



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/2021

## MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de

### MASTER EN GENIE ELECTRIQUE

**Filière :** Electrotechnique

**Spécialité :** Electrotechnique Industrielle

**Présenté par :**

ABBOU Mokhtar

BENGUELLA Arbi

### Etude de l'éclairage public pour les terrains de sport en Algérie

Encadreur : Mr. CHAOUCH Abdellah

Co-encadreur : OMARI Hamza et ABBES Wassim (GISB)

Soutenu le / / 2021 devant le jury composé de :

Président : AZZEIDNE Mohamed

Université de science et technologie

Examinatrice : NEDDAR Houaria

Université de science et technologie

Année Universitaire 2020/2021

## Remerciement

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire et mes parents aussi pour leur soutien constant et leurs encouragements.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mr A. CHAOUCH et H. OMARI, on le remercie pour la qualité de leur encadrement exceptionnel, pour leur patience, leur rigueur et leur disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Nos remerciements s'adressent à groupe industriel Sidi Bendhiba et sur tout Mr W. ABESS pour son aide pratique.

Que Mr M. AZZEDINE maître de conférences à l'université de Mostaganem qu'il m'a fait d'avoir accepté présider le jury de Cette mémoire. Nous remercions vivement Mm H. NEDDAR qui a bien voulu examiner notre travail et faire partie du jury.

Nos remerciements s'adressent également à tous nos professeurs d'université Abdelhamid Ibn badis pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

# Sommaire

Remerciement.....	2
Sommaire .....	3
Introduction général.....	6
Chapitre I : Principe de base d'éclairage public .....	7
1.1-Introduction .....	8
1.2-Les différents types de l'éclairage.....	9
- 1.2.1- L'éclairage fonctionnel .....	9
- 1.2.2- L'éclairage Décoratif.....	9
- 1.2.3-L'éclairage D'accentuation.....	9
- 1.2.4- Les illuminations festives.....	9
1.3- L'éclairage des voies ouvertes au public.....	10
1.4-Définitions les différents mots utilisent dan l'éclairage .....	11
- 1.4.1-Le flux lumineux.....	11
- 1.4.2-L'éclairement ou illumination.....	12
- 1.4.3-Intensité lumineuse.....	12
- 1.4.4-La Luminance.....	12
- 1.4.5-La puissance rayonnante.....	12
- 1.4.6-L'efficacité lumineuse.....	12
- 1.4.7-L'efficacité lumineuse relative.....	12
- 1.4.8-Le facteur de réflectance.....	13
- 1.4.9-Indice de Rendu des couleurs.....	13
- 1410-Température de Couleur de la lumière.....	13
- 1.4.11-Uniformité.....	14
1.5-Les critères de qualité de l'éclairage.....	14
- 1.5.1- Critères de qualité classiques.....	14
- 1.5.2-Nouveaux critères de qualité.....	14
1.6-Niveaux d'éclairage.....	15
1.7-La maintenance d'éclairage public.....	16
1.8-Les normes d'éclairage.....	17
- 1.8.1-Les normes de base.....	17
- 1.8.2-Les normes complémentaires.....	17
1.9-Conclusion.....	19

<b>Chapitre II : Les différents éléments ou site sur l'éclairage de terrain de sport en Algérie.</b>	<b>20</b>
2.1-L'éclairage public pour les terrains de sport .....	21
2.2-Pourquoi éclairer avec LED .....	22
- 2.2-1-Efficacité lumineuse des sources de lumière .....	22
2.3-L'éclairage de terrain de sport en Algérie .....	23
2.4-Les différents éléments de l'éclairage pour les terrains de sports .....	24
- 2.4.1-Armoire .....	24
- 2.4.2-Câbles réseau électrique .....	24
- 2.4.3-Point lumineux .....	25
- 2.4.5-Crosse.....	27
- 2.4.5-Mât .....	27
2.5-Conclusion.....	28
<b>Chapitre III : Dimensionnement d'un cas réel selon de la norme.....</b>	<b>29</b>
3.1-Introduction .....	30
3.2-Le logiciel DIALUX.....	31
3.3-Spectromètre (luxmètre) .....	32
3.4-L'éclairage de terrain de football (chemouma Mostaganem) .....	33
- 3.4.1-Le schémas architecturale (stade de chemouma Mostaganem) .....	34
- 3.4.2-L'étude avant l'optimisation .....	35
- 3.4.3-Les problèmes de l'éclairage obtenu dans ce terrain de football (chemouma Mostaganem) .....	37
- 3.4.4-Optimisation d'éclairage .....	38
- 3.4.4.1-Spécificités techniques de (TUNGSRAM OPERATIONS 93115849 LED Flood G2 TU S 400W.....	40
- 3.4.4.2-Spécificités techniques de (PHILIPS BVP106 W422 1 xLED200/750 500W) ..	40
- 3.4.5-les position des luminaires .....	41
- 3.4.6-Graphique de valeurs .....	42
- 3.4.7-Les courbes isophotes .....	43
- 3.4.8-Tableau des valeurs obtenu .....	44
- 3.4.9-Schéma avec l'éclairage optimisé .....	44
3.5-Conclusion.....	45

<b>Chapitre IV : Nos recommandations.....</b>	<b>46</b>
<b>4.1-Introduction.....</b>	<b>47</b>
<b>4.2-Classification des stades .....</b>	<b>48</b>
<b>4.3-Les principaux objectifs peuvent être .....</b>	<b>49</b>
<b>4.4-Liste des recommandations utiles.....</b>	<b>50</b>
<b>4.5-Armoire de commande .....</b>	<b>50</b>
<b>4.6-Les composants d'armoire a recommandé.....</b>	<b>51</b>
<b>4.7-L'inclinaison des projecteurs .....</b>	<b>53</b>
<b>4.4-conclusion.....</b>	<b>54</b>
<b>Conclusion général.....</b>	<b>55</b>
<b>Annexe.....</b>	<b>56</b>
- <b>Le contenu global de la norme 12665.....</b>	<b>56</b>
- <b>Le contenu global de la norme 12193.....</b>	<b>57</b>
- <b>Les principaux de concepts.....</b>	<b>58</b>
<b>Tableau des figures .....</b>	<b>59</b>
<b>Les tableaux.....</b>	<b>60</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>60</b>

## Introduction général :

L'éclairage public consiste à installer un système de plusieurs appareils d'éclairage qui permettent d'offrir une ambiance confortablement éclairée selon l'espace considéré et suivant la luminance moyenne proposée par les normes.

L'éclairage des espaces considérés comme espace public sont :

- éclairage des espaces vert. (Les jardins, les parcs de jeux...).
- éclairage décoratif (projecteur).
- éclairage routier (voirie).
- éclairage des terrains de sport.

L'éclairage public est l'un des besoins les plus importants dans notre vie quotidienne, qui varie dans la forme, l'objectif et les utilisations, outre est représenté une part conséquente de la consommation d'énergie. Avec la libéralisation du marché de l'électricité et l'augmentation importante des coûts de l'énergie facturée aux communes, l'éclairage public est devenu un enjeu majeur. Dans de nombreuses communes, l'énergie consommée par l'éclairage public représente la plus grande proportion de leur facture d'électricité annuelle. Généralement la raison principale est l'utilisation d'anciens systèmes de commande. La commande peut agir sur la durée d'allumage et la quantité de lumière nécessaire. Donc dans le cas d'un mauvais fonctionnement de ces systèmes, il aura une incidence directe sur la consommation d'énergie, ce dernier est constitué une charge financière qui peut grever de manière sensible le budget des communes.

Dans ce mémoire, nous étudierons l'éclairage public pour les terrains de sport en Algérie, tout d'abord dans le premier chapitre nous discutons sur le principe de base d'éclairage public (la terminologie dans le domaine de l'éclairage, les bases et les normes d'éclairage), ensuite dans le deuxième chapitre nous présenteront les différents éléments de l'éclairage pour notre cas d'étude c'est les terrains de sport , la comparaison entre les cas actuelles installés par l'entreprise algérienne avec les normes européennes , puis le troisième chapitre représente l'objectif de notre mémoire c'est le dimensionnement d'un cas réel selon a norme (mettre les schémas architecturale, les calculs et les choix) et enfin nous proposons des solutions et des recommandations sur les erreurs commises par les entreprises algériennes .

---

*Chapitre I*

---

***Principe de base d'éclairage public***

## **1.1-introduction:**

La lumière n'avait au siècle dernier que des intérêts fonctionnels. Les notions d'éblouissement, De sur-éclairage n'étaient jamais abordées.

A la fin des années 90 la tendance s'inverse, l'homme prend conscience que l'éclairage extérieur joue sur l'esthétique des lieux. Au fil du temps, notamment à partir des années 2000, des idées nouvelles se développent. Les débats autour de la planète, de l'énergie qu'on y puise sont d'actualité. On prend conscience qu'il est nécessaire d'utiliser l'éclairage public mais de façon raisonnable et juste.

Dans de nombreuses configurations l'éclairage extérieur porte au questionnement :

- ✓ Il apporte une gêne visuelle : les alignements de lampadaires disposés de façon monotone le long des axes routiers peuvent gâcher le paysage urbain
- ✓ Il est parfois superflu : éclairage inutile de monuments, décorations de Noël abondantes...
- ✓ Comment sont recyclés les appareils en fin de vie ? On trouve dans certaines lampes des substances toxiques.
- ✓ Il porte l'image d'une surconsommation :
  - Fort niveau d'éclairement de zones très faiblement circulées
  - Déperditions de lumière : toute la lumière d'un point d'éclairage ne se dirige pas vers l'endroit souhaité. On parle alors de lumière indésirable qui forme les halos lumineux au-dessus des zones urbanisées.

Selon de récentes études l'éclairage public représente ainsi 10 à 15 % du budget global des communes.

Toutes ces remarques amènent à se poser la question de l'avenir de l'éclairage public. L'éclairage est un service public, exigé par les usagers. Il doit être adapté aux besoins pour aller vers un éclairage plus juste. Les objectifs sont de limiter aux mieux les nuisances et le gaspillage afin de minimiser les pertes d'énergie inutiles.

Pour cela diverses solutions existent :

- ✓ Des solutions techniques :
  - Utilisation de luminaires développant moins de déperditions de lumière

- Utilisation de luminaires adaptés à l'usage (voie piétonne, route circulée, mise en valeur de lieux ou de bâtiments...)
- Arrivée d'un éclairage moins énergivore (LED...)

Des utilisations différentes, mieux adaptées :

- Réduction des plages horaires d'éclairage
- Adaptation de la puissance d'éclairage en fonction des horaires

Les éclairagistes s'attachent à développer de nouveaux produits pour un « éclairage vert » et dont l'esthétique nouvelle participera à la valorisation des espaces publics.

## **1.2-Les différents types de l'éclairage :**

Actuellement, l'éclairage occupe plusieurs fonctions au sein de l'environnement public extérieur. Il sécurise, guide, balise, mais aussi met en valeur, donne une ambiance aux espaces. L'éclairage se divise en plusieurs catégories, dont chacune remplit des fonctions bien spécifiques. On a ainsi différents types d'éclairage :

### **1.2.1-L'éclairage fonctionnel :**

L'enjeu premier est de sécuriser. L'esthétique du matériel d'éclairage et le rendu des couleurs ne sont pas prioritaires. Il s'agit souvent d'un éclairage uniquement routier (figure 1).

### **1.2.2-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 diurne, comme nocturne. L'éclairage d'agrément sera utilisé pour un éclairage routier, piétonnier ou mixte routier/piéton (figure 2).

### **1.2.3-L'éclairage D'accentuation :**

L'éclairage doit mettre en valeur un site, en créant une ambiance singulière. Il lui offre ainsi un visage nocturne par une illumination et/ou un balisage adapté. L'éclairage d'accentuation n'est à priori pas destiné à sécuriser un lieu (figure 3).

### **1.2.4-Les illuminations festives :**

Ces illuminations non permanentes s'attachent à un évènement particulier, souvent synonyme de fête. Les illuminations festives ne sont pas destinées à sécuriser un lieu (figure 4).



Figure 1 : L'éclairage fonctionnel



Figure 2 : L'éclairage Décoratif

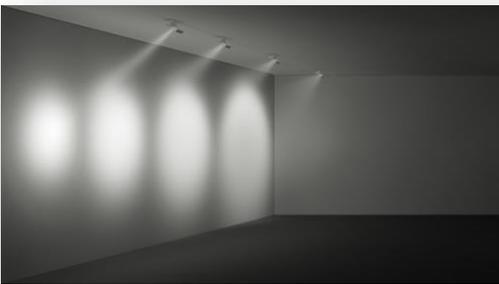


Figure 3 : L'éclairage D'accentuation



Figure 4 : Les illuminations festives

### **1.3-L'éclairage des voies ouvertes au public :**

Il est assuré par un réseau d'éclairage public alimenté par le réseau basse tension de distribution publique d'électricité. Ce réseau d'éclairage public est constitué de :

- L'armoire de commande avec l'horloge ;
- Les câbles aériens ou souterrains ;
- Les mâts et les candélabres ;
- Les luminaires.

