

REPUBLIQUE DU SENEGAL  
UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



5 m. 11.2

Ecole Supérieure Polytechnique  
Centre de THIES

DEPARTEMENT GENIE MECANIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR DE CONCEPTION EN  
ELECTROMECHANIQUE

Titre : MAITRISE DE LA DEMANDE D'ENERGIE APPLIQUEE A L'ECLAIRAGE  
PUBLIC : ETUDE DU CAS DE LA VILLE DE DAKAR

Auteur : Ibrahima Paul NDIA YE

Directeur interne: M. Cheikh WADE

Directeurs externes :M.Cherif SEYE, Transénergie

M. Cheikh DIAGNE, D.A.U

M. Charles TIEMTORE, C.G.E

Année : 2002-2003

## DEDICACES

Je dédie ce travail

A ma défunte marraine Gnagne

A ma grand mère

A ma mère

A mon père

A mes frères et sœurs

Et à tous les membres de ma famille qui me sont  
si chers.

## REMERCIEMENTS

Nous aimerions exprimer notre reconnaissance à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce projet en particulier à

Monsieur Chérif Seye, responsable zone Afrique de Transénergie qui m'a guidé dans le choix de ce sujet.

Monsieur Cheikh Wade, professeur à l'École Supérieure Polytechnique centre de Thiès pour avoir bien voulu m'encadrer.

Monsieur Charles Tiemore, chargé d'études à la Compagnie Générale d'Énergie pour ses conseils et les efforts dont il n'a fait aucun ménage pour la réussite de ce travail.

Je tiens également à remercier Monsieur le Directeur de l'Aménagement Urbain de la Ville de Dakar qui a bien voulu donner son accord pour l'accès aux informations nécessaires à cette étude. Plus particulièrement Monsieur Ibrahima Diagne agent voyer de la ville de Dakar qui a facilité mes investigations, le personnel de la Division des Grand Travaux et de l'Équipement tout spécialement Monsieur Cheikh Diagne, ingénieur et Monsieur Aly Diaw, technicien, chargés de l'éclairage public pour leurs conseils techniques quant aux installations de la ville de Dakar.

## LISTE DES TABLEAUX

|  |    |
|--|----|
| TABLEAU 1: LUMINANCE MOYENNES DE LA CHAUSSEE RECOMMANDEES .....  | 8  |
| TABLEAU 2: CARACTERISTIQUES DES LAMPES UTILISEES .....   | 15 |
| TABLEAU 3: RELEVÉ DE CONSOMMATION DE 2001 .....  | 17 |
| TABLEAU 4: RELEVÉ DE CONSOMMATION DE 2002 .....  | 18 |
| TABLEAU 5: COMPARAISON DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE .....   | 26 |
| TABLEAU 6: PERFORMANCES PHOTOMETRIQUES POUR INCL $90^{\circ} = 5^{\circ}$ .....                          | 27 |
| TABLEAU 7: PERFORMANCES PHOTOMETRIQUES POUR INCL $90^{\circ} = 2.5^{\circ}$ .....                        | 27 |
| TABLEAU 8: INFLUENCE DU LUMINAIRE SUR LA CONSOMMATION .....  | 28 |
| TABLEAU 9: PERFORMANCES PHOTOMETRIQUES DE LA SITUATION OPTIMALE (INCL $90^{\circ} = 2.5^{\circ}$ ) ..... | 30 |
| TABLEAU 10: PRIX DU MATERIEL .....   | 32 |
| TABLEAU 11: CALCUL DE L'INVESTISSEMENT .....   | 35 |
| TABLEAU 12: CALCUL DU COUT DE MAINTENANCE .....  | 34 |
| TABLEAU 13: RECAPITULATIFS DES CASH FLOWS .....  | 36 |

**LISTE DES FIGURES**

|   |    |
|---|----|
| FIGURE 2: CROQUIS D'UNE LAMPE A VAPEUR DE SODIUM TRES BASSE PRESSION..... | 5  |
| FIGURE 3: CROQUIS D'UNE LAMPE A VAPEUR DE MERCURE HAUTE PRESSION .....    | 6  |
| FIGURE 4: CROQUIS D'UNE LAMPE A VAPEUR DE SODIUM HAUTE PRESSION.....      | 6  |
| FIGURE 5: RECTANGLE SUR LA CHAUSSEE RECEVANT UN FLUX EGAL.....            | 10 |
| FIGURE 6: FLUX UTILE D'UN LUMINAIRE D'ECLAIRAGE PUBLIC EN POSITION .....  | 10 |
| FIGURE 7: DAKAR ET SES COMMUNES D'ARRONDISSEMENT.....                     | 11 |
| FIGURE 8 : ZONES DE DAKAR SANS ECLAIRAGE.....                             | 12 |
| FIGURE 9: TYPES DE RESEAU.....  | 13 |
| FIGURE 10: ÉTAT DES CANDÉLABRES.....                                      | 14 |
| FIGURE 11: ÉTAT DE FONCTIONNEMENT ET TYPES DE LAMPES.....                 | 15 |
| FIGURE 12: ÉTAT DES LUMINAIRES.....                                       | 16 |
| FIGURE 13: REPARTITION DES LUMINAIRES.....                                | 16 |
| FIGURE 14: PROFIL DE CONSOMMATION 2001 .....                              | 18 |
| FIGURE 15 PROFIL DE CONSOMMATION 2002 .....                               | 19 |

**LISTE DES SYMBOLES ET ABBREVIATIONS**

|              |  |
|--------------|--|
| EP           | : Eclairage Public                         |
| SHP          | : Sodium Haute Pression                    |
| VDN          | : Voie de Dégagement Nord                  |
| K            | : degrés Kelvin                            |
| I            | : investissement                           |
| CE           | : coût d'exploitation                      |
| $C_{ma}$     | : coût de maintenance                      |
| CAP          | : coût de l'énergie                        |
| $\Delta C$   | : économie d'énergie                       |
| $C_a$        | : consommation nette annuelle              |
| $C_a'$       | : consommation annuelle après rénovation   |
| $\Delta C_L$ | : économie d'énergie issue du Lumandar     |
| $\Delta C_a$ | : économie d'énergie annuelle              |
| $C_{a1}$     | : consommation annuelle initiale           |
| TRI          | : taux de rendement interne                |
| DRC          | : durée de récupération du capital investi |
| $E_m$        | : économie monétaire                       |
| G            | : Indice de confort                        |
| TJ           | : Treshold Increment                       |

## TABLE DES MATIERES

|  |             |
|--|-------------|
| <b>DEDICACES</b> .....   | <b>I</b>    |
| <b>REMERCIEMENTS</b> .....   | <b>II</b>   |
| <b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....  | <b>III</b>  |
| <b>LISTE DES FIGURES</b> .....   | <b>IV</b>   |
| <b>LISTE DES SYMBOLES ET ABBREVIATIONS</b> .....                             | <b>V</b>    |
| <b>SOMMAIRE</b> .....  | <b>VIII</b> |
| <b>INTRODUCTION</b> .....  | <b>1</b>    |
| <b>1 GENERALITES</b> .....   | <b>2</b>    |
| 1.1 DESCRIPTION DES DIFFERENTS ELEMENTS D'UN RESEAU D'ECLAIRAGE PUBLIC ..... | 2           |
| 1.1.1 Les armoires.....  | 2           |
| 1.1.2 Les supports .....   | 4           |
| 1.1.3 Le système d'appareillage .....  | 4           |
| 1.1.4 Les sources lumineuses.....  | 4           |
| 1.2 PROJETS D'ECLAIRAGE PUBLIC .....   | 7           |
| <b>2 PRESENTATION DE LA ZONE ETUDIEE</b> .....                               | <b>11</b>   |
| 2.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE .....   | 11          |
| 2.2 ETATS DES LIEUX .....  | 13          |
| 2.2.1 Aperçu global.....   | 13          |
| 2.2.2 Niveau d'éclairement.....  | 15          |
| 2.2.3 Consommation d'énergie.....  | 16          |
| 2.2.4 Travaux en cours.....  | 19          |
| <b>3 TENDRE VERS UN OPTIMUM</b> .....  | <b>21</b>   |
| 3.1 AMELIORATION DE LA QUALITE DE L'ECLAIRAGE .....                          | 21          |
| 3.2 REDUCTION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE .....                             | 22          |
| 3.3 CAS DE LA VOIE DE DEGAGEMENT NORD (VDN) .....                            | 23          |
| 3.3.1 place OMVS- case des tous petits .....                                 | 23          |
| 3.3.2 Sacré-Cœur 3 -Liberte 6.....   | 24          |
| 3.3.3 Cité SIPRES 1- CICES .....   | 25          |
| <b>4 ANALYSE TECHNICO-ECONOMIQUE</b> .....                                   | <b>26</b>   |
| 4.1 UNIFORMISATION DES LAMPES .....  | 26          |
| 4.2 MODIFICATION DU SYSTEME DE COMMANDE.....                                 | 28          |
| <b>5 CONFIGURATION OPTIMALE</b> .....  | <b>30</b>   |
| <b>6 ANALYSE FINANCIERE</b> .....  | <b>32</b>   |
| 6.1 INVESTISSEMENT .....   | 32          |
| 6.2 LE COUT D'EXPLOITATION .....   | 33          |
| 6.2.1 Coût de maintenance : $C_{ma}$ .....                                   | 33          |
| 6.2.2 Coût de l'énergie.....   | 34          |
| 6.3 LES RECETTES .....   | 34          |
| 6.4 EVALUATION DU PROJET .....   | 35          |
| 6.4.1 Le délai de récupération du capital .....                              | 35          |
| 6.4.2 Le Taux de Rendement Interne (TRI) .....                               | 35          |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS</b> ..... | <b>37</b> |
| <b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....                 | <b>39</b> |
| <b>ANNEXES</b> .....                       | <b>40</b> |

|           |  |
|-----------|--|
| Annexe 1  | PV de visites nocturnes                                      |
| Annexe 2  | Comment gérer l'éclairage nocturne                           |
| Annexe 3  | Impact de l'installation du Lumandar 1000 sur tout le réseau |
| Annexe 4  | Description de CALCULIX                                      |
| Annexe 5  | Fiches CALCULIX de la situation optimale de la VDN           |
| Annexe 6  | Simulation de la situation actuelle de la VDN                |
| Annexe 7  | Explication des données photométriques                       |
| Annexe 8  | Caractéristiques du Lumandar                                 |
| Annexe 9  | Exemple d'automate utilisé en télégestion                    |
| Annexe 10 | Exemple de système de télégestion                            |
| Annexe 11 | Glossaire  |
| Annexe 12 | Fiche caractéristique de candélabre                          |
| Annexe 13 | Dakar la nuit  |
| Annexe 14 | Vues sur quelques éléments du réseau                         |
| Annexe 15 | comparaison entre les lampes SHP et décharges de mercure     |



## SOMMAIRE

Ce rapport a été rédigé dans le cadre du Projet de Fin d'études intitulé : Maîtrise de la Demande d'Énergie appliquée à l'éclairage public- étude du cas de la ville de Dakar. Son but était de faire des propositions à la ville de Dakar pour réduire les consommations d'énergie du réseau d'éclairage public et en améliorer la qualité.

L'influence de l'utilisation de systèmes économes d'énergie sur l'ensemble des coffrets, et la réhabilitation de l'éclairage de la VDN fut étudié. L'analyse des performances photométriques nous ont permis d'énoncer un ensemble de modifications à opérer pour d'une part diminuer les coûts de l'électricité, et d'autre part améliorer le niveau d'éclairement.

Le type de lampe utilisé a un impact considérable sur les consommations énergétiques, et peuvent entraîner des réductions de plus de 50% comme dans le cas de la VDN, tout en assurant de bons résultats photométriques:  $U1$  variant de 0.75 à 0.81,  $L_{moy}$  compris entre 1.5 et 2  $cd/m^2$  et  $T1 < 15\%$ . Le système de commande est également très important pour réduire les consommations. Ainsi, en procédant à un remplacement des lampes et en utilisant des interrupteurs crépusculaires, la facture d'électricité est réduite de 71%. Cette économie réalisée permet de prendre en charge, tous les ans, des projets de réhabilitations de la taille de celui proposé sur la VDN.

Les études d'avant projet permettent d'optimiser l'éclairage et sont une première phase vers une utilisation rationnelle de l'énergie dans les installations d'éclairage public. Les technologies utilisées pour les dispositifs de commande sont aussi à la base d'importante réduction des dépenses qui rejaillissent sur le budget de la mairie, les coûts de l'électricité étant maîtrisés.

Mots clés : Eclairage Public, économie d'énergie, amélioration de l'éclairage

## INTRODUCTION

Notre société, au fur et à mesure qu'elle se modernise et concentre ses activités dans les grandes agglomérations devient de plus en plus exposée à l'insécurité. Pour réduire cette dernière au minimum, et faire ressortir la richesse de notre passé, il advient important d'améliorer le cadre de vie des personnes par tous les moyens possibles. L'un d'entre eux est d'éclairer l'espace public, pour assurer la sécurité des personnes et des biens.

Cette illumination de la ville concerne aussi bien les routes et places publiques que les quartiers. Cependant, elle occasionne des consommations d'énergie considérables qui coûtent cher à la mairie de la ville. Cela est déplorable puisque la qualité de l'éclairage laisse à désirer dans la majeure partie de Dakar.

Pour remédier à cette situation, il faut réduire et maîtriser ces consommations, et améliorer le niveau d'éclairage sur les voies de circulation et dans les quartiers afin d'avoir les valeurs optimales requises par les normes.

Dans ce rapport qui traite de la maîtrise de la demande d'énergie appliquée à l'éclairage public, nous émettrons des propositions pour diminuer les pertes d'énergie dans les installations et réduire les factures d'électricité de la ville de Dakar. Nous présentons également une situation optimale applicable à la VDN qui suit les dernières avancées technologiques en matière de gestion d'installation d'éclairage. Cette étude met l'accent sur l'importance d'une Utilisation Rationnelle de l'Énergie ainsi que son impact sur le budget d'une ville.

Nous procéderons à un diagnostic de la situation de l'éclairage public de Dakar pour connaître l'état de son patrimoine lumière et ses consommations. Une étude comparative de la situation photométrique et énergétique actuelle de la VDN et la solution optimale proposées servira à dégager l'importance d'une étude d'avant projet.

Dès lors, après une description des différents éléments d'un réseau d'éclairage public, une présentation de la zone étudiée, nous décelerons les actions à mener pour arriver à l'optimum. Ensuite, nous ferons une analyse technico-économique pour choisir parmi des scénarii la situation optimale que nous exposerons. Puis, nous procéderons à l'évaluation financière de cette solution optimale pour enfin, émettre des recommandations qui contribueront à l'amélioration de la situation de l'éclairage public de la ville de Dakar.

## 1 Généralités

### 1.1 Description des différents éléments d'un réseau d'éclairage public

D'une façon générale un réseau d'éclairage public est constitué :

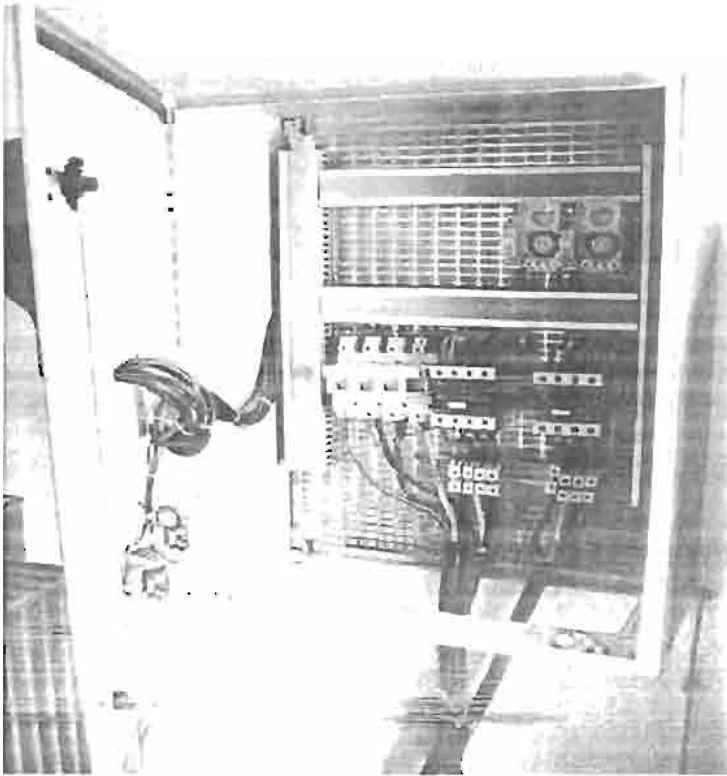
- des armoires ou coffrets de commande
- des supports
- du système d'appareillage
- des sources lumineuses
- de câbles
- de lanternes

#### 1.1.1 Les armoires

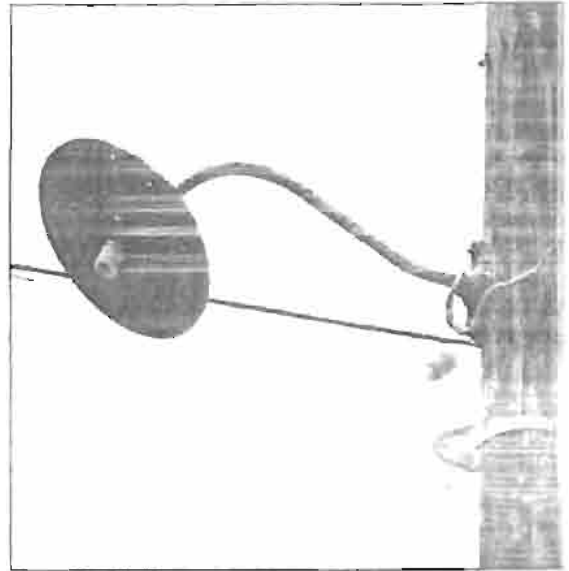
Les armoires d'EP se présentent sous deux modèles : le standard et le moderne. Les premiers sont généralement placés à l'intérieur des postes de transformation, et les seconds sont placés à l'extérieur. Elles sont généralement maçonnées avec des portes en bois. Le bois est traité contre les termites et les remontées de câble sont protégés contre les chocs.

Une armoire comporte les éléments suivants :

- un coupe-circuit
- un compteur
- des contacteurs
- un interrupteur horaire ou crépusculaire
- des commutateurs
- de la filerie de câblage
- des connecteurs



Armoire



Console sur poteau de distribution



Candélabre Routier



Candélabre résidentiel

Figure 1: armoire de commande et types de candélabres

### 1.1.2 Les supports

La différence entre l'éclairage public moderne et l'éclairage public standard est caractérisée par le type de support. En effet pour l'éclairage moderne, les supports sont des candélabres de routes avec ou sans crose et les candélabres d'ambiance utilisés dans les parcs et jardins publics. En ce qui concerne l'éclairage standard les supports sont des consoles supportées par les poteaux électriques de distribution en béton ou en bois équipés de console, et généralement situés à l'intérieur des quartiers.

### 1.1.3 Le système d'appareillage

Il est souvent monté sur des platines précâblées au niveau de la porte de visite du candélabre ou directement dans les lanternes lorsqu'il y est incorporé. L'appareillage est spécifique pour chaque type de lampe. Il est constitué :

- d'un ballast pour stabiliser et limiter l'intensité de la lampe à sa valeur nominale
- d'un condensateur pour améliorer le facteur de puissance
- d'un amorceur qui sert aussi bien à la protection et à l'allumage temporisé

Certaines lampes peuvent s'utiliser sans appareillage tandis que d'autres ne peuvent s'en passer pour leur fonctionnement

### 1.1.4 Les sources lumineuses

Elles sont au bout de la chaîne et constituent l'élément le plus important car on ne peut parler d'éclairage sans source de lumière. Les lampes utilisées en éclairage public peuvent être réparties en deux familles :

- les lampes à décharges mixtes
- les lampes à décharge haute pression

#### 1.1.4.1 Les lampes mixtes à décharges de mercure

La lumière est émise par un filament de tungstène monté en série avec un brûleur à décharge en quartz contenant une faible quantité de mercure, à une température de 3500 à 3800 K dans une ampoule remplie d'un gaz neutre (argon, krypton ...), le filament est long et fin mais rassemblé au centre de l'ampoule par un spiralage

L'efficacité lumineuse des lampes mixtes courantes est médiocre de 11 à 36 lm/W suivant la puissance. La durée de vie moyenne des lampes à incandescence courantes est de 2000 h sous tension nominale. Elles sont très sensibles aux variations de la tension d'alimentation. Une

augmentation de 5% peut réduire la durée de vie de moitié. Les tensions nominales offertes sont 220-230 V, les puissances normalisées (ouelles) sont : 100, 160, 250, 500W.

Elles sont généralement utilisées pour l'éclairage standard.

#### 1.1.4.2 Les lampes à décharge

L'émission de lumière résulte d'une décharge électrique dans un gaz rare ou une vapeur métallique ( dans ce cas un gaz rare lui est associé). La décharge a lieu dans un tube de verre, de quartz ou de céramique, entre deux électrodes d'une matière électrochimiquement active.

Le fonctionnement de la décharge entraîne deux exigences : la stabilisation et l'amorçage. Dans le cas général, la stabilisation est obtenue à l'aide d'un ballast qui est une bobine d'inductance à noyau magnétique, placée en série dans le circuit. On fait également appel à des ballasts qui élèvent la tension et à des condenseurs qui corrigent le facteur de puissance.

Si l'amorçage ne peut être obtenu par des aides à l'amorçage déposées dans la lampe, on utilise des dispositifs extérieurs appelés amorçeurs qui donnent la pointe de tension nécessaire.

La durée de vie des lampes à décharge est généralement très longue par comparaison avec les lampes à incandescence, mais elle est influencée par les conditions de fonctionnement et notamment par le nombre d'allumages. La qualité des ballasts et des amorçeurs joue également un rôle. Voici une description sommaire de chaque type de lampe utilisée :

##### ➤ Lampes à vapeur de sodium très basse pression (29)

L'émission de lumière résulte d'une décharge électrique dans un tube néon-sodium. Après amorçage, le sodium présent dans le tube sous forme solide se vaporise progressivement. A très basse pression de sodium, l'émission de la radiation caractéristique de couleur jaune-orangé est dominante.

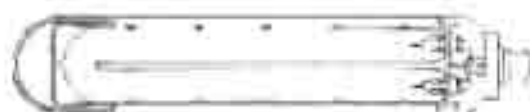


Figure 2: croquis d'une lampe à vapeur de sodium très basse pression

La lampe se présente sous forme d'un tube replié en épingle à cheveux placé dans une ampoule cylindrique.

Les puissances disponibles vont de 18 à 180 W, l'efficacité lumineuse approche 200 lm/W, la durée de vie utile dépasse 10000 h.

##### ➤ Lampes à vapeur de mercure haute pression

La décharge électrique dans la vapeur de mercure à haute pression est caractérisée par l'émission de plusieurs radiations dans le spectre visible, mais malheureusement aucune dans le rouge. Pour corriger cette situation, on fait appel à un apport de lumière par fluorescence.



Figure 3: croquis d'une lampe à vapeur de mercure haute pression

L'ampoule est recouverte d'une poudre fluorescente émettant des radiations rouges. L'excitation de la poudre est due à une radiation ultraviolette caractéristique du mercure à haute pression. L'amorçage de la décharge est obtenu grâce à une électrode auxiliaire sans faire appel à un dispositif extérieur : la mise en régime de la lampe demande 2 à 3min.

Les puissances nominales s'échelonnent entre 50 et 1000W avec des efficacités allant de 40 à 60 lm/W. la durée de vie pratique peut dépasser largement 10000h. le ballast est uniquement inductif, le facteur de puissance peut être corrigé à l'aide de condensateurs

#### ➤ Lampes à vapeur de sodium haute pression

L'émission de la vapeur de sodium modifiée par la pression comprend d'autres radiations que la radiation jaune-orangée. Le mono chromatisme est évité mais on conserve une efficacité lumineuse élevée. Le tube à décharge est en céramique translucide qui est la seule à pouvoir supporter l'agressivité du sodium à haute température.



Figure 4: croquis d'une lampe à vapeur de sodium haute pression

Les puissances nominales vont de 50 à 1000W, les efficacités lumineuses de 70 à 120lm/W. Les ampoules sont ovoïdes ou tubulaires. Les premières sont destinées à prendre place dans les appareils analogues à ceux des lampes à vapeur de mercure à haute pression, les secondes dans des luminaires conçus spécialement

L'amorçage direct peut être obtenu sur un ballast inductif avec certains modèles mais en sacrifiant un peu d'efficacité et de durée. La solution optimale permettant des durées comparables à celles des lampes à vapeur de mercure est celle d'un ballast spécialement conçu pour ces lampes et d'un amorçeur électronique.

Les installations d'éclairage public (EP) peuvent être raccordées au réseau Basse Tension à partir d'un poste de transformation ou directement par le câble de distribution publique de l'EP.

## 1.2 Projets d'éclairage Public

Il existe deux types d'éclairages : l'éclairage fonctionnel et l'éclairage résidentiel.

L'éclairage fonctionnel a pour principaux objectifs :

- la sécurité : pour augmenter la sécurité de la circulation et réduire ainsi les accidents, pour améliorer celle des personnes et des biens en ayant une action préventive au niveau des agressions
- la rentabilité : pour augmenter la fluidité du trafic

Pour atteindre ceux-ci, l'installation d'éclairage devra permettre aux utilisateurs :

- de voir les obstacles : cette vision ne peut se faire que par contraste de luminances entre l'obstacle et la chaussée. L'éclairage des trottoirs joue un rôle primordial de prévention et contribue fortement à une bonne anticipation de réaction des automobilistes et des piétons devant une situation évolutive
- d'attirer l'attention sur les points dangereux ( carrefours, ponts... )
- de faciliter la perception du tracé des voies (par guidage optiques approprié ne pouvant prêter à confusion.)

L'éclairage résidentiel a pour objectif, tout en assurant la sécurité, de donner une ambiance agréable et d'animer ainsi le quartier traité

L'effet recherché prime dans ce cas par rapport aux résultats photométriques obtenus

Il s'agira de créer une ambiance convenant au lieu à éclairer avec des appareils d'esthétiques adaptées à l'environnement et de technologie répondant au contexte local.

