



وزارة البحث العلمي والتعليم العالي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR 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/2022

MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de

MASTER EN GENIE ELECTRIQUE

Filière : Electrotechnique

Spécialité : Electrotechnique Industrielle

Par

Mechehoud Mohammed Adel

Kaddous Bouzid Zakaria

Intitulé du sujet :
Diagnostic et optimisation de l'éclairage public de la ville de
Mostaganem

Soutenu le 06 / 07 / 2022 devant le jury composé de :

Président :	Benbakhti Ibrahim	MAB	Université de Mostaganem.
Examinatrice :	Ghomri Leila	MCA	Université de Mostaganem
Rapporteur :	Souag Slimane	MCB	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2021/2022

[illegible]

Remerciement

En tout premier lieu, Nous remercions le bon Dieu, tout puissant, de nous avoir donné la force pour survivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés.

Un grand remercie à **Mr. SOUAG Slimane** notre encadreur, pour sa confiance en nous, sa rigueur, son aide, sa disponibilité et la confiance qu'il nous a accordée durant notre préparation de ce mémoire.

Nous profitons l'occasion pour remercie du fond du cœur l'ingénieure **Mlle. AGBOUBI Djihane** pour sa générosité, sa gentillesse, son aide et le soutien moral qu'elle nous a donné durant notre préparation de ce mémoire.

Notre gratitude et un grand remerciement à **Mr. BENBAKHTI Ibrahim** et **Mme. GHOMRI Leila** qui ont aimablement accepté de jurer notre mémoire.

Un grand merci pour l'entreprise L'EPIC MOSTA-PROPRE, et toutes les personnes ayant participé de près ou de loin pour l'accomplissement de ce projet.

Nous tenons à remercier avec plus grande gratitude l'ingénieur **Mr. WASSIM**
Abbes pour son aide pratique et sa disponibilité.

À ma sœur

Mr KADDOUS ZAKARIA

Un grand remerciement particulier à ma sœur "**KADDOUS Nassrine**" ingénieure
en électrotechnique" pour sa patience, sa disponibilité, son encouragement, et
surtout ses judicieux conseils qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

DEDICACE

Je dédie ce travail à mes très chers parents pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

À mes chères sœurs pour leur appui et leur encouragement, et leur soutien moral durant ma préparation de ce mémoire.

A la lumière de ma vie, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, mon monde et mon bonheur ; ma mère que j'adore.

À mon courage et ma force et mon exemple, mon père que j'aime tant.

À l'âme de mes chères grands-mères et mes grands-parents que dieu leur fasse miséricorde.

À ma grande famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

À ceux qui ont été mon école, mes professeurs, mon guide dans mon cheminement académique, mon soutien continu.

Merci d'être toujours là pour moi.

KADDOUS ZAKARIA

DEDICACE

À ma très chère mère

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier

Comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

À mon très cher père

Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

À mon très cher frère *Ahmed Abd El-Djalil* et mes belles sœurs

Insaf, Hala et Khadidja

À ma famille, tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment, puisse Dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout réussite.

MECHEHOUD MOHAMMED ADEL

RESUME

L'éclairage public représente chaque année la majeure partie de la consommation d'énergie, à cause de l'utilisation de systèmes de commande obsolètes et le manque d'étude fiable des installations. Ce mémoire consisté à faire des propositions d'amélioration de la qualité de l'éclairage public mais aussi d'amélioration et la réduction de la consommation énergétique pour la ville de Mostaganem.

Pour atteindre ce but, nous avons fait une étude sur la consommation énergétique et la gestion pour améliorer l'éclairage public de la ville de Mostaganem. Notre stratégie d'amélioration repose sur le remplacement des lampes de mercure qui consomme beaucoup d'énergie par des lampes au sodium ou LED pour baisser la consommation d'électricité et procurer des économies d'énergie significatives. Cette étude nous a permis d'identifier les problèmes d'éclairage public et ses combinaisons. À partir de là, nous avons suggéré des solutions et des améliorations à apporter.

ملخص

تمثل الانارة العمومية سنويا الجزء الاكبر من استهلاك الطاقة، السبب الشائع لهذا الاستهلاك هو استعمال أنظمة تحكم قديمة وعدم وجود دراسة موثوقة للمنشآت. تضمنت هذه الدراسة تقديم مقترحات لتحسين جودة الانارة العمومية وكذلك لتحسين وتقليل استهلاك الطاقة لمدينة مستغانم. لتحقيق هذا الهدف، أجرينا دراسة حول استهلاك الطاقة وإدارتها لتحسين الانارة العمومية في مدينة مستغانم. تعتمد استراتيجية التحسين الخاصة بنا على استبدال مصابيح الزئبق التي تستهلك طاقة كبيرة بمصابيح الصوديوم أو 'الاد' لخفض استهلاك الكهرباء وتوفير قدر كبير من الطاقة. سمحت لنا هذه الدراسة بتحديد مشاكل الانارة العمومية وتركيباتها. من هنا، اقترحنا الحلول والتحسينات.

UNITES

Lm : Le lumen est une unité de mesure du flux lumineux.

Lm/w : Lumens par Watt est le rendement lumineux d'une ampoule. Est l'unité de mesure l'efficacité lumineuse.

Lux : est une unité de mesure de l'éclairement lumineux (symbole lx). Il caractérise le flux lumineux reçu par unité de surface.

Cd : candelas. Est l'unité de mesure d'intensité lumineuse dans le système international d'unités, une des unités de base ; elle se définit à partir de la luminance.

Cd/m² : candela par mètre carré. La luminance d'une source secondaire est l'intensité lumineuse émise par mètre carré.

Sr : le stéradian. Est l'unité dérivée du Système international pour la mesure d'angles solides.

K° : température est l'unité de température thermodynamique du système international (SI).

M : mètre. Est l'unité de longueur du Système international (SI). C'est l'une de ses sept unités de base.

V : Volt est une unité, de force électromotrice et de différence de potentiel (ou tension) et dérivée du SI.

KV : kilovolt unité de mesure de tension électrique.

W : watt, Unité internationale de puissance ou de flux énergétique.

KW : kilowatt est une unité de puissance efficace, dite encore active.

KVA : est une unité de mesure donc la puissance active, c'est-à-dire la puissance réellement disponible de l'installation électrique.

A : ampère est l'unité de mesure du système international d'unités de l'intensité du courant électrique.

Ω : L'Ohm, est l'unité de résistance électrique du Système international (SI).

Mm² : Le millimètre carré est un sous-multiple du mètre carré. Il permet de mesurer des surfaces relativement petites, de l'ordre d'une section de câble électrique par exemple.

Km² : est une unité de mesure de la surface.

KWH : Unité de mesure d'énergie. Un kWh correspond à la consommation d'un appareil électrique de mille Watts pendant une heure.

μF : Symbole du microfarad. Unité de mesure capacité électrique du système international (SI), valant 10⁻⁶ farad.

ABREVIATIONS

Ep : éclairage public.

REP : réseau éclairage public.

LEP : l'éclairage public.

LED : Light Emitting Diode. Une diode électroluminescente est un dispositif optoélectronique capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique.

IRC : Indice de rendu de couleur.

IK : est un indice de protection. Il détermine le degré de résistance d'un appareil électrique à des chocs d'origine mécanique.

U₀ : Uniformité générale.

U_i : Uniformité longitudinale.

E_{moyen} : Eclairement moyenne.

L_{moy} : Luminance moyen de la chaussé en service.

L_{min} : Luminance minimum de la chaussé en service.

L_{max} : Luminance maximal de la chaussé en service.

G : indice de confort limitation de l'éblouissement.

Ti : taux d'éblouissement.

HT : La Haute Tension.

MT : la moyenne tension.

BT : La basse tension.

BTA : la basse tension catégorie A.

SDO : Sonelgaz de distribution d'électricité et de gaz de l'ouest.

3D : 3 dimensions.

2D : 2 dimensions.

Ø : Le flux lumineux.

CAO : Conception assistée par ordinateur.

TABLE DES FIGURES

CHAPITRE I :

Figure I-1 Éclairage public de la ville de Mostaganem.....	3
Figure I-2 L'éclairage routier	4
Figure I-3 L'éclairage décoratif.....	4
Figure I-4 L'éclairage d'ambiance	5
Figure I-5 L'éclairage sportif	5
Figure I-6 les grandeurs photométriques	6

CHAPITRE II :

Figure II-1 réseau EP aérien.....	12
Figure II-2 Réseau EP souterrain.....	13
Figure II-3 Armoire d'éclairage public	13
Figure II-4 Interrupteur crépusculaire	15
Figure II-5 Horloge astronomique	15
Figure II-6 Horloge simple	16
Figure II-7 les différents types de supports	17
Figure II-8 les éléments du candélabre	18
Figure II-9 les paramètres de l'implantation	21
Figure II-10 les différents implantations	22

CHAPITRE III :

Figure III-1 Carte graphique de la ville de Mostaganem.....	34
Figure III-2 Poste Cité Bellevue	38
Figure III-3 Armoire sur poteau	39
Figure III-4 Armoire sur poste Cité Bellevue	39
Figure III-5 Raccordement/extension du réseau EP souterrain.....	40
Figure III-6: les crosses et les consoles	42

CHAPITRE IV :

Figure IV-1 l'interface du logiciel DIALux evo 4.13	44
Figure IV-2 Route national 11 RN/11 Ouest Oran.....	45
Figure IV-3 LUMINAIRE-LED-200W.....	45
Figure IV-4 Luxmètre numérique.....	47
Figure IV-5 les valeurs d'éclairement mesuré dans la rue RN11	47
Figure IV-6 Vue globale sur l'interface du Dialux et choisissent de type du projet	48
Figure IV-7 Définir les caractéristiques de la route et le choix de la norme à suivre	49
Figure IV-8 Réglage la classe des trottoirs.....	49
Figure IV-9 Réglage la classe des chaussées	50
Figure IV-10 Catalogue Lighting technologies	50
Figure IV-11 Insertion de la lumière	51
Figure IV-12 les caractéristiques de la route	51
Figure IV-13 Identification des caractéristiques de support utilisée	52
Figure IV-14 Lancement de calcul	52
Figure IV-15 Le résultat après simulation	53

Table des matières

Figure IV-16 Rendu fausses couleurs	54
Figure IV-17 Catalogue TUNGSRAM.....	55
Figure IV-18 Insertion le nouveau luminaire	55
Figure IV-19 Le résultat après l'optimisation	56
Figure IV-20 Rendu fausses couleurs après l'optimisation	57
Figure IV-21 le résultat final de la route en 3D.....	57

LISTE TABLEAU

CHAPITRE II :

Tableau II-1 les Avantages et inconvénients des Implantations	22
Tableau II-2 Sections des conducteurs en fonction du courant	25
Tableau II-3 les valeurs de facteur e	27

CHAPITRE III :

Tableau III-1 Nombre matériels de EPIC MOSTA-PROPRE	35
Tableau III-2 La consommation énergétique de la route RN11 ouest Oran globale de 2 années 2021_2022 de la ville Mostaganem.....	37

CHAPITRE IV :

Tableau IV-1 l'état de l'art d'échantillon à étudier	46
Tableau IV-2 Tableau de calcul d'éclairement moyen et l'uniformité	48

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE	1
------------------------------------	----------

CHAPITRE I : GENERALITE SUR L'ECLAIRAGE PUBLIC

Introduction :	3
I.1. Définition de l'éclairage public :	3
I.1.1. Les types d'éclairage public :	3
a) L'éclairage fonctionnel :	4
b) L'éclairage décoratif :	4
c) L'éclairage d'ambiance :	5
d) L'éclairage public des espaces sportifs :	5
I.2. Vocabulaire de l'éclairage :	6
I.2.1. Grandeurs photométriques :	6
a) Le flux lumineux :	6
b) L'intensité lumineuse :	6
c) L'angle solide :	7
d) L'éclairement :	7
e) La luminance :	7
f) L'éblouissement.	8
g) Contraste :	8
I.2.2. Propriétés des couleurs de la source de lumière :	8
a) Chromaticité ou température de couleur :	8
b) Indice de rendu des couleurs :	8
Conclusion :	9

CHAPITRE II : INSTALLATION D'ECLAIRAGE PUBLIC

Introduction :	11
II.1. Installation d'éclairage public et le choix d'équipement :	11
II.1.1. L'alimentation d'éclairage publique :	11
a) Basse tension :	11
b) Moyenne tension :	11
II.1.2. Les câbles électriques :	12
II.1.3. Types de réseaux dans L'éclairage public	12
a) Les réseaux aériens ou sur façade :	12
b) Les Réseaux souterrains :	12
II.1.4. Les armoires électriques :	13
a) La partie comptage d'éclairage public :	14
b) La partie appareil de séparation (sectionneur) :	14
c) La partie appareil de protection :	14
d) La commande de l'éclairage publique :	14
II.1.5. Les supports :	17
a) Les types de supports :	17
b) Candélabre :	17
II.1.6. Luminaire :	18
a) Choix de luminaire :	18

Table des matières

b) Les accessoires d'un luminaire :	19
II.2. Méthode de pré dimensionnement d'éclairage public :	20
II.2.1. Classification de la chaussée :	20
II.2.2. Détermination de la luminance de la chaussée :	21
II.2.3. Choix du type d'implantation :	21
II.2.4. Méthode du rapport R :	23
II.2.5. Détermination du facteur d'utilisation u :	23
II.2.6. Détermination du facteur vieillissement :	23
II.2.7. Calcul de flux des lampes :	24
II.2.8. Méthodes des luminances ponctuelles :	24
II.2.9. Méthode de dimensionnement à l'aide d'ordinateur :	24
II.3. Dimensionnement des conducteurs et choix des protections d'une installation d'éclairage public :	24
II.3.1. Détermination du courant d'allumage IA :	25
II.3.2. Détermination des sections de conducteurs (Sa) :	25
II.3.3. Calcul du courant d'emploi IB :	26
II.3.4. Chute de tension :	27
II.3.5. Détermination des sections des conducteurs Sb d'après la chute de tension :	28
II.3.6. Calcul du courant de court-circuit triphasé en tout point d'une installation BT :	28
II.3.7. Détermination des sections des conducteurs Scc :	28
II.3.8. La protection contre les surintensités :	29
II.3.9. La protection contre les courts circuits :	29
II.3.10. La vérification des contraintes thermiques des conducteurs :	29
II.4. Les normes d'éclairage public :	29
II.4.1. Les normes photométriques :	29
II.4.2. Les normes électriques :	30
Conclusion	30
 CHAPITRE III : ETAT DES LIEUX DE LA VILLE DE MOSTAGANEM	
Introduction	34
III.1. Présentation générale de la ville de Mostaganem :	34
III.1.1. Localisation	34
III.2. Présentation des parties partenaires de l'étude :	35
III.2.1. L'EPIC MOSTA-PROPRE	35
a) Les missions chargées	35
b) Moyens Matériels	35
III.2.2. Sonelgaz service commercial Mostaganem :	36
a) Les missions chargées :	36
III.3. La consommation d'énergie électrique de Mostaganem :	36
III.3.1. La consommation énergétique en éclairage Public :	36
a) La consommation énergétique de la route RN11 ouest Oran :	37
III.4. État de lieux de la ville de Mostaganem :	38
III.4.1. Caractéristiques techniques du réseau d'EP :	38
a) La Construction du Réseau d'éclairage public :	38

Table des matières

b) Constitution technologique du réseau :	40
Conclusions :	42
CHAPITRE IV : ETUDE ET OPTIMISATION DE L'EP DE MOSTAGANEM	
Introduction	43
IV.1. Diagnostic de l'EP de la ville de Mostaganem :	43
IV.1.1. Analyse des documents disponibles	43
IV.1.2. Le logiciel de conception utilisée	43
a) DIALUX.....	43
IV.2. Étude de l'état de l'art du réseau EP de Mostaganem :	44
IV.2.1. La route nationale :	44
a) Les foyers lumineux :	45
b) Analyse d'alimentation du réseau EP pour la route :	46
IV.3. Étude de l'éclairage public de la route :	46
IV.3.1. Étude photométrique :	46
a) Luxmètre :	46
b) La méthode de calcul :	47
c) La mesure photométrique :	47
IV.3.2. Étude photométrique avec DIALux 4.13 :	48
a) Projet : « la rue RN11 à Mostaganem » :	48
b) L'optimisation de la route RN11 Mostaganem avec Dialux :	54
IV.4. Recommandation :	58
CONCLUSION :	58
CONCLUSION GENERALE.....	57
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	59

INTRODUCTION

GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Pendant la Journée, où la lumière du soleil lui sert de source de lumière l'homme pratique sa vie normale et ne trouve pas de difficultés de voir et de distinguer les objets, les obstacles, les dangers et les voies. Mais quand la nuit arrive, l'homme doit faire face à l'obscurité de la nuit, l'homme se trouve dans la nécessité absolue de chercher des moyens adéquats lui facilitant la perception visuelle afin d'assurer son confort et garantir sa sécurité. C'est pour cela l'homme a conçu l'éclairage public, il représente l'un des moyennes nécessaires dans sa vie quotidienne.