## 1.4-Définitions les différents mots utilisés dans l'éclairage :

Les différents mots utilisés dans l'éclairage sont :

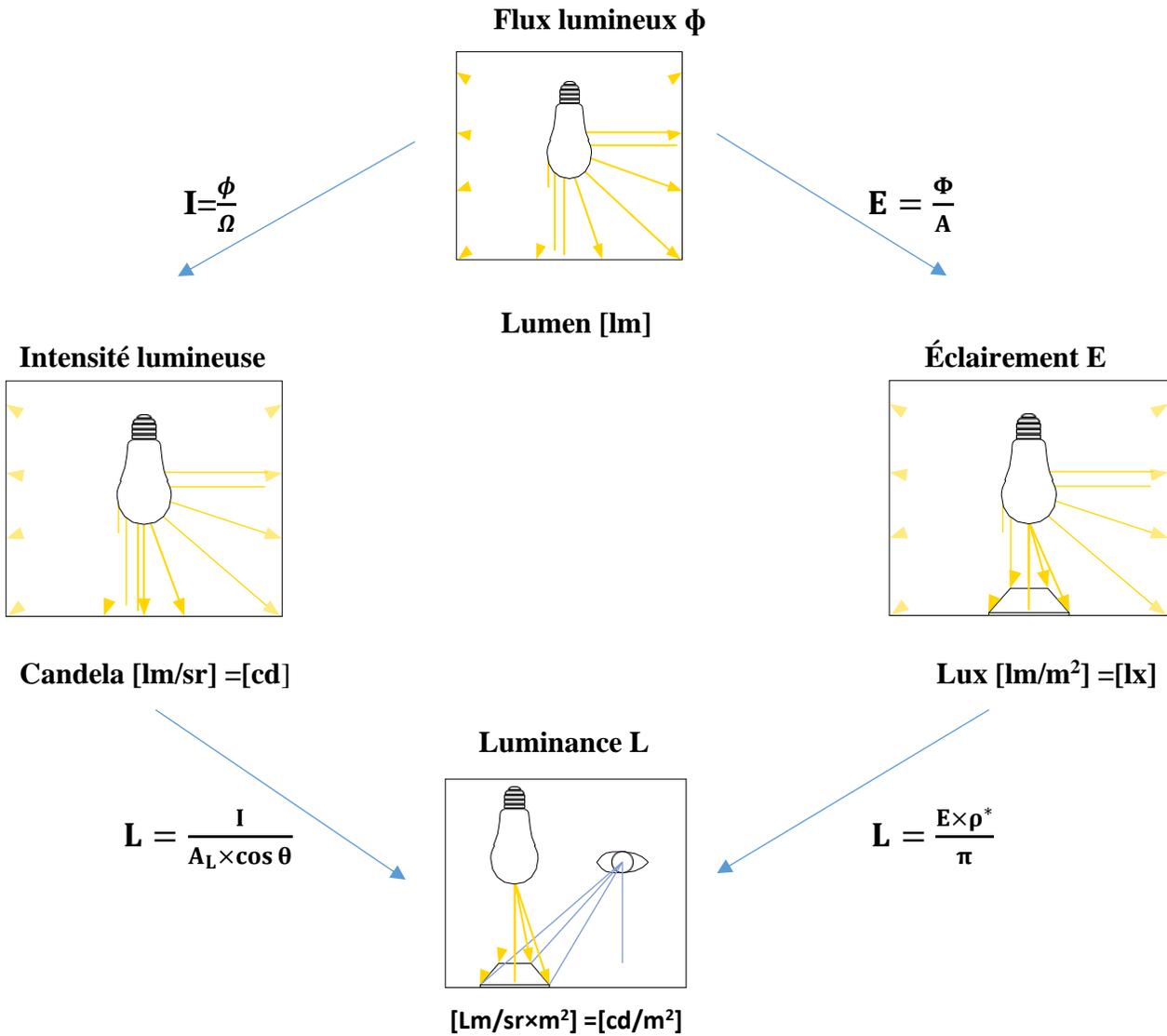


Figure 5: Les grandeurs utilisées dans l'éclairage

### 1.4.1-Le flux lumineux :

Le flux lumineux décrit la quantité de lumière émise par une source lumineuse.

*Symbole :  $\phi$  Phi      Unité de mesure : lm Lumen*

**1.4.2-L'éclairement ou illumination :**

L'éclairement décrit la densité du flux lumineux en un point d'une surface.

**Éclairement:  $E(lx) = \text{Flux lumineux (lm)} / \text{surface (m}^2\text{)}$**

*Symbole : E Unité de mesure : lx Lux*

**1.4.3-Intensité lumineuse :**

L'intensité lumineuse décrit la quantité de lumière émise dans une direction donnée. Elle est en grande partie déterminée par des éléments de guidage du flux, des réflecteurs par exemple, et est représentée par la courbe photométrique (C.P.).

*Symbole : I Unité de mesure : cd Candela*

**1.4.4-La Luminance:**

La Luminance est la seule grandeur photométrique perçue par l'œil humain. Ce concept décrit l'impression de luminosité que donne d'un côté une source d'éclairage et de l'autre une surface. Ce faisant, cette impression dépend fortement du facteur de réflexion (couleur et surface).

*Symbole : L Unité de mesure : cd/m<sup>2</sup>*

**1.4.5-La puissance rayonnante :**

Il s'agit de la puissance rayonnée par une source lumineuse dans l'espace environnant à un moment donné et est estimée en watts.

**1.4.6-L'efficacité lumineuse :**

L'efficacité lumineuse est le quotient du flux lumineux par la quantité d'énergie électrique consommée (lm/W). Elle indique la rentabilité d'une source lumineuse.

**1.4.7-L'efficacité lumineuse relative :**

C'est la capacité de la lumière à affecter l'œil humain et exprime la sensibilité de l'œil humain au spectre visible, c'est-à-dire dans la gamme de longueurs d'onde 760-380 nm. Quant à la valeur maximale de la sensibilité de l'œil, elle est égale à un à la couleur verte jaunâtre, c'est-à-dire à la longueur d'onde de 555 nanomètres.

**1.4.8-Le facteur de réflectance :**

C'est la capacité d'une surface à réfléchir la lumière tombant dessus pour que le spectateur puisse la voir. La surface blanche réfléchit la lumière à 100%,

**1.4.9-Indice de Rendu des couleurs (IRC)**

Il permet de juger la qualité d'une lumière, en indiquant la capacité d'une source à restituer les couleurs. **L'IRC se mesure sur une échelle allant de 0 à 100**, la valeur 100 signifiant une restitution parfaite des nuances de couleur (figure 6).

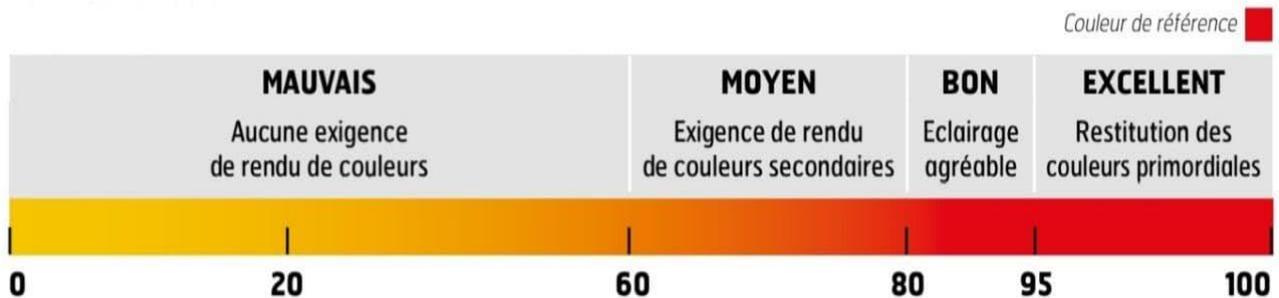


Figure 6 : -Indice de Rendu des couleurs

**1.4.10-Température de Couleur de la lumière :**

Elle caractérise la couleur de la lumière apparente émise par une source (figure 7). Elle permet de créer une ambiance lumineuse et caractérise des zones en fonction des activités ou des produits à éclairer (voir tableau 1).

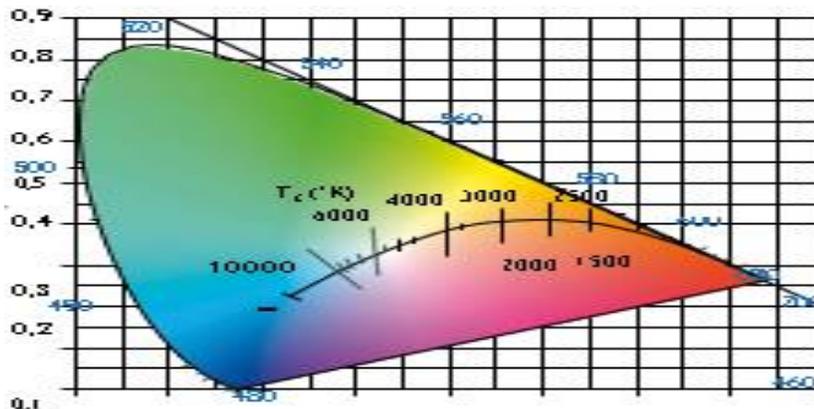


Figure 7 : Température de Couleur de la lumière

	<i>Température de couleur</i>	<i>Coloration</i>	<i>Association</i>
<b>ww</b> (blanc chaud)	jusqu'à 3300 K	rougeâtre	Chaud
<b>nw</b> (blanc neutre)	3300–5300 K	blanc	Neutre
<b>dw</b> (blanc lumière du jour)	à partir de 5300 K	bleutée	Froid

Tableau 1 : Température de Couleur de la lumière

- **Blanc chaud** : Ambiance conviviale, relaxante.
- **Blanc neutre** : confort.
- **Blanc froid** : Ambiance tonique, technique.

#### 1.4.11-Uniformité :

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

### 1.5-Les critères de qualité de l'éclairage :

Les critères de qualité classiques et nouveaux :

#### 1.5.1- Critères de qualité classiques :

- Couleur de lumière adéquate
- Bonne composition des ombres.
- Distribution harmonieuse des luminosités.
- Éviter les miroitements et les reflets.
- Niveau d'éclairage suffisant.
- Limitation de l'éblouissement.
- Rendu des couleurs appropriées.

#### 1.5.2-Nouveaux critères de qualité :

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

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

## 1.6-Niveaux d'éclairage

- ✓ Observer les conditions de travail basées sur le confort de la vue et l'efficacité de la vision pendant longtemps.
- ✓ Stabilité à la lumière constante et sélection du bon spectre pour la vision.
- ✓ Évitez que la lumière éblouissante et directe ne tombe dans les yeux et évitez les clignotements gênants sur les surfaces éclairées.
- ✓ La lumière est répartie uniformément sur les surfaces de travail et dans la zone qui leur est adjacente.
- ✓ Tenez compte du coût du matériel et des outils d'éclairage et des dépenses de consommation d'énergie.

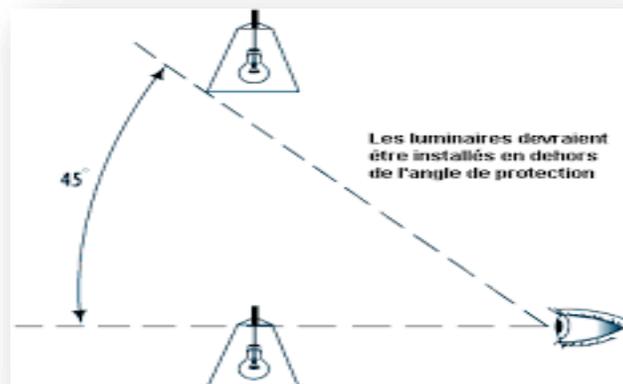


Figure 8: l'angle de protection en installation des luminaires

## 1.7-La maintenance d'éclairage public :

Les performances d'une installation d'éclairage public baissent au cours du temps, et la qualité de l'éclairage est ainsi réduite. Cela se manifeste par la baisse progressive du flux lumineux émis. La célérité de cette altération dépend de la conception de l'installation, de la qualité du matériel et de la qualité de maintenance des équipements, d'où la nécessité d'assurer et de prévoir différentes opérations comme présenté dans le schéma ci-dessous :

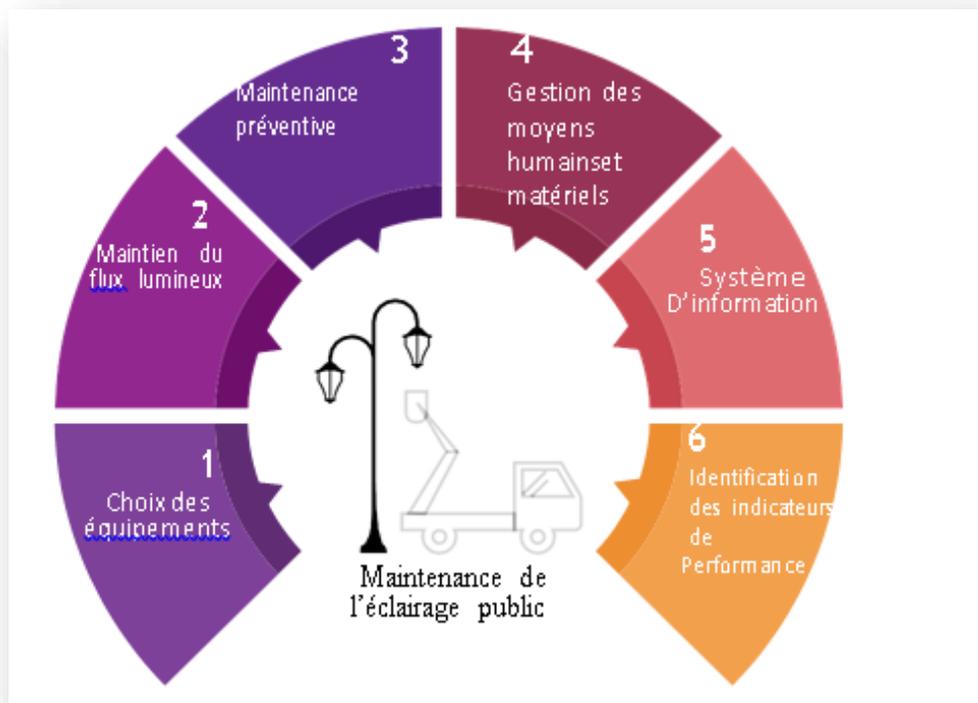


Figure 9 : Activités principales pour l'optimisation de la maintenance de l'éclairage public

**Libellé d'intervention :**

	<p><b>Sources lumineuses:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Changement systématique des lampes (longévité économique).</li> <li>• Changement systématique des condensateurs.</li> </ul>
	<p><b>Luminaires:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nettoyage.</li> <li>• Contrôle mécanique et électrique.</li> </ul>
	<p><b>Armoire de commande:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle de l'enveloppe, de la mise à la terre.</li> <li>• Contrôle des organes de commandes et de protection.</li> <li>• Contrôle des horloges, des compteurs.</li> </ul>
	<p><b>Canalisations électriques:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle de la prise de terre et de la continuité du circuit de terre.</li> <li>• Contrôle des connexions et de l'isolement des conducteurs.</li> </ul>
	<p><b>Photométrie :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle du niveau et de l'uniformité de l'éclairage.</li> </ul>
	<p><b>Candélabres :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle fermeture de la porte de visite et des connexions internes.</li> <li>• État du candélabre (corrosion, déformation).</li> </ul>

Tableau 2 : Libellé d'intervention

**1.8-Les normes d'éclairage :****1.9.1-Les normes de base :**

**NF EN 12464-1 (juin 2003) :** Lumière et éclairage - Éclairage des lieux de travail.

**NF EN 12193 (mars 2008) :** Lumière et éclairage - Eclairage des installations sportives.

**1.9.2-Les normes complémentaires :**

La liste suivante est fournie à titre de complément, les normes en cause n'étant pas analysées ici plus en détail.