Les performances à atteindre pour l'éclairage fonctionnel dépendent du type de voie, du volume et de la vitesse du trafic. En effet, le niveau d'éclairement est une indication de la quantité de lumière reçue par la chaussée, c'est un élément numérique utile ( car contractuel lors d'une réception d'installation) mais sans importance pratique pour l'appréciation de la qualité visuelle de l'installation d'éclairage. Ce qui importe c'est l'aspect de la chaussée éclairée, perçu par l'utilisateur de la route. Cet aspect dépend de la qualité de la lumière réfléchie vers le conducteur par les diverses parties de la chaussée c'est à dire sa luminance. Ainsi un niveau de luminance selon les types de voies est à respecter. Ces valeurs sont consignées dans le tableau 1



| Composition du trafic    | Volume et vitesse du trafic   | Caractéristiques de voies  | Exemples                                      | Classe de trafic | Abords            | $L_{moy}$ (cd/m <sup>2</sup> ) | $U_0$ | $U_l$ |
|--------------------------|---|--|---|------------------|-------------------|--------------------------------|-------|-------|
| Automobile seule         | Circulation importante et rapide.   | Voies à chaussée séparées, sans croisement à niveau et à accès entièrement contrôlé.             | Autoroutes, routes express.                   | A                | Clairs ou sombres | 2                              | 0.4   | 0.7   |
|                          |   | Autres voies réservées à la circulation automobile   | Routes, voies de contournement, radiales, etc | B                | Clairs Sombres    | 2<br>1a2                       | 0.4   | 0.7   |
|                          | Circulation importante mais à vitesse modérée (<70km/h)                       | Voies importantes à la circulation automobile.   |   | C                | Clairs Sombres    | 2<br>1                         | 0.4   | 0.7   |
| Tout véhicule et piétons | Tout véhicule. Vitesse modérée (<70 km/h).                                    | Voies urbaines ou non, importantes avec piétons et/ou véhicules lents sur voies séparées ou non. | Routes traversant une agglomération.          | C                | Clairs            | 2                              | 0.4   | 0.7   |
|                          | Circulation importante avec forte proportion de piétons ou de véhicules lents | Voies urbaines. Voies de centre commerciaux.   | Rues importantes Rue commerçantes.            | D                | Clairs            | 2                              | 0.4   | 0.7   |
|                          | Vitesse et volume limités   | Voies reliant des ensembles résidentiels au réseau de voies des classes A à D                    |   | E                | Clairs Sombres    | 1<br>0.5                       |       | 0.5   |
|                          | Vitesse et volume très limités.   | Voies de dessertes locales   |   | Non classées     |                   |                                |       |       |

Tableau 1: luminance moyennes de la chaussée recommandées

A la luminance moyenne recommandée sont associés, dans ce tableau, deux facteurs d'uniformité .

- le facteur  $U_0$  ou facteur d'uniformité générale  $U_0 = L_{min}/L_{moy}$  ;
- le facteur  $U_l$  ou facteur d'uniformité longitudinale  $U_l = L_{min}/L_{max}$

Les luminances sont, pour  $U_l$ , mesurées sur des lignes parallèles à l'axe de la route. Comme le montrent les chiffres, on est beaucoup plus exigeant pour ce facteur que pour l'autre. afin d'être garanti contre l'apparition de zébrures transversales sur la route qui témoignent d'un éclairage médiocre. Un écartement trop grand des candélabres tend toujours à les provoquer

On peut s'appuyer sur deux paramètres pour un projet d'éclairage : la luminance ou l'éclairement :

Sur la base de la luminance et de l'éclairement, le projet d'éclairage exige pratiquement le recours à un programme de calcul sur ordinateur dont un exemple est le Calculux de Philips que nous avons utilisé dans cette étude et dont une description est faite en annexe. Les données utilisées sont

- la nature de la route : le type de chaussée, le nombre et la largeur des voies, la largeur du terre-plein central .
- les caractéristiques photométriques du revêtements : le coefficient de clarté  $Q_c$  et la classe R ;
- les caractéristiques photométriques du luminaire et son angle d'inclinaison en position sur la route, s'il y en a un ;
- la hauteur du candélabre ou, plus exactement, la hauteur du feu  $h$  .
- le mode d'implantation : unilatéral, bilatéral, sur terre-plein central, etc

La variable qui subsiste est l'espacement  $e$  entre les candélabres successifs. Le programme calcule pour une série de rapports  $e/h$  les luminances moyennes et les facteurs d'uniformité. Il fournit également des indications relatives à l'éblouissement perturbateur et à l'éblouissement d'inconfort pour le luminaire considéré et dans les conditions d'implantations envisagées. Le projecteur choisit la solution optimale suivant les différentes propositions du programme ;

Dans un cas plus simplifié on utilise les éclairements pour orienter les choix et les prévisions. On admet pour ce calcul, dans le cas le plus fréquent, le revêtement est un enrobé moyen et qu'une luminance de  $1 \text{ cd/m}^2$  demande un éclairement de  $15 \text{ lx}$  (  $2 \text{ cd/m}^2$  demande  $30 \text{ lx}$ ). On admet, de plus, qu'une uniformité suffisante des luminances est obtenue avec un luminaire de type courant pour une hauteur de feu  $h$  égale à la largeur  $w$  de la chaussée, dans le cas d'une implantation unilatérale, et à  $w/2$  dans le cas d'une implantation bilatérale (vis à vis) , on admet également que l'espacement  $e$  entre les candélabres est, en moyenne,  $e=3.2h$

Considérons alors un élément de route de grande longueur, éclairé par des candélabres régulièrement espacés et, sur cette route, un rectangle (cas de l'implantation unilatérale), ou deux rectangles (cas de l'implantation bilatérale) . Le flux reçu par un rectangle est la  $n^{\text{e}}$  partie du flux total émis par les  $n$  luminaires. Il en résulte que ce flux est égal au flux utile  $\Phi_u$  fourni par un seul luminaire

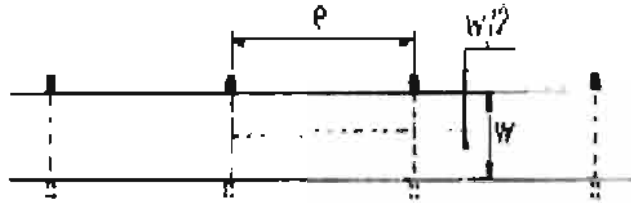


Figure 5: rectangle sur la chaussée recevant un flux égal

Le flux utile des luminaires est le flux émis dans l'angle dièdre qui s'appuie sur les bords de la route comme le montre la figure suivante.

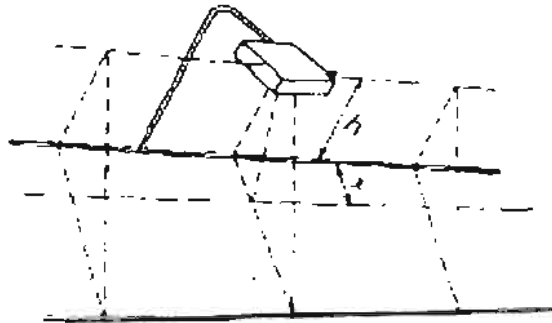


Figure 6: Flux utile d'un luminaire d'éclairage public en position

Il est facile de déterminer ce flux à partir d'un graphique fourni par les fabricants de luminaires.

Le luminaire peut être en surplomb de chaussée, ce qui conduit à distinguer le flux utile rayonné vers l'avant et celui rayonné vers l'arrière. Dans le cas d'un surplomb, il faut faire la somme de deux facteurs d'utilisation. Le flux doit être tel que :

$$\Phi_u = w \times 3.2h \times E \quad \text{ou} \quad \Phi_u = w/2 \times 3.2h \times E$$

Il reste à contrôler si le flux nominal  $F_n$  du luminaire, c'est à dire de la lampe qu'il contient, est en mesure de régler le problème posé :

$$F_n \times u \geq \Phi_u$$

## 2 Présentation de la zone étudiée

### 2.1 Situation géographique

Etendue sur une superficie de 104.5 km<sup>2</sup>, la ville de Dakar occupe la partie occidentale de la presqu'île du Cap-vert. Elle est délimitée par deux caps, à l'ouest par la pointe des Almadies avec au nord les plages de Ngor, Yoff, Cambéréne, et au Sud par le Cap Manuel au nord duquel commence la ville.

Elle est administrativement divisée en 19 communes d'arrondissement comme le montre la carte ci-après.

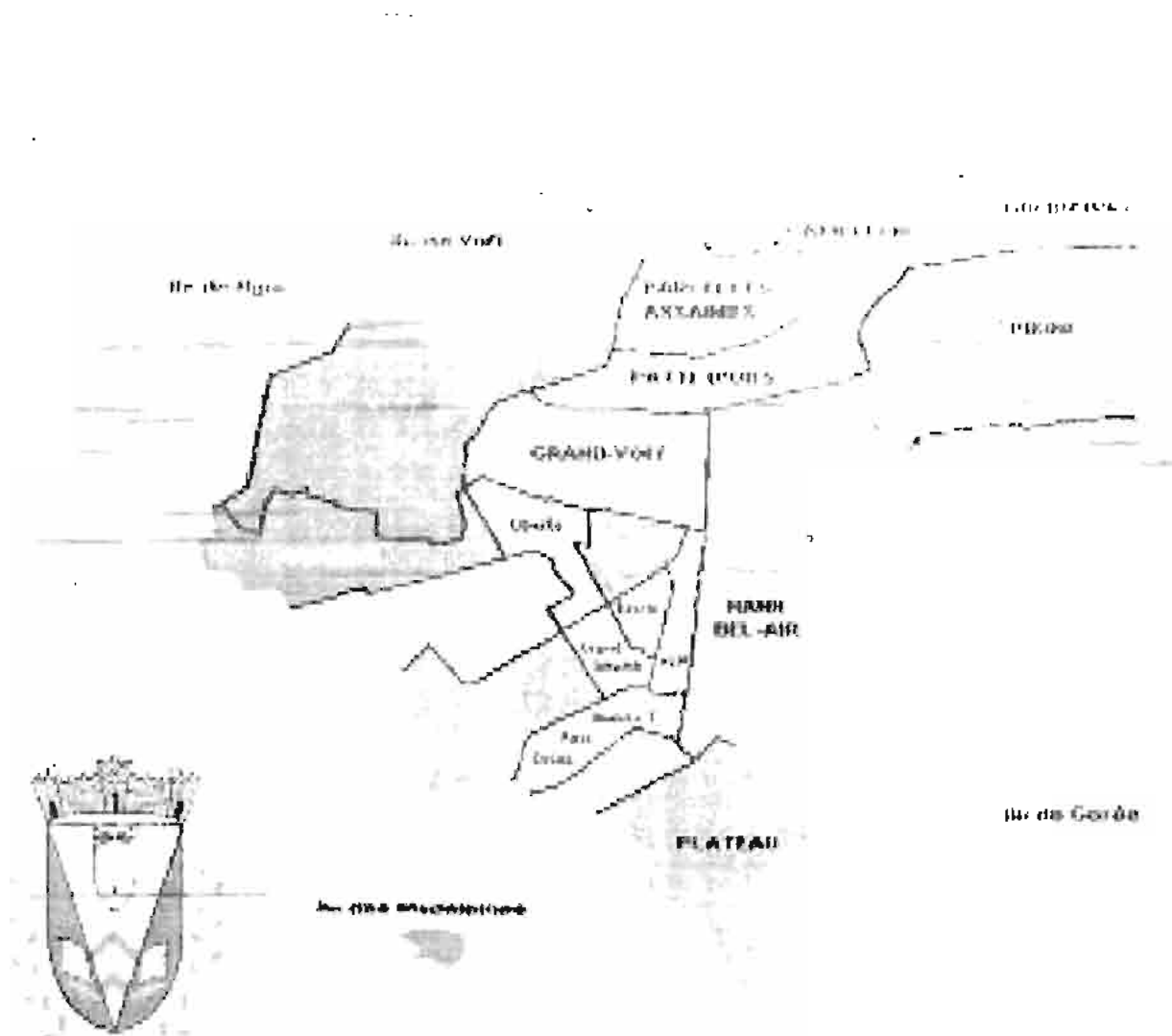
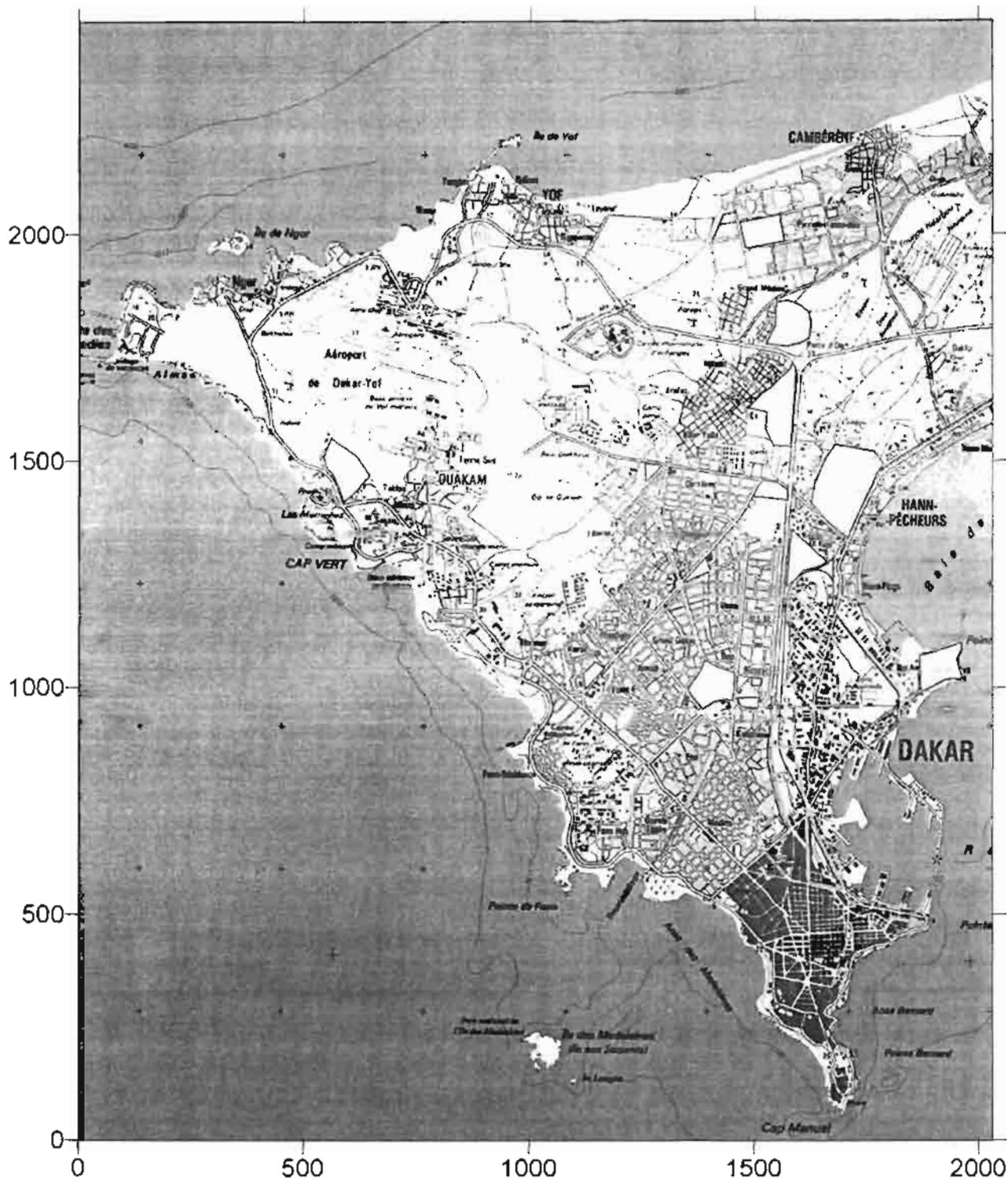


Figure 7: Dakar et ses communes d'arrondissement

Les voies structurantes sont très fréquentées et constituent la plupart du temps les limites entre communes d'arrondissement. Dans toutes les communes d'arrondissement il y a un certain nombre de voies à éclairer comme le montre la carte suivante. Les zones en vert sont celles sans éclairage.



**Figure 8 : Zones de Dakar sans éclairage**

En ce qui concerne l'EP la ville est partagée en cinq lots confiés à des entreprises. Il s'agit de :

- Lot 1 : les communes de Dakar Plateau, Médina, Fass-Colobanne
- Lot 2 : HLM, Dieuppeul- Derklé, Sacré Cœur, Liberté, Mermoz
- Lot 3 : Grand Yoff, Amitié
- Lot 4 : Ngor, Yoff, Ouakam
- Lot 5 : Patte d'oie, Parcelles Assainies, Cambéréne

Les actions à mener sont de deux types :

- extension du réseau dans les zones non éclairées
- renforcement et réhabilitation des points lumineux lorsque le niveau d'éclairage est trop faible.

Les procès verbaux des visites nocturnes effectuées reprennent en détails les actions à engager dans chaque zone de la ville.

## 2.2 Etats des lieux

### 2.2.1 Aperçu global

L'éclairage public de la ville de Dakar est constitué de deux types :

- l'éclairage public moderne : pour les grandes artères, il est constitué de candélabres avec luminaires (sodium ou mercure) dont la puissance varie de 150 à 400W. Les nouvelles cités sont également éclairées par le moderne
- L'éclairage public standard : localisé à l'intérieur des quartiers, il est caractérisé par des consoles murales de luminaire posées sur des poteaux de bois, de fer ou en béton. La puissance utilisée varie de 60 à 150W.

La ville de Dakar comporte 465 postes de commandes répartis de la sorte :

- 259 postes pour l'éclairage standard
- 206 postes pour l'éclairage moderne.

Ils sont tous alimentés par le réseau Basse Tension de la SENELEC par une connexion aérienne pour le standard et par câble de connexion souterrain pour le moderne.

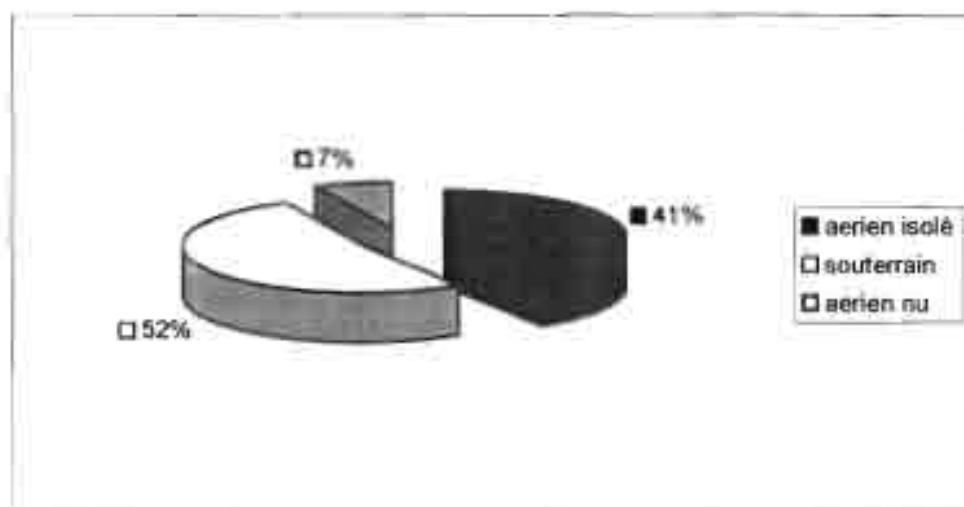


Figure 9: types de réseau

La majeure partie des installations standards sont hors service à cause de leur âge avancé. Dans les quelques zones où elles sont encore en marche, elles fonctionnent en tension B1(110-220V). Les appliques sont le plus souvent placées sur les poteaux de distribution, distants de

40m, et à une hauteur de 7 à 8m. Il se pose ainsi un problème d'uniformité d'autant plus que les luminaires ne sont pas de bonne qualité. Ces installations ne permettent pas un bon éclairage et entraînent ainsi des dépenses inutiles d'énergie. Elles sont aussi victimes d'actes de vandalisme de la part des usagers, si ce ne sont des problèmes organisationnels qui sont à la base du non fonctionnement. En effet la gestion du réseau standard était, jusqu'à un passé récent, laissée à la charge des communes d'arrondissement. Cependant des défauts de paiements de factures ont conduit à la rupture du contrat avec la SENELEC qui a donc coupée l'électricité et cessé tout entretien.

L'éclairage moderne quant à lui est alimenté en B2 (220/380V). Les installations visitées sont faites de sorte que chaque candélabre (15 809 au total) est mis à la terre individuellement, mais il y en a qui présentent des défauts d'isolement. Ces derniers ont une hauteur de 9, 10 ou 12m avec une saillie de 2m. Ils présentent plusieurs défauts tel l'absence de portillon, le manque de stabilité dû au mauvais dimensionnement des massifs. Globalement, 20% des candélabres sont penchés ou détruits. Certains de ces candélabres comportent à leur base le système d'appareillage nécessaire au bon fonctionnement du luminaire s'il n'est pas du type à appareillage incorporé.

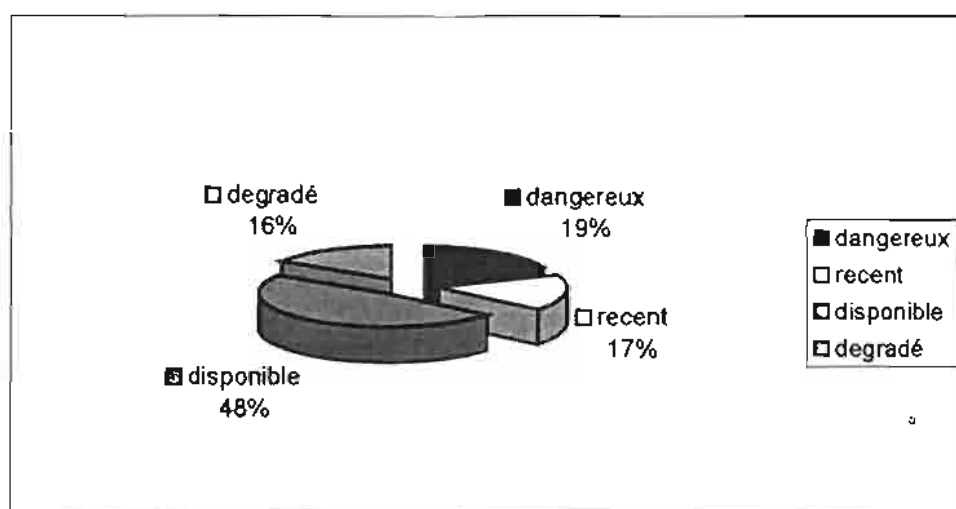


Figure 10: Etat des candélabres

D'après un inventaire global des récepteurs du réseau EP il faut noter l'existence de lampe de diverses puissances :

- à vapeur de mercure
- mixtes
- à vapeur de sodium haute pression.

Ce dernier type de lampe permet une meilleure visibilité due à son spectre, à une durée de vie plus longue et une consommation d'énergie plus faible.

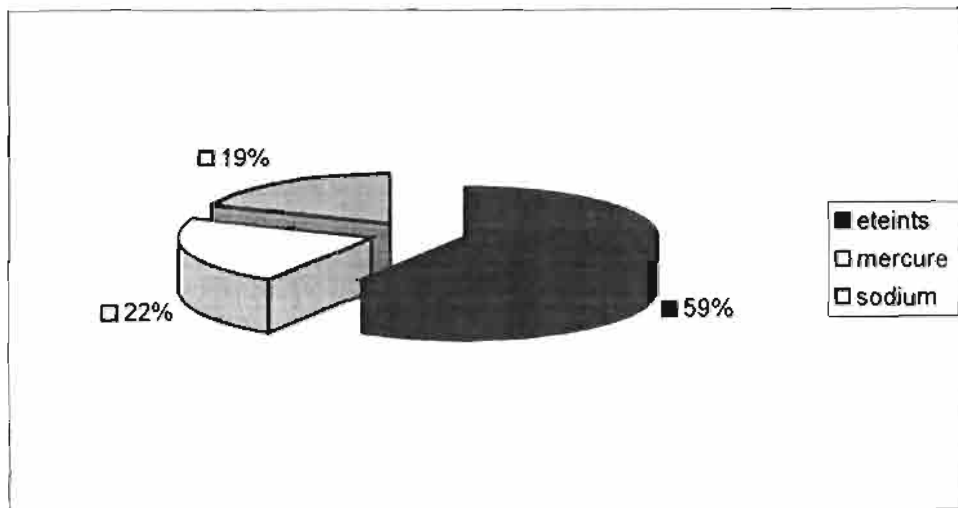


Figure 11: état de fonctionnement et types de lampes

| références | puissance (W) | flux (lm) | tension lampe (V) | courant lampe (A) |
|------------|---------------|-----------|-------------------|-------------------|
| MAC 250    | 250           | 28000     | 100               | 3                 |
| MACs 150   | 150           | 14500     | 100               | 1,8               |
| MAF 250    | 250           | 12700     | 135               | 2,1               |
| MAF 125    | 125           | 6200      | 125               | 1,15              |
| MMF 250    | 250           | 5700      | 235               | 2,22              |

Tableau 2: Caractéristiques des lampes utilisées

### 2.2.2 Niveau d'éclairage

En ce qui concerne la disposition des luminaires, nous constatons une forte prédominance de la disposition en quinconce plus économique en terme de nombre de candélabres. Sur certaines voies comme les autoroutes la disposition centrale à double crosse est plus utilisée.

La disposition en quinconce a une incidence plus ou moins néfaste sur l'éclairage de la chaussée lorsqu'elle n'est pas bien étudiée. Elle crée des zones d'ombres qui constituent un danger puisqu'elles entraînent une fatigue visuelle chez les conducteurs. Les voies pour lesquelles cette disposition est utilisée sont mal éclairées à cause de la discontinuité de distribution.

Sur certaines voies comme la VDN la disposition centrale (retro bilatérale) des candélabres est adoptée. Elle offre une meilleure uniformité dans la répartition de la lumière sur la chaussée. Mais dans le cas précis de la VDN il y a un excès de lumière qui la rend de mauvaise qualité.



|  |                |                |                     |                 |
|--|----------------|----------------|---------------------|-----------------|
|  | novembre       | 524 020        | 59 274 899 F        | 113,12 F        |
|  | décembre       | 669 490        | 73 463 868 F        | 109,73 F        |
|  | <b>moyenne</b> | <b>506 178</b> | <b>59 676 052 F</b> | <b>118,51 F</b> |

Tableau 4: Relevé de consommation de 2002

Les pointes observées sont particulièrement dues au pavoiement lumineux de fin d'année pour le mois de janvier, la mise en service de l'EP de la VDN qui comportent 233 ampoules de 400W et 225 ampoules de 250W ! L'entretien faisant également défaut cette année et une partie de l'année 2002 certaines pointes observées sont aussi dues au mauvais fonctionnement des dispositifs de commandes automatiques et des ampoules installées.

Pour ce qui est de l'année 2002 le profil de consommation est différent du précédent. En effet le niveau de consommation n'a cessé d'augmenter. Cela est essentiellement dû aux travaux de réhabilitation et d'entretien engagés, ce qui a accru les zones éclairées, et encore au type d'ampoules utilisées. Cette consommation ira crescendo avec le programme de réhabilitation et d'entretien en cours, et aussi la prise en charge de l'EP des quartiers ; d'où la nécessité de mise en œuvre d'un programme de réduction et de maîtrise des dépenses énergétiques.