Pour garantir un bon profit d'éclairage public, il faut éclairer au bon moment, au bon endroit, avec la bonne intensité, c'est une norme qui doit favoriser diverses actions des acteurs économiques. Éclairage urbain : maîtres d'ouvrage, éclairagistes, gestionnaires et exploitants, installateurs et les fournisseurs d'équipements d'éclairage et d'énergie doivent se concentrer sur le contrôle des lumières de la ville. Afin de la rendre durable et efficace en termes de coûts d'exploitation et de dépenses énergétiques.

Notre travail de fin d'étude porte sur le diagnostic et l'optimisation de l'éclairage public, il est scindé en quatre chapitres.

Le premier chapitre rappelle les notions de base relatives à l'éclairage, notamment la composition de la lumière, les grandeurs photométriques qui sont à la base mise en conformité photométrique d'une installation d'éclairage public, et les caractéristiques lumineuses des lampes qui ont un impact direct sur la qualité de la lumière émise par différents types de lampes utilisées dans l'éclairage public.

Le deuxième chapitre se consacre à l'explication des aspects à prendre en considération lors de la conception d'un projet d'éclairage public. Ces aspects concernent le cadre normatif relatif à l'éclairage public en vigueur en Algérie. La définition des prescriptions photométriques, le dimensionnement et le choix de type d'implantation des points lumineux. Le choix des dispositifs de commande dans les armoires, et finalement les critères de choix des luminaires et des supports.

Introduction Générale

Le troisième chapitre nous essayerons de prescrire l'état réel de la ville de Mostaganem concernant l'éclairage public en consommation énergétique, et caractéristiques techniques du réseau d'éclairage public.

Le quatrième chapitre traitera les cas d'études choisis dans la ville de Mostaganem, en présentera premièrement l'état actuel de notre cas étudiant en constitution de réseau d'EP et mesure d'éclairement on fera après une simulation réelle d'un échantillon à l'aide d'un logiciel spécial « DIALux ».

Nous terminons notre travail par une conclusion générale mettant en évidence l'ensemble du travail réalisé qui nous permettra de mettre en lumière le résultat trouvé et les références bibliographiques consultées qui nous ont aidés pour enrichir notre mémoire.

CHAPITRE I

GENERALITE SUR L'ECLAIRAGE PUBLIC

I. CHAPITRE I : GENERALITE SUR L'ECLAIRAGE PUBLIC

Introduction :

Il est difficile de parler objectivement de l'éclairage sans parler de quelques notions simples de photométrie qui est la science de la mesure de l'intensité lumineuse. [1]

Ses données de base sont l'intensité, le flux lumineux, l'éclairement et la luminance, ces quatre facteurs sont liés comme ceci : une source d'éclairage artificielle, une lampe électrique rayonne dans toutes les directions.

I.1. Définition de l'éclairage public :

L'éclairage public est la distribution de la lumière artificielle dans les lieux publics, à l'intérieur et à l'extérieur des villes, très généralement en bordures des voiries et places, l'éclairage public assure la sécurité des personnes et des biens durant l'obscurité, prolonge les activités diurnes et participe à l'embellissement de la ville.

Il permet aux usagers de se déplacer en sécurité sur la chaussée et sur les trottoirs. Il participe au confort de vie des habitants, valorise l'espace urbain (visibilité, lisibilité, esthétique), contribue à l'économie du territoire en renforçant son attractivité (patrimoine, animation de la vie nocturne).



Figure I-1 Éclairage public de la ville de Mostaganem

I.1.1. Les types d'éclairage public :

L'éclairage public se répartit selon les lieux à éclairer, ou l'on trouve plusieurs types d'éclairage extérieur telle que :

a) L'éclairage fonctionnel :

L'éclairage fonctionnel offre l'éclairage nécessaire à l'exécution de nos activités quotidiennes. Nous avons besoin d'une porte éclairée pour pouvoir marcher en toute sécurité la nuit.



Figure I-2 L'éclairage routier

b) L'éclairage décoratif :

Le mobilier et l'éclairage participent à l'esthétique urbaine. Ils doivent rendre le lieu agréable à vivre, tout en le sécurisant. Le matériel d'éclairage doit donc procurer un bon rendu visuel, comme nocturne. L'éclairage d'agrément sera utilisé pour un éclairage routier, piétonnier ou mixte routier/piéton.



Figure I-3 L'éclairage décoratif

c) *L'éclairage d'ambiance :*

La lumière ambiante fait référence à toute forme de lumière que le photographe n'a pas ajoutée à son image. Il peut s'agir d'une lumière ambiante « naturelle » ou d'une lumière ambiante « artificielle » telle qu'une lampe à proximité, un lampadaire ou similaire.



Figure I-4 L'éclairage d'ambiance

d) *L'éclairage public des espaces sportifs :*

Lorsque vous faites du sport dans les moments sombres, le terrain de sport doit être éclairé équipé d'un projecteur professionnel. L'important est que ceux-ci sont assez puissants pour ne pas déranger. Les joueurs doivent éviter les accidents.



Figure I-5 L'éclairage sportif

I.2. Vocabulaire de l'éclairage :

Comprendre le domaine de l'éclairage nécessite de comprendre le vocabulaire utilisé. Dans cette section, nous donnerons une définition des grandeurs photométriques dans l'éclairage et décrirons la priorité de couleur associée à la source lumineuse.

I.2.1. Grandeurs photométriques :

La lumière est d'abord ce phénomène extraordinaire qui éclaire le monde et le rend visible. Plus précisément c'est un phénomène vibratoire qui transporte de l'énergie lorsqu'elle se propage, c'est à dire qu'un rayonnement peut se caractériser par des grandeurs énergétiques mais ne donne aucune indication sur la façon dont l'œil le perçoit.

La photométrie elle-même est une comparaison quantitative de la lumière (émis par la source lumineuse, transmis par le faisceau ou agissant sur le récepteur). Selon leur perception par l'œil, il évalue les quantités liées aux rayonnements en fonction des impressions. Ces contenus et effets visuels sont produits selon certaines conventions. Ces différentes grandeurs sont :

- ✓ Le flux lumineux,
- ✓ L'intensité lumineuse,
- ✓ L'éclairement,
- ✓ La luminance.
- ✓ L'éblouissement
- ✓ Contraste

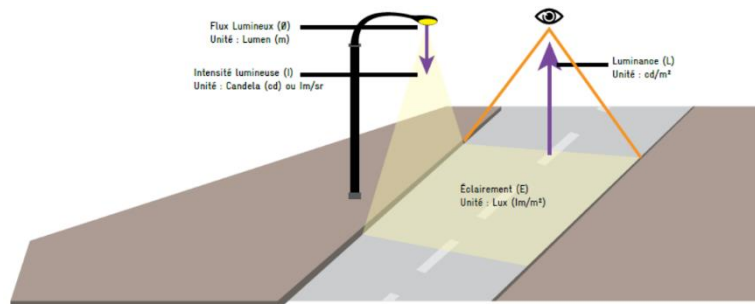


Figure I-6 les grandeurs photométriques

a) Le flux lumineux :

Le flux lumineux est la grandeur photométrique qui caractérise la puissance lumineuse d'une source, telle qu'elle est perçue par l'œil humain. Son unité de mesure est le lumen (lm).

b) L'intensité lumineuse :

L'intensité lumineuse est une grandeur qui exprime la capacité d'une source ponctuelle de lumière à éclairer dans une direction donnée. Son unité de mesure est le candela (cd) ou lumen par stéradian (lm/sr).

Elle s'exprime par la relation :

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

D'où

df : le flux élémentaire issu de la source quasi ponctuelle.

dΩ : l'angle solide élémentaire.

c) L'angle solide :

En géométrie, le symbole d'angle (symbole : Ω) est une mesure de la quantité de champ de vision à partir d'un point donné couvert par un diamant. Il apparaît, une mesure de l'étendue de la couleur pour un observateur regardant à partir de ce point.

$$\Omega = \frac{S}{R^2} \quad (I.2)$$

S : aire de la portion de sphère interceptée en mètres carrés (m²)

R : rayon de la sphère en mètres (m).

Symboles de désignation : Ω et son unité est le stéradian (sr).

d) L'éclairement :

L'éclairement « E » est la quantité de flux lumineux reçu par une surface S, il est exprimé en Lux 'lx' ou 'lm/m²' par la formule :

$$E(lx) = \frac{\text{flux lumineux (lm)}}{\text{Surface (m}^2\text{)}} \quad (I.3)$$

Cette grandeur est très difficile à percevoir avec l'œil humain.

e) La luminance :

La luminance est une grandeur correspondant à la sensation visuelle de luminosité d'une surface. La luminance, également nommée luminance lumineuse ou luminance visuelle, est la densité spatiale de flux lumineux exprimée par la relation :

$$L = \frac{\rho \times E}{\pi} \quad (I.4)$$

Son unité est la candela par mètre carré (cd/m²).

ρ : Le facteur de réflexion d'un objet plan

E : Éclairement moyen.

f) L'éblouissement.

C'est un Phénomène physiologique, Il exprime une contrainte désagréable dans la perception visuelle ou aux fortes luminances des objets, Compare une valeur d'éblouissement pour une position de l'observateur par rapport à une valeur limite.

Les valeurs de référence pour les autoroutes $T_i < 10\%$ et pour les voies urbaines $< 15\%$. Cet indice est dit intolérable et gênât lorsqu'il $T_i > 40\%$.

On distingue deux types d'éblouissement :

- L'éblouissement perturbateur est la diminution du contraste entre l'objet et son environnement par la réflexion d'une source lumineuse ou une surface brillante.
- L'éblouissement inconfortable est la condition lumineuse inconfortable due à la présence d'une source lumineuse dans le champ visuel.

g) Contraste :

Le contraste est la différence relative de luminance entre un objet et le fond sur lequel il est présenté.

- Si l'objet a une luminance inférieure que le fond : **contraste négatif**.
- Si l'objet a une luminance plus élevée que le fond : **contraste positif**.
- Si l'objet et le fond ont une luminance équivalente : **contraste nul**.

I.2.2. Propriétés des couleurs de la source de lumière :

Les propriétés des couleurs d'une source de lumière sont en fonction de sa répartition spectrale énergétique. Les propriétés des couleurs d'une source de lumière sont caractérisées par deux grandeurs :

a) Chromaticité ou température de couleur :

La température de couleur est classiquement exprimée en kelvins, à l'aide du symbole K, unité de mesure de la température absolue. Les températures de couleur supérieures à 5000 K sont appelées "couleurs froides", tandis que les températures de couleur inférieures (2700–3000 K) sont appelées "couleurs chaudes".

b) Indice de rendu des couleurs :

L'indice de rendu de couleur, ou IRC, rend compte de la capacité d'une source de lumière artificielle à restituer les nuances de couleur d'une surface. Compris entre 0 et 100, il est établi par rapport aux couleurs rendues avec une source de référence de même température de couleur.

Conclusion :

Dans ce chapitre, on a exposé brièvement quelques grandeurs photométriques, le système d'éclairage public et ses moyens (lampes, lampadaire), ainsi la priorité de couleur associée à la source lumineuse.

CHAPITRE II
INSTALLATION
D'ECLAIRAGE PUBL

II. CHAPITRE II : INSTALLATION D'ÉCLAIRAGE PUBLIC

Introduction :

Les moyens d'éclairage sont divers et différents, tous pour objectif d'améliorer la visibilité et de créer un sentiment de sécurité. Il est donc nécessaire d'avoir un bon éclairage soit de façon que la lumière doit être confort à l'œil humaine, soit de façon de sécurité. Et en outre la facilité de maintenance des moyennes d'éclairage est importante.

Pour cela on présente la méthode de choix et d'installation des équipements performants assurant la sécurité dans ce chapitre.

II.1. Installation d'éclairage public et le choix d'équipement :

L'équipement d'éclairage se compose des éléments suivants :

- ✓ Un réseau de distribution et des câbles de transmission.
- ✓ Une armoire et ses équipements.
- ✓ Une source d'éclairage (que l'on appelle aussi lampe).
- ✓ Un support (candélabre, poteau, béton...).
- ✓ Un luminaire contenant l'appareillage.

II.1.1. L'alimentation d'éclairage public :

Les réseaux d'éclairage public peuvent être alimentés par différents systèmes :

a) *Basse tension* :

En basse tension (220V/380V) par réseau souterrain ou aérien, indépendant ou commun du réseau de distribution. Ce type d'alimentation nécessite une armoire de livraison au lieu de transformateur.

b) *Moyenne tension* :

Le terme "moyenne tension" (MT) est habituellement utilisé pour désigner les réseaux de distribution de tensions supérieures à 1 kV et allant généralement jusqu'à 52 kV. [12]

Le raccordement d'une installation électrique à un réseau de distribution d'électricité MT est toujours réalisé au moyen d'un poste MT dédié, habituellement qualifié de "poste principal".

L'installation peut comprendre des sous-stations supplémentaires qualifiées de "postes secondaires".

Le réseau d'éclairage public est caractérisé par :

- ✓ Alimentation de MT
- ✓ Câble MT

- ✓ Transformateurs abaisseurs
- ✓ Câble BT : Alimentant un ou plusieurs candélabres
- ✓ Un réseau de terre

II.1.2. Les câbles électriques :

Un câble composé de plusieurs fils, permet de transporter de l'énergie électrique. Selon la norme NF C17-200, l'identification des câbles de distribution doit être assurée par repérage à chaque extrémité précisant les tenants et les aboutissants. Les matériaux utilisés présentent des caractéristiques intéressantes en ce qui concerne la résistance électrique, le poids, la tenue mécanique, le coût. [8]

Les principales caractéristiques d'un câble sont :

- ✓ La classe de température
- ✓ La section
- ✓ Le diamètre

II.1.3. Types de réseaux dans L'éclairage public

a) Les réseaux aériens ou sur façade :

Le transport aérien contribue à la mondialisation de l'économie en facilitant les échanges à grande distance. Il est caractérisé par sa rapidité, par son niveau de sécurité, par sa régularité et sa fiabilité. Les supports utilisés sont des poteaux en béton, piliers en métal et piliers en bois. [10]

Cette distribution peut être divisée en 3 types :

- Éclairage électriquement non séparé.
- Éclairage électriquement séparé.
- Éclairage physiquement séparé.



Figure II-1 réseau EP aérien

b) Les Réseaux souterrains :

Les câbles électriques souterrains sont posés sous le sol et se trouvent généralement dans des zones bâties telles que les villes. L'utilisation de ces câbles souterrains nécessite une protection mécanique supplémentaire généralement assurée par une gaine. [9]



Figure II-2 Réseau EP souterrain

II.1.4. Les armoires électriques :

Cet équipement porte différents noms, mais avec le même objectif : centraliser les arrivées, les départs de la distribution interne au bâtiment et regrouper les protections concernant les lignes ou les personnes. Son rôle est de connecter le réseau d'éclairage public au boîtier de distribution électrique basse tension. [11]

L'armoire se compose généralement de trois parties importantes :

- ✓ La partie comptage de la consommation électrique et de séparation.
- ✓ La partie commande et allumage des points lumineux.
- ✓ La partie protection : comportant tous les appareils de protection contre les contacts indirects, direct et contre les surintensités et les économiseurs

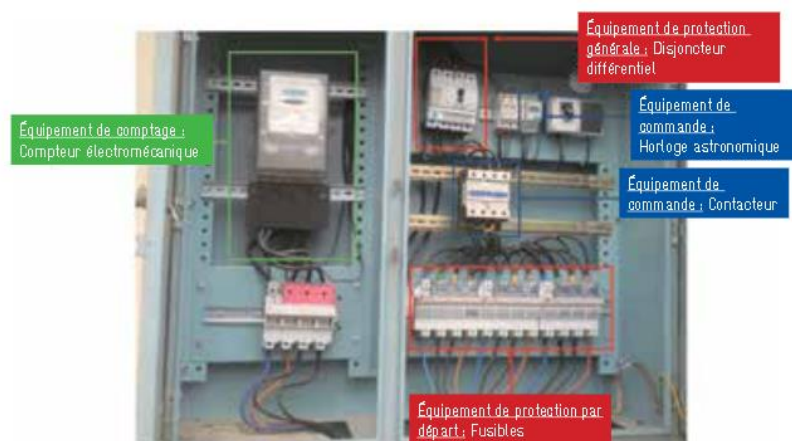


Figure II-3 Armoire d'éclairage public

a) La partie comptage d'éclairage public :

C'est un appareil électrique utilisé pour mesurer l'énergie électrique consommée par les lampadaires, Ces appareils ont été initialement conçus électro-mécaniquement et sont maintenant remplacés par des modèles électroniques.

b) La partie appareil de séparation (sectionneur) :

C'est est un appareil électromécanique permettant de séparer, de façon mécanique, un circuit électrique et son alimentation, tout en assurant physiquement une distance de sectionnement satisfaisante électriquement. Son rôle est d'assurer la sécurité des personnes travaillant sur une partie de réseau électrique. [6]

c) La partie appareil de protection :

Toute installation d'éclairage public comporte des dispositifs de protection à la tête du réseau et généralement avant chaque luminaire. La protection des équipements des installations d'éclairage public peut être réalisée par différents dispositifs :

- **Disjoncteur magnétothermique :**

Utilisés pour la protection contre les surcharges en courant et le court-circuit des appareils et installations

- **Fusible :**

Protection contre les surcharges en fonction du type de fusible, il s'agit également d'un appareil de séparation en BT.

