places de stationnement des véhicules

Utilisation des candélabre 6m pour le parking des véhicules

Utilisation des candélabre 10 m pour le parking des camions

III.10 Optimisation avec dialux :



Luminaire utilisé :

a- Dans le parking et la zone de circulation de véhicule :

Philips BGP762 T25 avec 64W et 2200 lum

PHILIPS BGP762 T25 1 xLED110-4S/757 DM30 (Type 1)

Article n°:

Flux lumineux (Luminaire): 2042 lm

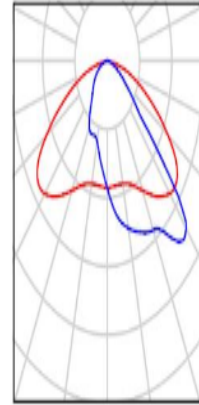
Flux lumineux (Lampes): 2220 lm

Puissance par luminaire: 64.0 W

Classification des luminaires par UTE: 0.92F

CIE Flux Code: 36 77 98 100 92

Composants: 1 x Défini par l'utilisateur (Facteur de correction 1.000).



b- Dans la voie d'entrée et sortie :

Philips BGP762 T25 avec 64W et 7300 lum

PHILIPS BGP762 T25 1 xLED110-4S/757 DM30 (Type 2)

Article n°:

Flux lumineux (Luminaire): 6716 lm

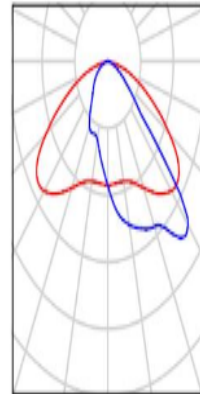
Flux lumineux (Lampes): 7300 lm

Puissance par luminaire: 64.0 W

Classification des luminaires par UTE: 0.92F

CIE Flux Code: 36 77 98 100 92

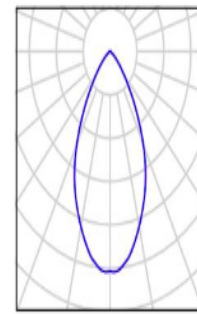
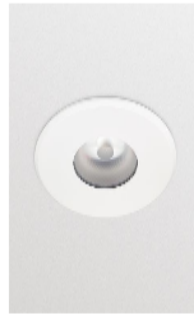
Composants: 1 x Défini par l'utilisateur (Facteur de correction 1.000).



c- Dans la zone commerciale

Philips RS140B avec 11W et 650lm

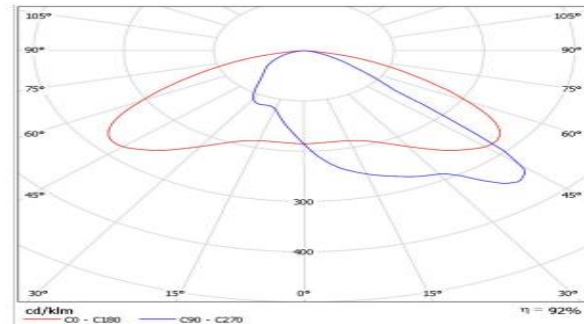
PHILIPS RS140B 1xLED6-60-/830
 Article n°:
 Flux lumineux (Luminaire): 650 lm
 Flux lumineux (Lampes): 650 lm
 Puissance par luminaire: 11.0 W
 Classification des luminaires par UTE: 1.00A
 CIE Flux Code: 85 98 100 100 100
 Composants: 1 x LED6-60-/830 (Facteur de correction 1.000).



Classification des luminaires par UTE: 0.92F
 CIE Flux Code: 36 77 98 100 92

Préparez votre ville à affronter l'avenir avec DigiStreet Développé dans le but de devenir votre partenaire sur le long terme, l'architecture System Ready (SR) de DigiStreet vous permet de profiter aujourd'hui de systèmes d'éclairage connectés et prépare également la ville pour les innovations à venir ! Ses deux prises vous permettent de vous connecter au système de télégestion Philips CityTouch et est également prête pour vos connecter aux futures innovations de l'internet des objets. En plus de cela, chaque luminaire est identifié individuellement grâce à l'application Philips Service tag. Il suffit de scanner un code QR placé à l'intérieur de la porte du mât pour accéder instantanément à la configuration du luminaire. Les opérations de maintenance et de programmation sont ainsi plus rapides et plus faciles, peu importe où en est la durée de vie du luminaire.