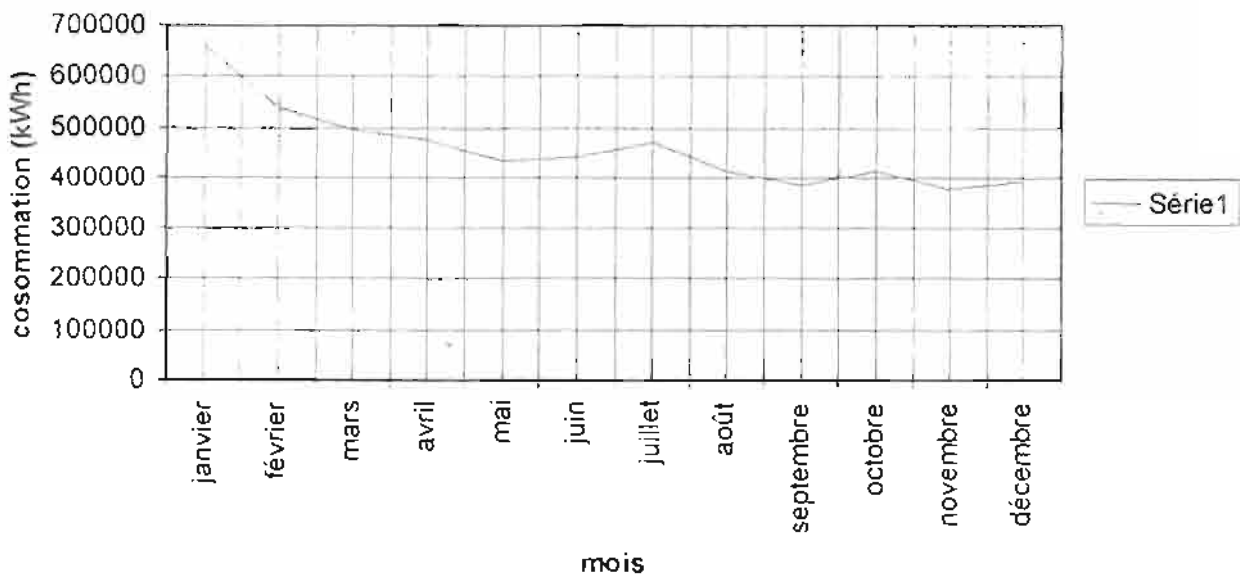


Figure 14: profil de consommation 2001

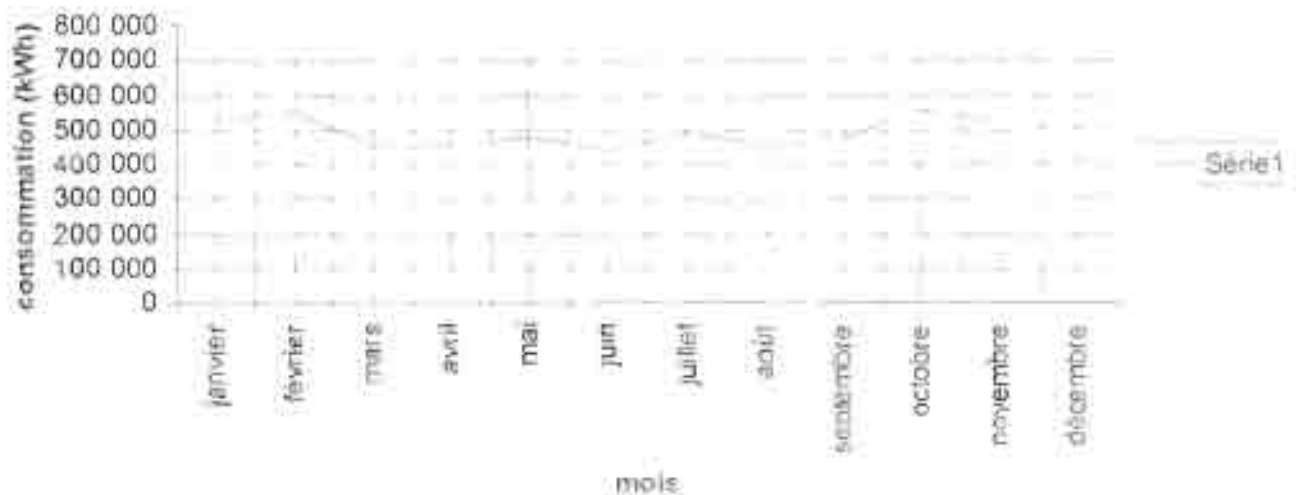


Figure 15: profil de consommation 2002

#### 2.2.4 Travaux en cours

Les travaux de réhabilitation et d'entretien permettent de remettre en état les installations qui sont très vétustes et dégradées. Il arrive que quelques lampes ou un ensemble de lampes ou tout un secteur ne s'allume pas. Cela s'explique par :

- des ampoules grillées ( quelques lampes ),
- un ou des départs en défaut au niveau du coffret de commande (quand un ensemble de lampes ne s'allume pas),
- des départs en défaut ou un dérèglement de l'horloge quand tout un secteur ne s'allume pas.

Lors de l'entretien nous constatons que tous les éléments du réseau ont eu à subir des actions correctives dans l'ensemble des secteurs. Il y a certains constituants dont les changements sont récurrents, il s'agit :

- des ampoules qui ont une durée de vie limitée,
- des lanternes,
- des câbles de connexion pour corriger les défauts de continuité entre candélabre surtout dans les anciens quartiers de la ville. Ils témoignent de plus, avec certains éléments des coffrets, de la vétusté des installations dont certaines datent de l'époque coloniale. Les câbles souterrains initialement posés sont hors d'usage et présentent des défauts d'isolement d'où le recours à des guirlandes pour pallier ces défauts

Les interrupteurs horaires, les appareillages sont également éprouvés par le temps. Certaines d'entre elles sont dérégées ou hors service ce qui induit un gaspillage d'énergie puisque certains secteurs sont éclairés en plein jour.

### 3 Tendre vers un optimum

De l'analyse de la situation existante de l'EP, deux genres d'actions sont à entrevoir :

- l'amélioration de la qualité de l'éclairage, il faut relever le niveau d'éclairement ainsi que le confort visuel
- la réduction de la consommation énergétique d'autant plus qu'un programme de réhabilitation et d'extension est en cours.

#### 3.1 Amélioration de la qualité de l'éclairage

Nous avons constaté une disparité du niveau d'éclairement à travers les différentes artères de la ville. Les niveaux d'éclairement requis ne sont pas atteints même si une grande partie du réseau d'éclairage fonctionnel est en marche.

Le faible niveau d'éclairement est dû à la présence de zones d'ombres, à la discontinuité de distribution au sol

Les zones d'ombres sont dues à la chute de candélabres, aux lampes hors service ayant dépassé leur durée de vie efficace ou au feuillage des arbres.

Les mauvaises uniformités longitudinales sont, quant à elles, dues à un espacement trop grand entre candélabres et incompatible à la largeur de la chaussée ; aux luminaires et lampes installés qui ont un mauvais spectre d'émission.

Ainsi les problèmes de l'éclairage ont deux principales sources .

- Le défaut d'entretien comme le prouve l'état des armoires de commande, des câbles .
- Les erreurs de conceptions de la part des lotisseurs privés mais aussi dus aux normes de la SENELEC qui pour lesquelles il faut un nombre de 14 point lumineux par kilomètre de ligne Basse Tension avec des lampes de 100W ( rapport 39432-10-88).

Il faudra veiller au respect des caractéristiques géométriques (hauteur de feux, espacement) des installations qui sont fonction du type de voies. Il faut également choisir les luminaires et les lampes adaptés au type de voie pour obtenir les niveaux d'éclairements souhaités. L'utilisation de l'outil informatique est donc nécessaire lors des études d'avant-projets. Les logiciels d'éclairage présents sur le marché permettent d'atteindre les éclairements optimaux et nous recommandons leur utilisation lors des projets d'extension. Outre l'utilisation de ces logiciels, le calcul basé sur les éclairements peut guider les choix.

Le matériel installé doit être compatible aux conditions d'exploitation. Ainsi, dans les zones côtières, il faudra utiliser des candélabres traités contre la corrosion et procéder à leur entretien à des intervalles de temps réguliers pour les protéger efficacement.

Ces actions permettront de remettre en état progressivement le réseau mais il faudra procéder à l'entretien des installations pour en assurer un fonctionnement optimal.

Pour ce qui est du réseau standard, ce sont les armoires qui sont , en majorité hors d'état, et doivent être remplacés sans délai. Sur les quatre zones de Dakar ( Ngor-Yoff-Ouakam, Centre Ville, Médina-Sacré Cœur-HLM, Cambéréne-baie de Hann) celle du centre ville est sont les premières à changer. Les zones de Ngor-Ouakam-Yoff ainsi que Medina-Sacre Cœur-HLM doivent être remplacées par la suite à court terme. Les quartiers de Cambéréne et Baie de Hann nécessitent des interventions à moyen terme.

### 3.2 Réduction de la consommation d'énergie

Des gains considérables peuvent être réalisés en intervenant sur le type de lampes utilisées ainsi que sur les organes de commande et l'appareillage.

En équipant le réseau de lampes SHP, la réduction de la facturation serait immédiate car ce type de lampes permettent des économies jusqu'à 50% par rapport aux lampes à vapeur de mercure pour un même éclairage (voir exemple en annexe 14). Cependant il faut choisir des lampes dont les puissances unitaires sont compatibles au type de voie, et cela est possible avec l'utilisation de logiciel.

La ville doit initier un changement progressif mais massif des lampes utilisées en EP.

Des actions sur le système de commande des lampes peuvent également conduire à la réduction de la consommation. En effet il est utile de veiller à l'allumage et à l'extinction des lampes aux moments opportuns, nous remarquons sur certaines parties du réseau un allumage précoce des lampes, aussi faut-il :

- veiller à une programmation et une synchronisation des horloges suivant les saisons
- remplacer tous les interrupteurs horaires défectueux ou obsolètes.
- adopter de nouveau modèle d'interrupteurs crépusculaires tels que le Lumandar qui est étalonné avec la sensibilité de l'œil humain. Il ne déclenche l'installation que lorsque le besoin de lumière est réel. L'impact de cet interrupteur sur la consommation dans un coffret de Dakar est illustrer au chapitre suivant.

Vu la faible densité de la circulation à certaines heures de la nuit il est possible de réduire le flux lumineux - donc la puissance appelée - au niveau de chaque candélabre grâce à un gradateur installé dans l'armoire avec l'interrupteur crépusculaire.

Les ballasts utilisés également pour les lampes à décharges (ferromagnétiques) entraînent une consommation supplémentaire de courant mais on peut l'amoindrir (jusqu'à 20%) en utilisant des ballasts électroniques. En plus de permettre des économies, ce type de ballast élève la luminosité et peut prolonger de 50% la durée de vie des lampes.

### 3.3 Cas de la Voie de Dégagement Nord (VDN)

La VDN est caractérisée par une grande disparité des performances photométriques, ce qui permet de la subdiviser en trois zones différentes .

- la première allant de la place OMVS à la « case des tous petits » de Mermoz .
- la seconde de Sacré-cœur 3 à Liberté 6 extension .
- la troisième de la cité SIPRES au CICES.

#### 3.3.1 place OMVS- case des tous petits

Les caractéristiques de cette zone sont les suivantes :

##### Luminance

|                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| Moyenne         | 0,77cd/m <sup>2</sup> |
| Minimum/Maximum | 0,31                  |
| Minimum/Moyen   | 0,53                  |
| UI              | 0,82                  |

##### Eclairage

##### Horizontal

|                 |         |
|-----------------|---------|
| Moyenne         | 13,5lux |
| Minimum/Maximum | 0,28    |
| Minimum/Moyen   | 0,53    |

##### Eblouissement

|    |        |
|----|--------|
| T1 | 15,30% |
|----|--------|

Les valeurs moyenne de la luminance et de l'éclairage sont très faibles (0,77 cd/m<sup>2</sup> et 13,5 lux respectivement). La norme exige une luminance moyenne comprise entre 1,5 et 2 cd/m<sup>2</sup> et un éclairage de 25 lux. Malgré ces faibles performances il y a un éblouissement gênant (T1=15,3%et G=3,5) et le facteur d'uniformité longitudinal UI est acceptable.

La situation optimale devrait être

##### Luminance

|                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| Moyenne         | 0,77cd/m <sup>2</sup> |
| Minimum/Maximum | ≥ 0,4                 |
| Minimum/Moyen   | ≥ 0,4                 |
| UI              | ≥ 0,7                 |

##### Eclairage Horizontal

|         |         |
|---------|---------|
| Moyenne | 25,5lux |
|---------|---------|

Minimum/Maximum  $\geq 0,4$ Minimum/Moyen  $\geq 0,4$ **Eblouissement**TI  $< 15\%$ 

Ces faibles valeurs sont dues au recul très important des candélabres ( 8m), l'essentiel de la lumière émise étant projetée sur le terre plein central et non sur la chaussée.

Sur cette partie de la VDN il faudra rapprocher les candélabres de la chaussée ; la hauteur et l'espacement sont correctes car nous  $e/h = 3,1 (< 3,5)$

**3.3.2 Sacré-Cœur 3 -Liberté 6**

La situation est toute autre. Nous avons

**Luminance**Moyenne  $2,4\text{cd/m}^2$ Minimum/Maximum  $0,2$ Minimum/Moyen  $0,4$ LI  $0,74$ **Eclairage Horizontal**Moyenne  $39,6\text{lux}$ Minimum/Maximum  $0,19$ Minimum/Moyen  $0,42$ **Eblouissement**TI  $11,30\%$ 

Les valeurs moyennes de la luminance et de l'éclairage sont supérieures à celles requise et il y a une mauvaise uniformité transversale ( $I_{\text{min}}/I_{\text{max}}=0,2$ ). La chaussée est scindée en deux avec une zone d'ombres sur les deux dernier tiers de la voie de droite. Le facteur d'éblouissement est correct et l'avancée est supérieure à la précédente. Ce défaut d'uniformité est causé par le luminaire installé qui a une inclinaison nulle dans le plan à  $90^\circ$ , et une inversion du sens de pose de la lampe toute la lumière est projetée au bas du candélabre. Contrairement au tronçon précédent cela n'influe pas sur l'éclairage de la chaussée car le recul est moins grand.

En adoptant un luminaire avec un angle d'inclinaison dans le plan à  $90^\circ$  différent de zéro nous arriverons à uniformiser la luminance et l'éclairage, cependant les lampes de 250W sont

trop puissantes pour avoir les valeurs requises. Il faudra les changer par des lampes moins puissantes ce qui induirait des économies d'énergie.

### 3.3.3 Cité SIPRES 1- CICES

A ce niveau ce sont des luminaires de 400 W qui sont utilisés. La largeur de la chaussée, le nombre de voies et l'espacement sont les mêmes que précédemment ; la hauteur de feu est de 9m.

| <b>Zone</b>                        | <b>SIPRES</b> | <b>CFPT</b> | <b>CICES</b> |
|------------------------------------|---------------|-------------|--------------|
| <b><u>Luminance</u></b>            |               |             |              |
| Moyenne (cd/m <sup>2</sup> )       | 5,87          | 5,58        | 6,55         |
| Minimum/Maximum                    | 0,55          | 0,58        | 0,43         |
| Minimum/Moyen                      | 0,67          | 0,7         | 0,58         |
| UI                                 | 0,89          | 0,87        | 0,89         |
| <b><u>Eclairage Horizontal</u></b> |               |             |              |
| Moyenne (lux)                      | 83            | 78,2        | 92,2         |
| Minimum/Maximum                    | 0,61          | 0,59        | 0,48         |
| Minimum/Moyen                      | 0,78          | 0,75        | 0,69         |
| <b><u>Eblouissement</u></b>        |               |             |              |
| TI                                 | 13,60%        | 13,70%      | 12,40%       |

Les valeurs optimales de l'éclairage et de la luminance sont largement dépassées et l'éblouissement est gênant ( $G=3.7$ ). Les luminaires utilisés sont trop puissants et ne sont pas toujours recommandés en éclairage routier. Dans cette zone également la puissance des lampes est inadaptée. Il serait donc judicieux de les changer par des luminaires de plus faible puissance pour optimiser les caractéristiques photométriques et réaliser des économies d'énergie.

D'une façon générale la situation photométrique de la VDN est très inconfortable à cause des grandes variations d'éclairage. Les effets de cette fluctuation sont beaucoup plus ressentis au niveau de « la case des tous petits » où l'on passe d'une zone sombre à une zone fortement éclairée, et vice versa. Cela est un facteur de risque pour les usagers de cette voie car pendant un court instant les automobilistes sont aveuglés et ne peuvent réagir à temps face à un danger.

L'idéal pour la VDN serait d'uniformiser les luminaires utilisés et de placer les candélabres à une distance raisonnable de la route en épousant ses contours.



## 4 ANALYSE TECHNICO-ECONOMIQUE

### 4.1 Uniformisation des lampes

Nous étudierons l'implantation de luminaires sodium 150W en conservant le même espacement et en changeant la hauteur de feu. Les candélabres existants sont conservés et nous utiliserons les luminaires Marbella de Philips. L'élément qui a motivé notre choix est le fait que ce luminaire est adapté à ce type de voie avec ses autres caractéristiques consignés en annexe 5.

Le simple changement du luminaire nous conduit à des économies d'énergie. Etant donné que nous conservons l'existant voici la comparaison des consommations en supposant un fonctionnement journalier de douze heures, les performances photométriques ayant déjà été déterminées au chapitre précédent :

| Types de luminaires                     | <i>Existant</i>    |             | <i>Rénovation</i>  |
|---|--------------------|-------------|--------------------|
|   | PILOTE 250W        | PILOTE 400W | MARBELLA 150W      |
| Nombre                                  | 225                | 233         | 458                |
| Puissance lampe (W)                     | 250                | 400         | 150                |
| puissance (pertes) ballast (W)          | 23                 | 31          | 18                 |
| Puissance totale luminaire (W)          | 273                | 431         | 168                |
| Puissance totale installation (W)       | 61 425             | 100 423     | 76 944             |
| Consommation annuelle luminaire (Wh)    | 1 179 360          | 1 861 920   | 725 760            |
| Consommation annuelle installation (Wh) | 265 356 000        | 433 827 360 | 332 398 080        |
| <b>TOTAL ( Wh)</b>                      | <b>699 183 360</b> |             | <b>332 398 080</b> |

Tableau 5: Comparaison des consommations d'énergie

D'où une économie d'énergie  $\Delta C = 366\ 785\ 280\ Wh$  soit 52.45% de réduction.

Les performances photométriques issues de ce changement, en ne faisant varier que l'angle d'inclinaison dans le plan à 90° pour remédier au défaut d'uniformité transversale, sont données dans les tableaux suivants .

|                   |              |  |  |  |
|-------------------|--------------|--|--|--|
| Type de luminaire | de SGS204    |  |  |  |
| Type de lampe     | 1× SON-P 150 |  |  |  |
| Puissance(W)      | 168          |  |  |  |
| Flux(lm)          | 16000        |  |  |  |
|                   |              |  |  |  |

|                     | unité             | Sacré Cœur 3             | SIPRES                   | CFPT                     |
|---------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Chaussée            |                   | double                   | double                   | double                   |
| Terre-plein central | m                 | 8                        | 6                        | 8                        |
| Largeur Chaussée    | m                 | 7                        | 7                        | 7                        |
| Nombre de voie      |                   | 2                        | 2                        | 2                        |
| Qo                  |                   | 0,07                     | 0,07                     | 0,07                     |
| Implantation        |                   | Centrale retrobilaterale | Centrale retrobilaterale | Centrale retrobilaterale |
| Avancée             | m                 | -1                       | -1                       | -1                       |
| Incl 90°            | deg               | 5                        | 5                        | 5                        |
| L moy               | cd/m <sup>2</sup> | 1,6                      | 1,69                     | 1,6                      |
| L min/L max         |                   | 0,41                     | 0,39                     | 0,41                     |
| L min/ L max        |                   | 0,6                      | 0,59                     | 0,6                      |
| UI                  |                   | 0,76                     | 0,75                     | 0,76                     |
| TI                  | %                 | 5,3                      | 5,3                      | 5,3                      |
| Eh moy              | lux               | 25,8                     | 27,4                     | 25,8                     |
| Eh min/Eh max       |                   | 0,38                     | 0,35                     | 0,38                     |
| Eh min/Eh moy       |                   | 0,63                     | 0,62                     | 0,63                     |

Tableau 6: Performances photométriques pour Incl 90°= 5°

|                     | unité             | Sacré Cœur 3 | SIPRES   | CFPT     |
|---------------------|-------------------|--------------|----------|----------|
| Chaussée            |                   | double       | double   | double   |
| Terre-plein central | m                 | 8            | 6        | 8        |
| Largeur Chaussée    | m                 | 7            | 7        | 7        |
| Nombre de voie      |                   | 2            | 2        | 2        |
| Qo                  |                   | 0,07         | 0,07     | 0,07     |
| Implantation        |                   | centrale     | centrale | centrale |
| Avancée             | m                 | -1           | -1       | -1       |
| Incl90°             | deg               | 2,5          | 2,5      | 2,5      |
| L moy               | cd/m <sup>2</sup> | 1,63         | 1,72     | 1,63     |
| L min/L max         |                   | 0,39         | 0,37     | 0,39     |
| L min/ L max        |                   | 0,57         | 0,56     | 0,57     |
| UI                  |                   | 0,77         | 0,76     | 0,77     |
| TI                  | %                 | 5            | 5        | 5        |
| Eh moy              | lux               | 26,2         | 27,8     | 26,2     |
| Eh min/Eh max       |                   | 0,36         | 0,33     | 0,36     |
| Eh min/Eh moy       |                   | 0,62         | 0,6      | 0,62     |

Tableau 7: Performances photométriques pour Incl 90°= 2.5°

En faisant varier l'angle d'inclinaison sur ces différents tronçons nous nous apercevons que l'angle le plus faible donne de meilleures valeurs ; nous opterons donc pour un luminaire Marbella avec une inclinaison de 2,5°.

#### 4.2 Modification du système de commande

L'une des actions à mener pour réduire la consommation d'énergie concerne le système de commande. Nous adoptons le système Lumandar qui est un modèle d'interrupteur crépusculaire testé dans un coffret à Dakar. Le tableau suivant montre l'impact de cet interrupteur sur la consommation.

| Consommation moyenne avant installation du Lumandar (kWh) | Consommation un mois après installation (kWh) |
|---|---|
| 2500  | 1950  |

Tableau 8: influence du Lumandar sur la consommation

L'installation de cet interrupteur a occasionné une baisse de 22% de la consommation.

Il a été installé au mois d'avril donc durant l'équinoxe de mars, la baisse serait plus significative avec un maximum de 30% en juin.

Un des avantages de cet interrupteur est qu'il ne nécessite aucun réglage après son installation, les coûts d'exploitation en seront donc réduits.

Appliqué à la même période de l'année sur tous les postes de la ville, nous aurions une baisse semblable

Prenons comme base la consommation moyenne mensuelle de 2002

$$C_{2002} = 506\,178 \text{ kWh}$$

La consommation serait réduite de :

$$\Delta C_{2002} = 0.22 \times C$$

$$\Delta C_{2002} = 0.22 \times 506\,178 = 111\,359 \text{ kWh}$$

appliquons le coût le plus élevé du kWh TTC 126F, l'économie mensuelle en terme monétaire serait

$$E_m = 126 \times 111\,359$$

$$E_{m2002} = 14\,031\,234 \text{ F}$$

Pour l'année 2003, en considérant un accroissement annuel de 10% de la consommation et du prix du kWh TTC on aura :

- consommation moyenne mensuelle

$$C_{2003} = 1.1 \times 506178 = 556\,795 \text{ kWh}$$

- réduction mensuelle:

$$\Delta C_{2003} = 0.22 \times 556795 = 122\,495 \text{ kWh}$$

- économie monétaire .

$$E_{m2003} = 1.1 \times 126 \times 122495$$

$$E_{m2003} = \mathbf{16\,977\,807 \text{ F}}$$

Le Lumandar a été testé en période d'équinoxe ce qui nous oblige à ne prendre en compte que les mois de cette période. Cependant nous pourrions extrapoler ces résultats sur toute l'année en considérant que les économies réalisées durant les solstices s'équilibrent. Ainsi l'économie totale en 2003 serait de :

$$E_{2003} = 12 \times 16977807$$

$$E_{2003} = \mathbf{203\,733\,684 \text{ F}}$$

Appliquée à la VDN après la rénovation nous aurons avec une consommation annuelle

$C_{ar} = \mathbf{332\,398 \text{ kWh}}$  , nous aurons :

$$\Delta C_1 = 0.22 \times 332\,398$$

$$= 73\,127.5 \text{ kWh}$$

la consommation annuelle devient :

$$C_a = C_{ar} - \Delta C_1$$

$$= 332\,398 - 73\,127.5$$

$$C_a = \mathbf{259\,270.5 \text{ kWh}}$$

La réduction globale de la consommation serait alors de :

$$\Delta C_t = C_{a2002} - C_a$$

$$= 699\,183 - 259\,270.5$$

$$\Delta C_t = \mathbf{439\,912.5 \text{ kWh}}$$

L'économie monétaire réalisée de .

$$E_m = 126 \times \Delta C_t$$

$$= 126 \times 439\,912.5$$

$$E_m = \mathbf{55\,428\,975 \text{ F}}$$

## 5 CONFIGURATION OPTIMALE

La configuration optimale de la VDN est constituée par des luminaires sodium 150W avec une hauteur de 9 m. Ce type de luminaires permet d'obtenir les résultats photométriques optimaux et permet une économie d'énergie.

Les candélabres seront placés le long de la chaussée, épousant ainsi son contour. Pour cela nous uniformisons l'avancée à moins un mètre, sur le tronçon place de l'OMVS « case des tous petits » les candélabres seront déplacés, il sera donc nécessaire de refaire les travaux de génie civil et un nouveau câblage. Voici les caractéristiques des différents tronçons :

| Type de luminaire   | SGS204            |                          |                          |                          |                          |                          |
|---------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Type de lampe       | 1x SON-P 150      |                          |                          |                          |                          |                          |
| Puissance(W)        | 168               |                          |                          |                          |                          |                          |
| Flux(lm)            | 16000             |                          |                          |                          |                          |                          |
|                     | unité             | Sacré Cœur 3             | Mermoz                   | CFPT                     | SIPRES                   | CICES                    |
| Chaussée            |                   | double                   | double                   | double                   | double                   | double                   |
| Terre-plein central | m                 | 8                        | 21,4                     | 8                        | 6                        | 2                        |
| Largeur Chaussée    | m                 | 7                        | 7                        | 7                        | 7                        | 9                        |
| Nombre de voie      |                   | 2                        | 2                        | 2                        | 2                        | 2                        |
| Qo                  |                   | 0,07                     | 0,07                     | 0,07                     | 0,07                     | 0,07                     |
| Implantation        |                   | Centrale rétrobilatérale | Centrale rétrobilatérale | Centrale rétrobilatérale | Centrale rétrobilatérale | Centrale rétrobilatérale |
| Avancée             | m                 | -1                       | -1                       | -1                       | -1                       | -1                       |
| Incl90°             | deg               | 2,5                      | 2,5                      | 2,5                      | 2,5                      | 2,5                      |
| L moy               | cd/m <sup>2</sup> | 1,63                     | 1,46                     | 1,63                     | 1,72                     | 1,87                     |
| L min/L max         |                   | 0,39                     | 0,36                     | 0,39                     | 0,37                     | 0,25                     |
| L min/ L max        |                   | 0,57                     | 0,51                     | 0,57                     | 0,56                     | 0,44                     |
| UI                  |                   | 0,77                     | 0,81                     | 0,77                     | 0,76                     | 0,75                     |
| TI                  | %                 | 5                        | 4,9                      | 5                        | 5                        | 4,5                      |
| Eh moy              | lux               | 26,2                     | 23,4                     | 26,2                     | 27,8                     | 29,8                     |
| Eh min/Eh max       |                   | 0,36                     | 0,38                     | 0,36                     | 0,33                     | 0,24                     |
| Eh min/Eh moy       |                   | 0,62                     | 0,64                     | 0,62                     | 0,6                      | 0,49                     |

Tableau 9: Performances photométriques de la situation optimale (Incl 90°= 2.5°)

L'installation de luminaires sodium de 150W permet d'avoir les caractéristiques optimales de l'éclairage, et elle permet également une économie d'énergie. Cette dernière peut être

augmentée en agissant sur le système de commande de l'installation. Utilisons pour cela un module d'interrupteur crépusculaire-gradateur Lumandar 3000 qui, en plus de commander l'allumage et l'extinction des lampes aux moments opportuns, est programmé pour diminuer la puissance consommée à certaines heures de la nuit. Il réduit la consommation de 40%.