- **Système différentiel :**

Le système différentiel permet de protéger les personnes contre les contacts indirects. En fonctionnement normal, le courant entrant dans le récepteur est le même que le courant sortant du récepteur, il déclenchera donc en cas de défaut à la terre.

d) La commande de l'éclairage public :

Le contrôle de l'éclairage public est un dispositif qui permet d'économiser de l'énergie, y compris la désactivation des équipements d'éclairage dans les zones inhabitées, Le contrôle de l'énergie au niveau du système de contrôle peut être réalisé par différents types, comme suit :

- **Contacteur :**

Un contacteur est un appareil électrotechnique destiné à établir ou interrompre le passage du courant, à partir d'une commande à distance, électrique ou pneumatique. [13]

- **Interrupteur :**

Un interrupteur est un organe ou appareillage de commande qui permet d'ouvrir et de fermer un circuit alimentant un appareil électrique aux valeurs des intensités nominales. Il termine souvent la course d'un variateur permettant de moduler le courant.

- **Les organes de télécommande :**

- *Système allumage manuel :*

C'est la méthode de contrôle la plus élémentaire. L'éclairage est déclenché par un simple interrupteur qui est actionné à la demande.

- *Photocellule :*

Système indépendant, appelle également interrupteur crépusculaire. Il est positionné au niveau de l'armoire de commande et du point lumineux.

- *Horloge astronomique :*

Il s'agit d'un capteur de luminosité branché dans une armoire d'éclairage. Grâce à un trou dans la porte, il est exposé à la lumière du jour. La cellule est censée déclencher l'éclairage quand la luminosité baisse.

- *Horloge simple :*

Horloge « classique » est installée et commandée pour s'ouvrir et se fermer. Cela se produit parfois lors du diagnostic dans les armoires de commande EP dans certaines anciennes zones résidentielles privées ou zones résidentielles.



Figure II-4 Interrupteur crépusculaire



Figure II-5 Horloge astronomique



Figure II-6 Horloge simple

- *La commande centralisée :*

La commande centralisée reprendra naturellement les fonctions de base de la centrale d'éclairage public. On utilise l'interrupteur crépusculaire avec une horloge de précision ou une horloge astronomique radiocommandée. Ces dispositifs peuvent piloter une commande d'éclairage public équipée de modules récepteurs via un système radio ou un système téléphonique de type GSM.

- *Commande par voie hertzienne :*

Ce principe est basé sur la commande d'allumage / extinction émise par le transmetteur central de niveau de commande qui, grâce au calculateur astronomique connecté à la cellule photovoltaïque, peut généralement fonctionner par lui-même. Le récepteur reçoit l'ordre émis à chaque point de transmission de puissance.

- **Les modes de fonctionnement :**

Associés à ces commandes, il peut y avoir différents modes de fonctionnement, plus ou moins propices à la maîtrise de l'énergie :

- *Fonctionnement permanent :*

C'est le mode de fonctionnement le plus courant : allumer la nuit et éteindre le matin.

- *Fonctionnement semi-permanent :*

C'est le moyen le plus basique de contrôler l'énergie, mais c'est aussi le plus efficace.

- *Fonctionnement par régulation :*

Il s'agit à proprement parler d'une réduction de l'éclairage à certaines heures de la nuit.

Cet ajustement de la tension de l'armoire apporte de nombreux avantages importants, à savoir :

- ✓ Une consommation d'énergie réduite en raison de limitations de puissance pendant les heures creuses.
- ✓ Éliminer les surtensions et faire fonctionner l'alimentation avec une efficacité maximale.

- ✓ Protéger la durée de vie de la lampe en éliminant les surtensions. Pour certains modèles, elle est limitée en assurant une pente de montée en tension progressive.

II.1.5. Les supports :

a) Les types de supports :

Dépendant des aspects esthétiques de l'espace et son environnement, on peut identifier plusieurs types de supports. Dans le contexte de la ville de Mostaganem, on distingue essentiellement les supports indiqués ci-dessous.

La Figure suivante indique les différents types de supports d'éclairage public existants



Figure II-7 les différents types de supports

En éclairage public, ce sont les mâts métalliques les plus utilisés. Ils servent à porter les lumières à une certaine hauteur (généralement de 3 à 22 m).

b) Candélabre :

Les éléments d'un candélabre :

- Mât : Élément supportant le luminaire
- Plaque d'appui : assure la liaison entre le massif de fondation et le mât
- Crosse : Élément le plus souvent métallique permettant de déporter la lumière

Types de candélabres :

- Candélabres en acier
- Candélabres en alliage d'aluminium
- Candélabres en béton

Choix du candélabre :

- La hauteur des candélabres qui doit être ajustée en fonction de l'utilisation du secteur éclairé, lors de rénovation et dans la mesure du possible.
- La durée de vie des candélabres qu'est supérieure à 25 ans, elle peut aller au-delà de 50 ans et peut varier selon la qualité de peinture ou galvanisation, la qualité de maintenance et l'agressivité de l'environnement (vibrations, corrosion, érosion, rayonnements, chocs et vandalisme).
- Des aspects esthétiques de l'espace et son environnement.

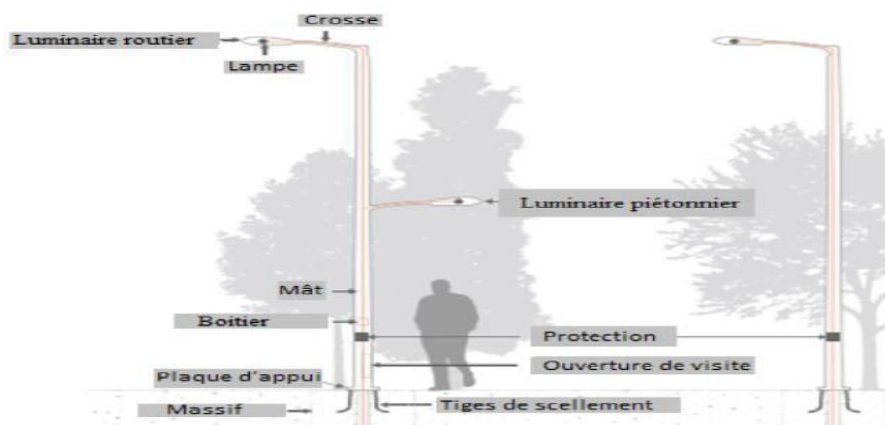


Figure II-8 les éléments du candélabre

II.1.6. Luminaire :

Ce sont les éléments principaux d'un réseau d'éclairage public qui sert à éclairer des voies ou des rues ; ils se composent d'une enveloppe et contiennent la source lumineuse ainsi que les éventuels auxiliaires.

a) Choix de luminaire :

- **L'étanchéité :**

L'étanchéité du luminaire se traduit par un système de classification qui indique le degré de protection des personnes contre les contacts directs, la protection de l'équipement contre la

poussière et les corps étrangers solides et contre la pénétration d'eau. Il est appelé IPXX. Les luminaires de l'éclairage public doivent avoir une protection supérieure ou égale à 55 (IP55)

- **La solidité :**

La solidité du luminaire est établie lorsque ce dernier résiste au minimum à un choc transmis avec une énergie. Selon la Norme Française NF EN 50102, indique le degré de protection contre les chocs physiques de fait doit être d'au moins 6 : $IK \geq 06$.

- **La sécurité électrique :**

Les luminaires doivent être réalisés de manière à assurer une protection efficace contre les contacts soit directs soit indirects et contre les chocs électriques.

- **L'efficacité lumineuse :**

C'est le rapport de flux lumineux émis par la lampe sur sa puissance électrique consommée elle s'exprime en Lumen/W.

- **Limite l'éblouissement :**

La qualité des installations en termes de visibilité et d'éblouissement est définie par l'indice TI. Le TI doit être inférieur à une valeur limite qui est le plus souvent 10 ou 15 % suivant le type de chaussée éclairée.

b) Les accessoires d'un luminaire :

- **Lampe ou source lumineuse :**

Élément produisant la lumière, La manière standard de créer un éclairage général est de convertir l'énergie électrique en lumière.

Ils sont :

- Lampes à incandescence
- Les lampes fluorescentes
- Les lampes à décharge
- Diodes électroluminescentes ou LED

Le choix de la lampe se fait par les points suivants :

- La tension d'alimentation.
- La gamme de puissances couvertes.
- L'efficacité lumineuse.
- La durée de vie.
- La nature de ses composants de fabrication.
- Les conditions particulières d'utilisation : appareils auxiliaires, temps d'allumage.

- **Appareillage ou ballast :**

Un ballast est un dispositif pour faire fonctionner des lampes PL, les tubes néons et autres lampes à décharge de gaz. Un ballast crée un pic de tension afin d'allumer l'ampoule. Il s'assure également que la tension soit constante afin que l'ampoule reste éclairée.

Les types de ballasts :

- Électromagnétique conventionnel.
- Électromagnétique faibles pertes.
- Électronique avec préchauffage.
- Électronique sans préchauffage.

- **Le corps :**

Correspond à l'enveloppe extérieure qui assure la protection de la source lumineuse.

- **Optique ou réflecteur :**

En optique, un réflecteur est un dispositif qui réfléchit la lumière. Les deux grandes familles étant les optiques symétriques (circulaire) et asymétrique (routière). [7]

- **Vasque :**

C'est élément permettant de protéger la lampe et le réflecteur de l'environnement extérieur.

- **La grille de défilement :**

Elle est mise en place lorsque le luminaire présente un risque d'éblouissement.

II.2. Méthode de pré dimensionnement d'éclairage public :

Les multiples étapes des éléments de dimensionnement :

- ✓ Classification de la chaussée.
- ✓ Détermination de la luminance de la chaussée.
- ✓ Choix du type d'implantation.
- ✓ Détermination du rapport R.
- ✓ Détermination du facteur d'utilisation u.
- ✓ Calcul de la puissance des lampes.
- ✓ Méthodes des luminances ponctuelles.
- ✓ Méthode de dimensionnement à l'aide d'ordinateur.

II.2.1. Classification de la chaussée :

Les chaussées sont classées suivant : (voir annexe 1 « Les classes de la chaussée »).

- La composition
- Le volume

- La vitesse du trafic véhicule

II.2.2. Détermination de la luminance de la chaussée :

La luminance de la chaussée dépend à la fois des propriétés réfléchissantes du revêtement, des caractéristiques géométriques de l'installation d'éclairage, de la distribution des intensités lumineuses émises par les luminaires, et de la position de l'observateur. La luminance L de la chaussée traduit l'impression lumineuse perçue par un observateur regardant cette surface. [2]

II.2.3. Choix du type d'implantation :

Pour identifier l'implantation appropriée à un espace public, Il est primordial de tenir compte des paramètres suivants, indiqués dans la figure : [3]

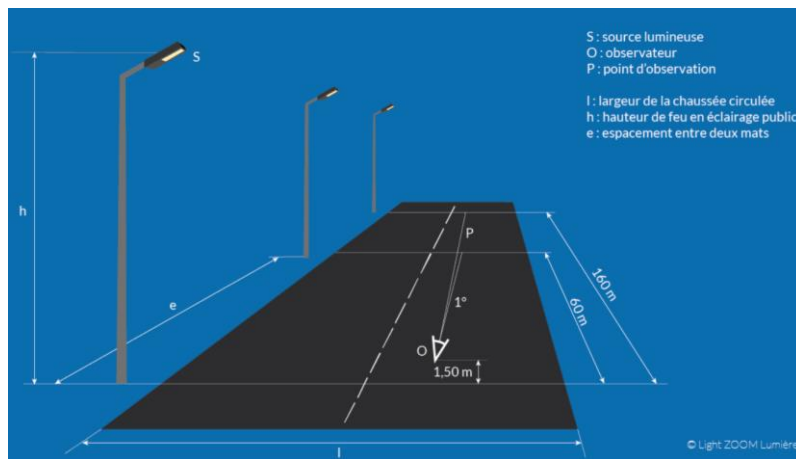


Figure II-9 les paramètres de l'implantation

Il existe 4 types principaux d'implantation des points lumineux dans l'éclairage public. Ces types sont décrits dans les sections qui suivent.

- **Implantation unilatérale :**

Dans ce type d'implantation, tous les luminaires sont implantés sur un seul côté de la route. On l'utilise principalement lorsque la largeur de la route est inférieure ou égale à la hauteur des candélabres. La luminance de la partie de la Chaussée située loin des luminaires est inévitablement plus faible que celle située du même côté. Ce type d'installation est habituellement utilisé pour l'éclairage d'une route constituant une chaussée simple à double sens de circulation.

- **Implantation bilatérale en quinconce :**

Dans ce type d'implantation les luminaires sont situés de chaque côté de la route, en implantation alternée ou 'zigzag'. On l'utilise principalement lorsque la largeur de la route est

comprise entre 1 et 1,5 fois la hauteur des candélabres. Un soin particulier devra être apporté à l'uniformité des luminances de la chaussée. En effet l'alternance de zones sombres puis éclairées peut produire un effet zigzag désagréable. Ce type d'installation est habituellement utilisé pour une route constituant chaussée simple à double sens de circulation.

- **Implantation bilatérale vis-à-vis :**

Ce type d'implantation est caractérisé par des luminaires implantés des deux côtés de la route et en opposition. On utilise principalement lorsque la largeur de la route est supérieure à 1,5 fois la hauteur des candélabres.

- **Implantation axiale (rétro-bilatéral) :**

Les luminaires sont implantés au-dessus de la zone centrale. Cette solution équivaut à une installation unilatérale pour chaque chaussée individuelle.

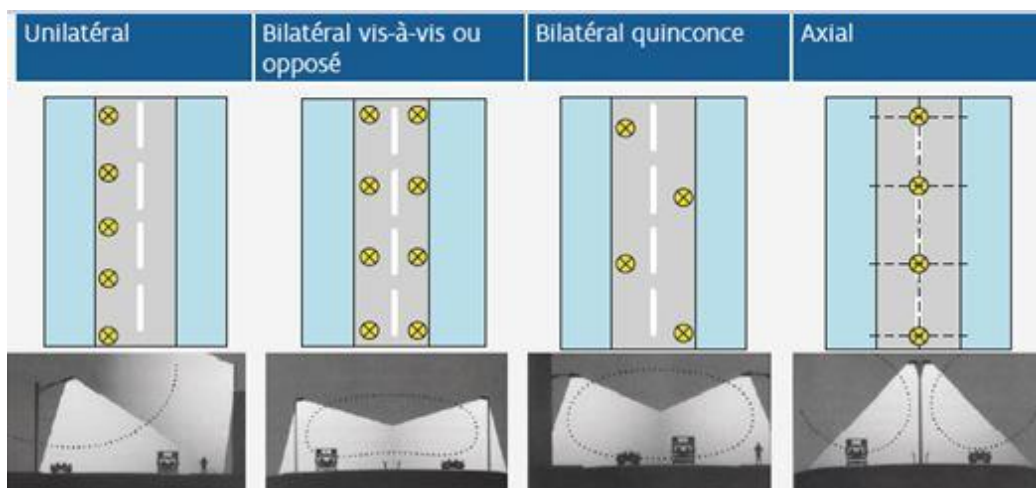


Figure II-10 les différents implantations

Les avantages et les inconvénients de chaque implantation sont :

Tableau II-1 les Avantages et inconvénients des Implantations

Implantation	Avantages	Inconvénients	Utilisation
Implantation unilatérale	-Investissement limité (une seule rangée de mâts) Encombrement limité d'un seul trottoir	-Adaptée aux chaussées de largeur limitée - Uniformités de luminance réduite côté opposé	-Voiries urbaines -Cheminements piétons -pistes cyclables

Bilatérale en quinconce	-Adaptée aux chaussées de largeur importante - - Limitation possible de la hauteur de feu -Eclairage identique de chaque côté -Esthétique intéressante	-Investissement plus important (deux rangées de mâts) -Encombrement des 2 trottoirs et des réseaux - Uniformités de luminance plus complexes à obtenir	-Voiries de desserte -Cheminements piétons -pistes cyclables -Parcs et jardins
Bilatérale vis-à-vis	-Adaptée aux chaussées de largeur plus importante - - Eclairage identique de chaque côté -Bien adapté aux chaussées doubles	-Investissement plus important (deux rangées de mâts) -Encombrement des 2 trottoirs	-Voiries urbaines larges
Implantation axiale	-Investissement limité (une seule rangée de mâts) -Pas d'encombrement des trottoirs -Bien adaptée aux chaussées doubles ou rues étroites	-Uniformités de luminance réduite côté opposé -Maintenance difficile si chaussées doubles	-Voiries urbaines importantes -Voiries mixtes

II.2.4. Méthode du rapport R :

Méthode du rapport R permet de déterminer le flux de lampes nécessaire pour atteindre le niveau moyen de luminance à maintenir requis, et de là l'éclairage moyen initial.