**NF EN 13032-1 (octobre 2004) :** Lumière et éclairagisme - Mesure et présentation des données photométriques des lampes et des luminaires - Partie 1 : mesurage et format de données.

**NF EN 13032-2 (avril 2005) :** Lumière et éclairage - Mesure et présentation des caractéristiques photométriques des lampes et luminaires - Partie 2 : présentation des données utilisées dans les lieux de travail intérieurs et extérieurs.

**NF EN 13032-3 (décembre 2007) :** Lumière et éclairage - Mesurage et présentation des données photométriques des lampes et des luminaires - Partie 3 : présentation des données pour l'éclairage de sécurité des lieux de travail.

**NF EN 15251 (août 2007) :** Critères d'ambiance intérieure pour la conception et évaluation de la performance énergétique des bâtiments couvrant la qualité de l'air intérieur, la thermique, l'éclairage et l'acoustique

**NF X35-103 (octobre 1990) :** Ergonomie - Principes d'ergonomie visuelle applicables à l'éclairage des lieux de travail  
**NF EN 12464-1 (juin 2003) :** Lumière et éclairage - Éclairage des lieux de travail - Partie 1 : lieux de travail intérieur.

**NF C15-100 :** Installation électrique BT.

**FD EN 13201-1 :** Sélection les classes d'éclairage.

**FD EN 13201-2 :** Exigences des performances.

**FD EN 13201-3 :** Calcul des performances.

**FD EN 13201-4 :** Méthode de mesure des performances photométrique.

Eclairage extérieur et sportif :

**NF C17-200 (mars 2007) :** Installations d'éclairage extérieur.

**NF EN 12193 (mars 2008) :** Lumière et éclairage - Eclairage des installations sportives.

Eclairage très basse tension :

**UTE C15-559 (novembre 2006) :** Installations électriques à basse tension - Guide pratique - Installation d'Éclairage en Très Basse Tension.

Eclairage de sécurité :

**NF EN 50172 (décembre 2004) :** systèmes d'éclairage de sécurité (Indice de classement : C71-822).

**UTE C71-804 (août 2006) :** Guide pratique - Éclairage de sécurité par blocs autonomes dans les établissements recevant du public comportant des locaux à sommeil ne disposant pas d'éclairage de remplacement.

**NF C71-830 (août 2003)** : Maintenance des blocs autonomes d'éclairage de sécurité BAES et BAEH (Indice de classement : C71-830).

## **1.9-Conclusion :**

Après avoir vu tout ce qui concerne l'éclairage public, y compris les bases et les normes utilisées, etc., cela nous permet d'étudier l'éclairage de terrain de sport en Algérie et c'est ce que nous verrons dans le chapitre suivant

---

## *Chapitre II*

---

### *Les différents éléments ou site sur l'éclairage des terrains de sport en Algérie*

## **2.1-L'éclairage public pour les terrains de sport ;**

Les terrains de sports représentent souvent une source importante de pollution lumineuse et de nuisances pour les riverains. L'intensité lumineuse y est généralement très importante ainsi que la consommation énergétique. Les préconisations pour l'éclairage des terrains de sports sont données dans la norme européenne NF EN 12193 qui décrit les besoins des 60 sports les plus pratiqués en Europe. Il convient de se référer également aux règlements des fédérations sportives. L'objectif est d'assurer un éclairage suffisant pour les sportifs et les spectateurs, tout en limitant l'éblouissement des joueurs et des riverains ainsi que la pollution lumineuse.

La hauteur des mâts et la puissance des lampes génèrent souvent un important flux de lumière hors du terrain. De nouveaux spots directionnels qui permettent de mieux cibler le flux lumineux sont disponibles sur le marché. Il est également possible de rajouter des volets latéraux pour éviter la dispersion du flux. Du fait des fortes nuisances, ces installations doivent faire l'objet d'un soin tout particulier



Figure10 :Éclairage sportif LED(terrain de football)



Figure11:Exemple de modèle de luminaire pour terrain de sport permettant de réduire l'éblouissement et la pollution lumineuse(Optivision de Philips)

## **2.2-Pourquoi éclairer avec LED :**

L'éclairage sportif en LED présente de nombreux avantages. En effet, l'économie d'énergie potentielle est très importante due à la consommation plus faible et aux nombreuses possibilités de gestion et d'abaissement de l'éclairage. De plus, la durée de vie des luminaires est plus grande, la pollution lumineuse aux alentours fortement réduite et peut se faire instantanément. Et c'est leurs avantages :

- Durée de vie : Plus de 50 000 heures ;
- Efficacité lumineuse : jusqu'à 130 lumen/watt (efficacité du luminaire) ;
- Compatibilité avec le courant continu, alimentation directe par source solaire ;
- Économie d'énergie : 50% en remplacement du Sodium, 80% en remplacement HG ;
- Confort et sécurité : uniformité de l'éclairage améliorée ;
- Lumière instantanée (pas de temps de chauffe ni de refroidissement) ;
- Maintenance aisée et moins onéreuse ;
- Éclairage flexible : possibilité de variation des intensités sur plusieurs paliers ;
- Gestion sans-fil des luminaires individuellement ou par groupes ;
- Éclairage dynamique permettant des jeux de lumières pour l'animation. L'éclairage LED peut produire des millions de couleurs grâce au mélange de couleurs de base rouge, bleu et vert.

### **2.2.1-Efficacité lumineuse des sources de lumière :**

<b>Categories</b>	<b>Lumen/watt</b>
Lampe à incandescence	10 à 35
Lampe à vapeur de mercure	30 à 70
Lampe fluorescente	40 à 100
Lampe aux halogénures	50 à 110
Lampe à vapeur de sodium haute pression	70 à 130
Lampe LED	80 – 130

Tableau 3 : Efficacité lumineuse de quelque lampe

### 2.3-L'éclairage de terrain de sport en Algérie :



Figure 12 : Eclairage en LED (terrain de football en Algérie)

Les terrains de sport en Algérie sont témoins d'un éclairage aléatoire, et cela se voit notamment dans les stades de football situés dans des quartiers où l'éclairage est souvent placé sans recourir à leurs propres normes d'éclairage.

L'entretien des terrains de sport doit être effectué périodiquement, car parfois l'un des projecteurs peut mal fonctionner sur le candélabre, il doit donc être changé. L'un des problèmes les plus importants que les gens rencontrent dans ces stades est le mauvais éclairage :

- La présence de zones sombres dans le stade.
- On trouve aussi des zones très éclairées.

Tout simplement le manque de bonne répartition de l'éclairage. Par conséquent l'accent doit être mis sur la bonne répartition de l'éclairage, et devient les candélabres devient être bon résistances aux chocs, l'emplacement de ces mâts et leurs hauteurs devient être déterminée.

## 2.4-Les différents éléments de l'éclairage pour les terrains de sports :

### 2.4.1-Armoire :

Également appelée coffret de commande et de protection (CCP), l'armoire d'éclairage public permet l'alimentation du réseau d'EP à partir du réseau de distribution d'énergie. Il renferme des équipements ou dispositifs de comptage, de commande et de protection. Une armoire est généralement constituée d'une partie pour le comptage de la consommation électrique, une partie de commande d'allumage des points lumineux contenant des composantes telles que les horloges et les contacteurs, comportant toutes les deux des appareils de protection (disjoncteur, fusible...).



Figure 13 : Coffret de commande et de protection

### 2.4.2-Câbles réseau électrique :

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

Le réseau indépendant en câbles souterrains qui est le plus recommandé, sécurisé et offre un éclairage plus approprié et le réseau mixte sur poteaux et sur façade. Ce dernier continue à représenter un certain pourcentage du réseau d'éclairage public dont une partie sur façade. Néanmoins, l'éclairage public sur un réseau aérien ne permet pas d'obtenir un éclairage conforme aux normes en vigueur vu que l'inter-distance entre supports est imposée par le réseau BT de distribution desservant les habitations et non en fonction des besoins d'éclairage.

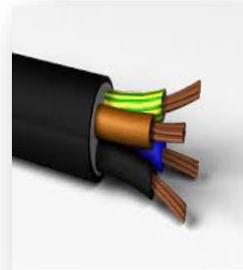


Figure 14 : câble 4x6

Les câbles utilisés :

Type de câble	Usage
Câble rigide u-1000 r2v 4x6 mm <sup>2</sup>	Utilisées sur le câblage entre l'alimentation et l'armoire et entre l'armoire et les luminaires
Fils électrique rigide 2.5 mm <sup>2</sup>	Utilisées pour câblage des tableaux et appareillages électriques
Fils électrique souple 2.5 mm <sup>2</sup>	Utilisées pour câblage des tableaux et appareillages électriques

Tableau 4 : Les types de câble utilisée sur le câblage et l'installation

### **2.4.3-Point lumineux :**

Le point lumineux représenté dans la figure constitue l'une des parties les plus importantes et les plus sensibles du réseau d'éclairage public. En effet, c'est la partie qui porte la source lumineuse et qui est la plus exposée aux panes et aux aléas. Elle nécessite une attention particulière, tant au niveau conception qu'au niveau maintenance. Un point lumineux est composé essentiellement d'un luminaire, d'une crosse et d'un mât.

#### **Luminaire**

Élément appelé également lanterne ou appareil d'éclairage, il est composé d'une enveloppe regroupant la source lumineuse, le réflecteur, la vasque et généralement l'appareillage comme indiqué ci-après :

#### **Lampe ou source lumineuse:**

Élément produisant la lumière, les grandes familles étant les lampes à décharges (ballons fluorescents, sodium haute pression, iodures métalliques, ...), Les lampes à filament (halogènes, incandescentes) et les semi-conducteurs (module LED).

#### **Appareillage ou ballast:**

Élément électrique permettant l'allumage et le fonctionnement des lampes, il peut être ferromagnétique ou électronique.

#### **Optique ou réflecteur:**

Élément mettant en forme la lumière émise par les sources, de manière à adapter l'éclairage à la voie tout en limitant les nuisances lumineuses. Les deux grandes familles étant les optiques symétriques ou circulaires adaptées pour l'éclairage de place ou de parking et les optiques asymétriques ou routières favorisant un éclairage devant et sur les côtés.

#### **Vasque:**

Élément permettant de protéger la lampe et le réflecteur de l'environnement extérieur, il est en verre ou en matière plastique et diffuse la lumière émise par la source.

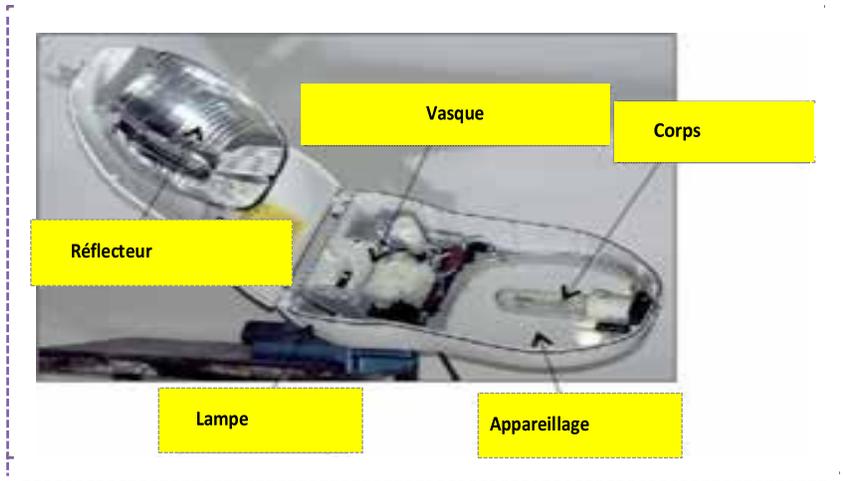


Figure15 :Les principales composantes d'une lumière

### Luminaire qu'utilisée dans les terrains de sport:



Figure 16 : Projecteur en LED (300 W/IP66)  
Utilisée sur les terrains de sports

#### 2.4.4-Crosse

Élément le plus souvent métallique permettant de déporter la lumière.

#### 2.4.5-Mât :

Élément supportant le luminaire, parfois accompagné d'une crosse. Il peut être droit ou incliné, en acier, en aluminium, en fonte ou en bois, de forme tubulaire, cylindro-conique, octogonale, avec ou sans embase.

Le mât avec le crosse nommée « candélabre ».