Après rénovation la puissance totale consommée est de 332 398 080 Wh, le Lumandar entraînerait  $\Delta C_L = 0.4 \times 332\,398\,080 = 132\,959\,232 \text{ Wh}$ .

La consommation totale annuelle serait de :

$$C_a = C_{a_{\text{renovatio}}} - \Delta C_L$$

$$C_a = 332\,398\,080 - 132\,959\,232$$

$$C_a = 199\,438\,848 \text{ Wh}$$

Les installations seront supervisées et commandées grâce à un système de télégestion à transmission radio. Voici un schéma de principe de cette télégestion :

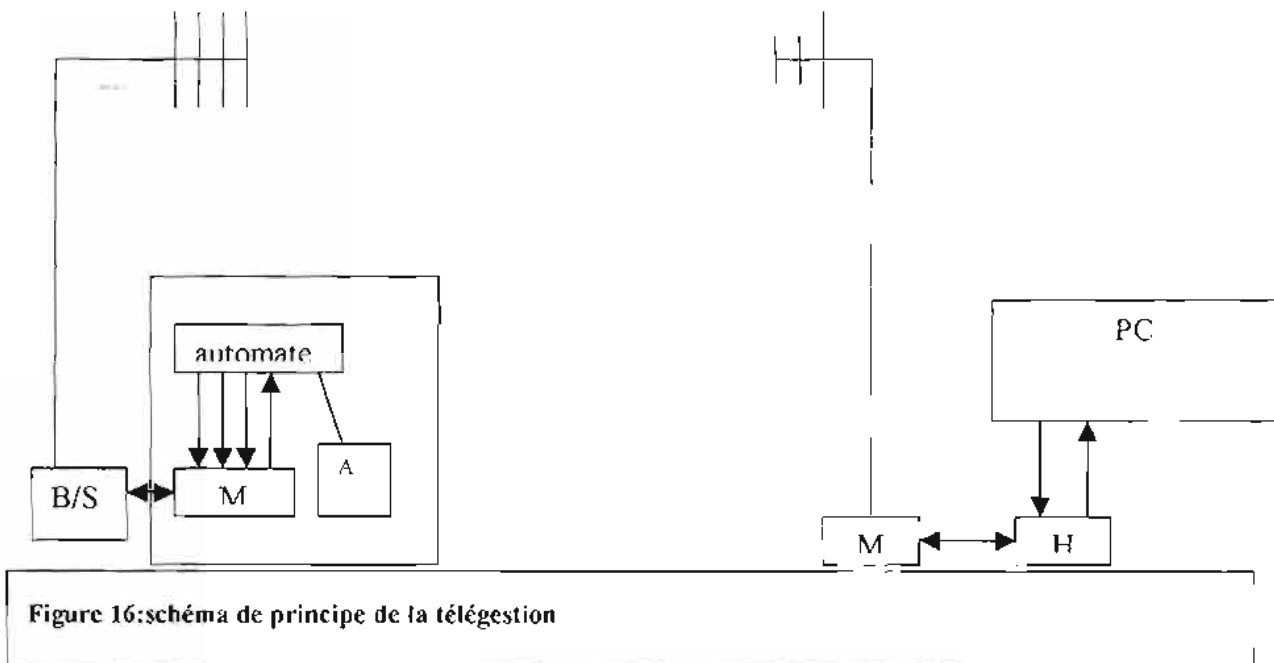


Figure 16: schéma de principe de la télégestion

Coffret de commande

M : modem

A : alimentation

B/S : booster switch

PC : ordinateur muni d'un logiciel de supervision et de contrôle.

H : hub

Poste de contrôle

Les informations provenant des installations sont transmises à un modem relié à un automate. Elles sont ensuite acheminées vers un booster qui amplifie le signal en vue de l'émission par radio (selon le protocole RS 232) vers le poste de contrôle. A ce niveau le signal est démodulé par le modem et envoyé au PC où le logiciel de supervision et de contrôle traite les données. Les ordres provenant de la salle de contrôle suivent le chemin inverse. Un exemple de système de télégestion est présenté à l'annexe 9.

## 6 ANALYSE FINANCIERE

La mise en œuvre de la configuration optimale définie précédemment nécessite un investissement que nous déterminerons dans ce chapitre ainsi que le coût de fonctionnement et les recettes générées.

L'investissement comprend les prix d'acquisitions du matériel à installer et le coût de la main d'œuvre. Le coût d'exploitation d'une installation d'EP est constitué des coûts de l'énergie et de la maintenance.

Nous assimilerons l'économie d'énergie issue du changement des lampes par rapport à la situation existante (lampes de 400W et de 250W) comme étant les recettes de notre projet. Nous supposerons un projet de développement donc d'une durée de 10 ans.

### 6.1 Investissement

Les prix des appareils ont été pris au niveau de la CGE et les coût de la main d'œuvre y sont inclus

| Désignation                                     | Prix (F CFA) |
|---|--------------|
| Luminaire fourni et posé                        | 250000       |
| Câble armé souterrain 5*16 (ml)                 | 5000         |
| Câble U1000 RO2V 2*1.5                          | 317          |
| Système de télégestion                          | 11 000000    |
| Niche équipé de système de commande<br>Lumandar | 1 000000     |
| Tranchée (ml)                                   | 7500         |
| Massif de candélabre                            | 100000       |

Tableau 10: prix du matériel

| Désignation  | Prix unit (F CFA) | unité | nombre       | Prix HTVA( F CFA) |
|--|-------------------|-------|--------------|-------------------|
| Luminaire  | 250000            | l     | 458          | 114500000         |
| Câble VA<br>5*16mm <sup>2</sup>                                      | 5000              | ml    | 2000         | 10000000          |
| Câble U1000<br>RO2V 2*1.5mm <sup>2</sup>                             | 317               | ml    | 1000         | 317000            |
| Système de<br>télégestion  | 11000000          | l     | 1            | 11000000          |
| Niche équipé de<br>systeme de<br>commande<br>Lumandar à<br>gradateur | 1000000           | l     | 5            | 5000000           |
| Tranchée   | 7500              | ml    | 2000         | 15000000          |
| Massif de<br>candélabre  | 100000            | l     | 50           | 5000000           |
|  |                   |       | <b>TOTAL</b> | <b>161102300</b>  |

Tableau 11: calcul de l'investissement

L'investissement est de :  $I = 161\ 102\ 300$  F CFA

## 6.2 Le coût d'exploitation

Les coûts de maintenance sont composés du coût de changement de lampes, du nettoyage des luminaires ( vasques et réflecteurs) et des réparations éventuelles.

Le coût de l'énergie sera calculé sur la base du prix du kWh pondéré.

### 6.2.1 Coût de maintenance : $C_{ma}$

Il est composé des coûts partiels de :

- changement de lampes : 15000F tous les deux ans
- nettoyage des luminaires: 1000 F par luminaire tous les trois mois
- réparation : somme forfaitaire de 200000F



| Désignation          | Prix unit (F CFA) | unité  | nombre       | Prix HTVA( F CFA) |
|----------------------|-------------------|--------|--------------|-------------------|
| changement de lampes | 15000             | Par an | 458          | 3435000           |
| nettoyage luminaires | 1000              | l      | 4            | 1832000           |
| réparation           | 2000000           | ff     | ff           | 2000000           |
|                      |                   |        | <b>TOTAL</b> | <b>5664000</b>    |

Tableau 12: calcul du coût de maintenance

$$C_{ma} = 5\,664\,000 \text{ F CFA}$$

### 6.2.2 Coût de l'énergie

La consommation annuelle est  $C_a = 199\,438\,848 \text{ Wh}$

Le prix pondéré du kWh est  $k = 126 \text{ F}$

Donc le coût de l'énergie est  $CAP = 199\,438\,848 * 0.126$

$$CAP = 25\,129\,295 \text{ F CFA}$$

Le coût d'exploitation  $CE = C_{ma} + CAP$

$$CE = 5\,664\,000 + 25\,129\,295$$

$$CE = 30\,793\,294 \text{ F CFA}$$

### 6.3 Les recettes

Elles sont calculées sur la base du prix pondéré du kWh,  $k$ , avec les économies d'énergie réalisées par rapport à la consommation actuelle.

L'économie d'énergie est  $\Delta C_a = C_{a1} - C_a$  d'où

$$\Delta C_a = 699\,183\,360 - 199\,438\,848$$

$$\Delta C_a = 499\,744\,512 \text{ Wh}$$

Et les recettes sont  $E = 0.126 \times \Delta C_a$

$$D'où \quad E = 62\,967\,808.5 \text{ F CFA}$$

## 6.4 Evaluation du projet

Les éléments d'évaluation considérés sont le délai de récupération du capital (DRC) et le taux de rendement interne (TRI)

### 6.4.1 Le délai de récupération du capital

Le DRC est le délai nécessaire pour que le montant des flux financiers positifs équilibre celui des flux financiers négatifs. C'est la durée requise pour récupérer l'argent investi dans le projet. Le Cash Flow ( flux financier) est calculé par la formule

$$CF = E - CE - I$$

Le délai de récupération est de **4 ans**. Evaluer selon ce critère le projet est une bonne chose car les DRC usuellement admis sont de 4 à 5 ans.

### 6.4.2 Le Taux de Rendement Interne (TRI)

On appelle TRI le taux pour lequel il y a équivalence entre le capital investi et le montant des flux financiers. C'est l'indice de productivité de l'investissement. On le compare avec le taux d'actualisation économique,  $i$ , du pays. Le projet est rentable si  $TRI > i$ . il se calcule de la manière suivante :

$$TRI = i / \sum VAN(CF) = 1$$

i.e :

$$\sum_{n=1}^{10} VAN(CF_n) = 16102300$$

$$TRI = 15.06\%$$

Le taux d'actualisation du Sénégal est de 12%, donc ce projet est rentable.

| Année      | 0            | 1           | 2           | 3           | 4          | 5          | 6          | 7          | 8           | 9           | 10          |
|------------|--------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| I          | 161 102 300  | 0           | 0           | 0           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0           | 0           | 0           |
| CE         | 30 793 295   | 30 793 295  | 30 793 295  | 30 793 295  | 30 793 295 | 30 793 295 | 30 793 295 | 30 793 295 | 30 793 295  | 30 793 295  | 30 793 295  |
| E          | 62 967 808   | 62 967 808  | 62 967 808  | 62 967 808  | 62 967 808 | 62 967 808 | 62 967 808 | 62 967 808 | 62 967 808  | 62 967 808  | 62 967 808  |
| CF         | -128 927 787 | 32 174 513  | 32 174 513  | 32 174 513  | 32 174 513 | 32 174 513 | 32 174 513 | 32 174 513 | 32 174 513  | 32 174 513  | 32 174 513  |
| CF cumulés | -128 927 787 | -96 753 274 | -64 578 761 | -32 404 248 | -229 735   | 31 944 778 | 64 119 291 | 96 293 804 | 128 468 317 | 160 642 830 | 192 817 343 |

Tableau 13 récapitulatifs des Cash Flows

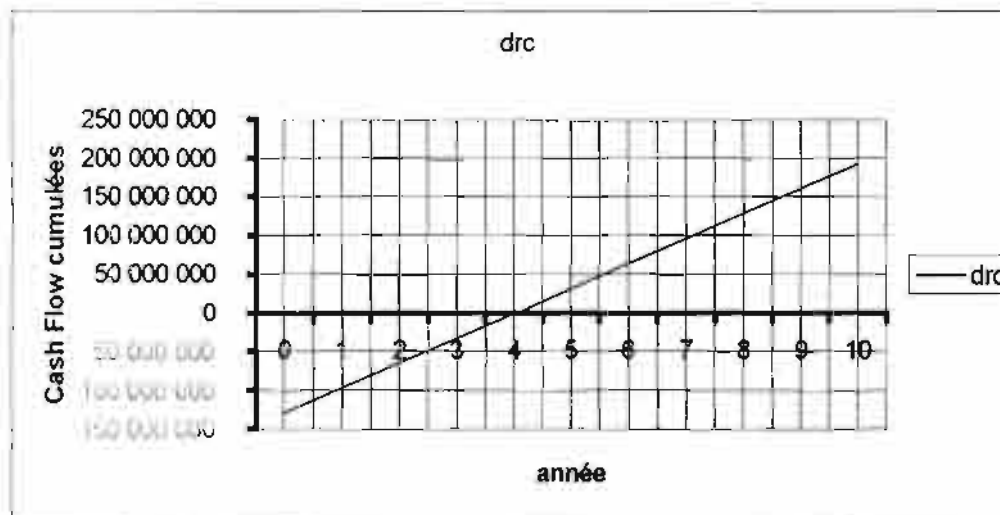


Figure 6 variation des Cash Flows cumulés

## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

En éclairage, la consommation d'énergie est très liée à la lampe utilisée. Aussi, il est important de bien choisir le luminaire à installer pour avoir le maximum d'éclairement possible avec la lampe utilisée. Même si le flux lumineux émis augmente avec la puissance pour une même famille de lampe, avoir un bon éclairage ne nécessite pas toujours une source de forte puissance. En effet, il est impératif d'étudier l'ensemble luminaire-lampe et de vérifier ses performances photométriques pour orienter les choix. Nous avons pu le vérifier au niveau de la VDN. L'utilisation de luminaire sodium de 150W a donné des résultats optimaux, car ses caractéristiques photométriques sont meilleures comparées à celles des luminaires de 250 et 400W actuellement en place. L'augmentation de la hauteur et la diminution de l'angle à  $90^\circ$  ont permis d'améliorer les uniformités longitudinale et générale. Le nombre de candélabres n'a pas été modifié car les espacements sont correctes, seule l'avancée devrait être uniformisée sur toute la route. Ce changement entraînera une économie d'énergie considérable.

Le système de commande utilisé joue également un rôle primordial dans la réduction des factures. L'utilisation d'interrupteurs crépusculaires simples, puis de plus performants avec gradateur de lumière l'a démontré.

Cette étude a surtout porté sur l'éclairage moderne avec comme illustration la VDN. Cependant, les résultats obtenus peuvent être appliqués à l'ensemble du réseau d'éclairage public de Dakar. Pour cela nous avons formulé un certain nombre de recommandations :

1. éviter le remplacement systématique des lampes utilisées par des lampes de puissance plus élevée pour augmenter le niveau d'éclairement, sans études préalables. Bien que le flux lumineux des lampes croît avec la puissance, le niveau d'éclairement d'une chaussée peut être amélioré en agissant sur d'autres paramètres tels que les luminaires, l'espacement ou la hauteur des feux. Cela permettra de diminuer, voire d'éliminer les zébrures observées sur les routes ; et aussi les consommations d'énergie.
2. Installer sur l'ensemble du réseau des interrupteurs crépusculaires plus fiables que ceux actuellement en place. L'intérêt d'un tel investissement est démontré à l'annexe 3.

3. La disposition en quinconce étant plus appréciée à cause de son coût moindre par rapport aux autres dispositions, la ville doit exiger l'utilisation de logiciels de calculs d'éclairage lors des études d'avant projets pour une plus grande précision dans les installations.
4. Le système d'EP de la Ville Dakar est obsolète, il faut s'inscrire dans une dynamique de modernisation à l'image des grandes villes en tendant vers la télégestion du réseau. Les installations de projets d'extension devraient déjà en tenir compte.
5. La Ville doit contrôler, viser et faire observer une période d'essai au préalable dans tous les projets d'EP initiés par des lotisseurs publics ou privés de même pour ceux dont elle est le maître d'ouvrage avant leur réception pour vérifier leur fiabilité et leur compatibilité avec les normes
6. Réhabiliter les éléments sous tension défectueux à savoir :
  - a) Le remplacement des câbles défectueux ;
  - b) La mise aux normes des équipements électriques ;
  - c) Sécuriser les raccordements électriques au niveau des candélabres ;
  - d) Eliminer les guirlandes de raccordement entre candélabres en procédant à des tranchées.
7. Réhabiliter et remplacer les éléments mécaniques :
  - a) Remplacer les armoires de commandes défectueuses et non conformes aux normes de sécurité ;
  - b) Redresser les candélabres inclinés ;
  - c) Remplacer les candélabres, luminaires et consoles d'éclairage oxydés par du matériel résistant à la corrosion.
8. Utiliser des luminaires boule avec optique réfléchissante en lieu et place des luminaires diffuseurs avec boule opale qui entraîne des pertes lumineuses importantes.
9. Disposer de « fiche caractéristique de candélabre » pour mettre à jour toutes les interventions réalisées.
10. Prendre des mesures coercitives et dissuasives contre le vandalisme mais surtout veiller à leur application stricte afin de préserver les installations d'EP.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Eclairage Matériel et projets- Marc La Toison- techniques de l'ingénieur
2. Les installations d'éclairage public- Journal de l'équipement électrique et électronique , avril 1992
3. Catalogue Philirama 2001/2002
4. Catalogue MAZDA 1998
5. Eclairer juste- Syndicat de l'éclairage
6. Mieux s'éclairer à coûts maîtrisés – Syndicat de l'éclairage
7. Rapport préliminaire de la phase de diagnostic- Maîtrise d'œuvre des travaux d'entretien , d'extension et de réhabilitation du réseau d'éclairage public de la ville de Dakar- SOCOTEC-SSIC.2003
8. Audit urbain, financier et organisationnel de la ville de Dakar- ADM. AFID-CONSULTANCE/CEA S.A- 1999
9. Télésurveillance et téléconduite de l'éclairage public-Fiche Application , Eclairage Public- NAPAC

## ANNEXES

ANNEXE 1  
PV de visites nocturnes



Dakar le 16 Mai 2003

*PROJET : Entretien et Réhabilitation de  
l'Eclairage Public de la Ville de Dakar*

Début Réunion 11h. Fin Réunion 11h30mn

PV DE REUNION A LA COMMUNE D'ARRONDISSEMENT DE  
DIEUPEUL / DERKLE

Présents :

|                            |                |
|----------------------------|----------------|
| Mr Waly Fall               | Député - Maire |
| Mr Amadou Moustapha Ndiaye | S. Technique   |
| Mr Ibrahima Diagne         | D.A.U ( M.O.)  |
| Mr Yarame Bergane          | CCE ( M.O.D )  |

Suite à notre entretien avec le député maire de la commune d'arrondissement de Dieupeul – Derklé et ses services techniques, il a été arrêté un plan d'intervention sur l'éclairage public dans les rues de la commune et à l'intérieur des quartiers à savoir :

1- ECLAIRAGE PUBLIC PAR CANDELABRE ( par ordre de priorité )

- 1 - Rue 13 ( feu rouge Castor / Terminus )
- 2 - Rue P ( khar Yalla / Jet d'eau )
- 3 - Rue face U Bourguiba (Allées Khalifa Ababacar SY)
- 4 - Rue 12 ( Avenue Cheikh A Bamba / Bourguiba )



## II INTERIEUR QUARTIERS

**Général :** réhabilitation de l'existant

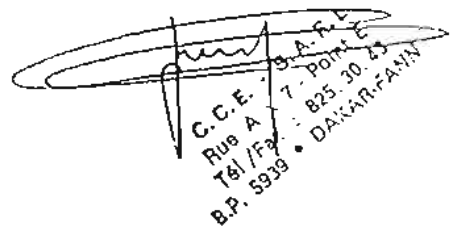
- 1 Castor 1 ( côté de la mosquée )  
Castor 2
- 2 Liberté 3
- 3 Dieupeul 3 et 4
- 4 Dieupeul 1 et 2
- 5 Routes intérieures parallèles à Bourguiba voir la possibilité d'éclairer le terre plein central

## III JARDINS

En général renforcement de l'éclairage pour la sécurité des riverains.

Il est demandé à l'entreprise CGE d'intervenir dans les plus brefs délais et de proposer un planning d'organisation par rapport au schéma directeur défini.

Le Maître d'œuvre



C.C.E. S.A. R.L.  
Rue A. 7 - Point E  
Tél / Fax : 825.30.23  
B.P. 5939 • DAKAR-FANN

**M.O :** Maître d'œuvre

**M.O.D :** Maître d'ouvrage Délégué

Dakar le 13 Mai 2003

*PROJET : Entretien et Réhabilitation de  
l'Eclairage Public de la Ville de Dakar*

Début Visite 16h45mn - Fin Visite 22h50mn

1014

PATTE D'OIE  
PARCELLES ASSAINIES  
CAMBERENE

Présents :

|                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| Mr Ibrahima Diagne | D.A.U ( M.O.)       |
| Mr Cheikh Diagne   | D.A.U ( M.O.)       |
| Mr Yarame Bergane  | CCE ( M.O.D )       |
| Mr Cheikh Ndiaye   | E.R.T (Entreprise ) |

*Compte rendu du visite  
Identification des problèmes*

Cité Impôts et Domaines

- renforcement points lumineux à faire

Grand Médine

- renforcement points lumineux ( extension réseaux )

Cité Soprim

- renforcement points lumineux ( extension réseaux )

Patte d'oie

- redressement candélabres à faire

*M*

- remplacement ampoules à faire
- extension EP moderne route de cambérène autoroute

### Parcelles Assainies

- visite quartier ( renforcement points lumineux )
- extension EP moderne sur corniche ( prolongement VDN )
- extension EP moderne entre Grand Médine et Parcelles assainies
- Identification câbles coupés sur réseaux EP moderne

### Camberène

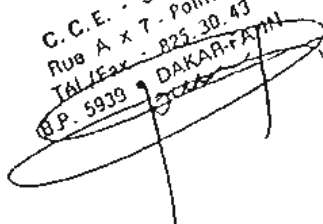
- extension EP cité Nations unies – Camberène 2
- renforcement points lumineux village camberène
- remplacement candélabres oxydes route principale camberène
- reprise commandes EP standard

IMPORTANT : L'environnement marin est très défavorable aux équipements électriques classiques posés sur le réseau EP. Nous recommandons l'utilisation des candélabres et luminaires en polyester pour pérenniser l'éclairage public dans les voies et quartiers de Camberène et parcelles assainies. L'entreprise doit présenter au M O et M.O.D les fiches techniques du matériel pour l'entretien du réseau EP.

### Le Maître d'œuvre

**M.O** : Maître d'œuvre  
**M.O.D** : Maître d'ouvrage Délégué

C.C.E. - S.A.R.L  
 Rue A x 7 - Point E  
 Tél/Fax - 825.30.43  
 B.P. 5939 DAKAR-FANN





Dakar le 12 Mai 2003

*PROJET : Entretien et Réhabilitation de  
l'Eclairage Public de la Ville de Dakar*

Début Visite 21h30mn - Fin Visite 00h15mn

ETTES

NGOR  
YOFF  
OUAKAM

Présents :

Mr Ibrahima Diagne  
Mr Yarane Bergane  
Mr Idrissa Diaw

D.A.U ( MO )  
C.C.E ( MOD )  
LSE ( Entreprise )

Uniformiser les luminaires sur les voies principales

Remplacer les candélabres tombée en face camp Batrain

Remplacer les candélabres tombée en face DAIGA

Uniformiser les luminaires

Remplacer les candélabres tombée en face Gendarmerie Nationale

Corniche Intérieur Ouakam : Faire une proposition en EP moderne sodium 150w ou 250w ( calcul d'éclairage à faire )

Cité Assemblée Ouakam: renforcement standard, remplacer les luminaires en mercure par du sodium sur la voie principale

*Py*

### Route des Almadies

- 2 candélabres à remplacer
- Etudes d'extension sur le plan d'arborescence des petits arbres (voir avec l'Arbora)
- Renforcement de l'éclairage

### Prolongement Route de Ouakam

- remplacement des luminaires mercure en sodium 150w

### Corniche Ouakam / Mer

- redressement candélabres

### Phare Mamelle

candélabre à redresser et à alimenter

### Route de l'aéroport : renforcement de l'éclairage ( faire une proposition

Almadies : extension standard / sodium 150watts à l'intérieur des quartiers

### Route Hotel Méridien : structure en quinconce

remplacer les luminaires mercure en sodium et utiliser ceux cités dans le renforcement du standard

### Village de Ngor

Entretien général sur EP moderne et standard  
Eclairage du carrefour par un candélabre triple crosse

### Cité BIAGUI

Extension standard

### YOFF

Entretien général sur EP moderne et standard  
Extension standard sur voies secondaires et à l'intérieur du quartier

### Mausolée LIMAMOU LAYE

Voire la possibilité d'éclairer la place publique dans son ensemble

10/10/11

Dakar le 7 Mai 2003

*PROJET : Entretien et Réhabilitation de  
l'Eclairage Public de la Ville de Dakar*

Début Visite 20h - Fin Visite 23hmn

COMMUNE D'ARRONDISSEMENT DE HANN BEL AIR ( 10000 )

Présents :

|                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| Mr Ibrahima Diagne | D.A.U ( M.O. )     |
| Mr Cheikh Diagne   | D.A.U ( M.O. )     |
| Mr Yaramé Bergane  | CCE ( M.O.D )      |
| Mr Nabil Diaw      | A.V - HANN BEL AIR |
| Mr Kouaté          | SLS ( Entreprise ) |

REPARATION SUR EP

Hann pêcheur et Hann Wallogui : ( des réparations à effectuer )

Défaut de ligne EP sur certains axes ( voir réseau ) augmentation de luminaire à faire : ( 20 luminaires )

Cité ISRA ; défaut du réseau ( sous – terrain à boule opale avec balastre 125 W E 27) 15 luminaires avec boules opales sur la corniche de la cité

Route liaison Marinas ISRA ( 10 luminaires )

Fort B : Vérification du réseau à effectuer & renforcement de luminaires : (15 luminaires)

Hann Jardin : il s'agit aussi d'alimenter le coffret et renforcement de luminaires

Réhabiliter l'E.P. sur la route de liaison vers l'IRD sur prolongation jusqu'au Rond Point des cours Sainte Marie de Hann

Keur Ngour : il s'agit aussi de l'alimentation du coffret et de procéder à l'extension à l'intérieur du quartier ( 10 luminaire)

Pour ce qui est de Hann Village, il y a le problème d'interconnexion de deux réseaux différents ( Réseau 11 et 12 ), un autre coffret est déjà pose pour la décharge du secteur et pour la fiabilité du réseau ,ce coffret n'est pas encore alimenté. (Urgence Signalée)

Ajout de luminaires sur la route de ( Service Géographique - PNA) et quelques artères secondaires : (30 luminaires)