II.2.5. Détermination du facteur d'utilisation u :

C'est le pourcentage du flux émis par le luminaire tombant sur la partie utile de la chaussée. Il est calculé par la relation suivante :

$$\text{Facteur d'utilisation} = \text{rendement} \times \text{utilance} \quad (\text{II.1})$$

Rendement d'un luminaire : c'est le rapport du flux sortant du luminaire dans des conditions d'utilisation données, au flux émis par la lampe dans les mêmes conditions.

Utilance : C'est le rapport du flux utile (reçu par le plan utile) au flux total sortant des luminaires.

II.2.6. Détermination du facteur vieillissement :

Le facteur vieillissement est un paramètre qui tient compte d'une part de la durée de vie de la lampe et d'autre part de l'encrassement du candélabre qui dépend à son tour du degré de pollution du milieu considéré.

Ce facteur est illustré par la relation suivante :

$$v = v_1 \times v_2 \quad (\text{II.2})$$

v_1 : la durée de vie de la lampe

v_2 : le coefficient d'encrassement du candélabre

II.2.7. Calcul de flux des lampes :

Le flux lumineux que doit émettre la lampe pour garder la luminance requise au bout d'un an.

Donné par la relation moyenne :

$$\phi_{\text{lamp}} = \frac{L_{\text{moyen}} \times R \times e \times l}{f_u \times V} \quad (\text{II.3})$$

Avec :

l : est la largeur de la chaussée en [m].

e : est l'espacement entre deux luminaires consécutifs en [m].

L_{moyen} : Luminance de la chaussée.

V : Facteur vieillissement.

f_u : le facteur d'utilisation du luminaire.

II.2.8. Méthodes des luminances ponctuelles :

Cette méthode est utilisée lorsque des conditions précises d'uniformité et de niveau d'éclairement sont exigées. Même en s'appuyant sur des hypothèses simplificatrices. Il est indiqué afin de pouvoir mieux comprendre les résultats fournis par un ordinateur et les données nécessaires pour exécuter les calculs de luminance.

II.2.9. Méthode de dimensionnement à l'aide d'ordinateur :

Ce dimensionnement est basé sur les logiciels informatiques de l'éclairage public tels que 'Dialux'.

II.3. Dimensionnement des conducteurs et choix des protections d'une installation d'éclairage public :

Dimensionnement d'une installation d'éclairage public à basse tension concerne plusieurs étapes :

- **Première étape** : Connaissant la puissance d'utilisation après on détermine le courant maximal d'emploi I_B et en déduisant le courant assigné I_n du dispositif de protection. On calcule le courant de court-circuit maximal ' I_{cc} ' à l'origine du circuit et on en déduit le pouvoir de coupure ' P_{dc} ' du dispositif de protection.
- **Deuxième étape** : Détermine le facteur global de correction k selon les conditions d'installation. et en fonction de ' I_n ' et ' k ', on choisit la section adéquate du conducteur.

- **Troisième étape** : Vérifier la chute de tension maximale, la tenue des conducteurs en cas de court-circuit, et la section du conducteur satisfaisant toutes ces conditions est alors retenu.

II.3.1. Détermination du courant d'allumage I_a :

Le courant I_a est déterminée en tenant compte du courant maximal absorbé par les récepteurs lors de leur mise sous tension. Le courant d'allumage de l'installation est :

$$I_a = \frac{I_n \times n}{K} \quad (\text{II.4})$$

n : nombre de lampe dans le circuit.

K : coefficient d'influences du mode de pose. Pour déterminer le coefficient de mode de pose, Et elle a deux natures d'isolation des conducteurs 'PVC' et 'PRC'.

Définitions des cinq coefficients :

K_1 : mode de pose.

K_2 : température ambiante ou de sol.

K_3 : groupement des câbles.

K_4 : couche des câbles.

K_5 : résistivité thermique du terrain.

$$K = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \quad (\text{II.5})$$

II.3.2. Détermination des sections de conducteurs (S_a) :

On choisit I_n tel que: $I_n \geq I$

Tableau II-2 Sections des conducteurs en fonction du courant

Courant assigné du dispositif de protection I_n (A)		Section minimale correspondante des conducteurs S_a (mm ²)	
Fusibles gG	Disjoncteurs de type B	Cuivre	Aluminium
16	20	1.5	×
25	25	2.5	×
32	32	4	6

40	50	6	10
63	63	10	16
80	80	16	25
100	100	25	35
125	125	35	50

II.3.3. Calcul du courant d'emploi IB :

Le courant d'emploi 'IB' est le courant correspondant à la plus grande puissance transportée par le circuit en service normal. Ce courant dépend directement de la puissance des appareils alimentés par le circuit, il est déterminé à partir du courant absorbé et corrigé selon plusieurs facteurs. [4]

$$IB = Pu \times a \times b \times c \times d \times e \quad (II.6)$$

Pu : la puissance utile en kW d'ensemble des lampes.

IB : courant maximal d'emploi en A.

a : Facteur tenant compte du facteur de puissance et du rendement calculé de la manière suivante

$$a = \frac{1}{\eta \times \cos \Phi} \quad (II.7)$$

n : le rendement le rapport entre la puissance utile et la puissance absorbé.

b : Facteur d'utilisation des appareils c'est le rapport entre la puissance de sortie réelle.

c : Facteur de simultanéité le rapport entre la somme des puissances appelées par un ensemble d'appareils et la somme des puissances maximales de chaque appareil.

d : Facteur tenant compte des prévisions d'extension estimée suivante les conditions prévisibles d'évolution de l'installation.

e : Facteur de conversion des puissances en intensités généralement est donnée de manière suivant :

Tableau II-3 les valeurs de facteur e

Tension 'v'		Facteur 'e'
Monophasé	V=125	8
	V=230	4.35
Triphasé	V=230	2.5
	V=400	1.4

II.3.4. Chute de tension :

Une chute de tension se produit normalement lorsqu'un courant traverse le câble. Elle est liée à la résistance ou à l'impédance du flux de courant avec des éléments passifs dans les circuits, y compris les câbles, les contacts et les connecteurs affectant le niveau de chute de tension, donnée par les formules suivantes : [5]

$$\text{Triphasés :} \quad \Delta u = \sqrt{3} \times IB \left(\frac{\rho}{S} \times L \cos\Phi + x \times L \sin\Phi \right) \quad (\text{II.8})$$

$$\text{Monophasés :} \quad \Delta u = 2 \times IB \left(\frac{\rho}{S} \times L \cos\Phi + x \times L \sin\Phi \right) \quad (\text{II.9})$$

ρ : résistivité du conducteur en service normal

Δu : la chute de tension en V.

IB : courant d'emploi dans le circuit en A.

S : section des conducteurs, en mm².

$\cos\Phi$: Facteur de puissance.

L : longueur du circuit considéré en m.

x: Réactance linéique exprimée en Ω/m .

La chute de tension dépend de ces paramètres :

- La résistivité des matériaux conducteurs utilisés, qui s'exprime en Ω .
- La section des conducteurs exprimée en mm².
- Le courant correspondant à la puissance maximale transportée en service (A).

II.3.5. Détermination des sections des conducteurs S_b d'après la chute de tension :

La formule de la section minimale S_b est :

$$S_b = 2 \times \rho [N \times L + n \times (n - 1) \times x \times l/2] \times d \times I_B / \Delta u \quad (\text{II.10})$$

L : longueur de la canalisation entre l'armoire et le point de dérivation des circuits.

d : facteur égal à 1,2 tenant compte des prévisions d'extension.

ρ : Résistivité du cuivre (0,023 ohm.mm²/m).

N : nombre total de luminaires.

n : nombre de luminaires sur la partie considérée.

I_B : courant absorbé par un foyer en régime établi.

l : longueur de la canalisation entre deux points lumineux.

Δu : chute de tension de 3%.

II.3.6. Calcul du courant de court-circuit triphasé en tout point d'une installation BT :

I_{cc} en un point du réseau d'une installation triphasée est :

$$I_{cc} = \frac{1}{Z_T} \times \frac{U_{20}}{\sqrt{3}} \quad (\text{II.11})$$

I_{cc} : courant de court-circuit au point de défaut présumé (en A).

U_{20} : tension entre phase à vide au secondaire d'un transformateur HT/BT (en V).

Z_T : Impédance totale par phase du réseau en amont du défaut (en Ω).

II.3.7. Détermination des sections des conducteurs S_{cc} :

La section de court-circuit à l'extrémité de l'installation est égale à :

$$S_{cc} = I_{cc} \times \frac{\sqrt{t_{cc}}}{k} \quad (t < 5s) \text{ (Mm}^2\text{)} \quad (\text{II.12})$$

t_{cc} : temps de coupure du dispositif de protection en seconde.

K : coefficient dépend du matériau de l'âme et de la nature de l'isolant.

II.3.8. La protection contre les surintensités :

Cette protection est assurée au niveau d'installation qui convient grâce à des fusibles HPC (Haute pouvoir de coupure) de type Gg ou bien des disjoncteurs.

II.3.9. La protection contre les courts circuits :

Nécessite que le courant ainsi calculé (I_{cc}) soit au moins égal au courant de fonctionnement instantané du disjoncteur.

II.3.10. La vérification des contraintes thermiques des conducteurs :

L'échauffement est considéré comme adiabatique, quand le courant de court-circuit traverse le conducteur d'une canalisation pendant une courte période (jusqu'à cinq secondes), ce qui signifie l'énergie stockée est maintenue au niveau du métal l'âme et ne sera pas transférée à l'isolant. Donc il faut vérifier que la contrainte thermique du court-circuit est inférieure à la contrainte thermique admissible du conducteur.

II.4. Les normes d'éclairage public :

Pour aider les responsables des communes à concevoir à réaliser et à gérer l'éclairage public dans les conditions optimales de sécurité de confort et de cout, les gestionnaires de l'éclairage public s'appuient sur des normes photométriques, électriques et Mécaniques.

II.4.1. Les normes photométriques :

La norme européenne EN 13201 elle propose, pour chaque 'situation d'éclairage' rencontrée, des niveaux de performances photométrique appropriés aux besoins de l'usage. Elle permet de garantir la pérennité des performances de l'installation ou, autrement dit, de maintenir les performances photométriques pour chaque espace.

La norme 13201 est composée de quatre parties soit :

- **NM 13201-1 Sélection des classes d'éclairage :**

La première partie de la norme est sous forme d'un rapport technique ou fascicule de documentation. Cette partie présente la méthode à adopter pour déterminer les 'classes d'éclairage' qui sont définies plus en détails dans la partie 2 de la norme.

- **NM 13201-2 Exigences des performances :**

La seconde partie de la norme définit les exigences photométriques à maintenir de dans le temps en fonction de la typologie de la zone à éclairer. Ces exigences photométriques sont définies en fonction du besoin visuel des usagers, du type d'usage, de la géométrie de la zone éclairée et de l'influence des conditions environnantes.

- **NM 13201-3 Calcul des performances :**

Cette partie de la norme décrit les conventions et procédures mathématiques à adopter pour calculer les performances des installations d'éclairage public.

- **NM 13201-4 Méthodes de mesures des performances photométriques :**

Cette partie de la norme définit les méthodes de mesure des performances photométriques.

- **NM 13201-5 Indicateurs de performance énergétique :**

Cette partie de la Norme européenne définit comment calculer les indicateurs de performance énergétique pour les installations d'éclairage public.

II.4.2. Les normes électriques :

- Norme française NF C 17-200 (mars 2007) _installation d'éclairage extérieur.
- Norme française NF C 15-100 _ installation électrique en basse tension.
- Norme française NF EN 50 102_degrés de protection procurés par les boîtiers des équipements électriques contre les chocs mécaniques externe.
- Norme NF C 14-100 Installations de branchements à basse tension (réalisation de branchements d'armoires d'éclairage extérieur, avant comptage) et ses amendements.

Conclusion

Le réseau de l'éclairage public contient plusieurs appareillages qui sont caractérisés par leur fonctionnement ; leur objectif ainsi que leur qualité.

Les installations doivent fonctionner sans anomalie avec un service sans risque électrique, il est donc impératif de dimensionner et choisir correctement ces installations pour qu'elles soient efficaces.

CHAPITRE III

ETAT DES LIEUX DE LA
VILLE DE MOSTAGANEM

III. CHAPITRE III : ETAT DES LIEUX DE LA VILLE DE MOSTAGANEM :

Introduction

L'éclairage des villes augmenter la sécurité, la fluidité de la circulation sur les chaussées et réduire la gravité et le nombre d'accidents de nuit. Assurer le confort des conducteurs, des piétons et des riverains. Malheureusement la grande majorité des installations d'éclairage public des villes sont presque défectueuses.

Dans la ville de Mostaganem, L'éclairage public représente chaque année la majeure partie de la consommation d'énergie, par conséquent il représente également un coût lourd de ces dépenses électriques. Il est nécessaire de passer d'intégrer l'éclairage intelligent et l'éclairage autonome qui pourraient réduire les dépenses liées à LEP.

III.1.Présentation générale de la ville de Mostaganem :

III.1.1.Localisation

Mostaganem c'est une ville portuaire de la Méditerranée, située au nord-ouest de l'Algérie, en bordure du golfe de Mostaganem, à 80,7 km à l'est d'Oran et à 363 km à l'ouest d'Alger. Elle est l'une des plus importantes villes de l'Ouest algérien et du littoral algérien. Elle est également une ville culturelle et artistique importante.

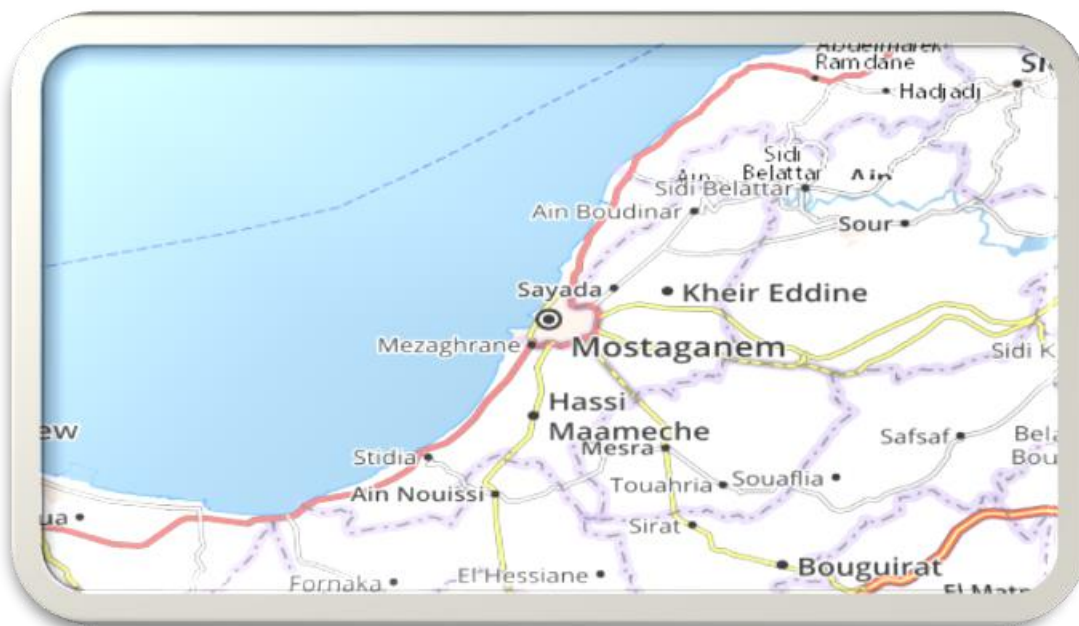


Figure III-1 Carte graphique de la ville de Mostaganem

III.2.Présentation des parties partenaires de l'étude :

III.2.1.L'EPIC MOSTA-PROPRE

Est une entreprise à caractère industriel et commercial, Créée en 2017.L'entreprise a relisé plusieurs travaux dans des différents domaines de spécialités, surtout avec le mode de passation de gré à gré simple en vertu des dispositions de l'arrête interministériel de création.

a) Les missions chargées

- ✓ L'enlèvement des déchets managers.
- ✓ L'entretien de l'éclairage public.
- ✓ Le balayage, et les travaux d'embellissement.
- ✓ L'entretien des espaces verts, peinture, Signalisation routière location d'engins.
- ✓ Le gardiennage et les travaux de voiries.