Figure 17 : Les crosses



Figure 18 : Mât utilisée sur les terrains de sport  
(Galvanisé)



Figure 19 : mât métallique

## **2.5-Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons présentés les différents éléments utilisés dans l'éclairage des terrains de sport.

Dans l'éclairage public, il est possible d'utiliser plusieurs éléments, sachant que ces éléments diffèrent les uns des autres selon les prix et les performances.

L'éclairage dans les terrains de sports, quant à lui, suscite de préférence l'usage du LED pour ses performances plus adéquates à la norme de ce secteur. Malgré cela, nous pouvons remarquer l'arbitraire et le non-respect des normes par les entreprises.

---

## *Chapitre III*

---

### ***Dimensionnement d'un cas réel selon la norme***

### **3.1-Introduction :**

Il s'agit d'une liste de logiciels de conception d'éclairage à utiliser pour analyser la photométrie, le BIM (Building Information Modeling) et la modélisation 3D. Le logiciel est généralement utilisé en important la conception structurelle via des fichiers CAO. Ensuite, des éléments d'éclairage sont insérés. Et enfin, les objets d'éclairage sont associés à une photométrie via des fichiers IES. La photométrie d'un luminaire décrit la façon dont il distribue sa lumière dans l'espace. Une fois ce processus terminé, l'éclairement et la luminance produits par chaque luminaire dans l'espace peuvent être calculés. La sortie est généralement un diagramme indiquant ceux-ci au moyen de couleurs ou de nombres. C'est généralement l'objectif des logiciels de photométrie technique.

Dans le marketing et la conception de niveau supérieur, l'analyse photométrique 3D est utile pour donner une sortie graphique (pas de chiffres) d'une conception proposée

- AutoLUX[1] (AutoCAD extension)
- RELUX
- DIALux
- TracePro
- Visual
- LITESTAR 4D
- Wysiwyg (CAST software)
- DL-Light (Daylighting, Sketchup extension)
- FocusTrack
- Ulysse
- Calculux

Dans cette étude, nous avons utilisé le programme Dialux car il nous aide à étudier l'éclairage des stades sportifs en Algérie (le stade de football de la ville de Chmouma Mostaganem).

### 3.2-Le logiciel DIALUX :

Les différents paramètres d'éclairage, notamment les valeurs d'éclairement, l'uniformité, l'éblouissement, la température de couleur et le rendu de couleurs, permettent d'identifier les caractéristiques des luminaires susceptibles de répondre exactement aux besoins visuels de l'utilisateur. Dans ce sens, le logiciel DIALUX est l'outil le plus communément utilisé pour planifier professionnellement des projets d'éclairage public. Le logiciel intègre le catalogue et les caractéristiques des luminaires de tous les fabricants. Il permet de simuler l'éclairage, de calculer et de vérifier de façon professionnelle tous les paramètres des installations d'éclairage en fournissant des résultats clairs et précis selon les dernières réglementations et normes.

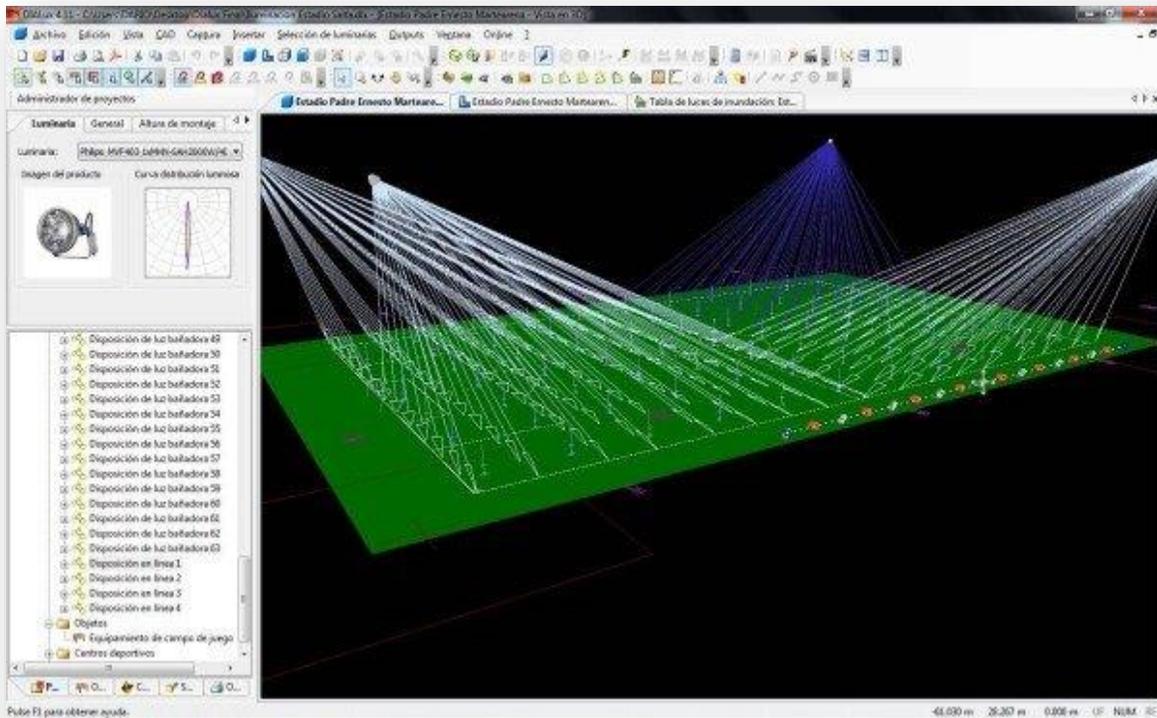


Figure 20 :etude d'eclairage stad de football par DIALUX

### **3.3-Spectromètre (luxmètre) :**

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

Le spectromètre mesure le :

- Longueur d'onde (230-780nm)
- Spectrum (PC)
- Éclairement E (lx)
- CCT (K)
- Coordonnées (x, y)
- UVA, UVB, UVC irradiance (mW / cm<sup>2</sup>)

#### **Avantages :**

- Performances optimisées
- Compactes et portables
- Tests rapides



Figure 21 : Spectromètre

### 3.4-L'éclairage de terrain de football (Cité Chemouma de

#### Mostaganem) :

Eclairage de cette stade en forme de six candélabres de 6 mètre placé aléatoirement, chacun contient un projecteur de 400 watts avec une armoire de commande non sécurisée et manque les équipements principaux dans cette armoire.



Figure 22 : Terrain de football Chemouma Mostaganem



Figure 23: armoire de commande (terrain de Chemouma)

### 3.4.1-Le schémas architecturale (stade de Chemouma Mostaganem) :

Le schéma suivant représente le plan architectural pour le terrain de football de Chemouma :

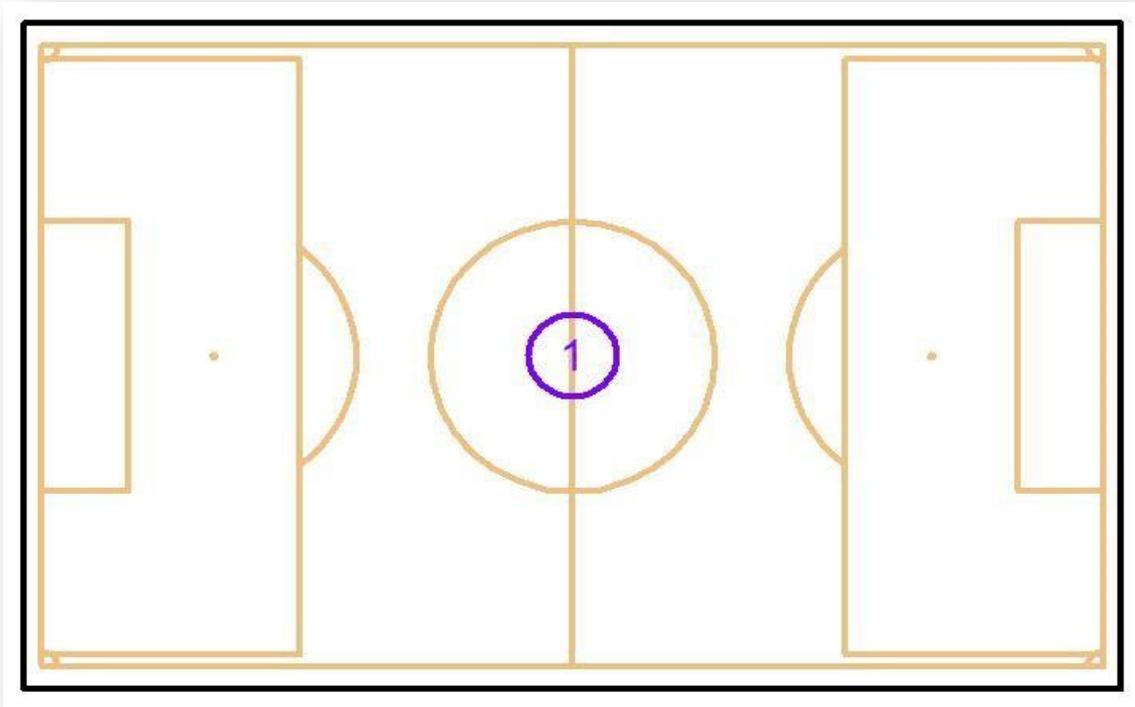


Figure 24 : le schémas architecturale (terrain de football Chemouma Mostaganem)

Ce tableau représente le dimensionnement de terrain :

N° de terrain	Position [m]			Taille Surface principale [m]		Taille Surface totale [m]	
	X	Y	Z	L	P	L	P
1	-0.108	-0.070	0.000	68.000	42.000	70.217	45.139

Tableau 5 : tableau de dimensionnement et position

### 3.4.2-L'étude avant l'optimisation :

Notre visite au stade de football à Mostaganem (sité Chemouma) en nuit, nous avons pris quelques mesures d'éclairage (par luxmètre) comme suit :

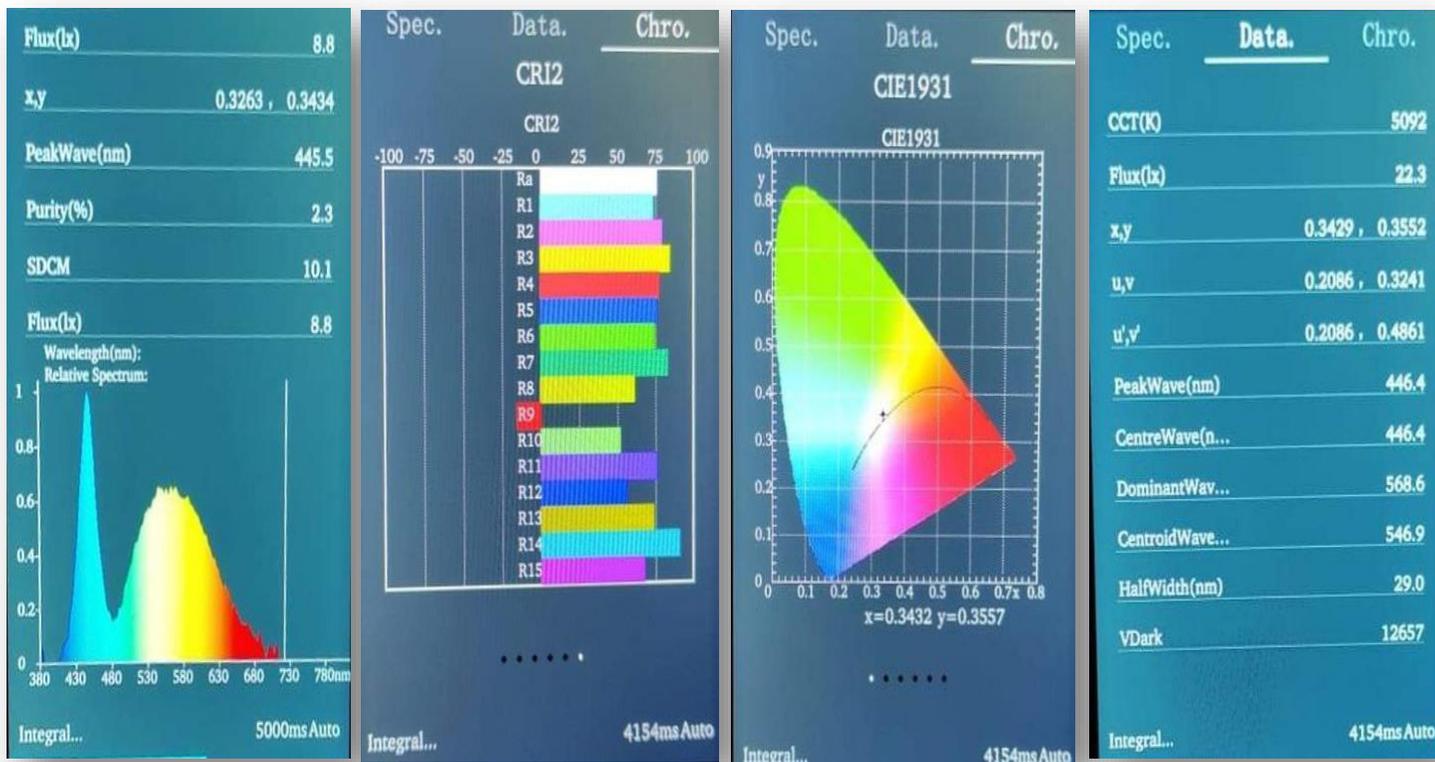


Figure 25 : Les mesures obtenu par luxmètre

Les valeurs obtenues par luxmètre pour les grandeurs suivantes :

- **Le flux =22.3 lux**
- **Indice rendu de couleur Ra=76.6**
- **Température de couleur CCT=5092 K**