Hann Montagne 6 : alimenter le coffret pour la décharge du secteur alimenté. (20 luminaires)

Hann Montagne 5 : Surechnge sur le secteur ,réseau à vérifier : (15 luminaires)

Hann Montagne 1 : Ajout sur quelques artères secondaires : (15 luminaires)

Hann 3 : Complément de quelques luminaires à l'intérieur et sur certaines : vers quoi et sur route du cercle de l'Émir

### EXTENSION L. P

**I. Baie de Hann** ( SLS doit faire une proposition d'étude)

**II. Route des hydrocarbures**( SLS doit faire une proposition d'étude)

**III. Route de Dalifort** ( SLS doit faire une proposition d'étude)

**IV. Route de l'IRD** ( SLS doit faire une proposition d'étude)

**V. Sortie Bretelle** ( vers Fort B)( SLS doit faire une proposition d'étude)

**VI. Route de Marinas** ( SLS doit faire une proposition d'étude)

**VII. Thiagal Rail** ( SLS doit faire une proposition d'étude)



Dakar le 5 Mai 2003

*PROJET : Entretien et Réhabilitation de  
l'Eclairage Publique de la Ville de Dakar*

DAKAR PLATEAU (1011)  
MEDINA / COLOBANE (1012)  
GRAND - YOFF (1013)

Présents :

|                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| Mr Ibrahima Diagne | D.A.U ( MO )       |
| Mr Cheikh Diagne   | D.A.U ( MO )       |
| Mr Yarame Bergane  | CCE ( MOD )        |
| Agent voyer        | Dakar.Plateau      |
| Mr Motor Kouyaté   | SLS ( Entreprise ) |

Ci après les différents axes visités et les solutions proposées :

Concerne :

Felix Eboué : renforcement EP standard

Rue Fleurus : renforcement EP standard

Rex : ( Augmenter un candélabre )

Tolbiac : faire de l'extension en EP standard

Lamine Gueye : renforcement de l'éclairage

Avenue Mohamed V : extension de l'éclairage

Boulevard de la République : renforcement de l'éclairage

M

Voies secondaires autour des Assemblées Nationales : extension de l'éclairage

Lycée Lamine Gueye : extension de l'éclairage

Morgue Hôpital Principal : extension de l'éclairage

Avenue Roume : voir possibilité d'avoir un niveau d'éclairage correct

Corniche Est : améliorer l'éclairage

Port Autonome : éclairer la voirie avec l'EP moderne

Berrenger Ferraud : éclairer la voirie avec l'EP moderne

Bd Djily Mbaye : éclairer la voirie avec l'EP moderne

Rond Point Gare ferroviaire : éclairer la voirie avec l'EP moderne

Rebeus Pb niveau d'éclairage : renforcement EP standard

### I - MEDINA / COLOBANE

- EP intérieur des quartiers
- Devis général G T
- Rue 59, 64
- Devanture lycée Kennedy double cross,
- Place de la Nation ( 2 mâts + projecteurs de 12m )
- Gibraltar changer les luminaires
- Rue 37 x 39
- Centenaire : révision et propositions de solutions pour hausser l'éclairage
- Colobane en face camp Samba Diéry Diallo : extension avec EP moderne
- Colobane : renforcement avec EP standard
- Marché colobane : sécurité en renforçant l'éclairage

## 2 - GRAND - VOIE

- Scat Urbain – Sîpres : Extension EP moderne grande voie
- dépanner le candélabre Triple-voies rond point grand-voïe
- Route principale grand-voïe : entretien des candélabres
- Voie pénétrante CTO : extension EP moderne
- Scat Urbain : entretien général du réseau EP et déplacement candélabres dans l'emprise des maisons
- Route principale Keur Khadim : candélabres existant sur un petit tronçon , extension et réhabilitation du réseau général de l'EP moderne

### Le Maître d'œuvre

M.O : Maître d'œuvre  
M.O.D : Maître d'ouvrage Délégué

G.C.E. - S.A.R.L.  
Rue A # 7 - Point E  
Tél / Fax : 823 30 43  
B.P. 5000 - DREZATI - ANGERS  
01/02/2008

Dakar le 08 Mai 2003

## *PROJET : Entretien et Réhabilitation de l'Eclairage Public de la Ville de Dakar*

Début Visite 20h45mn, Fin Visite 22h

Lieu :

DAKAR PLATEAU

MEDINA

GUEULE TAPEL / FANN / COLOMBEL

FANN / POINT E / AMITIE

### Présents :

Mr Ibrahima Diagne

D.A.U ( MO )

Mr Cheikh Diagne

D.A.U ( MO )

Mr Yaramé Bergane

CCE ( MOD )

Mr Motar Kouaté

SLS ( Entreprise )

### Le parcours suivi :

Station Mobil Pt E / Av C.A Diop / Canal IV / Claudel / Voie  
Principale UCAD jusqu'au carrefour FST / Claudel / Fann Hock  
jusqu'au jardin public / Corniche ouest Olympique club / Rd point  
Air Afrique / Av C.A Diop / Rue A Pt E, Rue 1 / Tour de l'œuf ( /  
Piscine Olympique ) / Rue A / Allé Seydou Nourou Tall / Amitié  
( Rue Principale ) circulation à l'intérieur de l'amitié / Rue JB du  
centre de santé GASPARD Camara

**Pour les différents sites visités les actions à mener sont les  
suivants :**

**Canal IV Extension** : Rechercher les plans de l'AGETIP pour  
connaître l'emplacement des coffrets de commande. Les massifs de  
candélabres sont déjà installés ainsi que les buses.

**Fann Hock** : le constat d'un mauvais niveau d'éclairage est établi les consoles pour l'EP standard sont existant. Les luminaires sont branchés en 110 volt dû probablement à un changement de tension l'entreprise doit y remédier en faisant les branchements adéquats et procéder au renforcement en EP standard.

**Fann Résidence** : il faudra relancer l'éclairage de la Rue Lion Frobenius ainsi que celui de la troisième voie principale pour l'extension.

**Université** : remettre en état l'éclairage de la voie principale entre l'ESP et le carrefour de la PST ainsi proposer un modèle d'éclairage de la voie entre la BU et la corniche.

**Point E** : déposer les candélabres non fonctionnels et vétustes. Refaire l'éclairage de l'ensemble des rues de même que celui du tour de l'œuf et de la rue qui mène à l'axe C A DIOP ( extension )

**Allée Seydou Nourou Tall** : réaliser l'EP en moderne ( l'extension )

**Amitié** : l'éclairage y est quasiment inexistant sauf sur quelques rues où les lampes fonctionnent en veilleuse.

Il faut donc améliorer le niveau d'éclairage de ce quartier.

Installer des appliques sur l'allée de la Rue 10 coté Amitié (extension)

### Le Maître d'œuvre

**M.O :** Maître d'œuvre  
**M.O.R :** Maître d'ouvrage Délégué

C.C.E. - S.A.R.L  
Rue A x 7 - Point E  
Tél./Fax : 825.30.43  
B.P. 5038 - DAKAR-FANDE



ANNEXE 2  
Comment gérer l'éclairage nocturne

## Comment gérer l'éclairage nocturne?

Les astronomes ne sont pas contre toutes formes d'éclairages. Ils favorisent toutefois les techniques d'éclairages qui limitent la pollution lumineuse tout en n'ayant aucun effet négatif sur la qualité de vie ou la sécurité des citoyens. À ce sujet, la réputation de l'éclairage public comme outil de prévention du crime est surfaite. Un rapport récent du National Institute of Justice des États-Unis concluait que l'efficacité de l'éclairage sur la réduction du crime n'était pas scientifiquement démontrée (NIJ 1997). L'effet positif de l'éclairage sur la sécurité routière, bien que réel (CIE 1992) ne dépend que très peu du niveau d'éclairage (Schreuder, 1999). Hormis la protection du ciel nocturne, il y a plusieurs autres bonnes raisons de lutter contre la pollution lumineuse et de favoriser un éclairage plus efficace:

**La réduction de l'éblouissement.**

L'éblouissement se produit lorsque la lumière est envoyée directement dans les yeux. De façon générale, les systèmes d'éclairage qui éblouissent laissent aussi échapper une grande partie de la lumière vers le ciel. Avec le vieillissement de la population l'éblouissement devient un problème de sécurité routière de plus en plus important car la sensibilité à l'éblouissement augmente avec l'âge.

**La diminution des fuites de lumière.**

Elles se produisent lorsque la lumière ne va pas là où elle est requise. Ce sont elles qui nous obligent à tirer nos rideaux pour avoir un peu de noirceur. Elles créent aussi, juste à côté des zones éclairées, des zones d'ombres où il est facile de se cacher.

**La réduction de la confusion.**

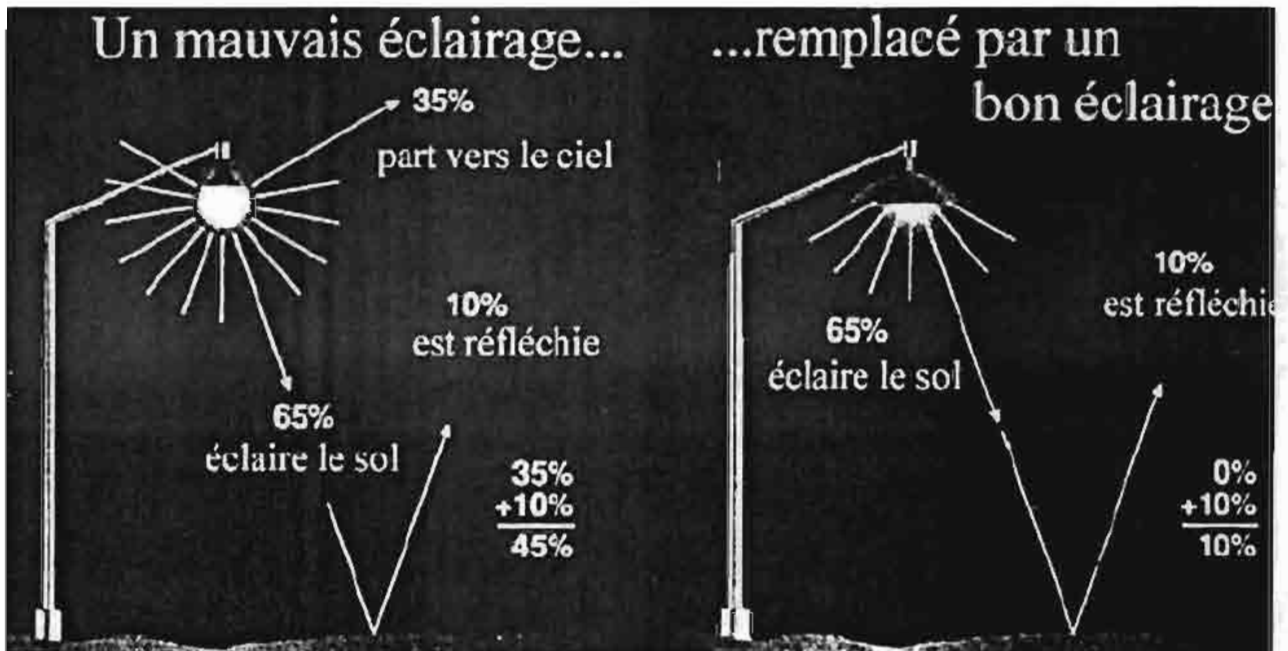
Un trop grand nombre de sources lumineuses créent de la confusion chez les conducteurs plutôt que de les guider.

**Les économies d'énergie.**

Un éclairage désuet et inadéquat, c'est de l'énergie gaspillée. Les vieux modèles de luminaire envoient jusqu'à 30% de leur lumière en direction du ciel! De plus, ils consomment beaucoup plus d'énergie. En effet, en 20 ans un luminaire au mercure de 250 watts consommera pour 1800\$ d'électricité alors que pour un luminaire au sodium à haute pression de 100 watts, la facture sera de 800\$ et pour un luminaire au sodium à basse pression de 60 watts, elle sera 475\$.

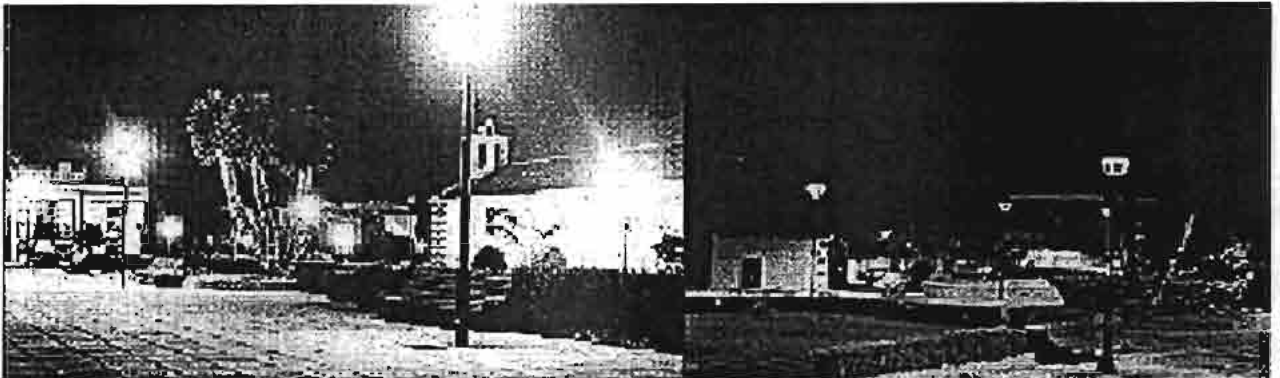
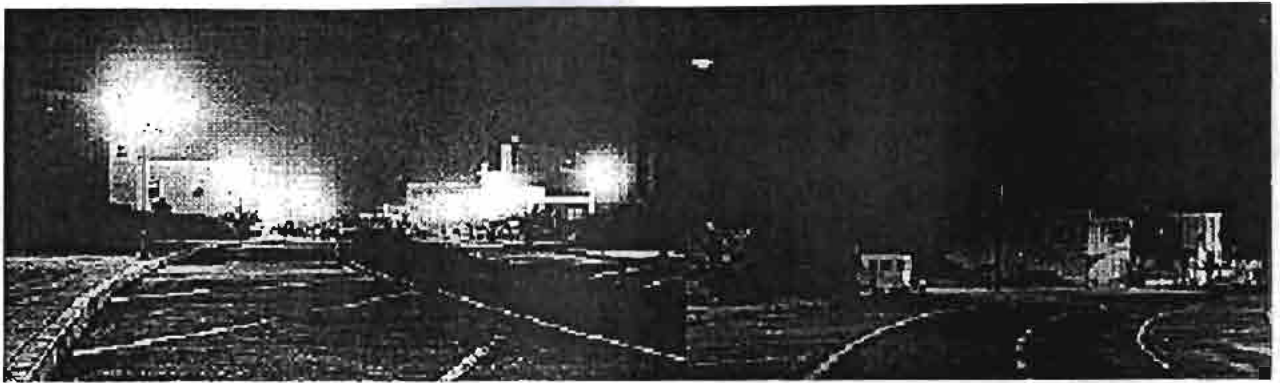
Techniquement parlant, il est relativement facile de limiter la pollution lumineuse. Il suffit de respecter quelques règles simples :

1. Utiliser la bonne quantité de lumière. La philosophie du "plus il y en a, mieux c'est" n'est pas une bonne idée. L'oeil peut fonctionner sur une gamme d'éclairage allant du plein jour à une nuit étoilée sans Lune. Toutefois, il faut un certain temps pour s'adapter à la noirceur. Plus on éclaire et plus le temps d'adaptation est long et plus on est vulnérable lorsque l'on s'éloigne des zones éclairées. Il faut donc chercher à éclairer au minimum et non pas au maximum.
2. Contrôler la lumière émise avec des abat-jour afin de minimiser les pertes. Cela limite du même coup les problèmes d'éblouissements, ce qui améliore la sécurité routière. À elle seule, cette approche permet de réduire grandement la pollution lumineuse tout en diminuant les coûts d'électricité sans avoir à diminuer l'éclairage. Toutefois, il ne faut pas oublier que c'est la lumière émise juste au-dessus de l'horizon qui est la plus polluante. L'abat-jour doit alors être très efficace sinon il est quasiment inutile.



3. Utiliser des systèmes de contrôle, minuteries, gradateurs et déclencheurs automatiques, qui ne fourniront de la lumière que lorsque désirée. Si elles sont reliées à un détecteur de mouvement, les lumières de « sécurité » ne perdent pas de leur efficacité, bien au contraire. De plus, il n'est pas nécessaire de laisser toutes les lumières allumées en dehors des heures d'ouverture des commerces. Les éclairages publicitaires et architecturaux peuvent être éteints à compter de 23 heures, lorsque la majorité des gens dorment. La pratique du couvre-feu est déjà largement pratiquée par les stations de services. Il faudrait encourager les autres commerces à en faire autant. En outre, le couvre-feu constitue l'approche la plus efficace pour limiter la pollution lumineuse en hiver alors que l'efficacité des abat-jour est réduite par la réflexion de la lumière sur le sol couvert de neige.
4. Utiliser des lampes au sodium à basse pression qui n'émettent que dans une seule couleur. Cela limite grandement l'effet néfaste de la lumière sur les observations scientifiques. Ces lampes sont aussi moins chères à opérer à long terme.





Rues de La Palma (Iles Canaries). Avant (gauche) et après (droite) une intervention visant à réduire la pollution lumineuse.

Le niveau d'éclairage au sol est le même dans les deux cas. Notez la réduction notable de l'éblouissement dû à l'utilisation d'abat-jour efficaces.

Lorsque l'on choisit de bonnes pratiques d'éclairage, la pollution lumineuse peut être réduite d'une façon considérable. En effet, cette dernière peut-être diminuée d'un facteur quatre sans que l'on ait à réduire l'éclairage au sol! Si en plus on restreint l'éclairage à l'essentiel, les résultats peuvent être spectaculaires. Dans le début des années 70, l'observatoire national de Kitt Peak était menacé par la pollution lumineuse en provenance de la ville de Tucson, Arizona. Située à 60 km à l'est de Kitt Peak, cette ville de 600 000 habitants voyait s'accroître rapidement sa production de pollution lumineuse. Heureusement, les législations successives ont non seulement permis de freiner la croissance mais aussi de réduire la pollution lumineuse. Aujourd'hui, au coeur de la ville, on peut observer la Voie Lactée!



## La fausse bonne idée

Utiliser, souvent pour des raisons d'investissement, des luminaires du type diffuseur boule opale en plastique - c'est risquer de banaliser les ambiances, de créer un « bruit de fond » lumineux (interférences nuisibles avec les autres espaces éclairés), avec un bilan énergétique (lumière perdue) et environnemental (nuisances lumineuses) déplorable.



*A noter que 25 % de la lumière émise par la lampe est absorbée par l'enveloppe opale.*

### ANNEXE 3

Impact de l'installation de Lumandar 1000 sur tout le réseau

## Impact de l'installation de Lumandar 1000 dans tous les coffrets de la ville sur la réhabilitation de la VDN

Examinons le cas où tous les coffrets de la ville seraient équipés d'interrupteurs crépusculaire Lumandar 1000.

La consommation mensuelle de l'ensemble des coffrets en 2002 est  $C_{2002}=506\ 178$  kWh

En supposant une augmentation de 10% de cette consommation nous avons en 2003 :

$$C_{2003}=1.1*506\ 178$$

$$C_{2003}= 556\ 796 \text{ kWh}$$

Soit une consommation annuelle

$$C_{a2003}= 6\ 681\ 540 \text{ kWh}$$

La consommation de l'ensemble des coffrets exceptés ceux de la VDN est

$$\begin{aligned} C_{c2003} &= C_{a2003} - C_{aVDN} \\ &= 6\ 681\ 540 - 199\ 439 \end{aligned}$$

$$C_{c2003} = 6\ 482\ 111 \text{ kWh}$$

Le Lumandar 100 entraîne une réduction de 22% de la consommation,

$$\Delta C_L = 0.22 * 6\ 482\ 111$$

$$\Delta C_L = 1\ 426\ 064 \text{ kWh}$$

la consommation nette des coffrets est

$$C'_c = C_c - \Delta C_L$$

$$C'_c = 5\ 056\ 047 \text{ kWh}$$

L'économie d'énergie réalisée est  $C = \Delta C_L = 1\ 426\ 064$  kWh

$$\text{Soit } E_{mc} = 126 * 1\ 426\ 064$$

$$E_{mc} = 179\ 684\ 064 \text{ F}$$

En y ajoutant l'économie provenant de la réhabilitation de la VDN, nous avons

$$\begin{aligned} E &= E_{mVDN} + E_{mc} \\ &= 62\ 967\ 809 + 179\ 684\ 064 \end{aligned}$$

$$E = 242\ 651\ 873 \text{ F}$$

L'investissement nécessaire est :

460 Lumandar 1000 à 100 000F l'unité

$$I = 460 * 100\ 000$$

$$I = 46\ 000\ 000 \text{ F}$$

L'investissement totale pour la réhabilitation et l'équipement des coffrets est :

$$I_T = I_{VDN} + I'$$

$$= 161\,134\,000 + 46\,000\,000$$

$$I_T = 207\,134\,000 \text{ F}$$

Les charges d'exploitation de la VDN sont les même.  $CE = 30\,793\,295 \text{ F}$

Calculons le cash flow a l'année zéro

$$CF_0 = E - CE - I$$

$$= 242\,651\,873 - 30\,793\,295 - 207\,134\,000$$

$$CF_0 = 4\,724\,578 \text{ F}$$

$CF_0 > 0$ , l'investissement est récupéré au cours de la première année. Calculons la durée exacte de récupération, découpons l'année en quatre trimestres et déterminons les valeurs trimestrielles de I, CE et E.

L'investissement est réalisé au cours du premier trimestre donc  $I_t = I$

L'économie est uniformément répartie dan l'année, donc  $E_t = \frac{E}{4}$  ; pour les charges

d'exploitation, tous les coûts partiel se rapportent au trimestre ainsi nous avons :

| Désignation          | prix unit | unité | nombre       | prix HTVA(f CFA) |
|----------------------|-----------|-------|--------------|------------------|
| changement de lampes | 15000     | an    | 0.125        | 858750           |
| nettoyage luminaires | 1000      | l     | 1            | 458000           |
| reparation           | 2000000   | ff    | 0.25         | 500000           |
|                      |           |       | <b>TOTAL</b> | <b>1816750</b>   |

Le coût de l'électricité est  $CAP_t = \frac{CAP}{4}$

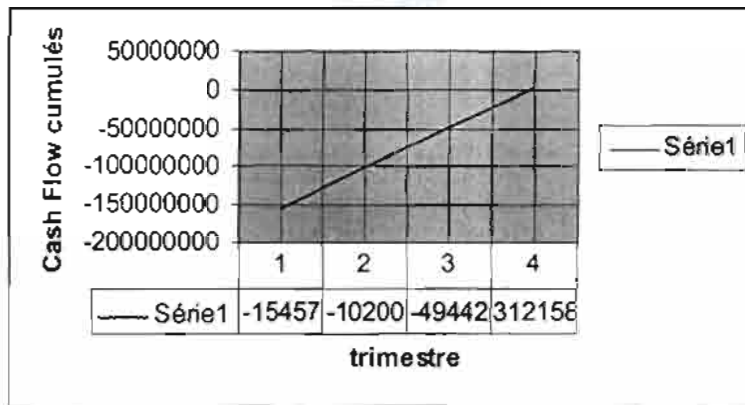
Nous avons :

$$E_t = 60\,662\,969 \text{ F}$$

$$CE_t = 8\,099\,074 \text{ F}$$

$$I_t = I = 207\,134\,000 \text{ F}$$

| trimestre | 1          | 2          | 3         | 4        |
|-----------|------------|------------|-----------|----------|
| I         | 207134000  | 0          | 0         | 0        |
| CE        | 8099074    | 8099074    | 8099074   | 8099074  |
| E         | 60662969   | 60662969   | 60662969  | 60662969 |
| CF        | -154570105 | 52563895   | 52563895  | 52563895 |
| CF cum    | -154570105 | -102006210 | -49442315 | 3121580  |



L'investissement est récupéré quasiment au début du quatrième trimestre.

La simple utilisation de Lumandar 1000 sur tous les coffres de la ville permettrait de réaliser chaque année un investissement de la taille de celui proposé à la VDN.

ANNEXE 4  
Description de CALCULUX

## Qu'est ce que Calculux

Calculux est un logiciel puissant dédié à l'analyse, la simulation et la sélection de systèmes d'éclairage :

- Vous pouvez utiliser Calculux pour simuler des situations d'éclairage réelles et analyser les différentes installations jusqu'à ce que vous trouviez les solutions qui répondent le mieux à vos exigences techniques, financières et esthétiques.
- Calculux utilisent non seulement des luminaires repris de la banque de données Philips, mais peut aussi traiter des données photométriques enregistrées au format externe Phillum de Philips.
- Des menus simples, des boîtes de dialogue logiques ainsi qu'une approche progressive vous aident à trouver les solutions les plus efficaces et les plus économiques pour vos applications d'éclairage.

## Que pouvez vous faire avec Calculux Eclairage Public (Road) ?

- Vous pouvez spécifier et calculer des projets standards d'éclairage public pour lesquels vous avez déterminé dans le logiciel les résultats requis (profils) pour votre installation. Les profils dépendent de la catégorie d'éclairage et des recommandations nationales.
- Dans les limites du profil, vous pouvez spécifier les exigences en matière d'éclairage et enregistrer celles-ci dans un fichier en vue de futurs projets d'éclairage public.
- Dans les limites du profil, vous pouvez déterminer la méthode de quadrillage du calcul (qui détermine la disposition des points de calcul sur la chaussée et ses abords), basée sur des normes ou réglementations locales (CIE, DIN, CEN, CIBSE, etc.)
- Vous pouvez calculer un éventail très large de données chiffrées qui couvrent pratiquement toutes les recommandations nationales et internationales existantes.
- Vous pouvez sélectionner des luminaires dans la banque de données Philips ou dans des fichiers spécialement formatés ;
- Vous pouvez effectuer des calculs d'éclairage pour des espaces qui ne sont pas directement liés à la chaussée principale (ex. pour un sentier ou le devant d'une maison).
- Vous pouvez spécifier, séparément du projet principal, des rangées de luminaires additionnelles, parallèles à la chaussée principale.
- Vous pouvez spécifier des facteurs de maintenance.
- Vous pouvez rapports dont les résultats s'affichent en formats textuels et graphiques. Vous pouvez afficher un résumé des projets, un résumé détaillé, les formats choisis pour la présentation des calculs d'un projet spécifié et / ou les résultats de différents projets.
  - Calculux Eclairage public (Road) accepte toutes les données chiffrées qui, selon les recommandations nationales ou internationales, sont généralement utilisées dans la spécification et le calcul d'un éclairage public. Vous pouvez redéfinir les paramètres d'éclairage requis et les zones de calcul correspondantes dans un profil d'exigences. Ce profil vous permet également de définir les limites des données chiffrées.
- Le logiciel Calculux Road est livré avec plusieurs séries d'exigences de profil prédéfinies.