Le champ d'intervention de l'établissement couvre les six communes citées ci-après :

- ❖ MOSTAGANEM
- ❖ MESRA
- ❖ HASSI MAMACHE
- ❖ MAZAGRAN
- ❖ SAYADA
- ❖ BOUGUIRAT

- ❖ Le nombre des employés est de 620 repartis sur l'ensemble des services de l'entreprise.

b) Moyens Matériels

Elle dispose d'une flotte importante de moyens roulants et autre moyens dont la situation est comme suite :

Tableau III-1 Nombre matériels de EPIC MOSTA-PROPRE

Matériels et moyens	Nombre
Benne-tasseuse	38
Camions 15 T	04
Camions 2.5 T	07
Camions 6 T	02
Micro-benne	04
Camion-Citerne	06
Camions-nacelle	06

Porte-caisson	03
Camion-grue	01
Tracteurs	04
Porte-charre	01
Niveleuse	01
Chargeur	01
Véhicules légers	08
Compresseur à air + marteau piquer	02
Mini tracteur	01
Balayeuses mécanique	03
TOTAL	92

III.2.2. Sonelgaz service commercial Mostaganem :

La Société de Distribution d'électricité et de gaz de l'Ouest (SDO) est en charge de la distribution et de la commercialisation d'électricité en tant que filiale de la Sonelgaz à Mostaganem et dans toute la wilaya de Mostaganem.

a) Les missions chargées :

Dans la wilaya de Mostaganem, la Société de Distribution d'électricité et de gaz de l'Ouest s'occupe de tout ce qui a trait à votre compteur électrique, aux lignes et à la facturation :

- Raccordement à l'électricité d'un nouveau compteur à Mostaganem.
- Coupure d'électricité.
- Problème ou question de compteur électrique.
- Factures et tarifs de l'électricité à Mostaganem.

III.3. La consommation d'énergie électrique de Mostaganem :

III.3.1. La consommation énergétique en éclairage Public :

a) La consommation énergétique de la route RN11 ouest Oran :

Tableau III-2 La consommation énergétique de la route RN11 ouest Oran globale de 2 années 2021_2022 de la ville Mostaganem

Référence	Compteur	Numéro Facture	Mois	Année	Total énergie (Kwh)
278271001311164	31361326675	632101A00254	01	21	10 129,56
278271001311164	31361326675	632102A00263	02	21	8 665,13
278271001311164	31361326675	632103A00562	03	21	8 845,15
278271001311164	31361326675	632104A00555	04	21	8 085,42
278271001311164	31361326675	632105A00548	05	21	6 797,02
278271001311164	31361326675	632106A00562	06	21	6 267,02
278271001311164	31361326675	632107A00559	07	21	6 256,91
278271001311164	31361326675	632108A00165	08	21	6 437,63
278271001311164	31361326675	632109A00166	09	21	7 319,67
278271001311164	31361326675	632110A00180	10	21	8 458,19
278271001311164	31361326675	632111A00193	11	21	9 202,40
278271001311164	31361326675	632112A00194	12	21	10 175,51
278271001311164	31361326675	632201A00176	01	22	9 933,54
278271001311164	31361326675	632202A00155	02	22	8 101,55
278271001311164	31361326675	632203A00253	03	22	8 343,84
278271001599168	31361326665	632101A00282	01	21	19 056,54
278271001599168	31361326665	632102A00288	02	21	14 949,63
278271001599168	31361326665	632103A00161	03	21	17 077,29
278271001599168	31361326665	632104A00152	04	21	15 623,06
278271001599168	31361326665	632105A00271	05	21	13 314,68
278271001599168	31361326665	632106A00397	06	21	12 788,16
278271001599168	31361326665	632107A00447	07	21	13 391,82
278271001599168	31361326665	632108A00170	08	21	13 577,57
278271001599168	31361326665	632109A00181	09	21	14 725,80
278271001599168	31361326665	632110A00210	10	21	16 405,36
278271001599168	31361326665	632111A00270	11	21	16 848,16
278271001599168	31361326665	632112A00199	12	21	18 804,82
278271001599168	31361326665	632201A00180	01	22	18 551,06
278271001599168	31361326665	632202A00185	02	22	15 569,79
278271001599168	31361326665	632203A00278	03	22	17 688,32

- **Interprétation du tableau :**

Les statistiques données par (SDO MOSTA) montrent qu'il y'a une augmentation concernant la consommation du réseau EP de Mostaganem. Cette consommation massive est due à l'état catastrophique de l'éclairage public et à un manque d'entretien ainsi qu'au choix d'équipements qui repose sur des coûts faibles et qui ne répond pas aux normes.

III.4.État de lieux de la ville de Mostaganem :

III.4.1.Caractéristiques techniques du réseau d'EP :

a) *La Construction du Réseau d'éclairage public :*

Le réseau d'éclairage public de la ville de Mostaganem est spacieux. Leur installation est diverse en fonction de l'intérêt des modes d'éclairage et l'échelle énergétique, d'après le résultat de puissance :

- ***Puissance inférieure 40 KVA :***

Poste mixte avec la distribution public, circuit alimentation concernant l'éclairage public (le câble de puissance ou brin) sur supports est partagée avec le réseau de distribution public BTA (les abonnés domestiques).



Figure III-2 Poste Cité Bellevue

- ***Puissance supérieure à 40 KVA :***

Poste uniquement pour l'éclairage public (Les réseaux indépendants). Poste MT/BT contient un transformateur abaisseur de la tension de puissance habituellement sont presque de 160 KVA.

L'armoire d'éclairage est composée généralement de :

- Des Disjoncteur (principale, polarité, différentiel).

- Un contacteur.
- Des fusibles (le nombre est dépend des nombres avant départ et après départ).
- Bornier de raccordement.
- Dispositif de commande d'allumage (pour la ville de Mostaganem ils sont utilisée des photocellules)

Le mode de fonctionnement pour la commande EP de la ville de Mostaganem est soit automatique ou manuel et l'emplacement de l'armoire est sur poste mixte ou poste indépendant ou bien sur poteau.



Figure III-3 Armoire sur poteau



Figure III-4 Armoire sur poste Cité Bellevue

b) Constitution technologique du réseau :

• Types de réseaux dans L'éclairage public :

Dans l'alimentation conventionnelle dans la ville de Mostaganem on distingue deux types principaux de réseaux dans L'éclairage public :

- **Le réseau aérien** : mixte (monophasé ou triphasé), Il constitué de 6 conducteurs 3 phases pour les abonnées domestique et 2 phases pour l'éclairage public et un câble en cuivre commun pour la mise à la terre.
- **Le réseau souterrain** : généralement en triphasé. Le transport se fait par des câbles rigides de section ($4 \times 10 \text{ mm}^2$, $4 \times 16 \text{ mm}^2$, $4 \times 25 \text{ mm}^2$ ou $4 \times 35 \text{ mm}^2$). Le câble sortant de poste d'alimentation avec une grande section car la longueur de la route sera plus éloignée de la source lumineuse et du fait que nous nous en approcherons la section sera petite pour réduire les pertes et les chutes de tension.

• Raccordement :

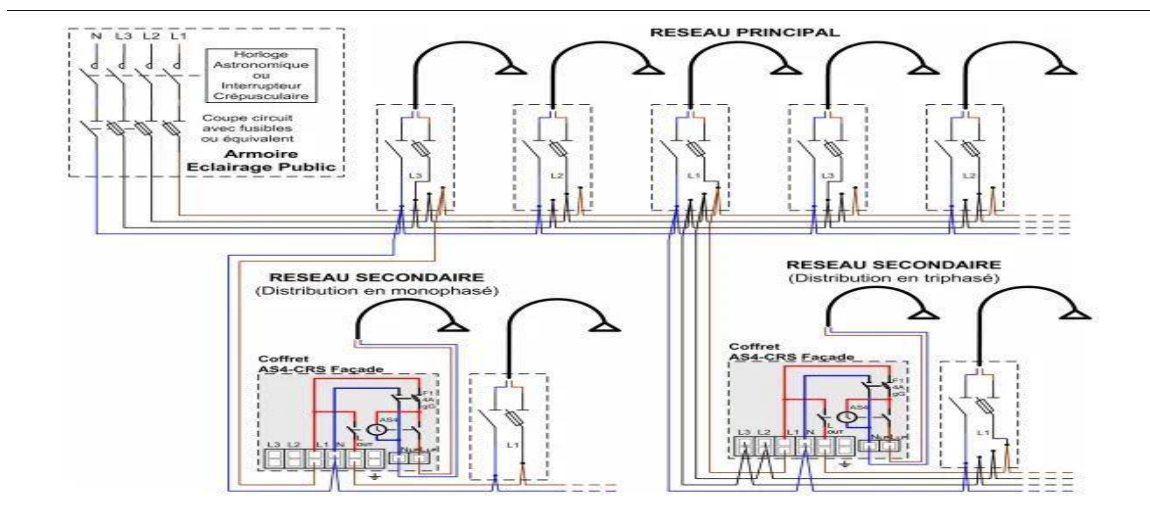


Figure III-5 Raccordement/extension du réseau EP souterrain

• Mis à la terre des installations :

Le réseau de mise à la terre pour la ville de Mostaganem sera constitué de :

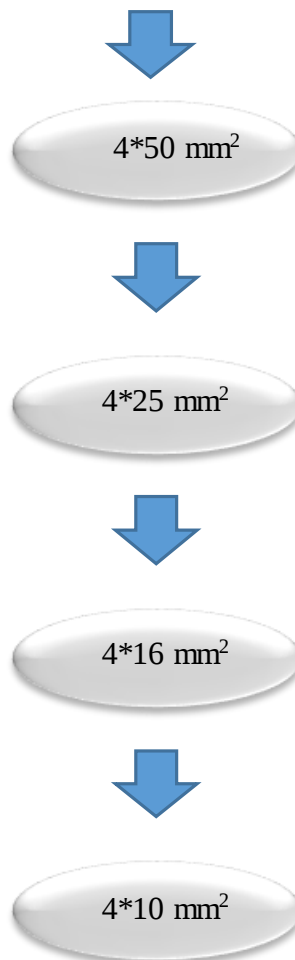
- Conducteur vert jaune intégré câble de distribution.
- La mise à la terre de chaque candélabre ou boîte est Détachez 5 ml de cuivre nu au fond de l'excavation.

Principalement, il existe trois installations dans la ville :

- Mise à la terre par une électrode de terre séparée, qui se compose de pieux insérés dans le pieu terre.

- Utilisez un conducteur en cuivre nu d'une section transversale nominale de 25 mm² pour la mise à la terre. Cette conductrice en cuivre doit être continue et ne doit pas être coupé à chaque candélabre.
- Mise à la terre via une électrode de masse commune : les supports doivent également être connectés les uns aux autres, la connexion à la terre se fait par un conducteur de protection isolé. Le conducteur ne peut pas être interrompu.
- **Les types des câbles utilisés dans la ville de Mostaganem pour REP :**
 - Câble souple HO 7 V-R : câble mono conducteur utilisé pour le câblage des platines d'appareillage d'alimentation et des armoires.
 - Câble souple HO 7 RN-F : utilisée pour les liaisons entre :
 - Entre luminaires et les borniers.
 - Entre les appareillages électriques d'alimentation et les luminaires.

Départ du transformateur



❖ Ce schéma représente la section des câbles électriques par rapport à la longueur.

• Les types de supports utilisés :

Les candélabres sont une pièce généralement verticale et doit être fixée au sol. Parmi les candélabres utilisés à Mostaganem, en a :

- Les candélabres en acier galvanisé.
- Candélabres en alliage d'aluminium.
- Des candélabres en bois et béton fonte.
- Candélabre de H=6 mètres : utilisé dans les rues reprises.
- Candélabre : H=7 mètres dans les vont public.
- Candélabre : H=10 mètres dans les routes trafic motorisé.

Les crosses sont conçues en trois modes de fixation :

- Console murale.
- Crosse latérale.
- Crosse fixation sur poteau.



Figure III-6: les crosses et les consoles

• Les types de lampes utilisées :

Parmi les types des luminaires utilisés dans la ville Mostaganem en a :

- Les LED.
- Les luminaires avec lampe à décharge.
- Des projecteurs dans les espaces sportifs.

Conclusions :

Dans ce chapitre, nous avons conclu que l'état de lieux de la ville de Mostaganem montre que même s'il y'a des changements au niveau d'installation d'éclairage public, la consommation est toujours élevée. On retrouve une bonne fixation des lampes mais avec un rendement lumineux très faible.

CHAPITRE IV

ETUDE ET OPTIMISATION DE
L'ECLAIRAGE PUBLIC DE LA
VILLE DE MOSTAGANEM

IV. CHAPITRE IV : ETUDE ET OPTIMISATION DE L'EP DE MOSTAGANEM

Introduction

Pour créer les meilleures conditions visuelles, il faut un bon éclairage. Le plan de passe de l'installation d'éclairage doit tenir compte de nombreux facteurs pour déterminer la qualité de l'ensemble du système. Notre objectif de mieux gérer l'optimisation de la consommation d'énergie, protéger l'environnement et réduire les coûts d'exploitation. Pour cela nous utilisons le logiciel DIALux pour répondre aux besoins des utilisateurs et pour trouver des solutions qui réponde aux normes.

IV.1. Diagnostic de l'EP de la ville de Mostaganem :

Le but de ce diagnostic électrique et technique du réseau d'éclairage public et de proposer des solutions d'amélioration prenant en compte différents exigences. Pour faire cette l'étude concernant l'état de l'éclairage extérieur dans la ville de Mostaganem, nous avons échantillonné leurs secteurs.

L'objectifs du diagnostic est pour :

- ✓ Réduire la consommation énergétique d'éclairage public.
- ✓ Diminuer le coût général d'installation.
- ✓ Améliorer la qualité de l'éclairage public.

Ce diagnostic comprend :

- ✓ Un relevé réel : technique (les lampes existe, les candélabres et le réseau d'EP).
- ✓ Des mesures physiques pour apprécier la qualité et l'efficacité de l'échantillon dans la ville de Mostaganem.
- ✓ Des mesures photométriques.

IV.1.1. Analyse des documents disponibles

Dans cette partie, nous tenterons d'examiner les documents et de combiner l'information disponible avec l'historique et l'observation sur le terrain.

IV.1.2. Le logiciel de conception utilisée

a) DIALUX

Dialux est un logiciel téléchargeable de conception et de calcul de la lumière du jour et de la lumière artificielle dans les espaces extérieurs ou intérieurs. Dialux est une source d'informations utile qui peut être utilisée pour créer des solutions d'éclairage qui répondent aux

besoins des utilisateurs et offrent des conditions de travail efficaces. L'algorithme Dialux utilise la méthode de la radiosité : la surface du modèle est discrétisée en plusieurs facettes, et le rayonnement ( mission et réception) est calculé pour chaque facette. L'éclairage de chaque point est calculé sur la base de l'équilibre du rayonnement lumineux reçu et émis par la facette. Il permet de calculer l'éclairage, le facteur de lumière du jour, la luminosité et la recherche et le rendu des ombres. La fonction de modélisation étape par étape intégrée permet de créer des modèles simples, tandis que le logiciel permet d'importer des modèles conçus sur d'autres programmes de CAO pour une utilisation dans des projets géométriquement plus complexes. La grille de calcul est entièrement configurable.

Il y'a plusieurs versions de DIALux mais dans notre conception en va utiliser la version « DIALux 4.13 ».