**-Etude par Dialux :**

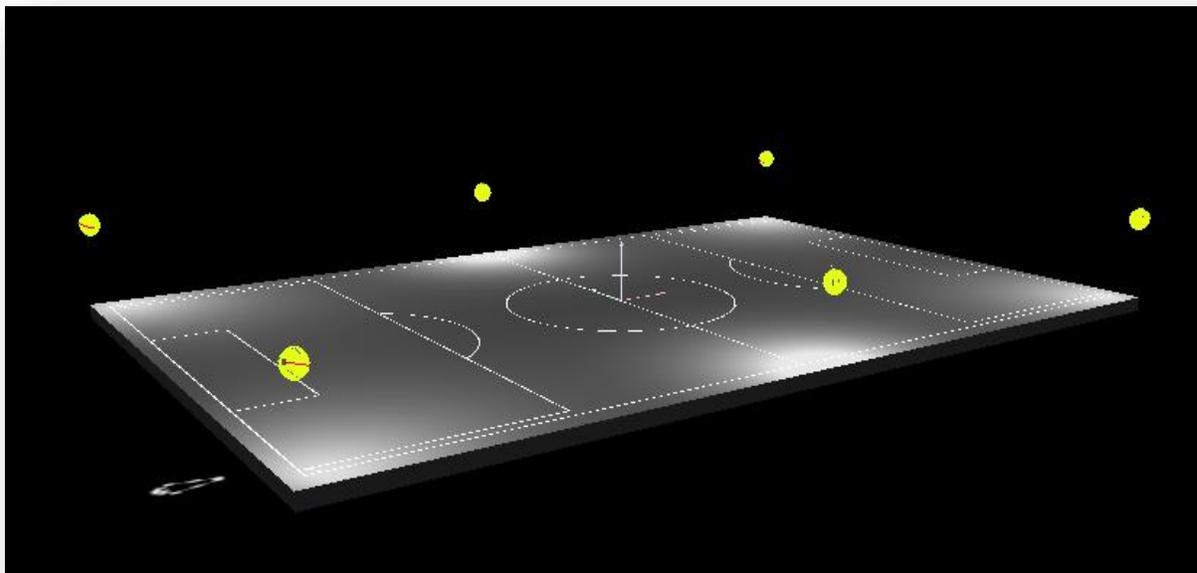


Figure 26 : Aperçu 3D pour le stade

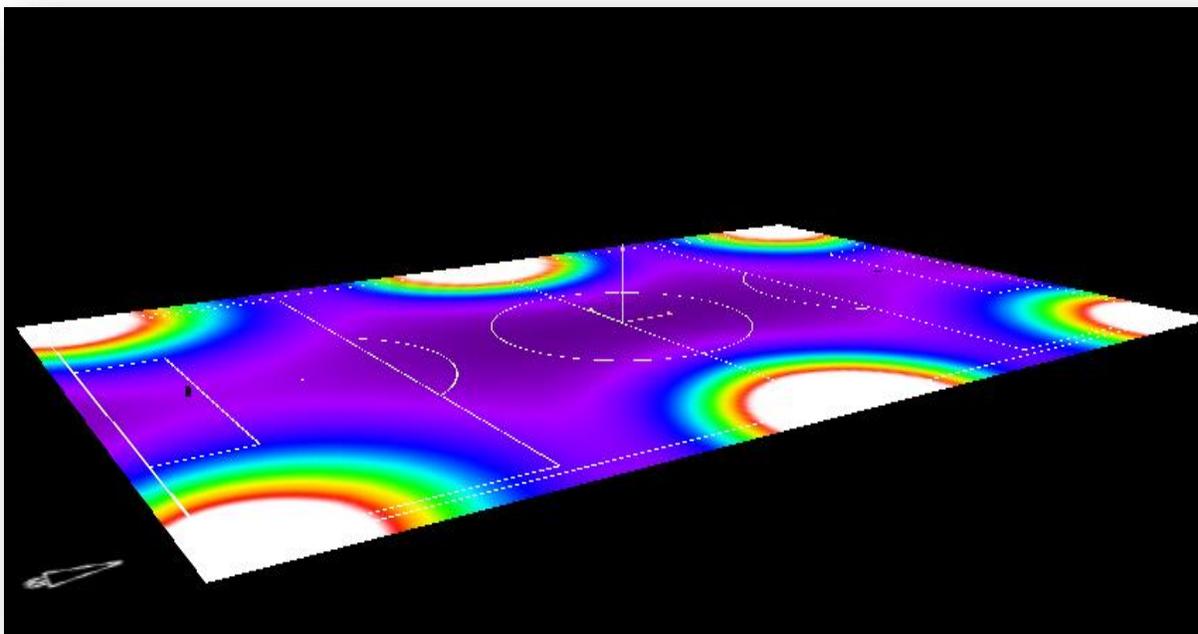


Figure 27 : Aperçu 3D avec éclairage

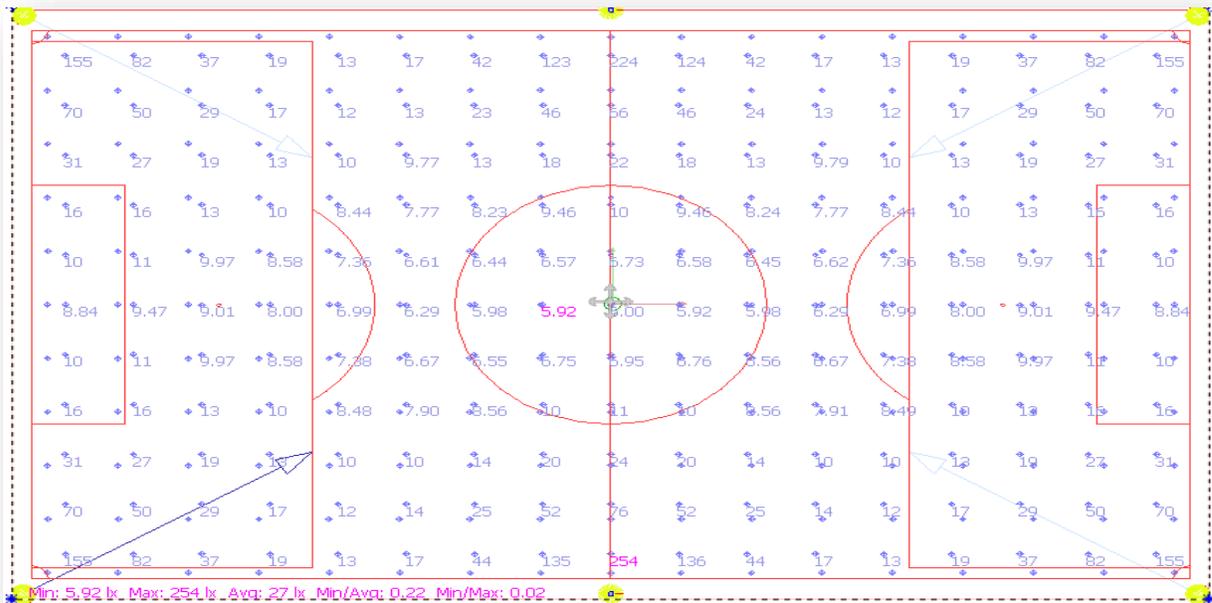
**-Calcul de l'éclairage :**

Figure 28: graphique des valeurs (6 projecteur)

- **Eclairage minimale :  $E_{\min}=5,92$  lux**
- **Eclairage maximale :  $E_{\max}=254$  lux**
- **L'éclairage moyen :  $E_{\text{moy}}= 27$  lux**
- **Uniformité  $U_0=0.22$**

**3.4.3-Les problèmes de l'éclairage obtenu dans ce terrain de football (Chemouma Mostaganem) :**

- Mauvais position pour les candélabres.
- La luminosité des luminaires insuffisante.
- Manque du respect de la norme concernant le coté des équipements de l'armoire et la sécurité.
- Absence de maintenance.
- Eclairage maximale faible.
- L'uniformité pas acceptable.

Après l'étude d'éclairage de ce terrain de football, nous avons trouvé un éclairage insuffisant et pas conforme à la norme, donc on va faire l'optimisation et améliorer l'éclairage par logiciel Dialux.

### 3.4.4-Optimisation d'éclairage :

En début, nous devons utiliser six mâts de 8 mètre à la place des mâts précédentes et leurs positions comme suit :

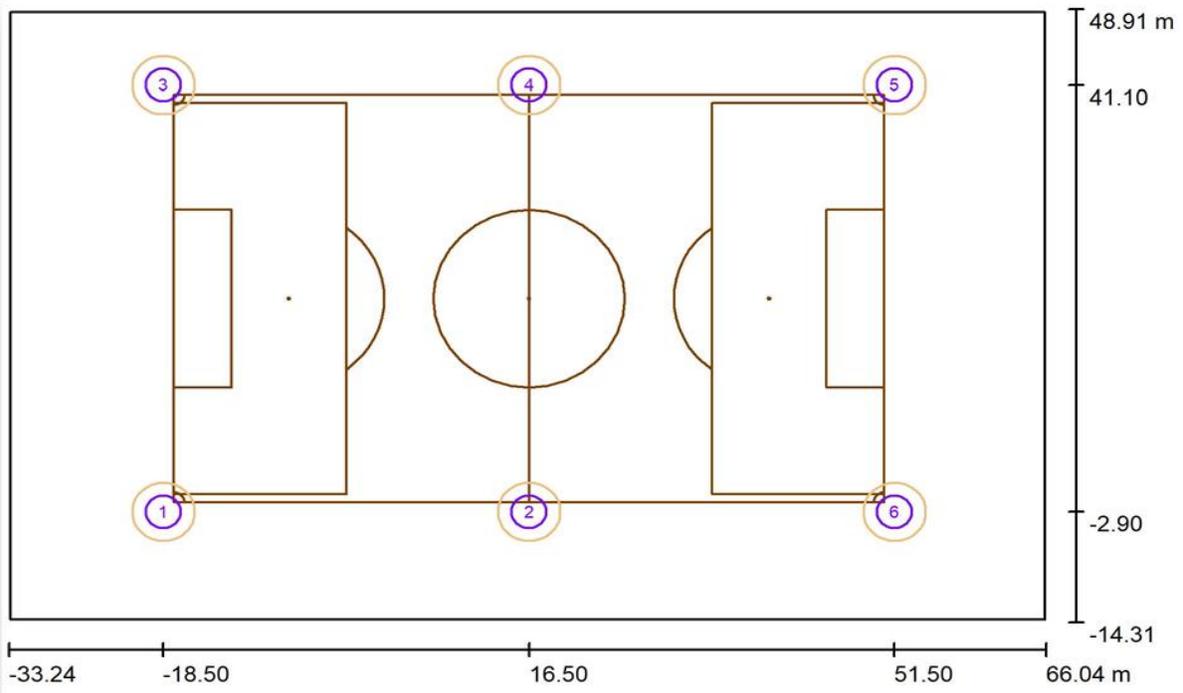


Figure 29: position des mâts dans le terrain

N°	Position m		
	X	Y	H
<b>1 Position de mât 1</b>	<b>-18.500</b>	<b>-2.900</b>	<b>8.000</b>
<b>2 Position de mât 2</b>	<b>16.500</b>	<b>-2.900</b>	<b>8.000</b>
<b>3 Position de mât 3</b>	<b>-18.500</b>	<b>41.100</b>	<b>8.000</b>
<b>4 Position de mât 4</b>	<b>16.500</b>	<b>41.100</b>	<b>8.000</b>
<b>5 Position de mât 5</b>	<b>51.500</b>	<b>41.100</b>	<b>8.000</b>
<b>6 Position de mât 6</b>	<b>51.500</b>	<b>-2.900</b>	<b>8.000</b>

Tableau 6 : les positions et la hauteur des mâts en Dialux

-Pour optimiser l'éclairage de ce terrain en place trois projecteur (**TUNGSRAM OPERATIONS 93115849 LED Flood G2 TU S 400W**) ou utilisées deux projecteur (**PHILIPS BVP106 W422 1 xLED200/750 500w**) dans chaque candélabre