- Calculux Eclairage Public (Road) est conçu des chaussées à deux ou quatre voies, le programme en génère automatiquement les contours ainsi que la méthode de calcul et les calculs établies dans le profil.
- Dans l'éditeur de projets, le programme calcule, compare et optimise les éléments dans différents projets.
- Pour définir la voie publique, vous spécifiez les paramètres suivants : type de chaussée (à deux ou quatre voies)
  - Terre-plein central
  - Largeur de chaussée
  - Nombre de voies
  - Tableau des réflexions sur la surface routière
  - Qo du tableau des réflexions sur la surface routière
- Calculux Eclairage Public (Road) supporte les installations standards suivantes pour l'emplacement des luminaires :
  - unilatéral gauche
  - unilatéral droit
  - bilatéral vis à vis
  - en quinconce
  - central (rétro-bilatéral)
  - central et sur accotements
  - sur caténaire
- Calculux Eclairage Public (Road) peut optimiser des projets individuels ou multiples. Vous pouvez déterminer la meilleure série de paramètres d'installation, dans les limites des données chiffrées

ANNEXE 5  
Fiches CALCULUX de la situation optimale de la VDN

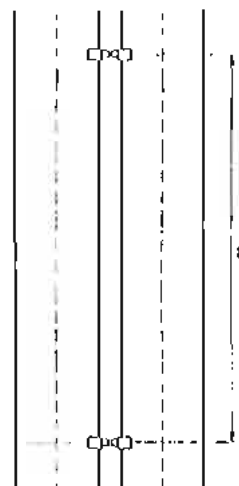
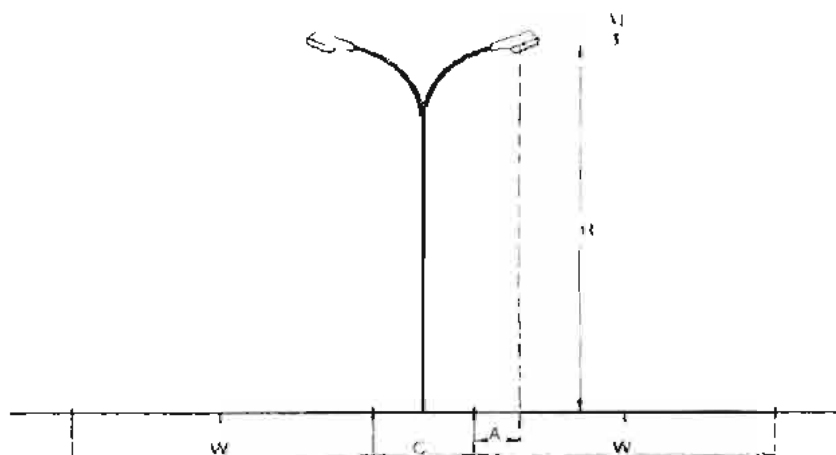
|                        | Unidade           | Seção Garantida 4         |
|------------------------|-------------------|---------------------------|
| Classe                 |                   | Classe de Classe          |
| Terreno Central        | m                 | 2.50                      |
| Largura de la Chaussée | m                 | 9.00                      |
| Nombre de Voies        |                   | 2                         |
| Type de Chaussée       |                   | Concrete CIE R2           |
| Q0                     |                   | 0.070                     |
| Code Luminaire         |                   | H                         |
| Implantation           |                   | Central ou (Retrotalonné) |
| Hauteur                | m                 | 9.00                      |
| Espacement             |                   | 25.00                     |
| Avancée                | m                 | -0.50                     |
| Inc90                  | deg               | 5.0                       |
| L moy                  | cd/m <sup>2</sup> | 1.78                      |
| L min/ L max           |                   | 0.28                      |
| L min/ L moy           |                   | 0.47                      |
| U1                     |                   | 0.73                      |
| T1                     | %                 | 4.8                       |
| Eh moy                 | lx                | 29.5                      |
| Eh min/ Eh max         |                   | 0.26                      |
| Eh min/ Eh moy         |                   | 4.51                      |

|                        | Unité | Section Gros œuvre            |
|------------------------|-------|-------------------------------|
| Chaussée               |       | Chaussée finale               |
| Fers-plat Central      | m     | 2.50                          |
| Largeur de la Chaussée | m     | 9.00                          |
| Nombre de Voies        |       | 2                             |
| Type de Chaussée       |       | Concrete (0.15)               |
| Q0                     |       | 0.070                         |
| Code Luminaire         |       | H                             |
| Implantation           |       | Centrale (0.00) (0.00) (0.00) |
| Hauteur                | m     | 9.00                          |
| Espacement (l)         |       | 25.00                         |
| Avancee                | m     | 0.50                          |
| lx@90                  | deg   | 5.0                           |
| L moy                  | lx/m2 | 1.78                          |
| L min/ L max           |       | 0.28                          |
| L min/ L moy           |       | 0.47                          |
| U1                     |       | 0.73                          |
| T1                     | %     | 4.8                           |
| Eh moy                 | lux   | 28.5                          |
| Eh min/ Eh max         |       | 0.28                          |
| Eh min/ Eh moy         |       | 0.51                          |

## 2. Récapitulatif

### 2.1 Chaussée Principale

|                             |        |               |
|-----------------------------|--------|---------------|
| Type de Luminaire           | :      | SGS204 TP PC  |
| Type de Lampe               | :      | 1 * SON-P150W |
| Flux de Lampe               | :      | 16000 lumens  |
| Incl90                      | (Inc.) | 5.0 deg.      |
| Fact. de maintenance Projet | :      | 0.80          |



|                        |       |                               |
|------------------------|-------|-------------------------------|
| Chaussée               | :     | Chaussée Double               |
| Terre-plein Central    | (C)   | 8.00 m                        |
| Largeur de la Chaussée | (W)   | 7.00 m                        |
| Nombre de Voies        | :     | 2                             |
| Type de Chaussée       | :     | Concrete ClE R2               |
| Q0                     | :     | 0.070                         |
| Implantation           | :     | Centrale (en Rétro bilateral) |
| Hauteur                | (H)   | 9.00 m                        |
| Espacement             | (Esp) | 25.00 m                       |
| Avancée                | (A)   | -1.00 m                       |

|                         |   |                        |
|-------------------------|---|------------------------|
| <b>Luminance</b>        |   |                        |
| Moyen                   | = | 1.60 cd/m <sup>2</sup> |
| Minimum/Maximum         | = | 0.41                   |
| Minimum/Moyen           | = | 0.60                   |
| UI ( 1.75,-60.00, 1.50) | = | 0.76                   |

|                         |   |       |
|-------------------------|---|-------|
| <b>Éblouissement</b>    |   |       |
| TI ( 5.25,-45.61, 1.50) | = | 5.3 % |

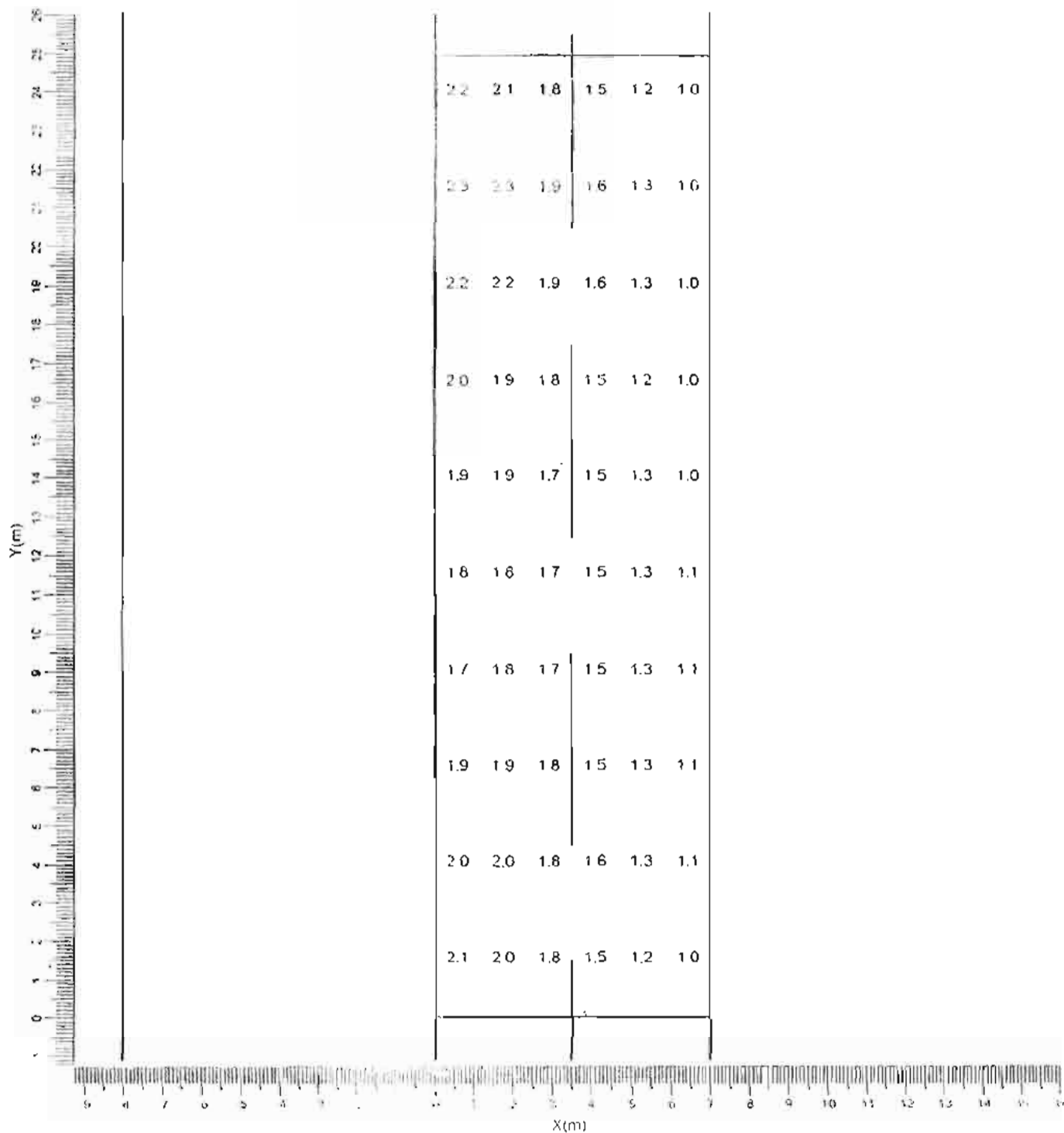
|                             |   |          |
|-----------------------------|---|----------|
| <b>Eclairage Horizontal</b> |   |          |
| Moyen                       | = | 25.8 lux |
| Minimum/Maximum             | = | 0.38     |
| Minimum/Moyen               | = | 0.63     |

### 3. Résultats des Calculs

#### 3.1 Grille de Luminances: Présentation en Tableau (Format graphique)

Grille : Principal à Z = 0.00 m  
 Calcul effectuée : Luminance vers Observateur Principal (5.25, -60.00, 1.50) (cd/m<sup>2</sup>)  
 Type de chaussée : Concrete GLE R2 avec Q0 = 0.07

UI ( 1.75,-60.00, 1.50) = 0.76  
 TI ( 5.25,-45.61, 1.50) = 5.3%  
 G = Non défini



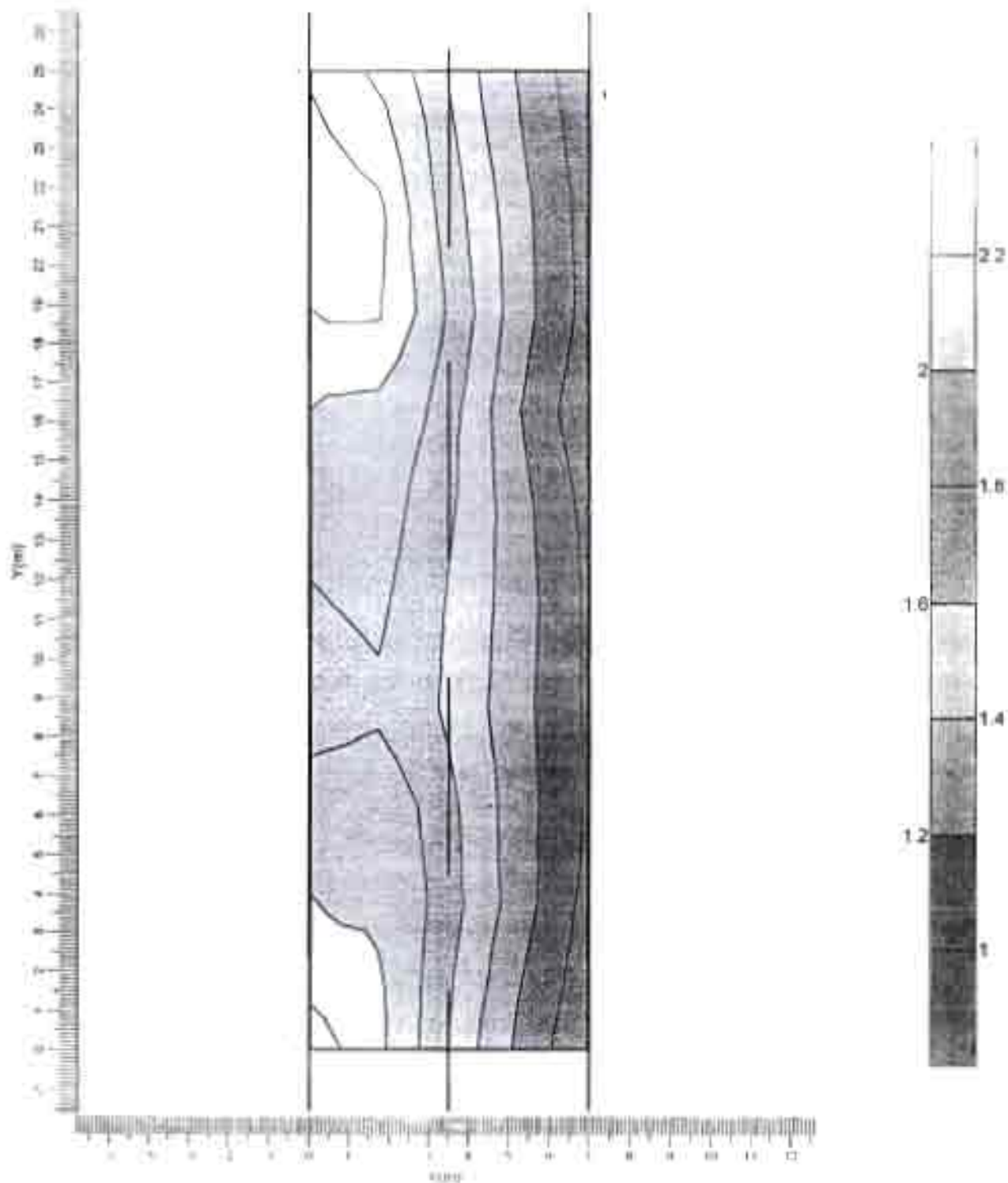
H SGS204 TP PC

|               |                 |                 |                 |                 |                                  |                  |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|------------------|
| Moyen<br>1.60 | Minimum<br>0.96 | Maximum<br>2.31 | Min/Moy<br>0.60 | Min/Max<br>0.41 | Fact. maintenance projet<br>0.80 | Echelle<br>1:150 |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|------------------|

### 3.2 Grille de Luminaires: Présentation en Mosaiques

Grille Principal à  $Z = 0.00$  m  
 Calcul effectué Luminance vers Observateur Principal (5.25, -60.00, 1.50) (cd/m<sup>2</sup>)  
 Type de chaussée: Concrète CIE R2 avec CO = 0.07

UR ( 1.75, -60.00, 1.50) = 0.76  
 TI ( 5.25, -45.61, 1.50) = 5.3%  
 G = Non défini



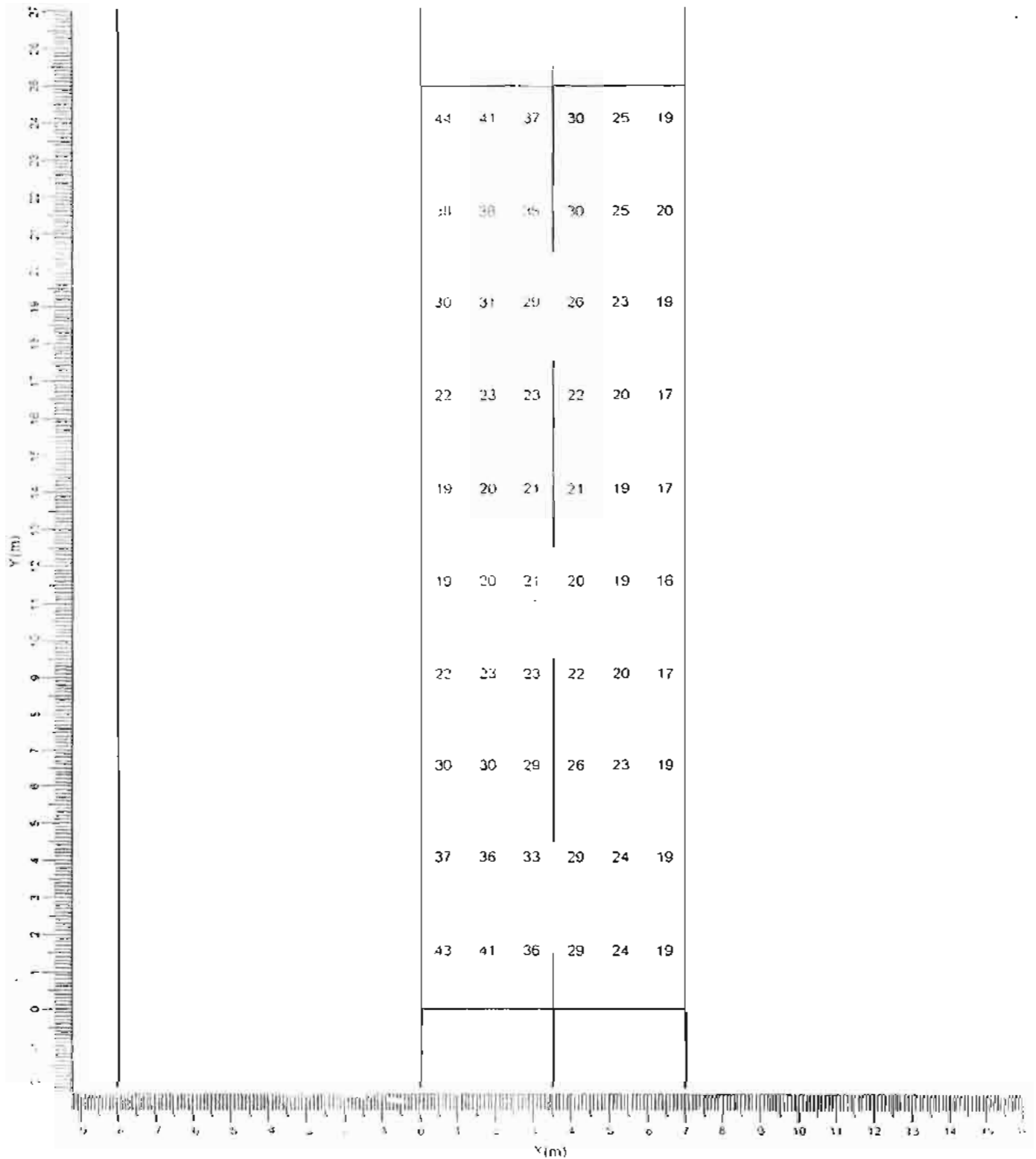
H SGS204 TP PC

|       |         |         |         |         |                          |         |
|-------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|---------|
| Moyen | Minimum | Maximum | Min/Moy | Min/Max | Fact. maintenance projet | Echelle |
| 1.60  | 0.96    | 2.31    | 0.60    | 0.41    | 0.80                     | 1:150   |

3.3 Grille d'Éclairages: Présentation en Tableau (Format graphique)

Grille  
Calcul effectué

Principal à Z = 0.00 m  
Éclairage Horizontal (lux)



H

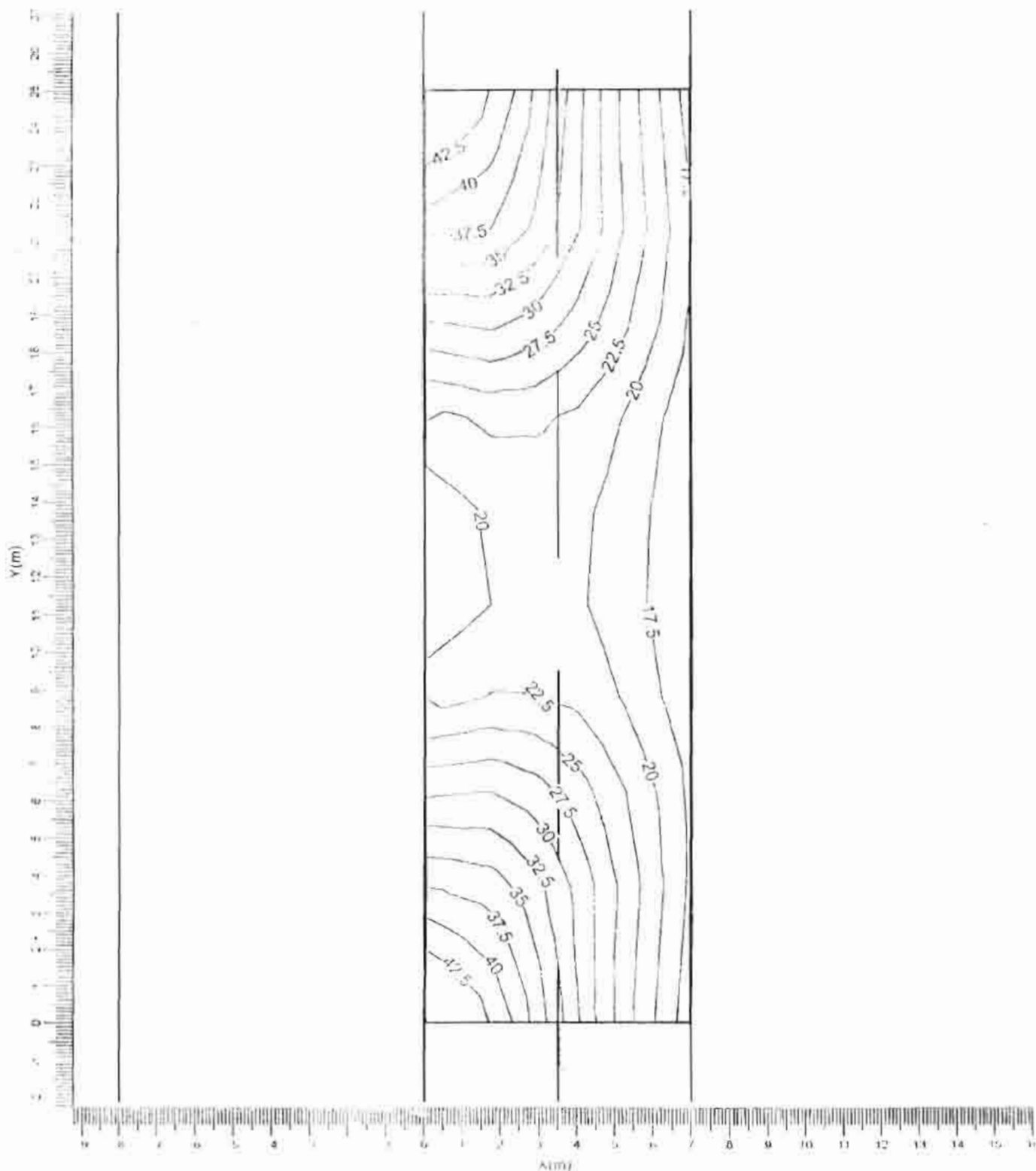
SGS204 TP PC

| Moyen | Minimum | Maximum | Min/Moy | Min/Max | Fact maintenance projet | Echelle |
|-------|---------|---------|---------|---------|-------------------------|---------|
| 25.8  | 16.4    | 43.5    | 0.63    | 0.38    | 0.80                    | 1:150   |



3.4 Grille d'Éclairéments: Présentation en Courbes Iso-Valeurs

Grille : Principal a  $Z = 0.00$  m  
 Calcul effectué : Éclairément Horizontal (lux)



H

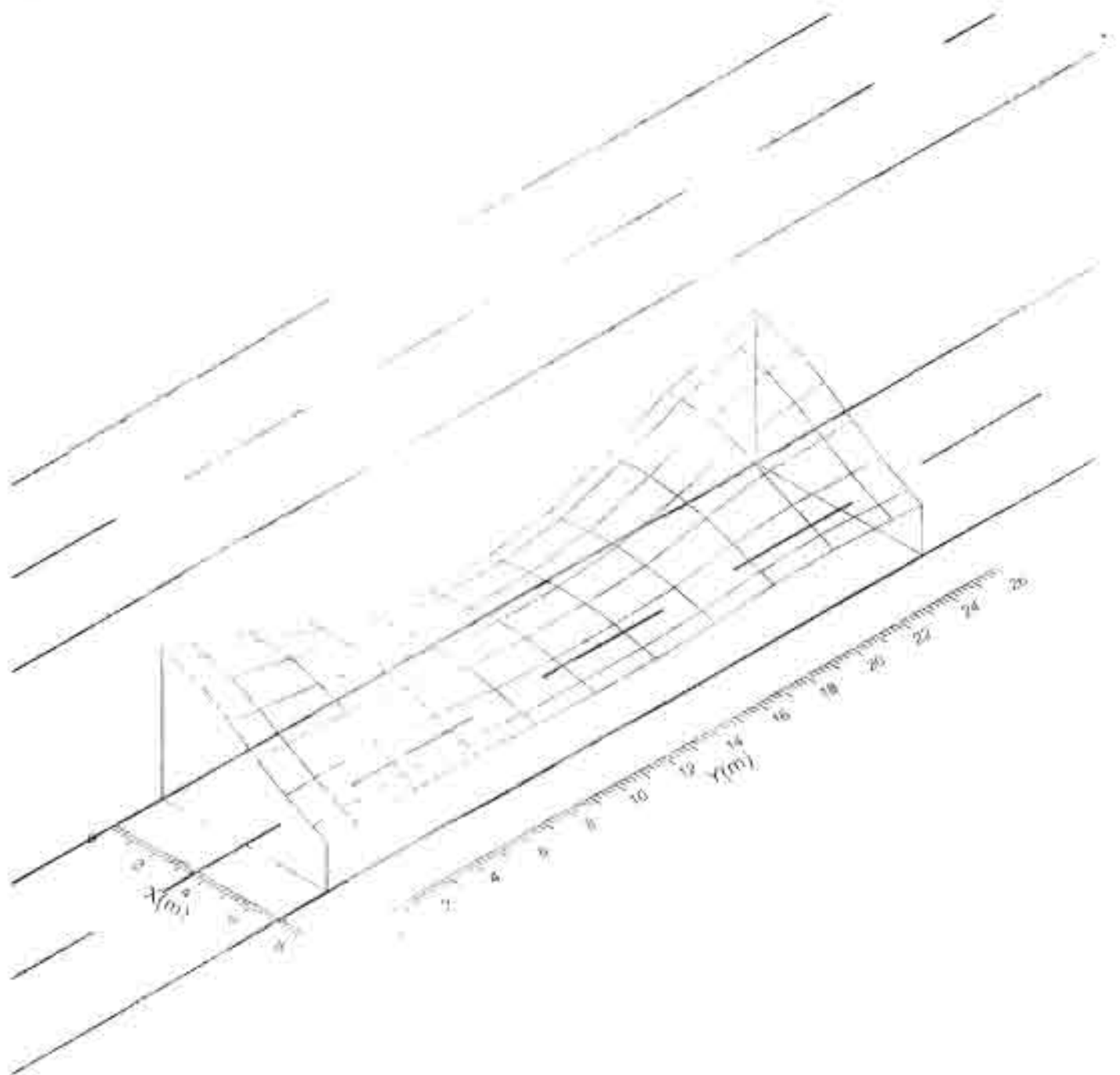
SGS204 TP PC

| Moyen | Minimum | Maximum | Min/Moy | Min/Max | Fact. maintenance projet | Echelle |
|-------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|---------|
| 25.8  | 16.4    | 43.5    | 0.63    | 0.38    | 0.80                     | 1/150   |