Emission de lumière 1:



Étant donné l'absence de propriétés de symétrie, il est impossible de créer un tableau UGR pour ce luminaire.

Figure III.9: Philips BGP762 T25

Email

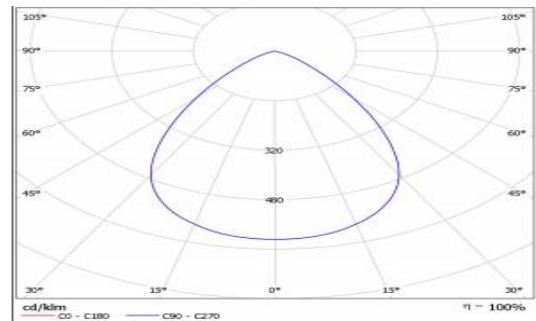
PHILIPS DN560B 1xLED8S/830 C PG / Fiche technique luminaire



Classification des luminaires par UTE: 1.00B
CIE Flux Code: 75 97 100 100 100

LuxSpace Mini Downlight – Le confort par excellence Les économies d'énergie constituent toujours une priorité, mais elles ne peuvent se faire au détriment du bien-être des employés, qui ont besoin d'un environnement agréable afin d'accroître leur productivité, ou des clients, qui veulent profiter de leur expérience d'achat. LuxSpace offre une combinaison idéale entre efficacité, confort lumineux et design, sans transiger sur les performances d'éclairage (rendu et uniformité des couleurs). Il offre une vaste gamme d'options permettant de créer l'ambiance souhaitée, quelle que soit l'application.

Emission de lumière 1:



Emission de lumière 1:

Evaluation éblouissement selon UGR													
h. plafond	30	30	50	50	30	30	70	70	50	50	30	30	
p. Murs	50	30	50	30	30	50	30	50	30	50	30	30	
p. Sol	30	20	20	20	20	30	20	20	20	20	20	20	
Taille pièce x y		Valeurs perpendiculaires						Valeurs longitudinales					
		vers axe des lampes						vers axe des lampes					
2H	2H	20,0	20,0	20,2	21,1	21,3	20,0	20,0	20,2	21,1	21,3		
	3H	19,9	20,0	20,2	21,0	21,2	19,9	20,0	20,2	21,0	21,2		
	4H	19,9	20,0	20,2	20,9	21,2	19,9	20,0	20,2	20,9	21,2		
	6H	19,8	20,0	20,1	20,8	21,1	19,8	20,0	20,1	20,8	21,1		
	8H	19,7	20,0	20,1	20,7	21,0	19,7	20,0	20,1	20,7	21,0		
	12H	19,7	20,0	20,1	20,7	21,0	19,7	20,0	20,1	20,7	21,0		
4H	2H	19,9	20,0	20,3	21,0	21,3	19,9	20,0	20,3	21,0	21,3		
	3H	19,9	20,0	20,1	20,9	21,2	19,9	20,0	20,1	20,9	21,2		
	4H	19,8	20,0	20,2	20,6	21,1	19,8	20,0	20,2	20,6	21,1		
	6H	19,8	20,0	20,1	20,5	21,0	19,8	20,0	20,1	20,5	21,0		
	8H	19,7	20,0	20,1	20,5	21,0	19,7	20,0	20,1	20,5	21,0		
	12H	19,7	20,1	20,1	20,5	21,0	19,7	20,1	20,1	20,5	21,0		
8H	4H	19,7	20,0	20,2	20,5	21,0	19,7	20,0	20,2	20,5	21,0		
	6H	19,6	20,0	20,1	20,4	20,9	19,6	20,0	20,1	20,4	20,9		
	8H	19,6	19,9	20,1	20,3	20,8	19,6	19,9	20,1	20,3	20,8		
	12H	19,6	19,8	20,0	20,3	20,8	19,6	19,8	20,0	20,3	20,8		
12H	4H	19,7	20,1	20,1	20,5	20,9	19,7	20,1	20,1	20,5	20,9		
	6H	19,6	19,9	20,1	20,3	20,8	19,6	19,9	20,1	20,3	20,8		
	8H	19,6	19,8	20,0	20,3	20,8	19,6	19,8	20,0	20,3	20,8		