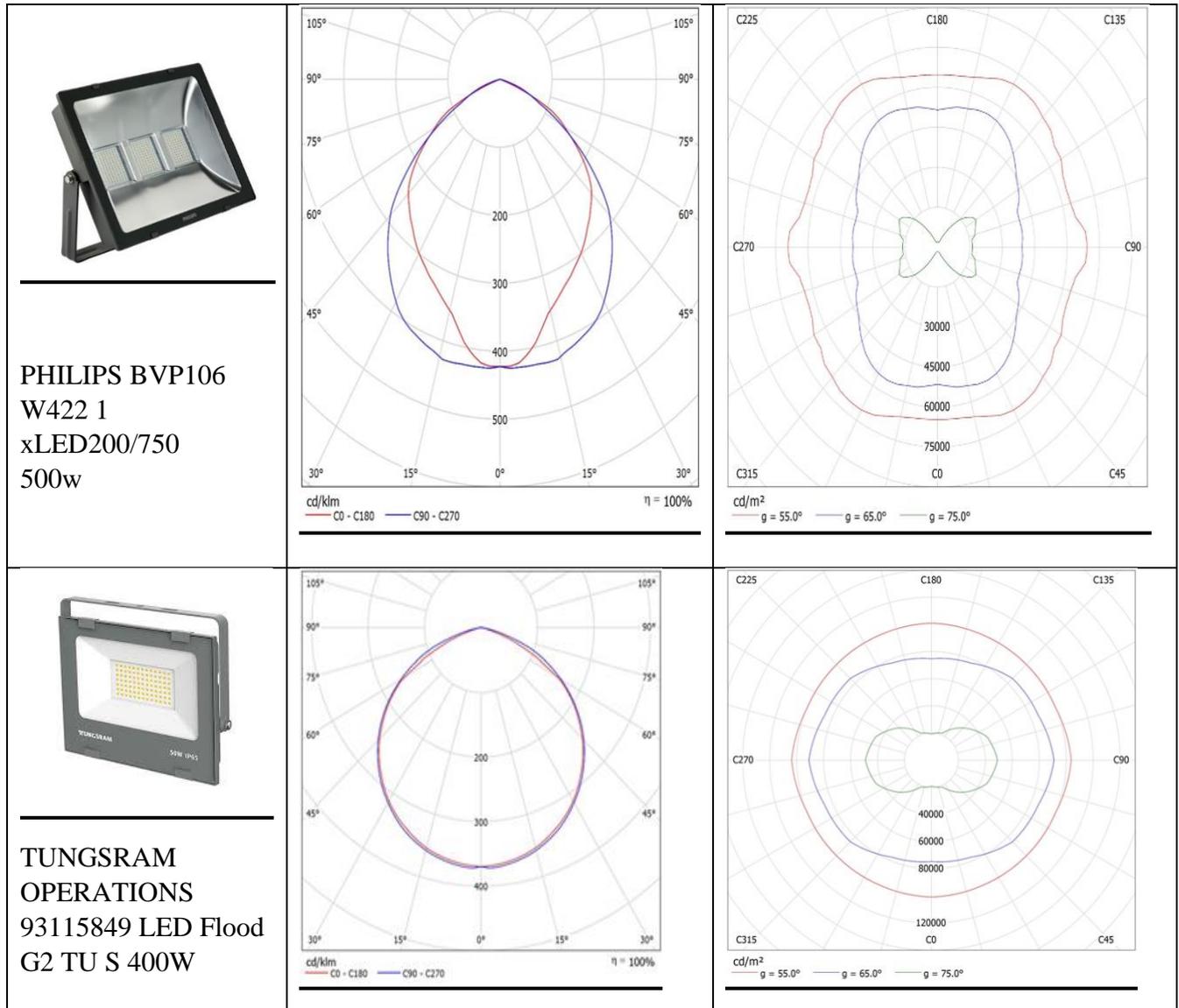


Figure 30: courbe photométrique de projecteur

**3.4.4.1-Spécificités techniques de (TUNGSRAM OPERATIONS 93115849 LED Flood G2 TU S 400W) :**

- Indice de rendu des couleurs: 80
- Flux lumineux: 40000 lm
- Facteur de correction: 1.000
- Facteur d'éclairage de secours: 1.00
- Flux lumineux éclairage de secours: 40000 lm
- Températures de couleur : 5000K
- L70B50 Durée de vie de 25 000 heures à 25°C
- Classe de protection IP65
- IK 0.5
- Facteur de maintenance 0.72

**3.4.4.2-Spécificités techniques de (PHILIPS BVP106 W422 1 xLED200/750 500W)**

- Indice de rendu des couleurs: 79
- Efficacité lumineuse de la lampe 100 lm/W
- Flux lumineux: 50000 lm
- Facteur de correction: 1.000
- Facteur d'éclairage de secours: 1.00
- Flux lumineux éclairage de secours: 40000 lm
- Températures de couleur : 4000 k
- L70B50 Durée de vie de 30 000 heures à 25°C
- Classe de protection IP65
- IK 0.8
- Facteur de maintenance 0.72

3.4.5-les position des luminaires :

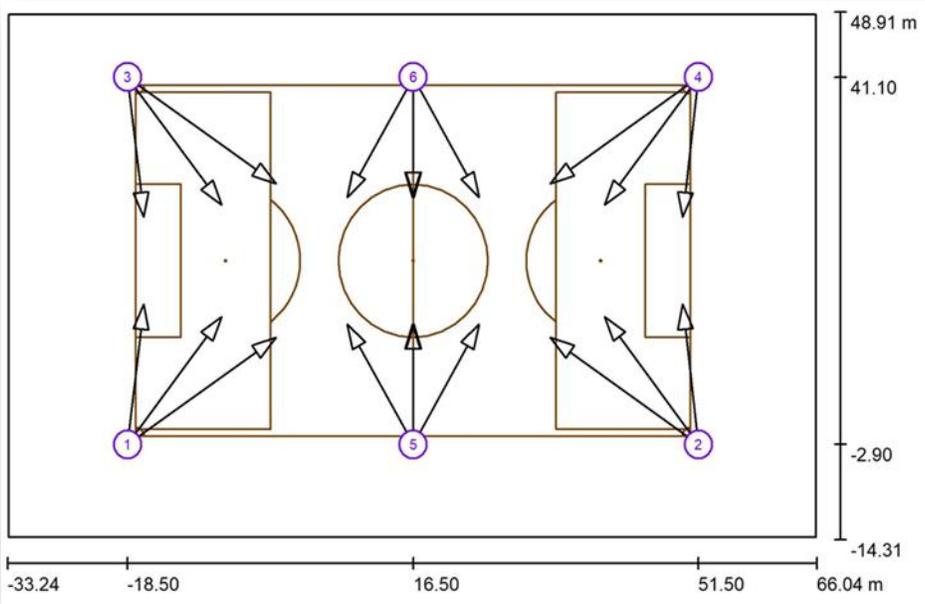


Figure 31: position pour 18 projecteur(TUNSGRAM)

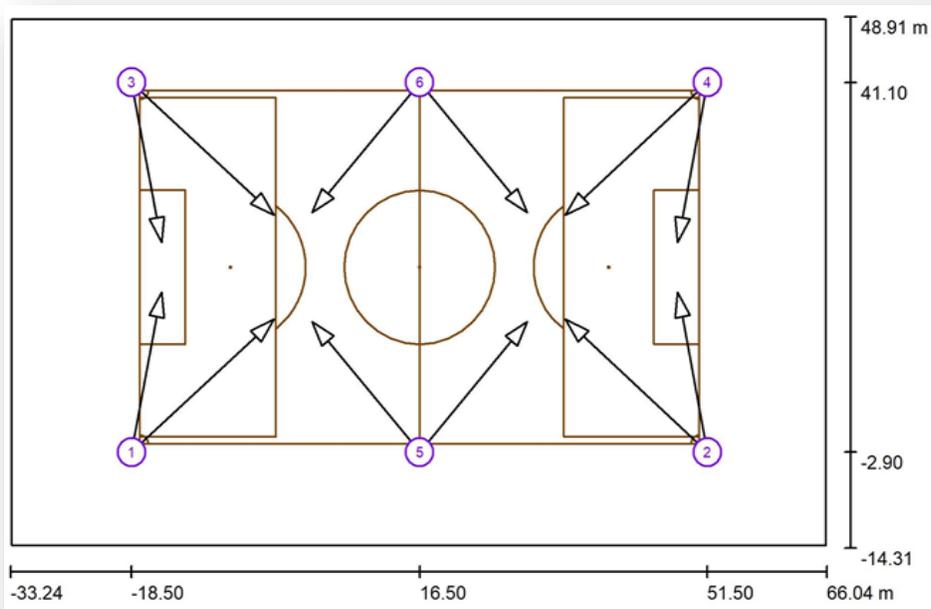


Figure 32: position pour 12 projecteur (PHILIPS)

3.4.6-Graphique de valeurs :

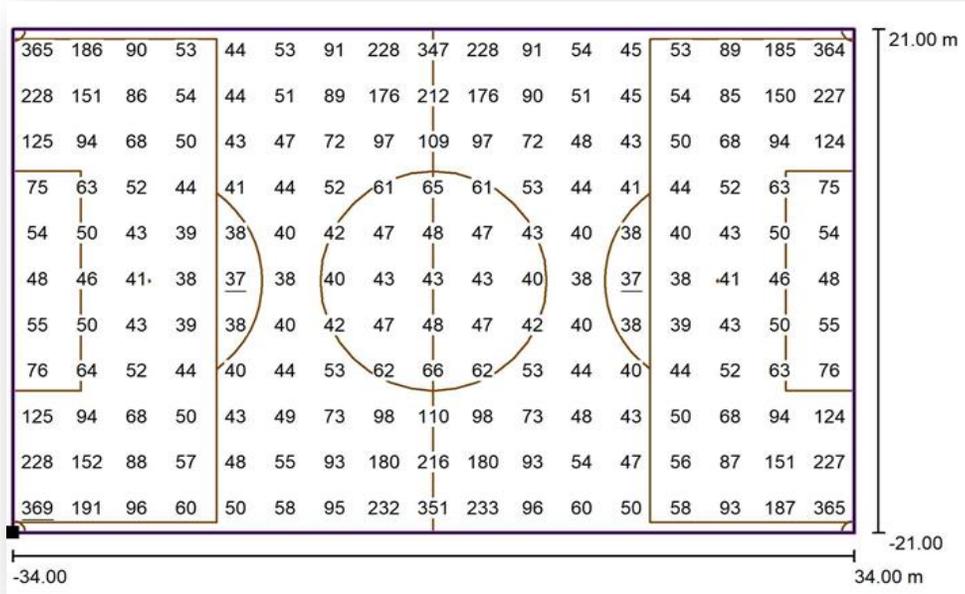


Figure 33: graphique des valeurs (18 projecteur TUNSGRAM)

$E_{moy} = 90 [lx]$  ;  $E_{min} = 37 [lx]$  ;  $E_{max} = 401 [lx]$  ;  $E_{min} / E_{moy} = 0.41$  ;  $E_{min} / E_{max} = 0.09$

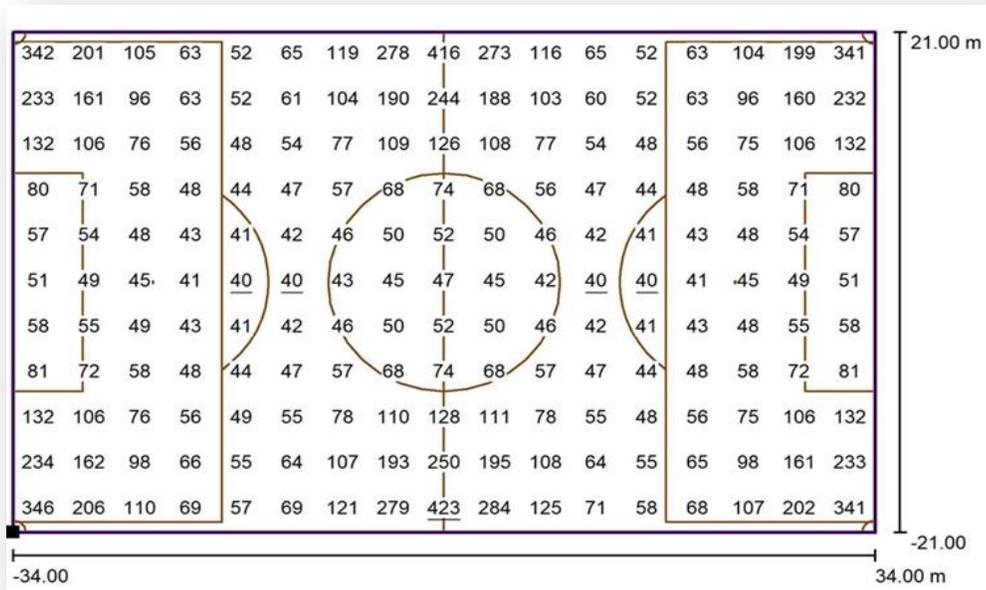


Figure 34: graphique des valeurs (12 projecteurs PHILPS)

$E_{moy} = 95[lx]$  ;  $E_{min} = 40[lx]$  ;  $E_{max} = 443[lx]$  ;  $E_{min} / E_{moy} = 0.42$  ;  $E_{min} / E_{max} = 0.09$

3.4.7-Les courbes isophotes :

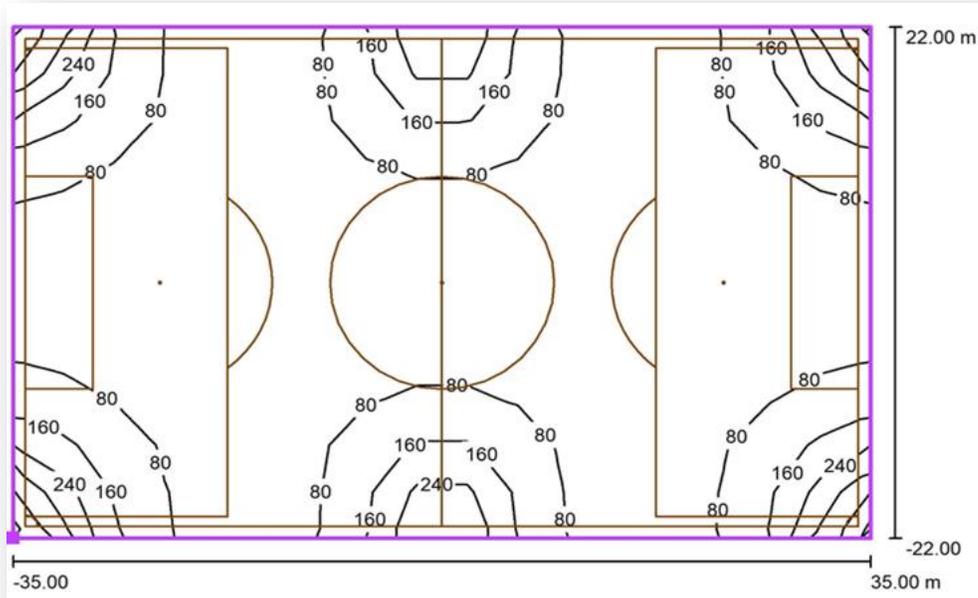


Figure 35: courbes isophotes par les projecteurs de TUNSGRAM

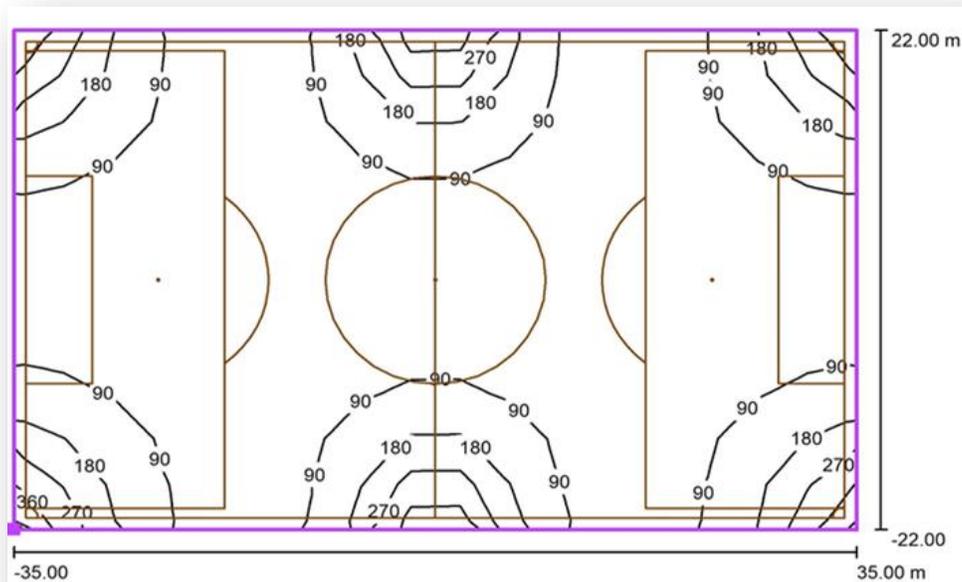


Figure 36 : courbes isophotes par les projecteurs de PHILIPS

## 3.4.8-Tableau des valeurs obtenu :

Luminaire	Emoy (lux)	Emin (lux)	Emax (lux)	Emin /Emoy Uniformité	Emin /Emax
TUNSGRAM	90	37	401	0.41	0.09
PHILIPS	95	40	443	0.42	0.09