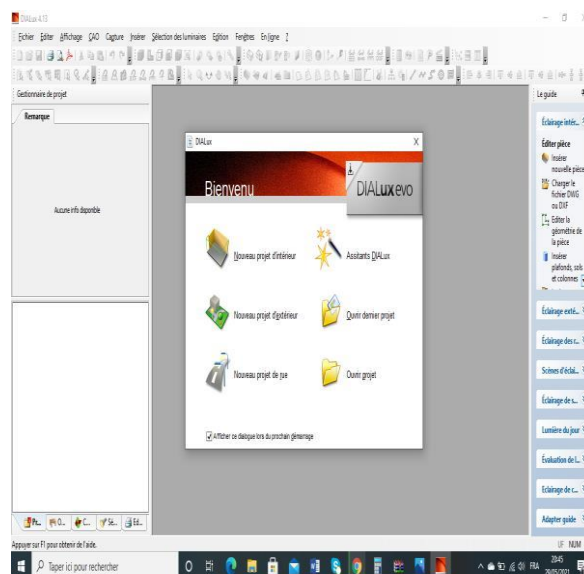


Figure IV-1 l'interface du logiciel DIALux evo 4.13

IV.2.  tude de l'état de l'art du réseau EP de Mostaganem :

Pour l'étude de l'état de l'éclairage public dans la ville de Mostaganem, nous avons pris comme échantillon la route nationale numéro 11 RN11/Ouest Oran.

IV.2.1. La route nationale :

Pour la première étude en traite la route national numéro 11 RN11/Ouest Oran.

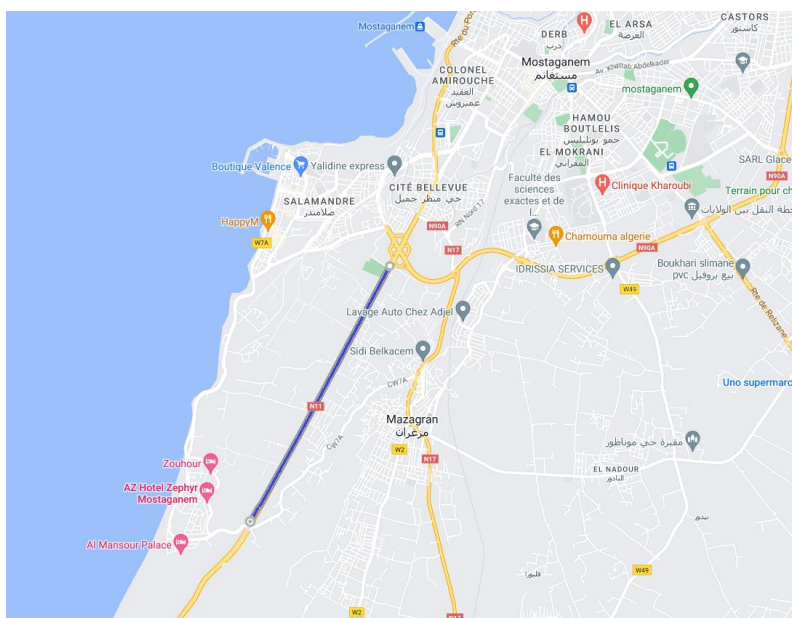


Figure IV-2 Route national 11 RN/11 Ouest Oran

a) Les foyers lumineux :

1. Nombre de foyers lumineux :

Le réseau sur la route national numéro 11 RN/11 Ouest Oran contient 837 poteaux et 1674 points lumineux.

2. Inventaire des lampes de l'EP :

La route national numéro 11 RN/11 Ouest Oran constitué un seul type de lampe 'LED' avec une puissance de '200w'.

3. Les candélabres et les supports :

La route national numéro 11 RN/11 Ouest Oran contient des candélabres 10 mètres de hauteur avec des supports doubles crosses.



Figure IV-3 LUMINAIRE-LED-200W

b) Analyse d'alimentation du réseau EP pour la route :

Les conducteurs d'alimentation du réseau d'éclairage public de la route national numéro 11 RN/11 Ouest Oran sont de type aérien.

L'armoire de la route se compose de :

- 09 portes fusibles 22/58.
- 09 fusibles 80A.
- 02 contacteurs D80 /220 - 80A.

IV.3. Étude de l'éclairage public de la route :

Pour l'étude, la route nationale ne peut pas être entièrement étudiée, donc certaines valeurs de luminance sont prises comme échantillons.

Tableau IV-1 l'état de l'art d'échantillon à étudier

Le secteur	L'adresse	L'état actuel
La route national numéro 11 RN/11 Ouest Oran	La route RN11 : Depuis le rond-point de Sablette jusqu'au branchement d'entrée de Mostaganem.	• Candélabre : En acier. • Crosse : Crosse double. • Luminaire : LED 200w. • Réseau : Souterrain. • Implantation : Axial.

IV.3.1. Étude photométrique :

Nous avons fait des mesures d'éclairement sur terrain dans la route RN11 de Mostaganem jusqu'à Sablette avec une source lumineuse (LED 200 w) avec un appareil (Luxmètre) dans un maillage des points.

Le choix est pris ou il n'y a pas d'embouteillage à ce moment-là afin que notre étude ne pas affecter par la lumière des voitures émises et aussi des endroits tranquillement pour faire ça en tout sécurité.

a) Luxmètre :

Un luxmètre est un capteur qui permet de mesure l'éclairement dans le spectre visuel. La mesure est absolue et non relative. L'unité de mesure est Lux.



Figure IV-4 Luxmètre numérique

b) La méthode de calcul :

Pour mesurer, à l'aide d'un luxmètre, le niveau d'éclairement moyen d'un espace extérieur, il faut effectuer, sur une zone reproductible diverse d'éclairements ponctuels et en établir une moyenne arithmétique. L'emplacement et nombre de points de mesure sont déterminés suivant un quadrillage régulier dont la taille des mailles est obligatoirement inférieure ou égale à la hauteur de feu divisée par deux.

- Condition impérative de mesure :
 - ✓ Luxmètre doit être parfaitement horizontal.
 - ✓ Luxmètre doit être à l'abri de toute ombre portée.
 - ✓ Le climat doit être sec (les gouttelettes peuvent fausser la mesure).

c) La mesure photométrique :

Selon la norme EN13201 nous avons d'un part un Éclairement moyen = 20 lux pour une route rapide > 50 km/h Véhicules - Motorisés (Rue RN11).

Les résultats que nous avons obtenus dans route RN11 de classe M4 :

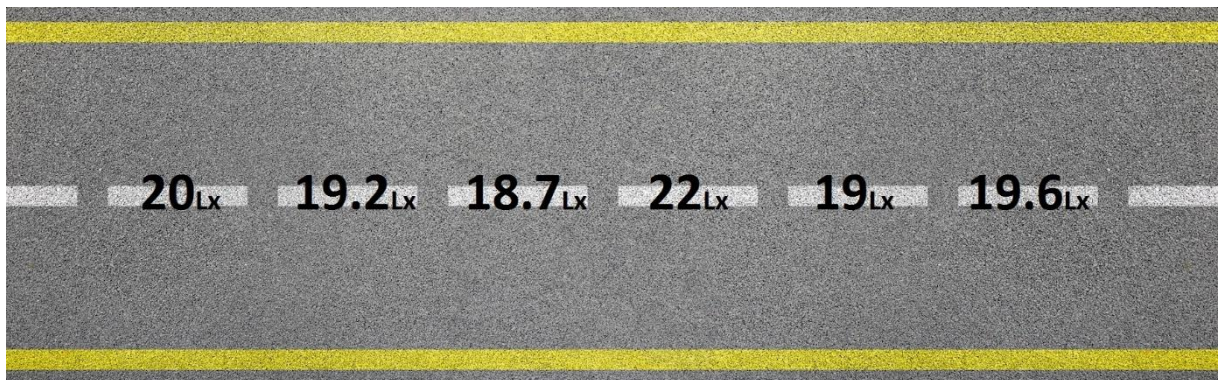


Figure IV-5 les valeurs d'éclairement mesuré dans la rue RN11

- Après les mesures photométriques par luxmètre on peut calculer l'éclairement moyen et le ratio d'uniformité, le tableau suivant présente le calcul de ces deux grandeurs.

Tableau IV-2 Tableau de calcul d'éclairement moyen et l'uniformité

	L'éclairement moyen (lux)	Les ratios d'uniformité		
		U _{moy}	U _{min}	U _{max}
Rue RN11 (LED)	19.75	0.94	0.85	1.05

- Le ratio d'uniformité moyenne = E_{min} / E_{moy}
- Le ratio d'uniformité minimale = E_{min} / E_{max}
- Le ratio d'uniformité maximale = E_{moy} / E_{min}

- Commentaire :**

L'éclairement moyen de la route RN11 est respecté car sa valeur est proche de la valeur requise (20lux), Et la valeur de l'uniformité moyenne est acceptable.

IV.3.2. Étude photométrique avec DIALux 4.13 :

a) *Projet : « la rue RN11 à Mostaganem » :*

Pour l'étude on prend une partie de cette route du rond-point de Sablettes jusqu'au branchement d'entrée de Mostaganem.

Les étapes suivantes représentent comment on a réalisé la simulation d'éclairage public de la route RN11 Mostaganem :

✓ Étape 01 : cliquez sur nouveau projet de rue

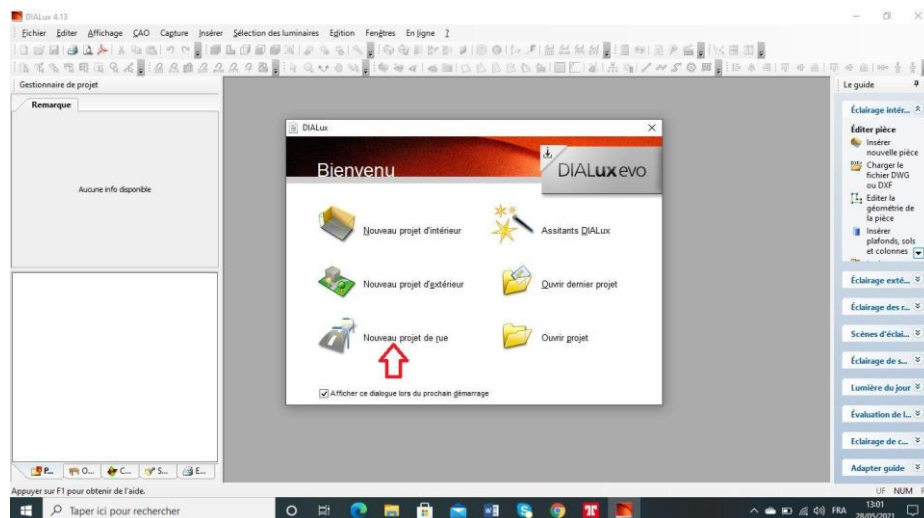


Figure IV-6 Vue globale sur l'interface du Dialux et choisisaient de type du projet

✓ **Étape 02 :** Donner un nom au projet, et choisir la norme européenne EN 13201.

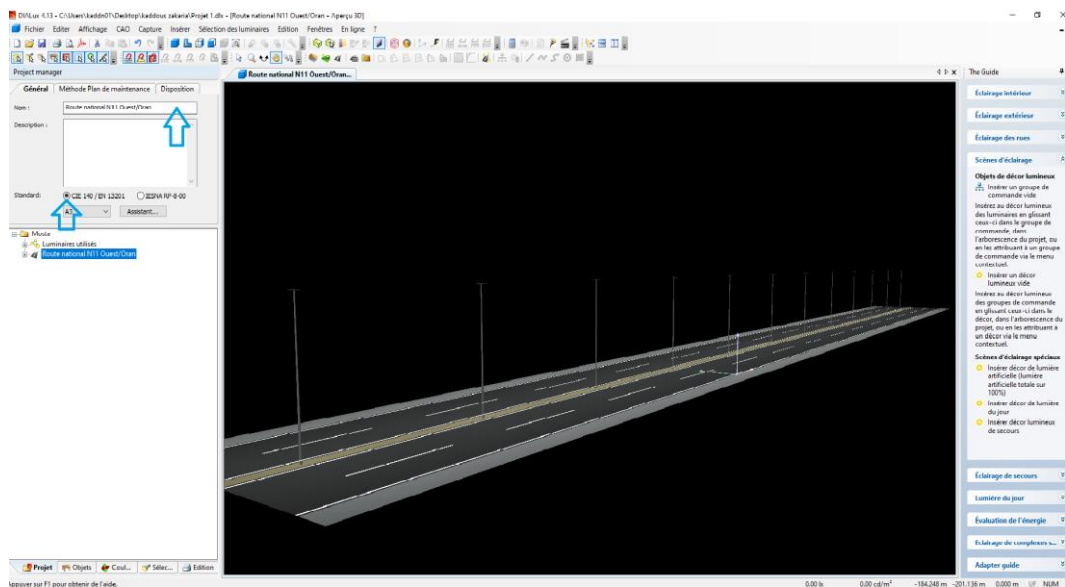


Figure IV-7 Définir les caractéristiques de la route et le choix de la norme à suivre

✓ **Étape 03 :** Après avoir choisi la disposition de notre rue, cliquez à chaque terme (trottoirs, chaussées) pour remplir leurs caractéristiques selon le cahier de charge (largeur, hauteur et nombre de voies).

D'après la méthode française qui est utilisé dans le DIALux, il y a 3 principales classes d'éclairage sont à considérer :

- M : pour les voies à trafic motorisé. (M4)
- C : pour les zones de conflit.
- P : pour les voies piétonnes et à faible vitesse de circulation. (P4).

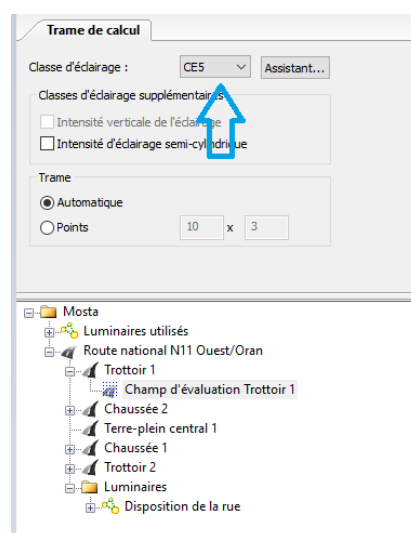


Figure IV-8 Réglage le classe des trottoirs

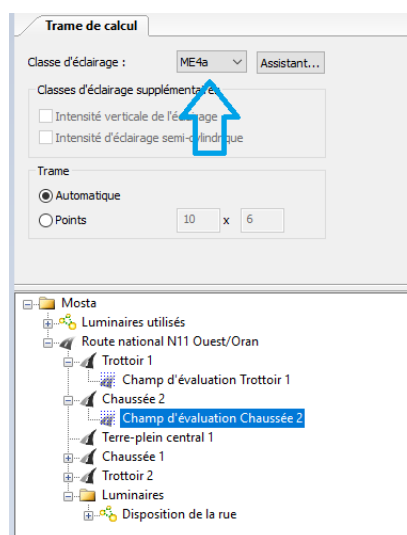


Figure IV-9 Réglage la classe des chaussées

- ✓ **Étape 04** : maintenant descendre vers sélectionner, puis télécharger un des catalogues des lampes qu'on veut (on a choisi Lighting technologies). (Voir Annexe 3)

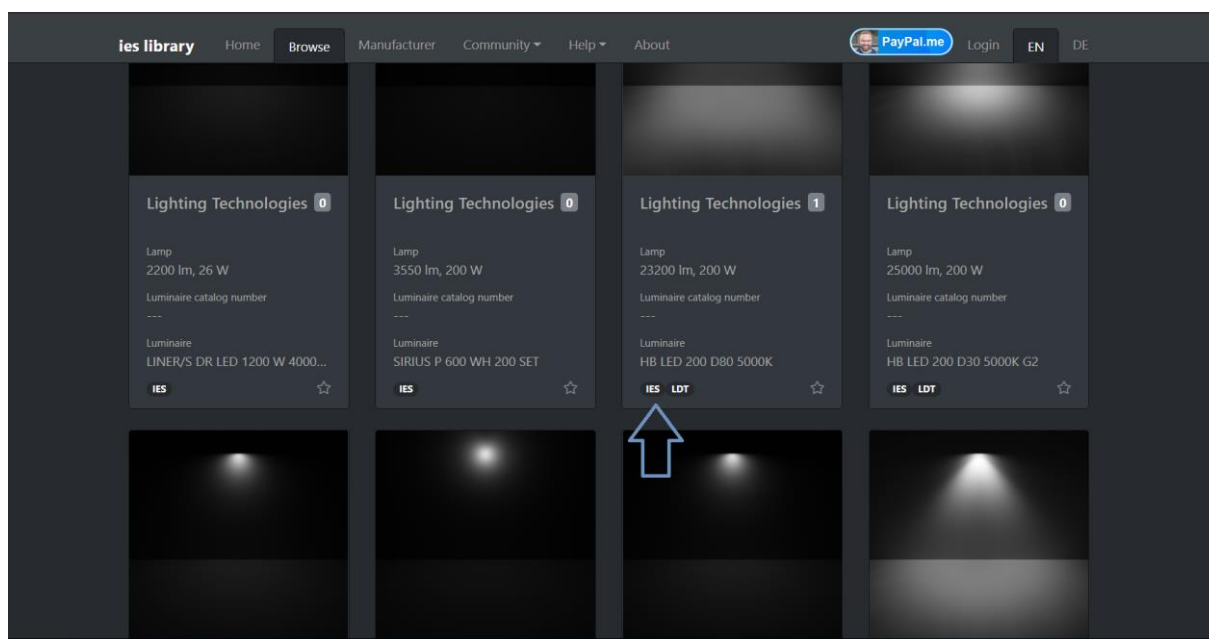


Figure IV-10 Catalogue Lighting technologies

- ✓ **Étape 05** : choisir un luminaire «Lighting technologies HB LED 200 D80 5000K» avec une puissance compatible de notre route RN11 Mostaganem.