Figure III.10: Philips DN560B

III.11 Consommation énergétique :

Pour estimer la consommation énergétique d'une installation d'éclairage il faut multiplier la consommation des ampoules en watt par le nombre d'heures d'utilisation quotidienne, multiplié par le nombre de jour de l'année multiplié par 1,024da.

Coût électrique dans les trois zones avec un luminaire HPS :

III.11.1 La formule de calcul :

$$C = P \times H \times N \times 1.024$$

Avec :

- C : Consommation en "DA"
- P : la puissance de chaque condilabre "KWH"
- N : Le nombre des condilabres
- H : nombre des heurs avec une lumière active
- 1.024 : Le coût en DA de pour 1 KWH

Comme un exemple en va prendre la date 07 Janvier 2020

a. Parking (Zone1) :

$P = 150 / H = 14 \text{ heures } , 09 \text{ minute et } 33 \text{ seconds} / N = 8$

Après les calculs on a $C = 17398,784$

b. Voie d'entrée et sortie (Zone 2) :

$P = 150 / H = 14 \text{ heures } , 09 \text{ minute et } 33 \text{ seconds} / N = 14$

Après les calculs on a $C = 30\,447,872$

c. La zone commerciale (Zone 3) :

$P = 9 / H = 14 \text{ heures } , 09 \text{ minute et } 33 \text{ seconds} / N = 30$

Après les calculs on a $C = 3\,914,7264$

Consommation globale dans les trois zones :

$C = 51\,761,3824$

Le calcul dans L'excel :

DATE	Nombre d'heures de jour en éclairage	Nombre d'heures de nuit en sombre	consommation dans les trois zones
07-janv	9:50:27	14:09:33	51 761,38 DA

III.11.2 Cout électrique dans les trois zones avec un luminaire HPS :

En vas utilise la meme formule

Comme un exemple en va prendre la date 07 Janvier 2020

a. Parking (Zone1) :

$P = 64 / H = 14 \text{ heures } , 09 \text{ minute et } 33 \text{ seconds} / N = 8$

Après les calculs on a $C = 7\,423,48$

b. Voie d'entrée et sortie (Zone 2) :

$P = 64 / H = 14 \text{ heures } , 09 \text{ minute et } 33 \text{ seconds} / N = 14$

Après les calculs on a $C = 12\,991,09$

c. La zone commerciale (Zone 3) :

$P = 11 / H = 14 \text{ heures } , 09 \text{ minute et } 33 \text{ seconds} / N = 15$