Tableau 7: les valeurs photométriques

## 3.4.9-Schéma avec l'éclairage optimisé :

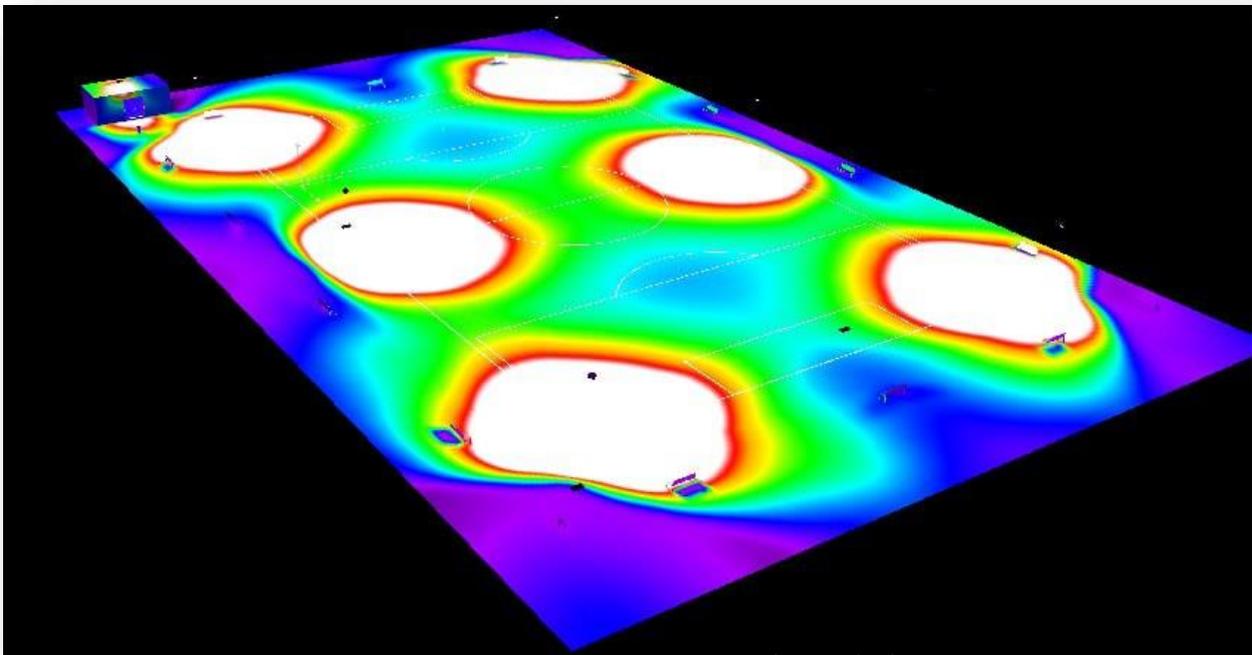


Figure 37: aperçu 3D avec l'éclairage optimisé de terrain de football (Chemouma Mostaganem)

Quand on utilise des luminaires de **TUNSGRAM** nous obtenons un éclairage parfait mais et avons utilisé 18 projecteurs, donc ils sont nombreux et d'un côté, ça va nous coûter, c'est ce qui nous a obligé à sous-estimé le nombre de luminaires et nous avons utilisé 12 luminaires de **PHILIPS** tout en garde à peu près le même éclairage par le premier luminaire.

En fin, on a optimisé l'éclairage de terrain football de Chemouma avec un uniformité conforme à la norme

### **3.5-Conclusion :**

Le choix des sources lumineuses, la hauteur et l'orientation sont les critères principaux à prendre en compte pour avoir un éclairage juste efficace et économiques.

Le résultat visuel est un critère subjectif, une étude photométrique doit se faire avant chaque projet d'éclairage sportif en prenant compte de tous les critères nécessaire (éclairage, uniformité, efficacité, rendu, exigences audio visuelles...)

L'exemple du stade de Chemouma a permis dans notre étude d'identifié les contraintes et de proposer des solutions de réhabilitation de l'existant suivant des normes spécifiques à l'éclairage sportif.

---

*Chapitre IV*

---

***Nos recommandations***

## 4.1-Introduction :

La norme EN 12193 spécifie l'éclairage des manifestations sportives intérieures ou extérieures. Elle fournit des valeurs d'exigences minimales pour le projet et le contrôle de l'éclairage des installations sportives en terme: de niveau d'éclairement; d'uniformité; de limitation de l'éblouissement ou de contrôle de la luminance; de rendu de couleur des sources lumineuses. Elle donne également des méthodes de mesure de ces valeurs. Enfin, elle précise, pour des applications particulières, comment positionner les luminaires de manière à limiter l'éblouissement.

Critère	Exigences
L'efficacité lumineuse	Plus de 120 lm/w
le facteur de maintenance	Plus de 0.8 %
l'indice de protection	IP 65 au minimum IK 07 au minimum
Température de couleur	Supérieure à 5000 kelvins(k)
L'indice de RENDU DE COULEUR	Plus de 60 pourcent
Refroidissement	non obligatoire
L'éclairement moyen	75-100 LUX
Uniformité $U_0$	$\geq 0.4$

Tableau 8 : les exigences photométriques

## 4.2-Classification des stades :

Classe les installations d'éclairage des stades en 7 niveaux :  
E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 pour la pratique du football grand jeu.

L'indice de rendu des couleurs, désigné par Ra (ou IRC), doit être supérieur à :

- 70 pour les Niveaux E1 à E3
- 60 pour les Niveaux E4 à E7

La valeur de la température de couleur doit être supérieure à 5 000 kelvins (K).

	<i>E1</i>	<i>E2</i>	<i>E3</i>	<i>E4</i>	<i>E5</i>	<i>E6</i>	<i>E7</i>
	<b>Éclairage horizontal</b>						
<b>EhMoy</b> <i>mise en service (lux)</i>	<b>2300</b>	<b>1250</b>	<b>750</b>	<b>400</b>	<b>250</b>	<b>150</b>	<b>-</b>
<b>EhMoy</b> <i>à maintenir (lux)</i>	<b>1840</b>	<b>1000</b>	<b>600</b>	<b>320</b>	<b>200</b>	<b>120</b>	<b>75</b>
<b>EhMoy</b> <i>substitution à maintenir (lux)</i>	<b>1250</b>	<b>700</b>	<b>400</b>	<b>-</b>			
<b>U1h rapport</b> <i>EhMin/EhMax</i>	<b>≥ 0,6</b>	<b>≥ 0,5</b>				<b>≥ 0,4</b>	<b>-</b>
<b>U2h uniformité</b> <i>EhMin/EhMoy</i>	<b>≥ 0,7</b>				<b>≥ 0,6</b>		<b>≥ 0,4</b>
<b>Glare Rating (GR)</b>	<b>50</b>					<b>-</b>	
<b>Indice de Rendu des Couleurs (Ra)</b>	<b>70</b>			<b>60</b>			

Tableau 9 : l'éclairage horizontal pour les sept niveaux

### **4.3-Les principaux objectifs peuvent être :**

- Éclairage moyen horizontal à la mise en service.
- Éclairage moyen horizontal à maintenir.
- Uniformité générale d'éclairage, rapport entre la valeur la plus faible d'éclairage et la moyenne, dit « uniformité U2 ».
- Rapport entre la valeur la plus faible d'éclairage et la plus forte, dit « uniformité U1 ».
- Pour le confort visuel des spectateurs plutôt que pour des raisons de sécurité ou d'urgence, le niveau d'éclairage doit être d'au moins 10 lx.
- Éclairage moyen vertical à maintenir.
- Éblouissement et indice.
- Indice minimal de rendu des couleurs,
- Axe optique maximum des projecteurs.
- Armoire de commande sécurisée en métallique.
- Bon choix de la longueur de mât.

### **Cadre réglementaire et normatif :**

<b>Norme</b>	<b>Pays</b>	<b>Contenu</b>
NF C 15-100	France	Installation électrique à basse tension (armoire électrique)
NF EN 60439-1	France	Ensembles d'appareillage à basse tension(1 <sup>er</sup> partie)
NF EN 60439-4	France	Ensembles d'appareillage à basse tension(2 <sup>ème</sup> partie)
NF EN 62262	France	Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électrique contre les impacts mécaniques externes(code IK)

Tableau 10 : cadre règlementaire et normatif

#### **4.4-Liste des recommandations utiles :**

Voilà les conditions pour un terrain de sport bien éclairé :

- Observer les conditions de terrain de sport basées sur le confort de la vue et l'efficacité de la vision pendant longtemps.
- Stabilité à la lumière constante et sélection du bon spectre pour la vision.
- Évitez que la lumière éblouissante et directe ne tombe dans les yeux et évitez les clignotements gênants sur les surfaces éclairées.
- La lumière est répartie uniformément sur les surfaces de terrain et dans la zone qui leur est adjacente.

#### **4.5-Armoire de commande :**

Les matériels utilisables pour les départs Éclairage des terrains de sport et leur protection doivent répondre aux exigences normatives de la norme NF C 17-200. De manière générale, les raccordements sont réalisés en régime de neutre TT.

Les différentes protections électriques se décomposent alors ainsi :

- Coupe-circuit à fusible type gG.
- Disjoncteur de type différentiel courbe B.
- Disjoncteur de type différentiel sélectif courbe B.
- Dispositif différentiel associé à un coupe-circuit fusible type gG.

## Les composants d'armoire a recommandé :

Image	Composant	Caractéristique
	<b>DISJONCTEUR DIFFERENTIEL (LEGRAND)</b>	<b>Courant assigné In 32~63 A Pouvoir de coupure 6000 A selon la norme IEC/EN/NF 60898-1 / 10 kA selon la norme IEC/EN/NF 60947-2</b>
	<b>INTERRUPTEUR DIFFERENTIEL (LEGRAND)</b>	<b>Courant assigné In 12~63 A Pouvoir de coupure 6KA Résiduel curent 30,300 mA</b>
	<b>PORTE FUSIBLE (LEGRAND)</b>	<b>Courant assigné 6~32 A Tension assigné 500 V</b>
	<b>CONTACTEUR (LEGRAND)</b>	<b>Voltage 380 V AC-AC Tension de bobine 220 V AC</b>

	<p><b>DISJONCTEUR Magnétothermique (LEGRAND)</b></p>	<p><b>Tension nominale/fréquence nominale : 230 V - 50/60 Hz Pouvoir de coupure : en 230 V</b></p>
	<p><b>Horloge (LEGRAND)</b></p>	<p><b>Alimentation: 230V 50/60Hz ;120V 50/60Hz ;24V AC/DC Puissance absorbée: 1 W Contact de sortie: 1 contact inverseur 16A 250V~μ cos φ = 1 Fluo compensé parallèle: 60VA max. 7μF Précision de l'horloge: ± 0,2 s / jour aux conditions normales d'utilisation</b></p>
	<p><b>FUSIBLE GG 14X51 32A 500V LEGRAND 014332</b></p>	<p><b>-Caliber: 32 A -Tension : 500 V~</b></p>

Tableau 11 : composants d'armoire a recommandé par la norme

Norme	Pays	Contenu
NF C 15-100	France	Installation électrique à basse tension (armoires électriques)
NF EN 60439-1	France	Ensembles d'appareillage à basse tension (1 <sup>er</sup> partie)
NF EN 60439-4	France	Ensembles d'appareillage à basse tension (2 <sup>ème</sup> partie)
NF EN 62262	France	Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (code IK)

Tableau 12 : réglementation et normative pour l'armoire de command

#### 4.6-L'inclinaison des projecteurs :

L'inclinaison maximale des projecteurs (axe optique) par rapport à la verticale est inférieure ou égale à 70° pour les terrains E1 à E7 :