5 Grids of the road (width 10.5 m) - 10.5 m - 10.5 m - 10.5 m

Grids  
Calcul effective

Front offset  $a = 0.20$  m  
Enlargement horizontal (m)



Moyen: 25.8

Minimum: 15.4

Maximum: 4.1

Standard: 0.03

Min/Max: 0.38

Fact. maintenance projet: 0.80

## 4. Détails sur le Luminaire

### 4.1 Luminaires utilisés

SGS204 TP PC EXSON-P150W

Rendements

Rd. DIR : 0.75

Rd. IND : 0.61

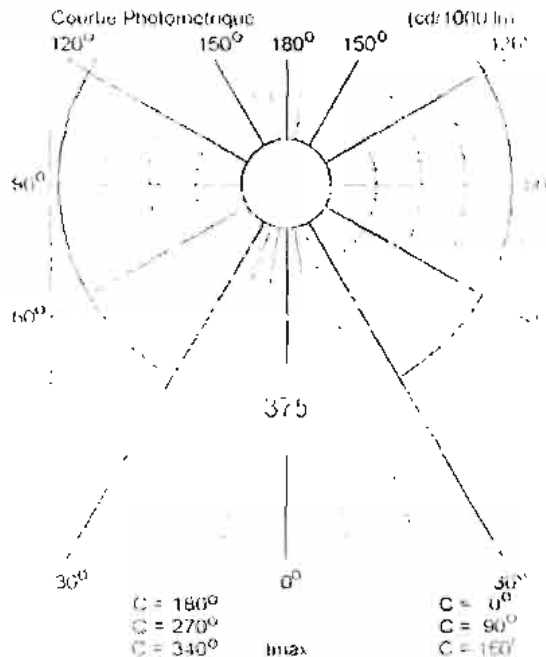
Rd. IOI : 0.76

Ballast : Standard

Flux de la lampe : 16000 lumen

Puissance du luminaire : 168.0 W

Code de Mesure : LVW0463900



## 1. Récapitulatif des Sections Courantes

Le facteur de maintenance global utilisé pour ce projet est de 0.80

| Code | Type de luminaire | Type de lampe | Puissance (W) | Flux (lm) |
|------|-------------------|---------------|---------------|-----------|
| H    | SGS204 TP PC      | 1 * SON-P150W | 168.0         | 1 * 16000 |

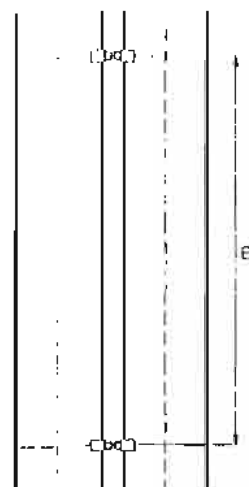
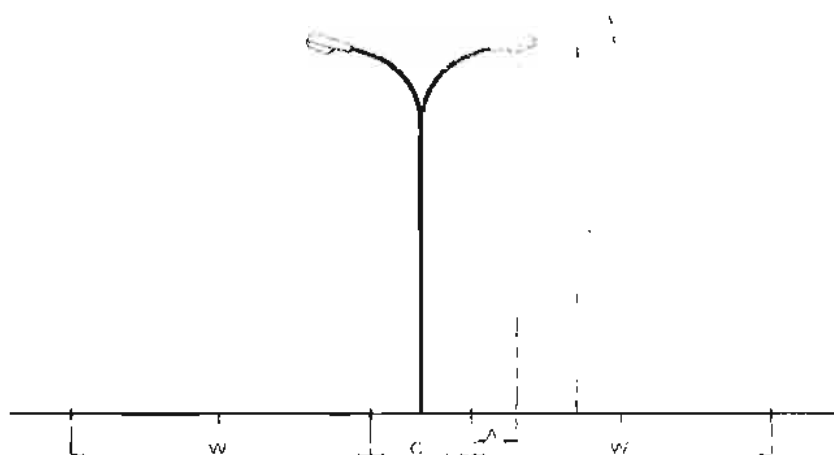
|                        | Unité | Section Courante 1         | Section Courante 2         | Section Courante 3         |
|------------------------|-------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Chaussée               |       | Chaussée Double            | Chaussée Double            | Chaussée Double            |
| Terre-plein Central    | m     | 8.00                       | 6.00                       | 10.00                      |
| Largeur de la Chaussée | m     | 7.00                       | 7.00                       | 7.00                       |
| Nombre de Voies        |       | 2                          | 2                          | 2                          |
| Type de Chaussée       |       | Concrete CIE R2            | Concrete CIE R2            | Concrete CIE R2            |
| Q0                     |       | 0.070                      | 0.070                      | 0.070                      |
| Code Luminaire         |       | H                          | H                          | H                          |
| Implantation           |       | Centrale (en Rétrobitéral) | Centrale (en Rétrobitéral) | Centrale (en Rétrobitéral) |
| Hauteur                | m     | 9.00                       | 9.00                       | 9.00                       |
| Espacement             | m     | 25.00                      | 25.00                      | 25.00                      |
| Avancée                | m     | -1.00                      | -1.00                      | -1.00                      |
| Incl90                 | deg.  | 2.5                        | 2.5                        | 2.5                        |
| L moy                  | cd/m2 | 1.53                       | 1.72                       | 1.57                       |
| L min/ L max           |       | 0.39                       | 0.37                       | 0.39                       |
| L min/ L moy           |       | 0.57                       | 0.56                       | 0.58                       |
| UI                     |       | 0.77                       | 0.76                       | 0.78                       |
| TI                     | %     | 5.0                        | 5.0                        | 5.0                        |
| Eh moy                 | lux   | 26.2                       | 27.8                       | 25.1                       |
| Eh min/ Eh max         |       | 0.36                       | 0.33                       | 0.37                       |
| Eh min/ Eh moy         |       | 0.62                       | 0.60                       | 0.62                       |

|                        | Unité | Section Courante 4           | Section Courante 5           |
|------------------------|-------|------------------------------|------------------------------|
| Chaussée               |       | Chaussée Double              | Chaussée Double              |
| Terre-plein Central    | m     | 2.00                         | 21.40                        |
| Largeur de la Chaussée | m     | 9.00                         | 7.00                         |
| Nombre de Voies        |       | 2                            | 2                            |
| Type de Chaussée       |       | Ciment (C14) 100             | Asphal. CIE D2               |
| Q0                     |       | 0.070                        | 0.070                        |
| Code Luminaire         |       | H                            | H                            |
| Implantation           |       | Centrale (en Retrubilatéral) | Centrale (en Retrubilatéral) |
| Hauteur                | m     | 9.00                         | 9.00                         |
| Espacement(m)          |       | 25.00                        | 25.00                        |
| Avancée                | m     | -0.50                        | -1.00                        |
| incl90                 | deg   | 2.5                          | 2.5                          |
| L moy                  | cd/m2 | 1.87                         | 1.46                         |
| L min/ L max           |       | 0.25                         | 0.38                         |
| L min/ L moy           |       | 0.44                         | 0.51                         |
| U1                     |       | 0.75                         | 0.81                         |
| T1                     | %     | 4.5                          | 4.8                          |
| Eh moy                 | lux   | 29.8                         | 23.4                         |
| Eh min/ Eh max         |       | 0.25                         | 0.38                         |
| Eh min/ Eh moy         |       | 0.44                         | 0.64                         |

## 2. Récapitulatif

### 2.1 Chaussée Principale

|                            |        |               |
|----------------------------|--------|---------------|
| Type de Luminaire          | :      | SGS204 TP PC  |
| Type de Lampe              | :      | 1 * SON-P150W |
| Flux de Lampe              | :      | 16000 lumens  |
| Incl90                     | (Inc.) | 2.5 deg.      |
| Fact de maintenance Projet | :      | 0.80          |



|                        |       |                              |
|------------------------|-------|------------------------------|
| Chaussee               | :     | Chaussee Double              |
| Terre-plein Central    | (C)   | 21.40 m                      |
| Largeur de la Chaussée | (W)   | 7.00 m                       |
| Nombre de Voies        | :     | 2                            |
| Type de Chaussée       | :     | Asphalt CIE C2               |
| Q0                     | :     | 0.070                        |
| Implantation           | :     | Centrale (en Retrobilatéral) |
| Hauteur                | (H)   | 9.00 m                       |
| Espacement             | (Esp) | 25.00 m                      |
| Avancee                | (A)   | -1.00 m                      |

|                         |                          |                         |         |
|-------------------------|--------------------------|-------------------------|---------|
| <b>Luminance</b>        |                          | <b>Eblouissement</b>    |         |
| Moyen                   | = 1.46 cd/m <sup>2</sup> | TI ( 5.25,-45.61, 1.50) | = 4.9 % |
| Minimum/Maximum         | = 0.36                   |                         |         |
| Minimum/Moyen           | = 0.51                   |                         |         |
| U1 ( 5.25,-60.00, 1.50) | = 0.81                   |                         |         |

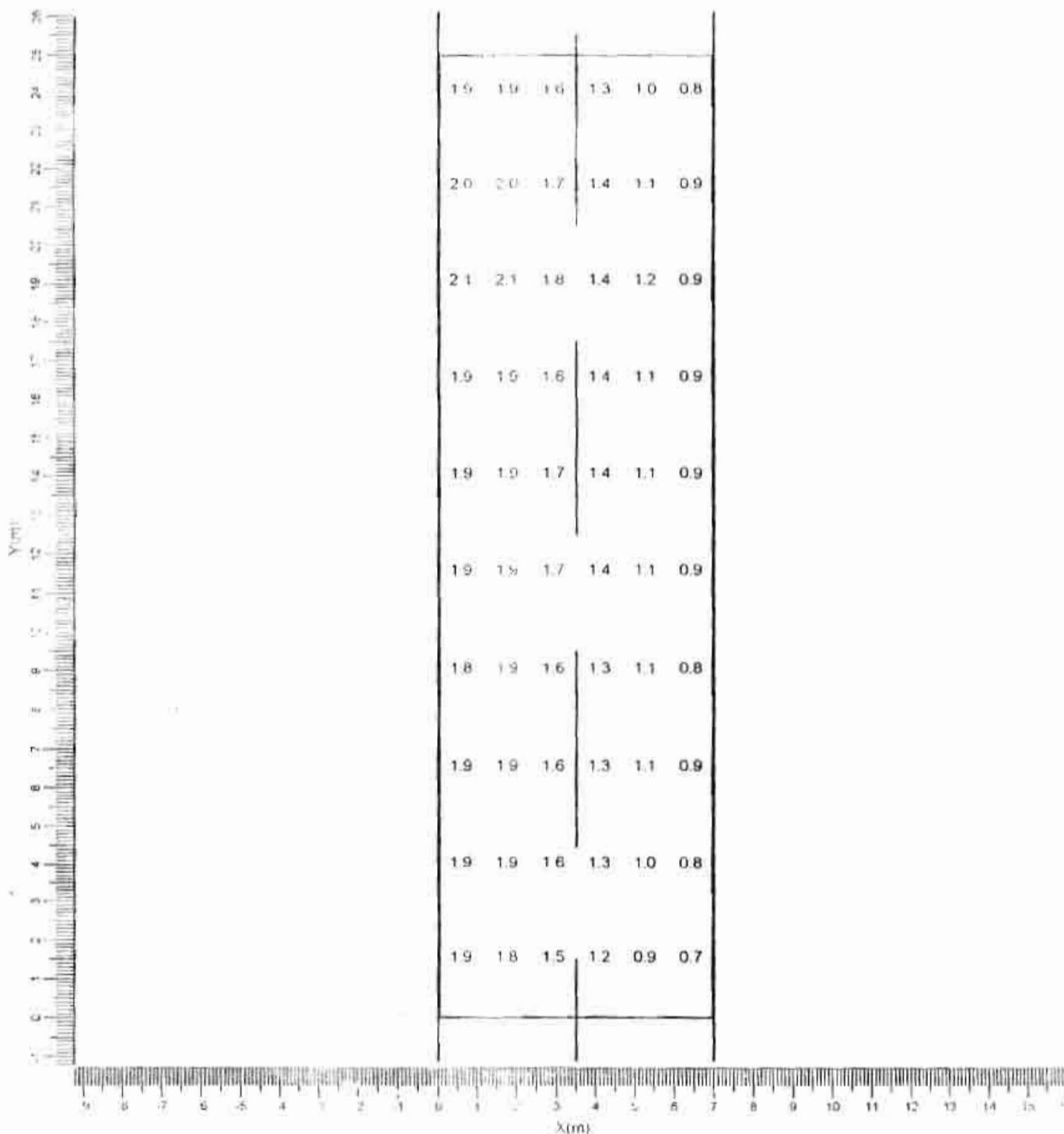
|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| <b>Eclairement Horizontal</b> |            |
| Moyen                         | = 23.4 lux |
| Minimum/Maximum               | = 0.38     |
| Minimum/Moyen                 | = 0.64     |

### 3. Résultats des Calculs

#### 3.1 Grille de Luminances: Présentation en Tableau (Format graphique)

Grille : Principal à Z = 0.00 m  
 Calcul effectué : Luminance vers Observateur Principal (5.25, -60.00, 1.50) (cd/m2)  
 Type de chaussée : Asphalt CIE C2 avec Q0 = 0.07

UI ( 5.25,-60.00, 1.50) = 0.81  
 TI ( 5.25,-45.61, 1.50) = 4.9%  
 G = Non défini



H SGS201 TP PC

|       |         |         |         |         |                          |         |
|-------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|---------|
| Moyen | Minimum | Maximum | Min/Moy | Min/Max | Fact. maintenance projet | Echelle |
| 1.46  | 0.74    | 2.06    | 0.51    | 0.36    | 0.80                     | 1:150   |



### SGS 204

Luminaire d'éclairage à 1 ou 2 tubes fluorescentes à 2000 ou 3000 mm de longueur. Le luminaire est en aluminium anodisé et l'ampoule est en verre. Le luminaire est conçu pour une consommation d'énergie de 100 W maximum.

#### Principales applications

- Commerces
- Hôtels particuliers
- Clubs industriels
- Hôtels, clubs, parcs

#### Type de lampes

- FFL 11 200 W
- FFL 11 T 200 W
- FFL 11 400 W
- Voir votre club énergétique

#### Caractéristiques

- L'anneau optique permet un contrôle précis de l'axe et de la luminosité de la source
- Choix de vasques en polycarbonate anti-éclaboussure traité anti-UV ou en verre noir
- La vasque à charnière permet le remplacement de la lampe par dessous
- Construction très solide résistante à la pénétration de poussières et d'eau. Lumière classe II (Classe I sur demande)
- Installation et maintenance rapides et faciles grâce au corps à charnière et au clip de fermeture en acier inoxydable
- Fixation élastique
- Voir votre club énergétique

#### Montage à limer

Le luminaire est conçu pour être monté sur un trou de diamètre 102 mm. Le luminaire est livré avec un clip de montage en acier inoxydable qui permet de fixer le luminaire sur le trou de diamètre 102 mm.

#### Accessoires

Le luminaire peut être monté sur un trou de diamètre 102 mm ou sur un trou de diamètre 100 mm.

102 mm diamètre trou

100 mm diamètre trou

102

100

102 mm diamètre

### SGS 204



SGS 204 avec verre noir en clip



SGS 204 avec lambeaux en clip traité



| Designation                      | Poids (kg) | Catégorie |
|----------------------------------|------------|-----------|
| SGS 204 avec verre 1 ampoule     | 1,10       | 1000      |
| SGS 204 avec verre 2 ampoules    | 1,20       | 1000      |
| SGS 204 avec lambeaux 1 ampoule  | 1,10       | 1000      |
| SGS 204 avec lambeaux 2 ampoules | 1,20       | 1000      |
| SGS 204 avec verre 1 ampoule     | 1,10       | 1000      |
| SGS 204 avec verre 2 ampoules    | 1,20       | 1000      |
| SGS 204 avec lambeaux 1 ampoule  | 1,10       | 1000      |
| SGS 204 avec lambeaux 2 ampoules | 1,20       | 1000      |
| SGS 204 avec verre 1 ampoule     | 1,10       | 1000      |
| SGS 204 avec verre 2 ampoules    | 1,20       | 1000      |
| SGS 204 avec lambeaux 1 ampoule  | 1,10       | 1000      |
| SGS 204 avec lambeaux 2 ampoules | 1,20       | 1000      |
| SGS 204 avec verre 1 ampoule     | 1,10       | 1000      |
| SGS 204 avec verre 2 ampoules    | 1,20       | 1000      |
| SGS 204 avec lambeaux 1 ampoule  | 1,10       | 1000      |
| SGS 204 avec lambeaux 2 ampoules | 1,20       | 1000      |

Les données sont données en approximation. Les dimensions sont données en mm. Les dimensions sont données en mm. Les dimensions sont données en mm.





finition  
 fonderie  
 non corrosif,  
 polyester gris armé  
 verre, traité  
 que en  
 ate ou en verre  
 réflecteur en  
 étallisé sous vide.

sible pour  
 crosse de 42 à  
 r candélabre en  
 mm.

lent optique  
 vent appareillage

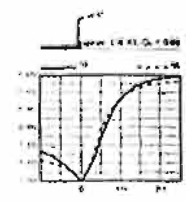
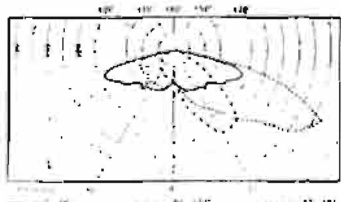
(code)



**SGS104/150T**  
 L.O.R. 4 0 84

**1 x SON-TP150W**  
 1 x 32000 lm

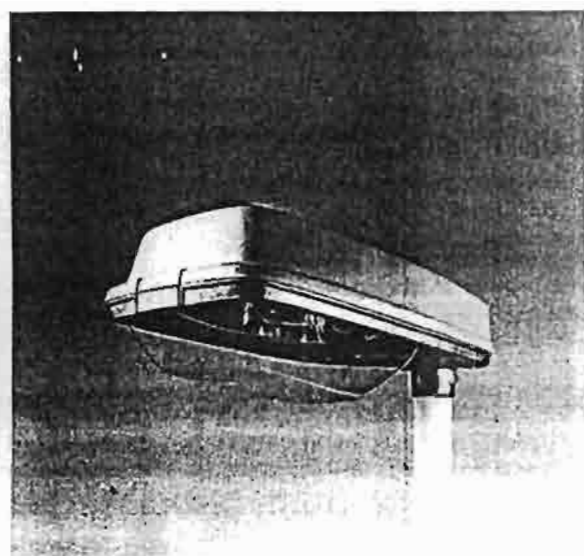
Diagramme d'intensité lumineuse



| h  | φ   | E <sub>v</sub> (lx) | U <sub>0</sub> (m) | U <sub>10</sub> (m) | U <sub>50</sub> (m) | U <sub>90</sub> (m) | U <sub>95</sub> (m) | U <sub>99</sub> (m) |
|----|-----|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1  | 0.5 | 6400                | 0.5                | 0.5                 | 0.5                 | 0.5                 | 0.5                 | 0.5                 |
| 2  | 1.0 | 1600                | 1.0                | 1.0                 | 1.0                 | 1.0                 | 1.0                 | 1.0                 |
| 3  | 1.5 | 800                 | 1.5                | 1.5                 | 1.5                 | 1.5                 | 1.5                 | 1.5                 |
| 4  | 2.0 | 400                 | 2.0                | 2.0                 | 2.0                 | 2.0                 | 2.0                 | 2.0                 |
| 5  | 2.5 | 256                 | 2.5                | 2.5                 | 2.5                 | 2.5                 | 2.5                 | 2.5                 |
| 6  | 3.0 | 178                 | 3.0                | 3.0                 | 3.0                 | 3.0                 | 3.0                 | 3.0                 |
| 7  | 3.5 | 131                 | 3.5                | 3.5                 | 3.5                 | 3.5                 | 3.5                 | 3.5                 |
| 8  | 4.0 | 100                 | 4.0                | 4.0                 | 4.0                 | 4.0                 | 4.0                 | 4.0                 |
| 9  | 4.5 | 80                  | 4.5                | 4.5                 | 4.5                 | 4.5                 | 4.5                 | 4.5                 |
| 10 | 5.0 | 64                  | 5.0                | 5.0                 | 5.0                 | 5.0                 | 5.0                 | 5.0                 |



PHILIPS



**SGS 203/403**

Luminaire modulaire d'airiel contemporaine, offrant aux automobilistes sécurité et confort ainsi que de faibles coûts de consommation d'énergie et de maintenance. Capot en polyester gris armé de fibres de verre (203) ou en fonderie d'aluminium injecté sous haute pression (403) avec vasque en polycarbonate résistant aux chocs, traité anti-UV ou verre plat trempé.

**Principales applications**

- Routes principales
- Routes secondaires
- Zones résidentielles
- Zones industrielles
- Ronds-points, carrefours

**Types de lampes**

- HPL-N 125 W
- SON E/F 70/100/150 W

**Caractéristiques**

- Optique spéciale permettant un contrôle optimal du faisceau et du flux lumineux de la source. Réflecteur réglable sur cinq positions permettant une orientation précise du faisceau.
- Vasque en polycarbonate anti-vandalisme traité anti-UV ou en verre plat.
- Hi-puissance avec Chronosense, système autonome (aucun câble pilote) permettant des économies d'énergie.
- Construction très solide, résistant à l'eau et aux poussières (IP 65), pour réduire les coûts de maintenance. Classe I ou classe II.
- Installation rapide et maintenance aisée par le dessus après ouverture du capot à l'aide du clip. L'appareillage est démontable, ce qui permet de le remplacer rapidement.

**Matériaux & finition**

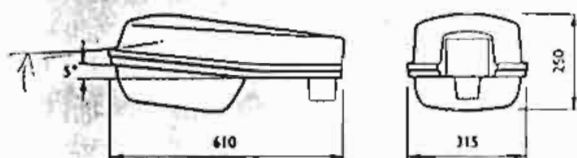
Paroi en fonderie d'aluminium et capot en polyester gris traité anti-UV armé de fibres de verre ou en fonderie d'aluminium, vasque polycarbonate anti-vandalisme ou en verre plat trempé, réflecteur en aluminium métallisé sous vide.

**Installation**

Émbout réversible pour montage sur crose de 42 à 60 mm ou en top sur candélabre de 60 mm

- IP 65 compartiment optique
- IP 43 compartiment appareillage
- (sur demande)

SGS 203/403



| Désignation                            | Poids (kg) | Codes européens |
|--|------------|-----------------|
| SGS 203 avec vasque + appareillage     |            |                 |
| SGS203 SON-T170W 230V II SP PC 60P     | 7          | 271433.00       |
| SGS203 SON-T1100W 230V II SP PC 60P    | 7,1        | 271451.00       |
| SGS203 SON-T1150W 230V II SP PC 60P    | 8,5        | 271540.00       |
| SGS203 HPL125W 230V II PC 60P          | 7          | 271435.00       |
| SGS 403 alu avec vasque + appareillage |            |                 |
| SGS403 SON-T1100W 230V II SP PC 60P    | 7,6        | 216232.00       |
| SGS403 SON-T1150W 230V II SP PC 60P    | 7,9        | 216236.00       |
| Appareillages SGS 203/403              |            |                 |
| EGS203 HPL125W 230V II                 | 2,5        | 151150.00       |
| EGS203 SON-T1100W 230V II SP           | 2,7        | 151161.00       |
| EGS203 SON-T1150W 230V II SP           | 4          | 151154.00       |
| ZGP (embout de montage)                |            |                 |
| ZGP048 SP42/48                         | 0,3        | 999206.00       |

Tous les appareils sont compensés et équipés d'un appareillage 230 V/50 Hz. Tension 240V ou fréquence 60Hz ou amorces temporisés sont disponibles sur demande.

**Aperçu de la gamme**

**Corps**

Polyester



Aluminium



Couleurs Gris ou RAL


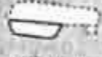








ZGP

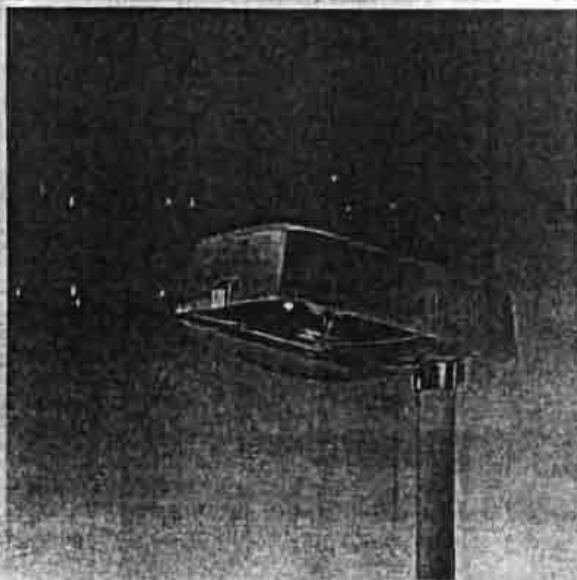
à voir aperçu de la gamme

## Matrice SGS 203/403

### Aperçu de la gamme SGS 203/403\*

| Corps  | Vasques  | Lampes   | Appareillages   | Bi-puissance       |
|--|--|--|---|--------------------|
| <p>Polyester</p>  |  <p>Vasque en Polycarbonate</p> | <p>Culot<br/>E27<br/>E40</p>   | <p>Ballast<br/>Electronique<br/>Conventionnel</p>   | <p>Chronosense</p> |
| <p>Aluminium</p>  |  <p>Verre plat</p>              | <p>SON-I<br/><br/>SON-I 50 W<br/>SON-I 70 W</p>   | <p>Amorceur<br/>Semi-parallèle<br/>Semi-parallèle<br/>temporisé<br/>Série<br/>Série<br/>temporisé</p> |                    |
| <p>Couleurs<br/>Gris ou RAL</p>  |  | <p>SON-T<br/><br/>SON-T 50 W<br/>SON-T 70 W<br/>SON-T 100 W<br/>SON-T 150 W<br/>SON-T 250 W</p> | <p>Alimentation secteur<br/>220 V/60 Hz<br/>230 V/50 Hz<br/>240 V/50 Hz</p>                           |                    |
|  |  | <p>SON-E<br/><br/>SON-E 70 W<br/>SON-E 100 W<br/>SON-E 150 W</p>                              | <p>Compensation<br/>Oui<br/>Non</p>   |                    |
|  |  | <p>HPL-N<br/><br/>HPL-N 125 W</p>   | <p>Fusible<br/>Oui<br/>Non</p>  |                    |
|  |  |  | <p>Self de blocage<br/>Oui<br/>Non</p>  |                    |
|  |  |  | <p>Classe<br/>Cl. I<br/>Cl. II</p>  |                    |

\*Cet aperçu de la gamme vous montre en un coup d'œil les possibilités et les options de configuration.