Après les calculs on a $C = 2\,392,33$

Consommation globale dans les trois zones

$C = 22\,806,9028$

Le calcul dans L'excel

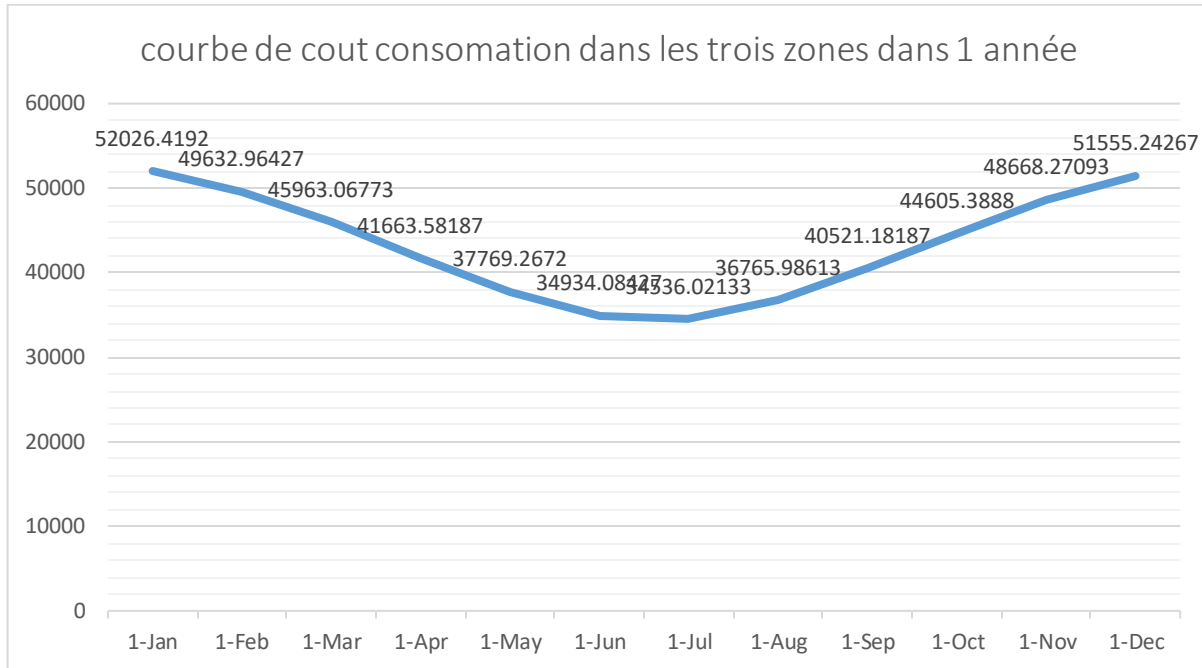
DATE	Nombre d'heures de jour en éclairage	Nombre d'heures de nuit en sombre	consommation dans les trois zones
07-janv	9:50:27	14:09:33	22 806,91 DA

III.11.3 Comparaison :

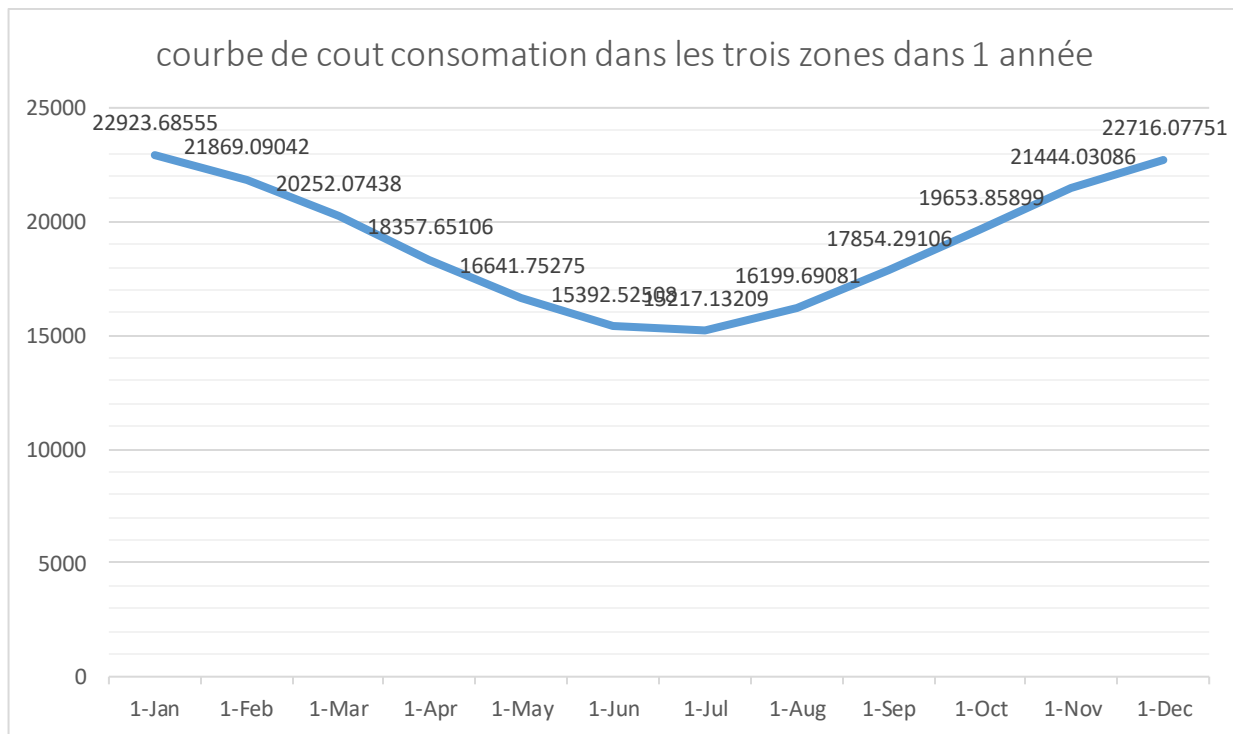
	HPS	LED	Economie
La 1 ^{er} zone	17398,784	7 423,48	9 975,304 DA
La 2eme zone	30 447,872	12 991,09	17 456,782 DA
La 3eme zone	3 914,7264	2 392,33	1 522,3964 DA
Total	51 761,3824	22 806,9028	28 954,4796