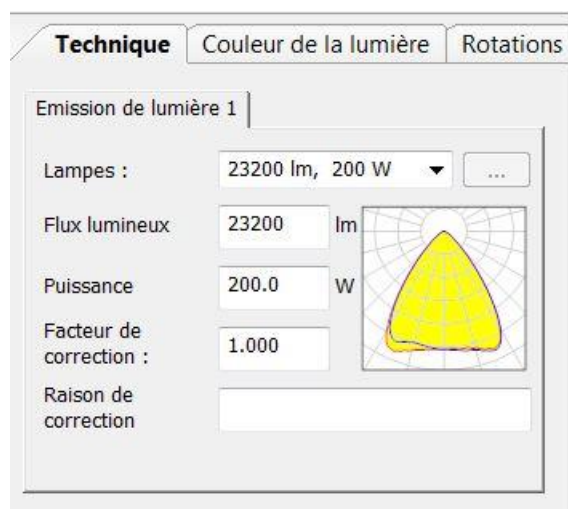


Figure IV-11 Insertion de la lumière

- ✓ **Étape 06** : modifier les caractéristiques de lampadaire (hauteur de candélabre, espacement entre les candélabres) et choisir l'implantation parfaite pour cette voie.

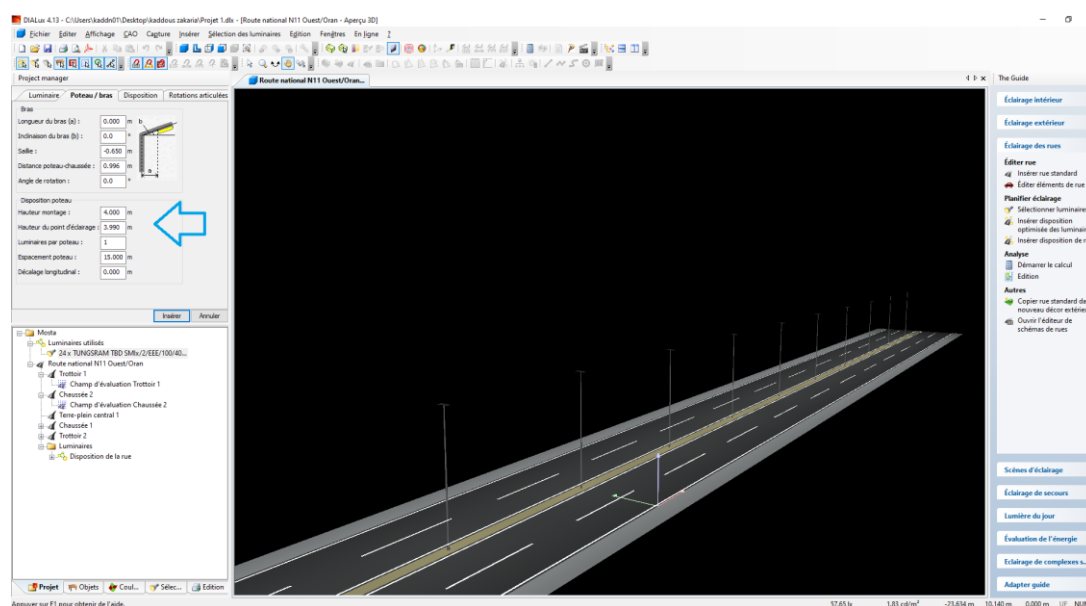


Figure IV-12 les caractéristique du la route

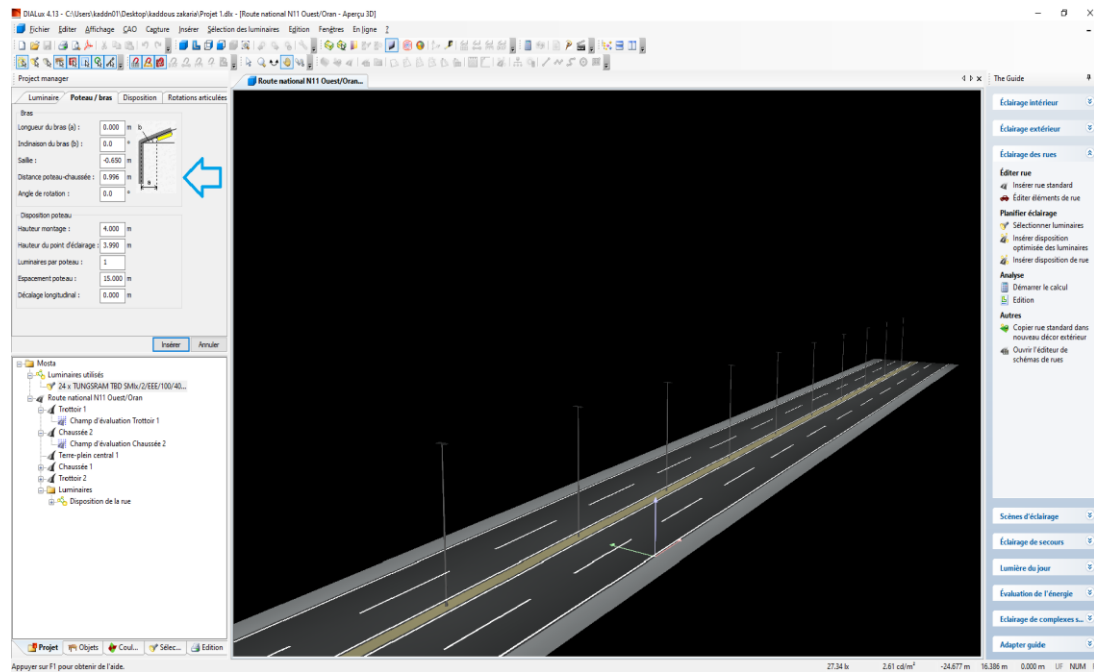


Figure IV-13 Identification des caractéristiques de support utilisée

- Le choix d'Implantation axiale : Est suivant le tableau (II-1) Avantage et inconvénient des types d'implantation.
- Le choix de la hauteur de feu h suivant la largeur de chaussée L .
- Choix de l'espacement E entre les foyers suivant la hauteur de feu.
- **Étape 07** : Lancer le calcul, en cliquant sur l'icône résultat, La visualisation l'intensité et le résultat d'éclairage avec représentation en 2D.

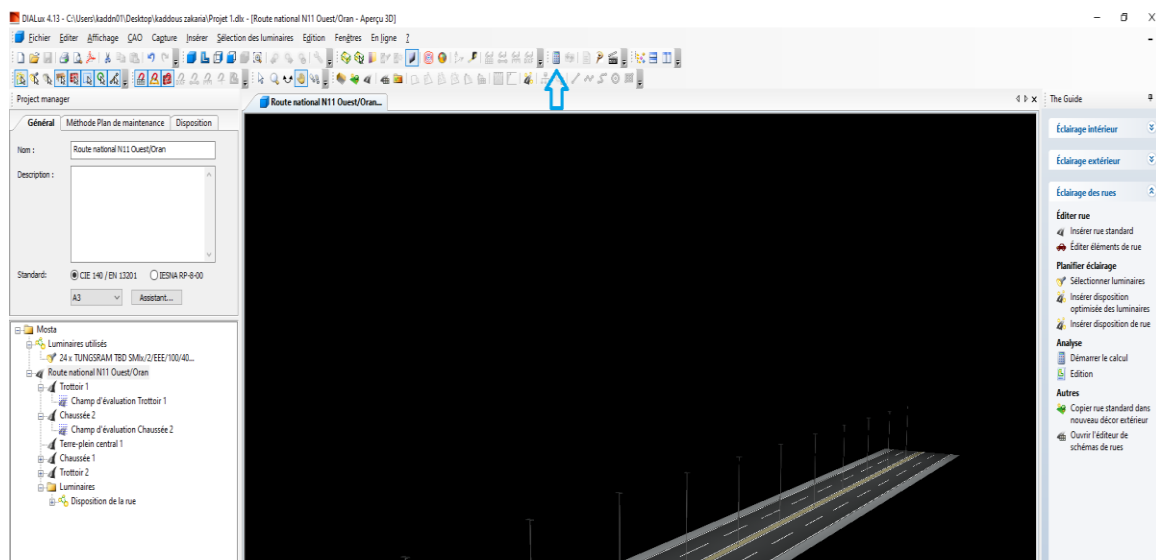
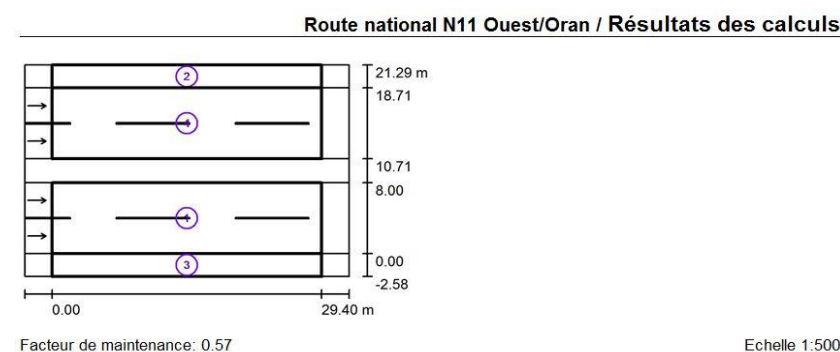


Figure IV-14 Lancement de calcul.

- Étape 08 : la fiche technique des résultats.



Liste des champs d'évaluation

- Champ d'évaluation Chaussée 1**
 Longueur: 29.400 m, Largeur: 8.000 m
 Trame: 10 x 6 Points
 Eléments de rue correspondants: Chaussée 1.
 Revêtement: R3, q0: 0.070
 Classe d'éclairage choisie: ME4a
 (Toutes les exigences photométriques ne sont pas remplies.)

	L_{moy} [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valeur effective selon calcul:	1.32	0.14	0.07	0	0.94
Valeurs de consigne selon la classe:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Rempli/Non rempli:	✓	✗	✗	✓	✓
- Champ d'évaluation Trottoir 1**
 Longueur: 29.400 m, Largeur: 2.580 m
 Trame: 10 x 3 Points
 Eléments de rue correspondants: Trottoir 1.
 Classe d'éclairage choisie: CE5
 (Toutes les exigences photométriques ne sont pas remplies.)

	E_{moy} [lx]	U0
Valeur effective selon calcul:	12.22	0.29
Valeurs de consigne selon la classe:	≥ 7.50	≥ 0.40
Rempli/Non rempli:	✓	✗
- Champ d'évaluation Trottoir 2**
 Longueur: 29.400 m, Largeur: 2.580 m
 Trame: 10 x 3 Points
 Eléments de rue correspondants: Trottoir 2.
 Classe d'éclairage choisie: CE5
 (Toutes les exigences photométriques ne sont pas remplies.)

	E_{moy} [lx]	U0
Valeur effective selon calcul:	12.22	0.29
Valeurs de consigne selon la classe:	≥ 7.50	≥ 0.40
Rempli/Non rempli:	✓	✗
- Champ d'évaluation Chaussée 2**
 Longueur: 29.400 m, Largeur: 8.000 m
 Trame: 10 x 6 Points
 Eléments de rue correspondants: Chaussée 2.
 Revêtement: R3, q0: 0.070
 Classe d'éclairage choisie: ME4a
 (Toutes les exigences photométriques ne sont pas remplies.)

	L_{moy} [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valeur effective selon calcul:	1.33	0.14	0.07	0	0.94
Valeurs de consigne selon la classe:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Rempli/Non rempli:	✓	✗	✗	✓	✓

Figure IV-15 Le résultat après simulation

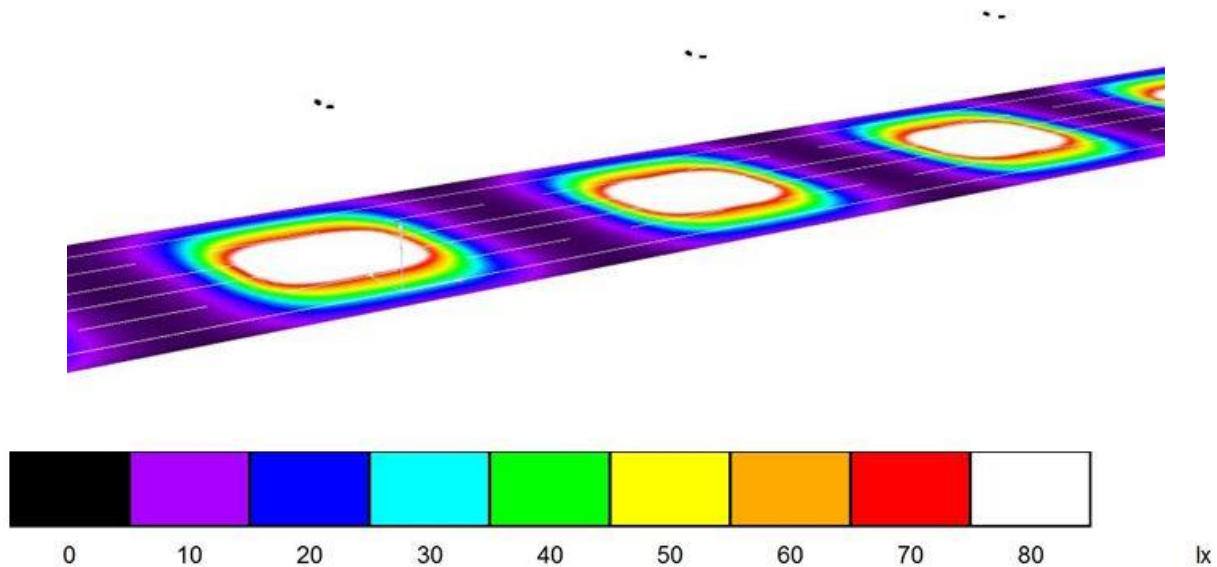


Figure IV-16 Rendu fausses couleurs

- **Commentaire :**

D'après les résultats donné par logiciel DIALux on distingue que l'éclairage de notre route ne respectent pas les normes et l'uniformité.

- **Les remarques :**

Après la simulation du projet sur logiciel DIALux en a remarqué que :

- Les normes ne sont pas respectées.
- L'utilisation des LED à grande puissance (200W) consomme beaucoup d'énergie électrique ; Donc c'est un gaspillage.
- Les lois de l'implantation sont respectées.

Notre étude permet de réduire la consommation électrique pour cela en :

- Remplaçant les LED de 200W à 100W.
- Respectant la norme EN13 201 sur l'uniformité et le réglage de flux.
- Trouvant l'implantation parfaite.

b) L'optimisation de la route RN11 Mostaganem avec Dialux :

- ✓ **Étape 01 :** Maintenant descendre vers sélectionner, puis télécharger un des catalogues des lampes qu'on veut et remplacé l'ancien luminaire (on a choisi Tungram). (Voir Annexe 2)

TUNGSRAM® Products Documents Case studies News Resources Career Contact							
★ TBD	SMIX/25/KKK/100/30/...	100	12610	Multiple		► Installation guide (PDF)	
★ TBD	SMIX/25/DDD/100/30/...	100	12600	Multiple		► Images (HTTP)	
★ TBD	SMIX/25/NNN/100/50/...	100	13590	Multiple		► Declaration of Conformity (PDF)	
★ TBD	SMIX/25/WWW/100/40/...	100	13220	Multiple		► Datasheet on all languages (HTTP)	
★ TBD	SMIX/25/KKK/100/50/...	100	13440	Multiple		Contact sales support	
★ TBD	SMIX/25/VVV/100/40/...	100	13480	Multiple			
★ TBD	SMIX/25/MMM/100/30/...	100	12790	Multiple			
★ TBD	SMIX/25/FFF/100/30/...	100	12740	Multiple			
★ TBD	SMIX/25/GGG/100/50/...	100	12940	Multiple	LDT / IES DIALux		
★ TBD	SMIX/25/EEE/100/50/...	100	13520	Multiple			
★ TBD	SMIX/25/CCC/100/40/...	100	12660	Multiple			
★ TBD	SMIX/25/FFF/100/40/...	100	13480	Multiple			
★ TBD	SMIX/25/OOO/100/50/...	100	13130	Multiple			

Figure IV-17 Catalogue TUNGSRAM

- ✓ **Étape 02** : On a choisis un luminaire « TUNGSRAM TBD SMIX/2/EEE/100/40 » avec une puissance et un flux lumineux qui nous convient. On prend en considération le côté technicoéconomique.