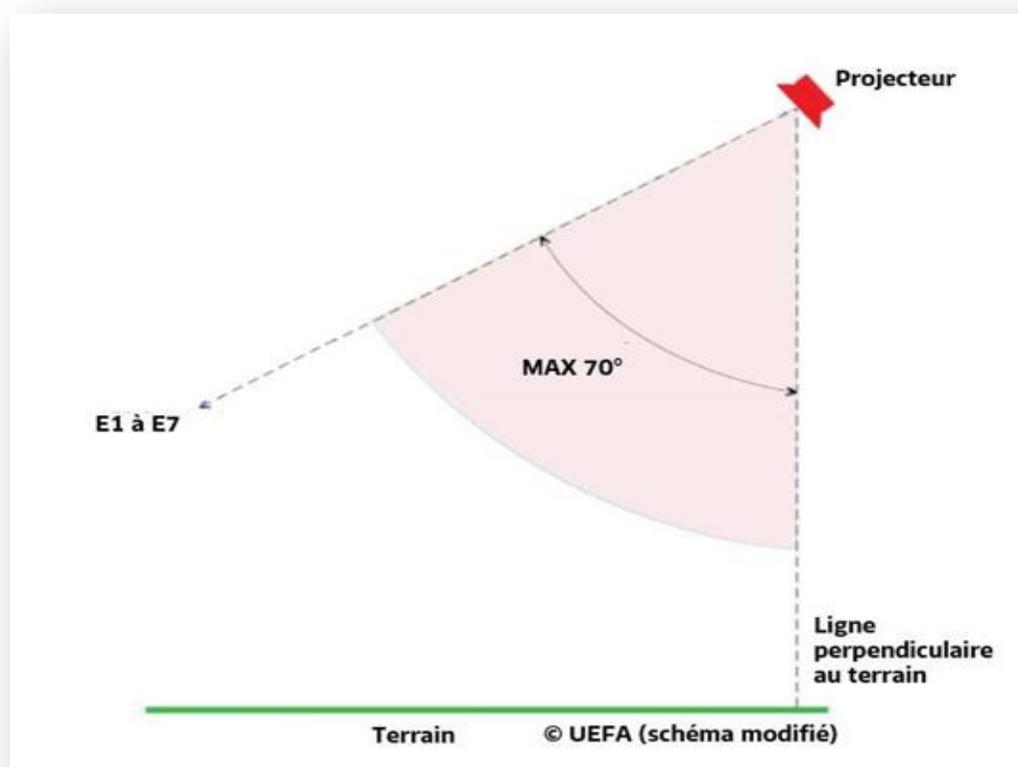


Figure 38 : L'inclinaison des projecteurs

## **4.7- Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons présenté des recommandations basées sur les normes européennes, pour les différents éléments utilisés dans l'éclairage des terrains de sport. Nous souhaitons que ces recommandations soient respectées ou bien prises en considérations par les entreprises algériennes.

## **Conclusion générale**

Dans ce mémoire, nous avons éclairé certains points sombres concernant l'éclairage public des terrains de sports, nous sommes passés par des pratiques et des analyses détaillées pour pouvoir établir un constat des lieux.

On constate qu'en premier lieu, l'éclairage public coûte de plus en plus cher et devient de moins en moins performant.

Ensuite, nos recherches sur le terrain mettent en avant le manque de maintenance et le fait que les normes ne sont pas respectées en Algérie.

Après l'étude photométrique et l'utilisation du logiciel DIALux, nous avons constaté que l'éclairage moyen et l'uniformité sont inférieurs à ces normes, ce qui nous a conduit à proposer des changements.

Nous avons pu optimiser de manière théorique cet éclairage pour enfin finir pour recommander des conditions plus efficaces à plus grande échelle, pour des aires de sports plus praticables et afin d'éviter le gaspillage et la pollution lumineuse

## Annexe

### LE CONTENU GLOBAL DE LA NORME NF EN 12665

NF EN 12464-1 Juin 2003 Lumière et éclairage. Éclairage des lieux de travail.

#### Partie 1 : lieux de travail intérieur

- 1) Domaine d'application.
- 2) Références normatives.
- 3) Termes et définitions [Tâche visuelle, Zone de travail, Zone environnante immédiate, Eclairage à maintenir, Angle de protection, Equipement de visualisation, Uniformité d'éclairage]
- 4) Critères relatifs au projet d'éclairage :
  - Ambiance lumineuse.
  - Distribution des luminances.
  - Eclairage (Eclairages recommandés sur la zone de travail ; Eclairage des zones environnantes immédiates ; Uniformité d'éclairage).
  - Eblouissement (Eblouissement d'inconfort ; Défilement contre l'éblouissement ; Réflexions de voile et éblouissement par réflexion).
  - Eclairage directionnel (Modèle;Eclairage directionnel des tâches visuelles).
  - Aspect des couleurs (Apparence colorée ; Rendu des couleurs).
  - Papillotement et effets stroboscopiques.
  - 4.8 Facteur de maintenance.
  - Considérations énergétiques.
  - 4.10- Lumière du jour.
  - 4.11- Eclairage des postes de travail avec équipement de visualisation, y compris les écrans (Généralités ; Limites de luminance pour luminaires à flux lumineux inférieur prépondérant)]
- 5) Nomenclature des prescriptions relatives à l'éclairage [Composition des tableaux ; Nomenclature des zones intérieures, des tâches et des activités ; Exigences relatives à l'éclairage des zones intérieures, tâches et d'activités]
- 6) Mode opératoire des contrôles [Eclairage, Eblouissement d'inconfort, Indice de rendu des couleurs, Luminance du luminaire]

## LE CONTENU GLOBAL DE LA NORME NF EN 12193

### NF EN 12193 Mars 2008 Lumière et éclairage Eclairage des installations sportives

- 1) Domaine d'application.
- 2) Références normatives.
- 3) Termes et définition.
- 4) Données à produire.
  - Données essentielles des lampes [Généralités ; Code de la lampe ; Dimensions de la lampe ; Puissance nominale de la lampe ( $W_{\text{lamp}}$ ) ; Flux lumineux ; Facteur de maintenance du flux de la lampe en lumens (LLMF) ; Facteur de survivance de la lampe (LSF) ; Indice général de rendu des couleurs (Ra) ; Température de couleur corrélée ( $T_{cp}$ )].
  - Données utiles des lampes [Généralités ; Classe d'efficacité énergétique de la lampe (LEEC)]
  - Données essentielles des luminaires [Généralités ; Code du luminaire ; Tableaux d'intensité normalisés ; Facteurs de correction ; Dimensions des parties lumineuses du luminaire].
  - Données utiles du luminaire [Généralités ; Diagramme d'intensité ; Facteur de luminance du luminaire ; Rapports espacement / hauteur ; Tableau de facteurs d'utilisation].
  - Données essentielles pour l'installation [Dimensions des terrains : pour obtenir les dimensions réelles voir l'Annexe A ; Facteur de réflexion de la surface (nécessaire pour les calculs d'éblouissement) ; Facteur de maintenance].
- 5) Principes généraux de l'installation d'éclairage.
  - Maillage de référence pour les calculs et les mesures (Généralités ; Pas des maillages de calcul et de mesure pour chaque sport ; Pas des maillages de calcul et de mesure pour les installations omnisports ; Application)
  - Instruments de mesure.
  - Rapport de mesure.
  - Différences admises.
  - Maintenance.
  - Éclairage des zones où se trouvent les spectateurs.
  - Sauvegarde des participants et continuation d'une action en cas de défaillance de l'éclairage (Éclairage de sauvegarde des participants ; Continuation d'un sport).
  - Limitation de l'éblouissement.
  - Couleurs de surface et propriétés réfléchissantes.
  - Lumière indésirable
- 6) Exigences pour l'éclairage des sports les plus pratiqués
  - 6.1 Exigences générales.
  - 6.2 Exigences par sport.
  - 6.3 Exigences spécifiques pour la télévision couleur et les films spectateurs environnantes] Annexe A (normative) Tableaux d'exigences.

## Les principaux concepts

Grandeur		Unité	
<i>Noms</i>	<i>symboles</i>	<i>Noms</i>	<i>Symboles</i>
- puissance (énergétique)	<i>P</i>	Watt	W
- efficacité visuelle	-	-	-
- efficacité lumineuse	<i>H</i>	-	-
- flux lumineuse	$\Phi$	Lumen	lm
- éclairement	<i>E</i>	Lux	lx
- intensité lumineuse	<i>I</i>	Candela	cd
- luminance	<i>L</i>	candela par mètre carré	cd/m <sup>2</sup>
- facteur de réflexion	<i>R</i>	-	-
- contraste	-	-	-
- uniformité	$U_0$	-	-
- température de couleur	$T_c$	Kelvin	K
- indice de rendu de couleur	IRC	-	-
- durée de vie	<i>D</i>	Heure	h
- facteur de ciel Ou facteur de jour	<i>F</i>	-	-
-angle solide, dans lequel le flux lumineux est émis	$\Omega$	Stéradian	sr
-surface sur laquelle le flux lumineux tombe	<i>A</i>	Le mètre carrée	m <sup>2</sup>
-surfaces vues de la source lumineuse	$A_L \cdot \cos$	Le mètre carrée	m <sup>2</sup>
-facteur de réflexion de la surface	<i>P</i>	-	-
-3,14	$\Pi$	-	-
-pour des surfaces diffuses	*	-	-

## Tableau des figures

N° Figure	Titre	N° page
Figure 1	L'éclairage fonctionnel	10
Figure 2	L'éclairage Décoratif	10
Figure 3	L'éclairage D'accentuation	10
Figure 4	Les illuminations festives	10
Figure 5	Les grandeurs utilisent dans l'éclairage	11
Figure 6	Indice de Rendu des couleurs	13
Figure 7	Température de Couleur de la lumière	13
Figure 8	l'angle de protection en installation des luminaires	15
Figure 9	Activités principales pour l'optimisation de la maintenance de l'éclairage public	16
Figure 10	Éclairage sportif LED(terrain de football)	21
Figure 11	Exemple de modèle de luminaire pour terrain de sport permettant de réduire l'éblouissement et la pollution lumineuse(	21
Figure 12	Eclairage en LED (terrain de football en Algérie)	23
Figure 13	Coffret de commande et de protection	24
Figure 14	câble 4×6	24
Figure 15	Les principales composantes d'une lumière	26
Figure 16	Projecteur en LED (300 W/IP66) Utilisée sur les terrains de sports	26
Figure 17	Les crosses	27
Figure 18	Mât utilisée sur les terras de sport (Galvanisé)	27
Figure 19	mât métallique	27
Figure 20	simulation d'éclairage de stade de football par DIALUX	31
Figure 21	Spectromètre	32
Figure 22	Terrain de football chemouma Mostaganem	33
Figure 23	armoie de commande (terrain de chemouma)	33

Figure 24	le schémas architecturale (terrain de football Chemouma Mostaganem	34
Figure 25	Les mesures obtenu par luxmètre	35
Figure 26	Aperçu 3D pour le stade	36
Figure 27	Aperçu 3D avec éclairement	36
Figure 28	graphique des valeurs (6 projecteur)	37
Figure 29	position des mâts dans le terrain	38
Figure 30	Courbe photométrique de projecteur	39
Figure 31	position pour 18 projecteur(TUNSGRAM)	41
Figure 32	position pour 12 projecteur (PHILIPS)	41
Figure 33	graphique des valeurs(18 projecteur TUNSGRAM)	42
Figure 34	graphique des valeurs (12 projecteurs PHILIPS)	42
Figure 35	courbes isophotes par les projecteurs de TUNSGRAM	43
Figure 36	courbes isophotes par les projecteurs de PHILIPS	43
Figure 37	aperçu 3D avec l'éclairage optimisé de terrain de football (Chemouma Mostaganem)	44
Figure 38	L'inclinaison des projecteurs	53

## Les tableaux

N° Tableau	Titre	N° page
Tableau 1	Température de Couleur de la lumière	14
Tableau 2	Libellé d'intervention	17
Tableau 3	Efficacité lumineuse de quelque lampe	22
Tableau 4	Les types de câble utilisée sur le câblage et l'installation	24
Tableau 5	dimensionnement et position de terrain	34
Tableau 6	les positions et la hauteur des mâts en Dialux	38
Tableau 7	les valeurs photométriques	44
Tableau 8	les exigences photométriques	47
Tableau 9	l'éclairage horizontal pour les sept niveaux	48
Tableau 10	cadre règlementaire et normatif	49
Tableau 11	Composants d'armoire a recommandé par la norme	51-52
Tableau 12	Réglementation et normative pour l'armoire de commande	53

## **Références Bibliographique**

1. NF EN 12193 : Lumière et éclairage - Éclairage des installations sportives.
2. CIE Publication 112 : Système d'évaluation de l'éblouissement pour une utilisation dans les sports de plein air et les zones éclairées.
3. NF C 15-100 : Installations électriques à basse-tension.
4. NF C 17-200 : Installations électriques extérieures.
5. LES BASES DE L'CLAIRAGE Réf CAD 2 : nS35.e
6. Cahier technique de recommandations éclairage extérieur  
Edition : janvier 2013  
A télécharger sur : [www.frapna-38.org/pollution-lumineuse](http://www.frapna-38.org/pollution-lumineuse)
7. Manuel pratique de l'éclairage  
— Zumtobel Lighting GmbH Schweizer Strasse 30 / Postfach 72 / 6851  
Dornbirn, AUTRICHE  
— [info@zumbobel.info](mailto:info@zumbobel.info)
8. Guide de la maintenance de l'éclairage public  
— Publié par : Coopération Municipale-CoMun /Gouvernance locale et participative au Maghreb / Elaboré par :mehdi DAOUDI ,ICP / Janvier 2018
9. Fondamentaux de l'éclairage public  
— Publié par : Coopération Municipale-CoMun /Gouvernance locale et participative au Maghreb / Elaboré par :mehdi DAOUDI ,ICP / Mars 2018