III.11.4 Les diagrammes de cout economique dans 1 année

HPS



LED



III.12 Conclusion

Dans le dernier chapitre, nous avons réalisé notre étude à l'aire de repos de yellel sud avec l'utilisation du luxmètre on a mesuré l'éclairement dans des point différent la mesure était au sol avec distance de 3m entre les points de mesure. Lorsque on a déplacé sur terrain on a trouvé des problèmes qui conduisent à un mauvais éclairage telle que le système d'emplacement des luminaire, l'utilisation d'ancienne génération des ampoules (HPS), absence de la maintenance..., nous avons divisé l'aire de repos en trois zones et on a fait le calcul de l'éclairement moyen et l'uniformité pour chaque zone puis faire une comparaison avec la norme d'éclairage des lieux de travail extérieur « 12464-2 », les résultats trouvés indiquent que l'éclairage est hors de la norme c'est ce qui nous demandé a trouvé des solution, on a vu qu'on peut ajouter des balisage passif dans le parking au lieu d'acheter d'autre candélabre pour éliminer le problème du système zigzag et on a devisé le nombre des spots utilisé dans la zone commercial jusqu'a la moitié , on a proposé d'autre solution économique pour l'éclairage concernant le problème de l'éclairement nous avons remplacé les lampes HPS 150W

Par des LED 64W ce qui nous a donné de bonne résultat alors les LED sont une solution économique et efficace pour utilisés en éclairage public .

Conclusion générale

La lumière a occupé au cours de l'histoire de l'architecture une place importante et était une source d'inspiration pour les différents domaines industriels résidentiels commerciale elle est devenue une partie de la vie humaine pour assurés la sécurité et le confort pour les gens mais l'utilisation de l'éclairage dans notre pays ne répond pas aux norme dans notre projet nous avons basé notre étude sur l'éclairage des aire de repos de l'autoroute on a choisis l'aire de repos de yellel sud comme référence, nous avons trouvé des problème dans la station après la comparaison avec la norme 12464-2 « éclairage des lieux de travail extérieur » à la fin de notre projet nous avons proposé des solution qu'on peut réaliser le confort visuel avec une réalisation d'une économie énergétique ce qui permet de minimiser la facture de l'éclairage en Algérie.

Bibliography

- [1] -Direction des structures Ministère des Transports, Québec. Manuel de conception d'un système d'éclairage routier.
- [2] - Daniel schumann , saber afli, Guide d'éclairage public de la Tunisie, novembre 2019.
- [3] – Akouavu codjo : ETUDE ET MISE EN OUEUVRE DEL'éclairage public du boulevard de France redresse rivera Abidjan, mémoire Master, 2015.
- [4] Schneider electric: Guide technique Schneider, 2020.
- [5] - l'entreprise éclairage, belux éclairage Rapport Belux ECLAIRAGE PUBLIC ET EFFICACITE ENERGETIQUE EN ALGERIE, 2021.
- [6] Guillaume Faure, Diagnostic des réseaux d'éclairage public, mémoire master, 2012.
- [7] light zoom lumière.
- [8] Zumtobel Lighting GmbH, Manuel pratique de l'éclairage, 2017.