Général

Description

Techique

Emission de lumière 1

Lampes :

LED

...

Flux lumineux

15040

lm

Puissance

100.0

W

Facteur de correction :

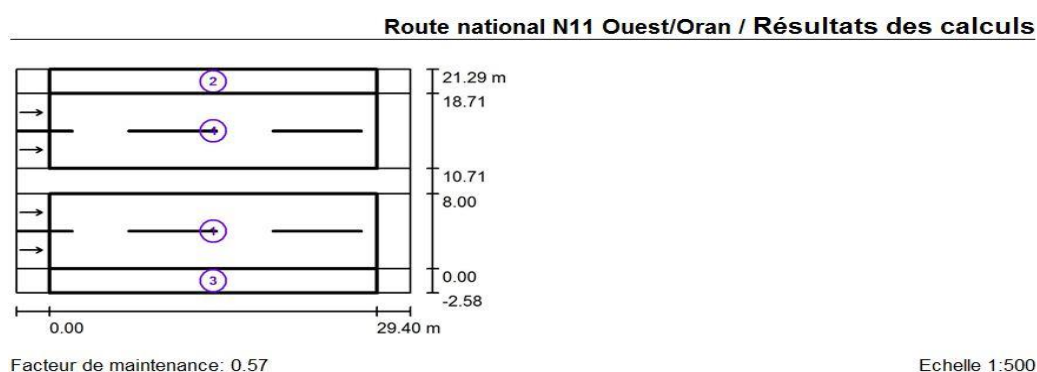
1.000

Raison de correction

☐ Tourner la CRL de 90° (US-EU Roadway)

Figure IV-18 Insertion le nouveau luminaire

- **Étape 03** : Lancer le calcul, et affichée la fiche technique des résultats.



Liste des champs d'évaluation

- Champ d'évaluation Chaussée 1**
 Longueur: 29.400 m, Largeur: 8.000 m
 Trame: 10 x 6 Points
 Eléments de rue correspondants: Chaussée 1.
 Revêtement: R3, q0: 0.070
 Classe d'éclairage choisie: ME4a
 (Toutes les exigences photométriques sont remplies.)

	L_{moy} [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valeur effective selon calcul:	1.27	0.42	0.86	8	0.91
Valeurs de consigne selon la classe:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Rempli/Non rempli:	✓	✓	✓	✓	✓
- Champ d'évaluation Trottoir 1**
 Longueur: 29.400 m, Largeur: 2.580 m
 Trame: 10 x 3 Points
 Eléments de rue correspondants: Trottoir 1.
 Classe d'éclairage choisie: CE5
 (Toutes les exigences photométriques sont remplies.)

	E_{moy} [lx]	U0
Valeur effective selon calcul:	9.60	0.73
Valeurs de consigne selon la classe:	≥ 7.50	≥ 0.40
Rempli/Non rempli:	✓	✓
- Champ d'évaluation Trottoir 2**
 Longueur: 29.400 m, Largeur: 2.580 m
 Trame: 10 x 3 Points
 Eléments de rue correspondants: Trottoir 2.
 Classe d'éclairage choisie: CE5
 (Toutes les exigences photométriques sont remplies.)

	E_{moy} [lx]	U0
Valeur effective selon calcul:	9.60	0.73
Valeurs de consigne selon la classe:	≥ 7.50	≥ 0.40
Rempli/Non rempli:	✓	✓
- Champ d'évaluation Chaussée 2**
 Longueur: 29.400 m, Largeur: 8.000 m
 Trame: 10 x 6 Points
 Eléments de rue correspondants: Chaussée 2.
 Revêtement: R3, q0: 0.070
 Classe d'éclairage choisie: ME4a
 (Toutes les exigences photométriques sont remplies.)

	L_{moy} [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valeur effective selon calcul:	1.27	0.42	0.86	8	0.91
Valeurs de consigne selon la classe:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Rempli/Non rempli:	✓	✓	✓	✓	✓

Figure IV-19 Le résultat après l'optimisation

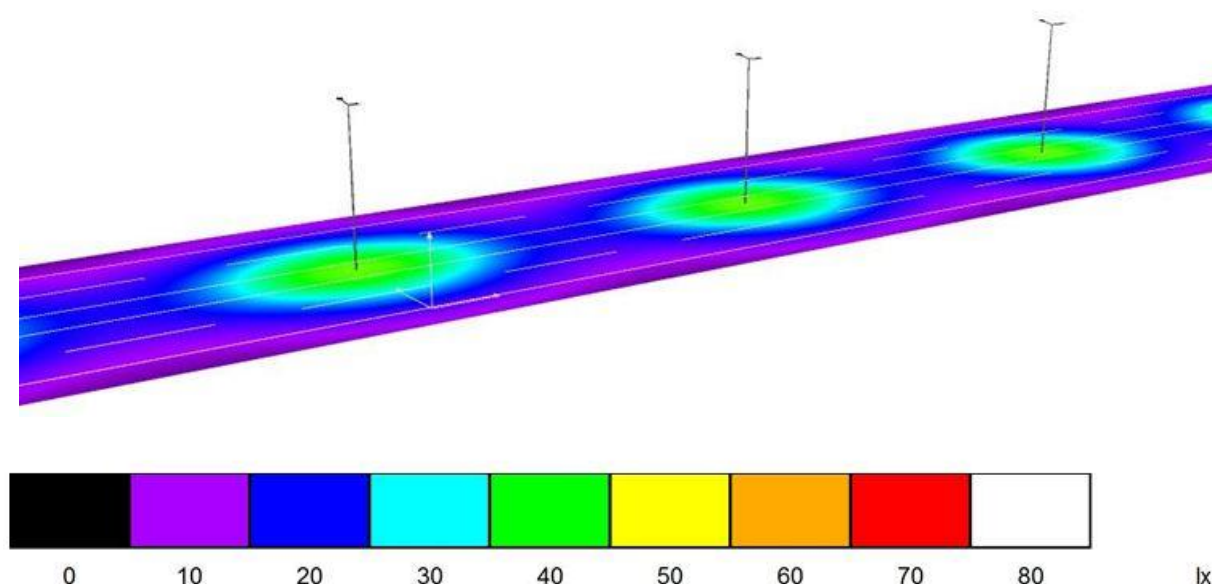


Figure IV-20 Rendu fausses couleurs après l'optimisation



Figure IV-21 le résultat final de la route en 3D

- **Commentaire :**

D'après les résultats donné par logiciel DIALux on distingue que l'éclairage de notre route après l'optimisation respectent les normes et l'uniformité.

- **Les remarques :**

Après l'optimisation du projet sur logiciel DIALux en a remarqué que :

- Les normes sont respectées.
- L'utilisation des LED (100W) économie de la consommation d'énergie électrique.
- Il n'y pas de gaspillage.

IV.4. Recommandation :

- ✓ Les normes d'éclairage doivent être respectées.
- ✓ Réalisation d'une variable étude en utilisant le logiciel de conception tel que Dialux.
- ✓ Privilégier l'éclairage des LED.
- ✓ L'installation des luminaires ou sources de lumière en présentant la meilleure efficacité lumineuse, moins éblouissantes et sans négliger la qualité de lumière.
- ✓ Associer l'éclairage avec des solutions de gestions et de pilotage : détection de mouvement, asservissement à la lumière du jour.
- ✓ Couper certains lampadaires (hors voies de circulation) en vérifiant l'absence de zones d'ombres.
- ✓ Diminuer l'éclairement au moyen d'éléments techniques (ballast électronique, gradateur), qui permettent un gain énergétique jusqu'à 50%.
- ✓ Une synchronisation temporelle (en fonction des horaires de levé et coucher du soleil, pour réduire l'éclairage de quelques minutes chaque jour).

CONCLUSION :

Dans ce chapitre on a fait l'étude d'éclairage d'un échantillon à Mostaganem, après on a fait la simulation pour confirmer les résultats obtenus.

Pour parvenir à un éclairage optimisé, il est recommandé la modernisation des installations et la baisse du niveau d'éclairement. Aujourd'hui il ne s'agit plus de multiplier les points lumineux, mais de les équilibrer de façon pertinente.

CONCLUSION

GENERALE

CONCLUSION GENERALE

L'éclairage public est un service important, dont la gestion revient à la municipalité. La consommation d'énergie est aussi un véritable enjeu environnemental.

La maîtrise des critères de choix des équipements d'un projet d'éclairage public sont les premières pierres pour atteindre un objectif d'optimisation du service de l'éclairage public et de la réduction de la facture énergétique.

Le choix des équipements s'établit en tenant compte non seulement des coûts initiaux d'acquisition, mais aussi des coûts d'exploitation et de maintenance, d'où la nécessité de prêter une attention particulière aux caractéristique des différentes composantes d'un réseau d'éclairage public.

L'objectif principal de ce travail est d'étudier l'état des lieux de l'éclairage public dans la ville de Mostaganem et de faire un diagnostic (observation, inventaire et mesures) dans notre échantillon 'Route nationale numéro 11 la route RN11/ouest Oran'.

Qui nous fait savoir et qui a permis de déterminer les problèmes affectant les installations d'éclairage public et les problèmes liés à la photométrie comment éblouissants et le rendu couleur. Et le traiter à l'aide du logiciel DIALux.

Perspectives :

- L'utilisation des luminaires à LED est bien adaptée à des solutions de gestion à distance.
- Introduire l'outil intelligent dans l'éclairage public qui a pour fonction :
 - Une télégestion à l'armoire
 - Une télégestion aux points lumineux
 - Une plateforme logicielle par réseau Ethernet (câble ou fibre) ou par réseau GSM avec 3G (carte SIM).
- Pré-diagnostic et optimisation des tournées de maintenance.
- Un suivi des consommations pour améliorer la performance énergétique de l'installation.
- Exigences des normes dans les cahiers de charge des projets d'éclairage public comme mentionnés au chapitre II.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Useni, Sadam Useni Bin.** *Etude de l'assainissement de l'éclairage public et de l'amélioration des conditions de sécurité.* 2010.
2. **chaussées”, Groupe national “Caractéristiques de surface des.** CARACTERISTIQUES PHOTOMETRIQUES. *NOTE D'INFORMATION.* [En ligne] Mars 1997. <http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/1159127.pdf>.
3. **Giz.** *Fondamentaux de l'eclairage public.* Maghreb : Coopération Municipale-CoMun, 2018.
4. **détermination du courant d'emploi .** *Technologie.* [En ligne] <http://lgt.garnier.free.fr/techno/determinib.pdf>.
5. **Qu'est-ce qu'une chute de tension?** *elandcables.* [En ligne] 2022. <https://www.elandcables.com/fr/the-cable-lab/faqs/faq-what-is-voltage-drop#:~:text=Dans%20un%20circuit%20%C3%A9lectrique%2C%20une,niveau%20de%20chute%20de%20tension..>
6. **Sectionneur.** *Wikimedia .* [En ligne] 30 Mars 2021.
7. **Réflecteur.** *Wikimedia.* [En ligne] 21 Juillet 2019. <https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9flecteur#:~:text=En%20optique%2C%20un%20r%C3%A9flecteur%20est%20un%20dispositif%20qui%20r%C3%A9fl%C3%A9chit%20la%20lumière..>
8. **Fil électrique.** *Wikimedia .* [En ligne] 12 Mai 2021. https://fr.wikipedia.org/wiki/Fil_%C3%A9lectrique#Transport_d'%C3%A9nergie.
9. **What's the difference between underground electricity cables and overhead electricity lines?** *ukpowernetworks.* [En ligne] <https://www.ukpowernetworks.co.uk/help/whats-the-difference-between-underground-cables-and-overhead-lines#:~:text=Overhead%20electricity%20lines%20are%20usually,up%20areas%20such%20as%20cities..>
10. **Le transport aérien.** *marketing-etudiant .* [En ligne] 08 Avril 2015. <https://www.marketing-etudiant.fr/exposes/t/le-transport-aerien.php>.
11. **Armoire électrique.** *installation-electrique.ooreka.* [En ligne] <https://installation-electrique.ooreka.fr/astuce/voir/565123/armoire-electrique>.

Références bibliographiques

12. L'alimentation en Moyenne Tension. *Wiki Installation Electrique*. [En ligne] 2020 mai 20. https://fr.electricalinstallation.org/frwiki/L%E2%80%99alimentation_en_Moyenne_Tension.

13. Contacteur. *Wikimedia*. [En ligne] 31 Janvier 2022. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Contacteur>.

14. Djihane, AGBOUBI. *DIAGNOSTIC ET OPTIMISATION DE L'ÉCLAIRAGE PUBLIC DE LA VILLE D'OraN*. 2021.

ANNEXE

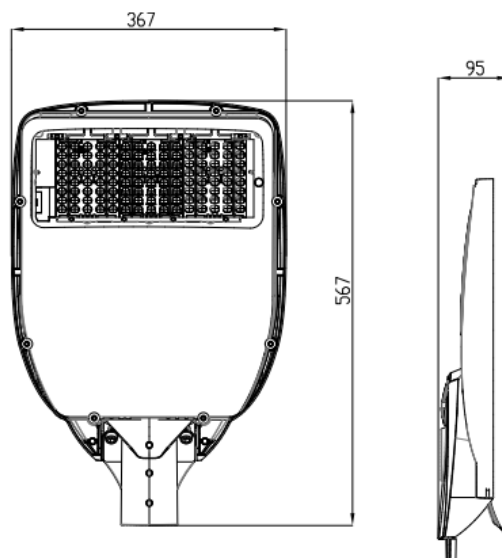
ANNEXE

Annexe 1 : Les classes de la chaussée

Composition du trafic	Volume et vitesse du trafic (1) véhicules	Caractéristiques des voies	Exemples	Classe	Principes d'éclairage
Automobile seule	Circulation importante et rapide	Voies à chaussées Séparées, sans croisement à Niveau et à accès entièrement contrôlé	Autoroutes Routes express	A	Routier
		Autres voies réservées à la circulation automobile	Routes Voies de contournement, radiales, etc....	B	
	Circulation importante mais à Vitesse moyenne $V \leq 90 \text{ km/h}$	Voies importante réservées à la circulation automobile		C	
Tout véhicules et piéton	Tout véhicule vitesse modérée $60 < V < 90 \text{ km/h}$	Voies urbaines à circulation automobile prépondérante et importante	Routes traversant une agglomération	C	Juxtaposition des deux principes d'éclairage
	Circulation importante avec forte proportion de piétons ou de véhicules lents	Voies urbaines à trafic mixte et à circulation automobile importante ($\geq 300 \text{ véhi./d}$)	Grand boulevards Avenues Rues importantes	D	
	Vitesse et volume limités	Voies urbaines à trafic mixte et à circulation automobile faible ($< 300 \text{ véhi./d}$)	Petites rues Places Ruelles	E	urbain
	Vitesse et volume très limités	Voies de dessertes locales	Voies de lotissement Rues piétonnes	Non classées	

Annexe 2 : Fiche technique de luminaire

Dimensions (mm) :



TUNGSRAM TBD SM1x/2/EEE/100/40...

Article n°: TBD

Flux lumineux (Luminaire): 15040 lm

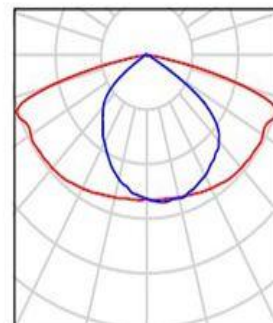
Flux lumineux (Lampes): 15040 lm

Puissance par luminaire: 100.0 W

Classification des luminaires par UTE: 1.00E

CIE Flux Code: 42 79 97 100 100

Composants: 1 x LED (Facteur de correction 1.000).



Annexe 3 : Fiche technique de luminaire

Route national N11 Ouest/Oran / Liste des luminaires

Lighting Technologies HB LED 200 D80 5000K

Article n°:

Flux lumineux (Luminaire): 23200 lm

Flux lumineux (Lampes): 23200 lm

Puissance par luminaire: 200.0 W

Classification des luminaires par UTE: 1.00B

CIE Flux Code: 76 97 100 100 100

Composants: 1 x 23200 lm, 200 W (Facteur de correction 1.000).

Les illustrations des différents luminaires se trouvent dans notre catalogue.