SGS 201



| Désignation                         | Poids (kg) | Codes européens |
|-------------------------------------|------------|-----------------|
| SGS 201 avec vasque et appareillage |            |                 |
| SGS201 HPL80/125W 230V B CM1 60P    | 5,9        | 258065 00       |
| SGS201 SON-T70W 230V B SP TP 60P    | 5,9        | 257600 00       |
| SGS201 SON100W 230V B SP CM1 60P    | 6          | 257761 00       |
| SGS201 SON-T100W 230V B SP TP 60P   | 6          | 257808 00       |
| SGS 201 avec vasque et platine fixe |            |                 |
| SGS201 E27 MA02125V B TP            | 3,3        | 266725 00       |
| ZGP (embouts de montage)            |            |                 |
| ZGP48 SP13MB                        | 0,3        | 599506 00       |
| ZGP60 SP10                          | 0,3        | 714672 00       |

CM = miroir ovale ; TP = miroir STE

**SGS 201**

Luminaire d'éclairage public polyvalent de ligne contemporaine, pour les faibles puissances. Éclairage de qualité pour la sécurité et le confort des automobilistes, aux faibles coûts de consommation d'énergie. Résistant au vandalisme.

**Principales applications**

- Zones résidentielles
- Voies secondaires
- Zones industrielles, parkings
- Ronds-points

**Types de lampes**

- HPL-N 80/125 W
- HPL Confort 80/125 W
- SON-E/T 70/100 W

**Caractéristiques**

- Optique spéciale pour un contrôle optimal du faisceau et du flux de la source. Réflecteur réglable permettant un contrôle affiné de la direction du faisceau.
- Choix de vasque en polycarbonate anti-vandalisme traité anti-UV
- Construction très solide, résistant à la pénétration de poussières et d'eau, garantissant une longue durée de vie et de faibles coûts de maintenance. Luminaire classe II.
- Installation rapide et maintenance aisée par le dessus après ouverture du capot à l'aide du clip. L'appareillage est débrochant, ce qui permet de le remplacer rapidement. Remplacement de la lampe aisé par le dessous.

**Matériaux & finition**

Corps (armature), capot d'accès et châssis support appareillage en polyester gris, traité anti-UV, armé de fibres de verre ; vasque polycarbonate; réflecteur en aluminium métallisé sous vide.

**Installation**

Embout réversible pour montage sur crosse de 42 à 60 mm ou en top sur candélabre de 60 mm

- IP 54 compartiment optique
- IP 23 compartiment appareillage
- 



Remplacement aisé de la lampe par dessous.



ZGP

finition  
 (série), capot  
 support  
 polyester gris,  
 armé de fibres  
 isque  
 réflecteur en  
 cristallisé sous vide.

possible  
 sur crosse  
 ou en top  
 de 60 mm

optique  
 appareillage



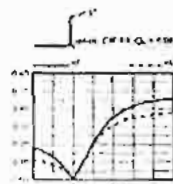
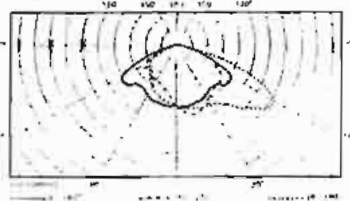
le la lampe



**SGS201/070 P.3**  
 LOR = 075

**1 x SON-170W**  
 I x 5600 lm

Diagramme d'efficacité polaire

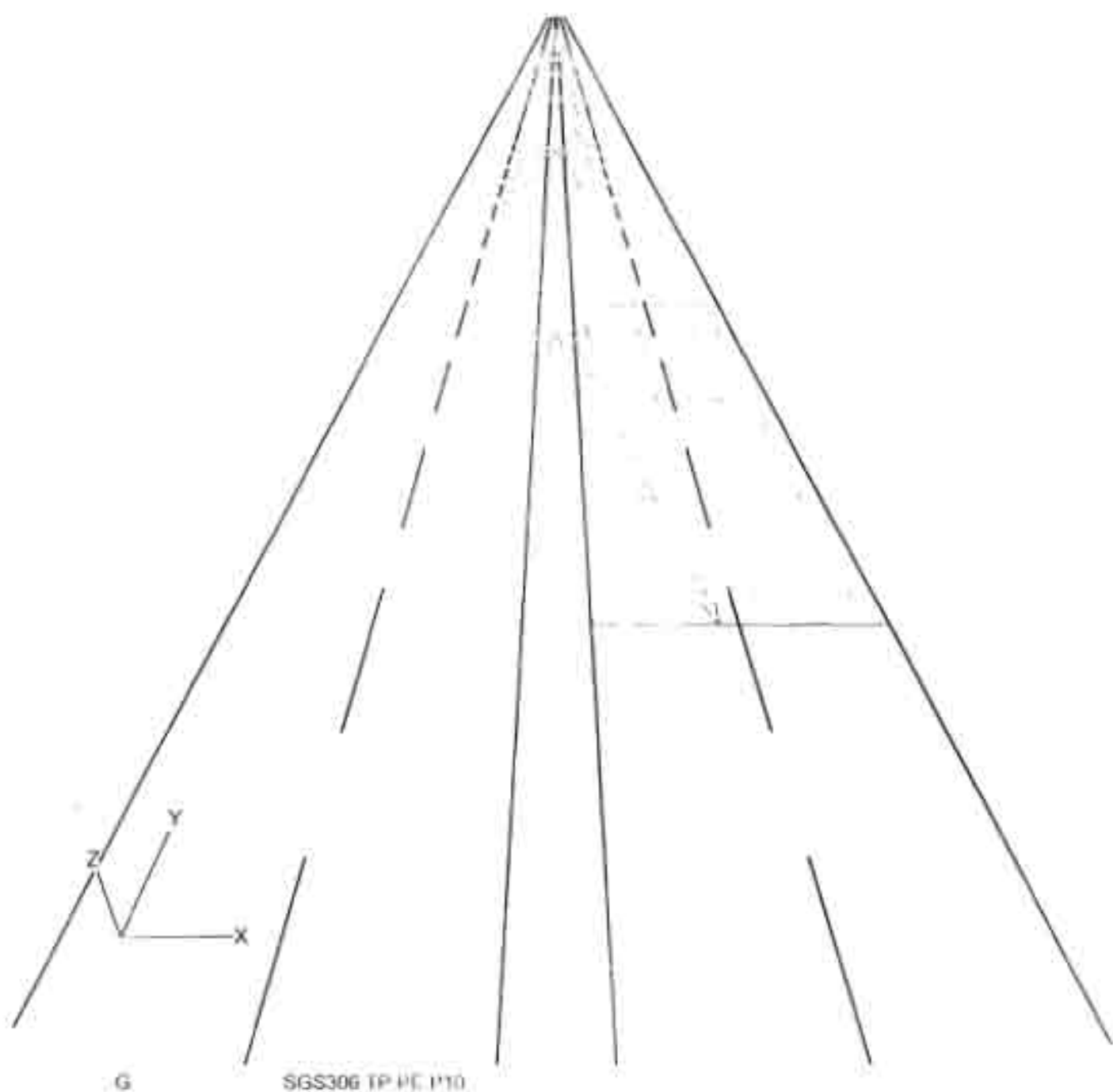


| h | h  | h  | h  | h  | h  | h  | h   | h   | h   |
|---|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 |
| 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 |
| 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 |
| 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 |
| 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 |
| 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 |
| 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 |
| 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 |
| 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 |
| 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 |

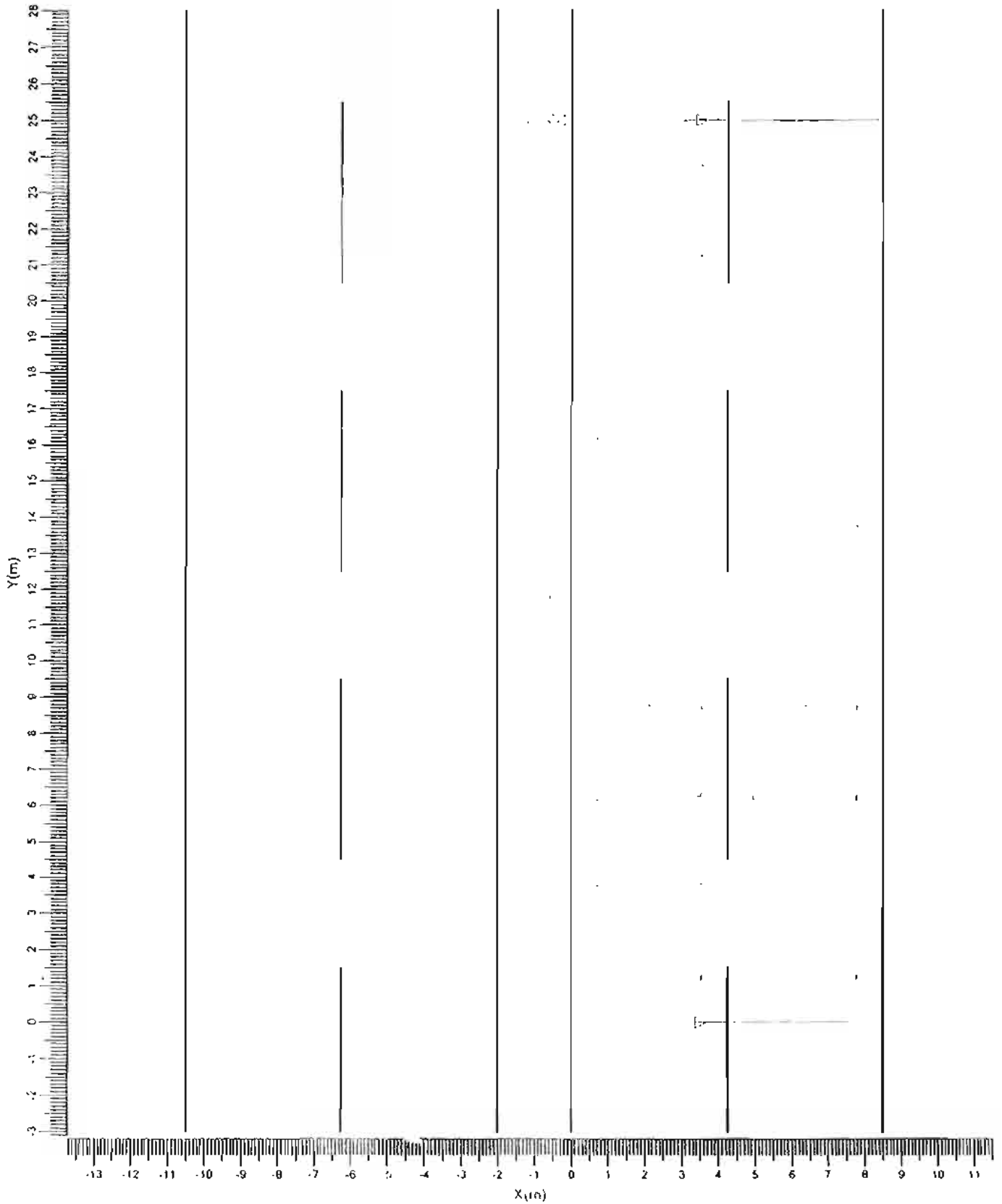
**ANNEXE 6**  
Simulation de la situation actuelle de la VDN

## 1. Description de la solution

### 1.1 Vue de l'implantation en 3-D



2 Vue de dessus de l'Installation



G

SGS306 TP PE P10

Echelle  
1:150



## 2. Récapitulatif des Sections Courantes

Le facteur de maintenance global utilisé pour ce projet est de 0.80

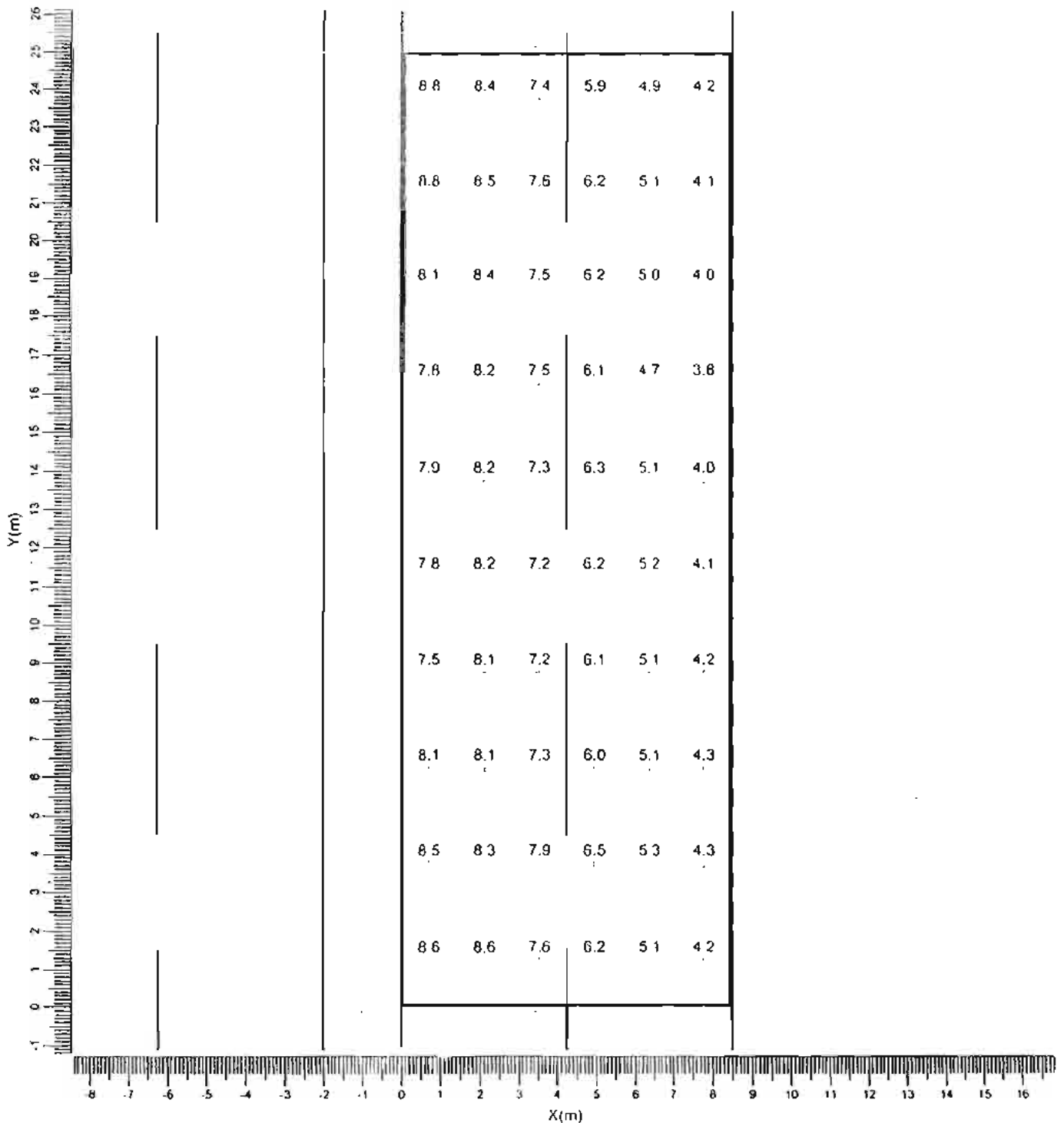
| Code                   | Type de luminaire | Type de lampe              | Puissance (W)              | Flux (lm)                  |
|------------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| G                      | SGS306 TP PE P10  | 1 * SON-TP400W             | 431.0                      | 1 * 55000                  |
|                        | Unité             | Section Courante 1         | Section Courante 2         | Section Courante 3         |
| Chaussée               |                   | Chaussée Double            | Chaussée Double            | Chaussée Double            |
| Terre-plein Central    | m                 | 6.00                       | 6.00                       | 2.00                       |
| Largeur de la Chaussée | m                 | 7.00                       | 7.00                       | 8.50                       |
| Nombre de Voies        |                   | 2                          | 2                          | 2                          |
| Type de Chaussée       |                   | Concrete CIE R2            | Concrete CIE R2            | Concrete CIE R2            |
| Q0                     |                   | 0.070                      | 0.070                      | 0.070                      |
| Code Luminaire         |                   | G                          | G                          | G                          |
| Implantation           |                   | Centrale (en Rétrobitéral) | Centrale (en Rétrobitéral) | Centrale (en Rétrobitéral) |
| Hauteur                | m                 | 9.00                       | 9.00                       | 9.00                       |
| Espacementm            |                   | 25.00                      | 25.00                      | 25.00                      |
| Avance                 | m                 | -1.00                      | -1.00                      | -0.50                      |
| inc(°)                 | deg               | 25.0                       | 25.0                       | 25.0                       |
| L moy                  | cd/m2             | 5.58                       | 5.87                       | 6.55                       |
| L min/ L max           |                   | 0.58                       | 0.55                       | 0.43                       |
| L min/ L moy           |                   | 0.70                       | 0.67                       | 0.58                       |
| UI                     |                   | 0.87                       | 0.89                       | 0.89                       |
| Ti                     | %                 | 13.7                       | 13.6                       | 12.4                       |
| Eh moy                 | lux               | 78.2                       | 83.0                       | 82.2                       |
| Eh min/ Eh max         |                   | 0.59                       | 0.61                       | 0.48                       |
| Eh max/ Eh moy         |                   | 0.75                       | 0.78                       | 0.69                       |

*Handwritten signature and date: 24/03/03*

### 3. Résultats des Calculs

#### 3.1 Grille de Luminances: Présentation en Tableau (Format graphique)

|                  |   |                           |       |
|------------------|---|---------------------------|-------|
| Grille           | : Principal à Z = 0.00 m  | UI ( 6.38,-60.00, 1.50) = | 0.89  |
| Calcul effectué  | : Luminance vers Observateur Principal (6.38,-60.00, 1.50) (cd/m <sup>2</sup> ) | TI ( 6.38,-45.61, 1.50) = | 12.4% |
| Type de chaussée | : Concrete CIE R2 avec Q0 = 0.07  | G                         | = 3.7 |

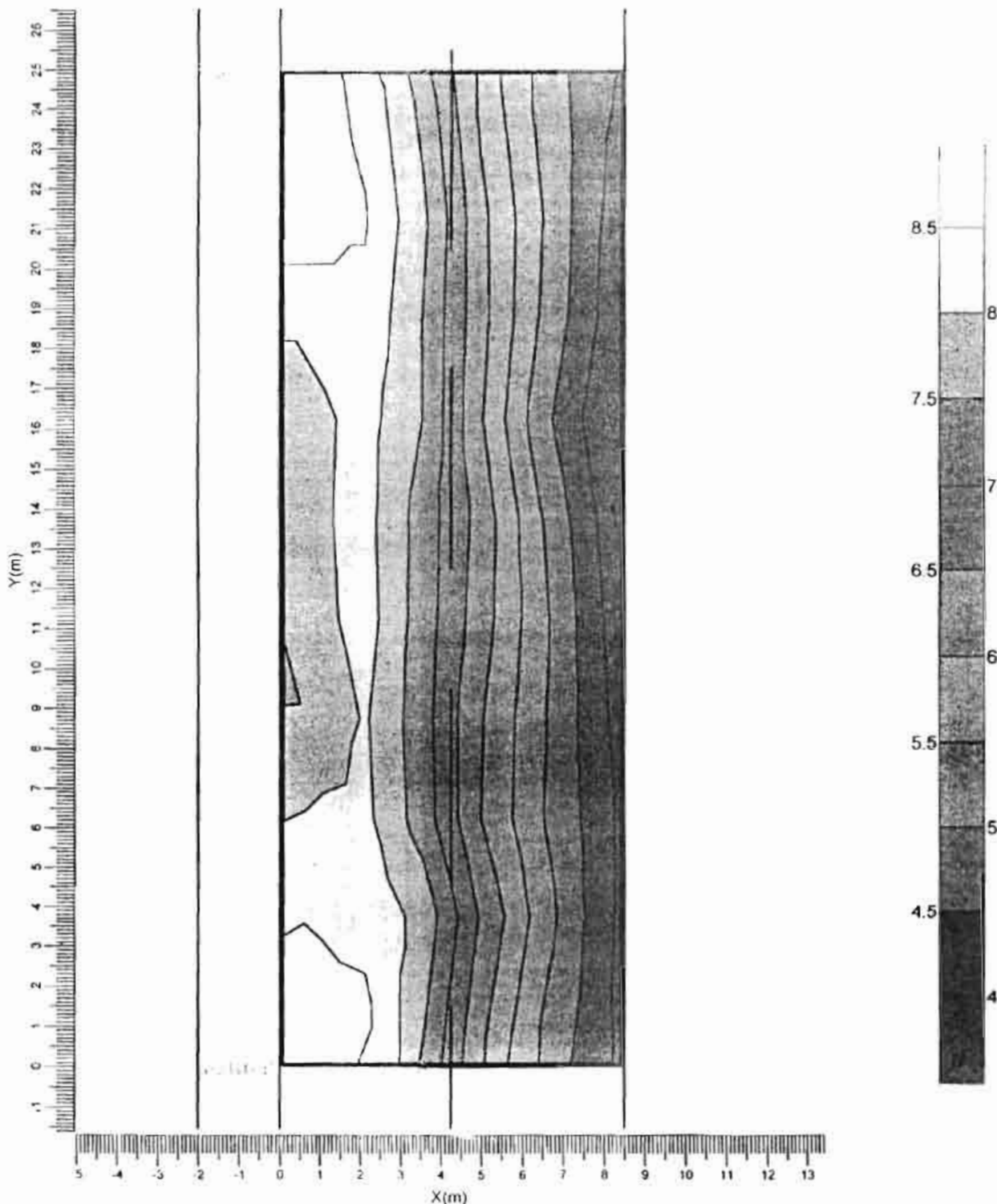


G SGS306 TP PE P10

|       |         |         |         |         |                          |         |
|-------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|---------|
| Moyen | Minimum | Maximum | Min/Moy | Min/Max | Fact. maintenance projet | Echelle |
| 6.55  | 3.78    | 8.79    | 0.58    | 0.43    | 0.80                     | 1:150   |

### 3.2 Grille de Luminances: Présentation en Mosaïques

|                  |  |                           |       |
|------------------|--|---------------------------|-------|
| Grille           | : Principal à Z = 0.00 m   | UI ( 6.38,-60.00, 1.50) = | 0.89  |
| Calcul effectué  | : Luminance vers Observateur Principal (6.38, -60.00, 1.50) (cd/m <sup>2</sup> ) | TI ( 6.38,-45.61, 1.50) = | 12.4% |
| Type de chaussée | : Concrete CIE R2 avec Q0 = 0.07   | G =                       | 3.7   |



G

SGS306 TP PE P10

Moyen  
6.55

Minimum  
3.78

Maximum  
8.79

Min/Moy  
0.58

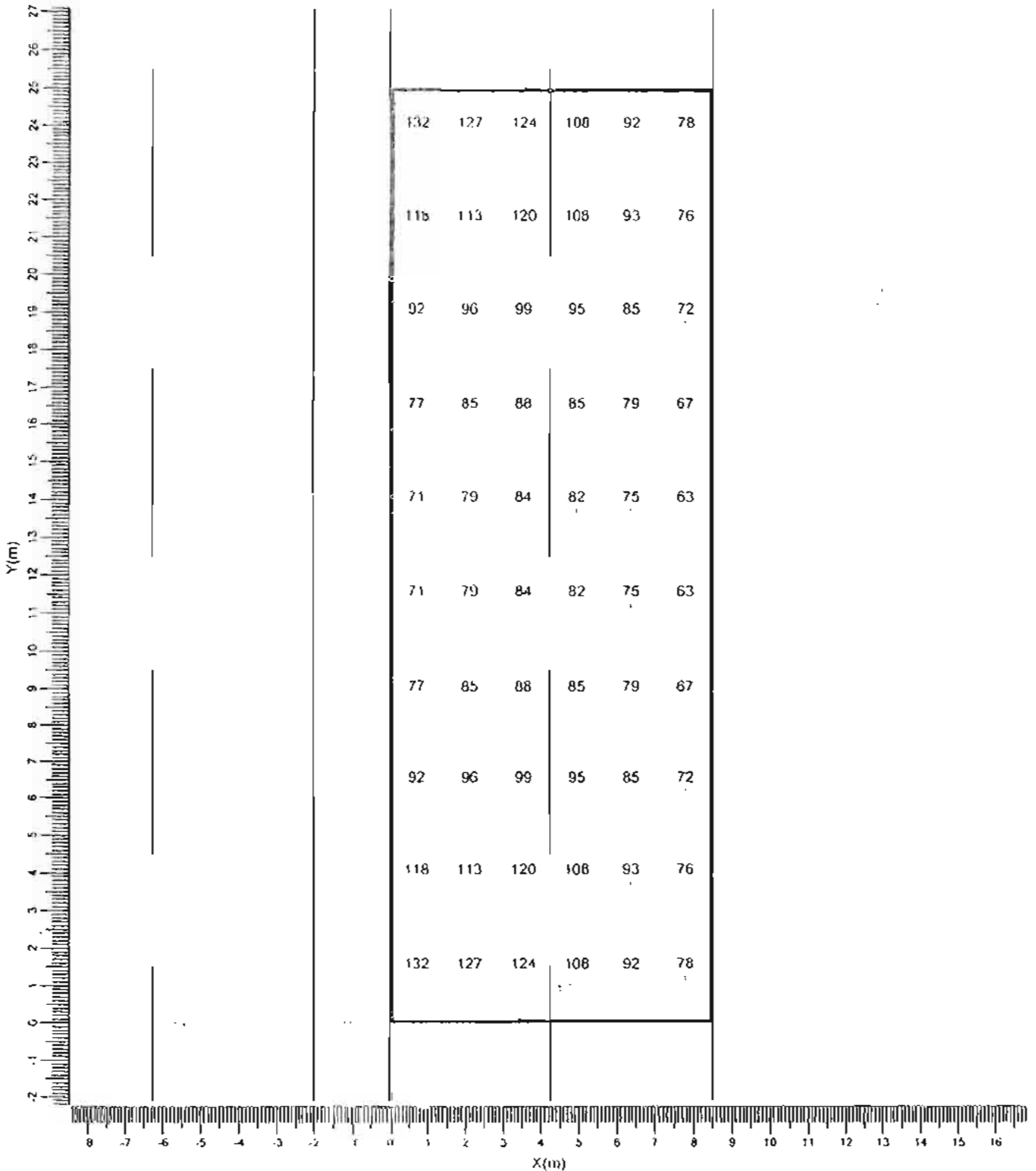
Min/Max  
0.43

Fact. maintenance projet  
0.80

Echelle  
1:150

### 3.3 Grille d'Éclairages: Présentation en Tableau (Format graphique)

Grille : Principal a Z = 0.00 m  
Calcul effectué : Éclairage Horizontal (lux)



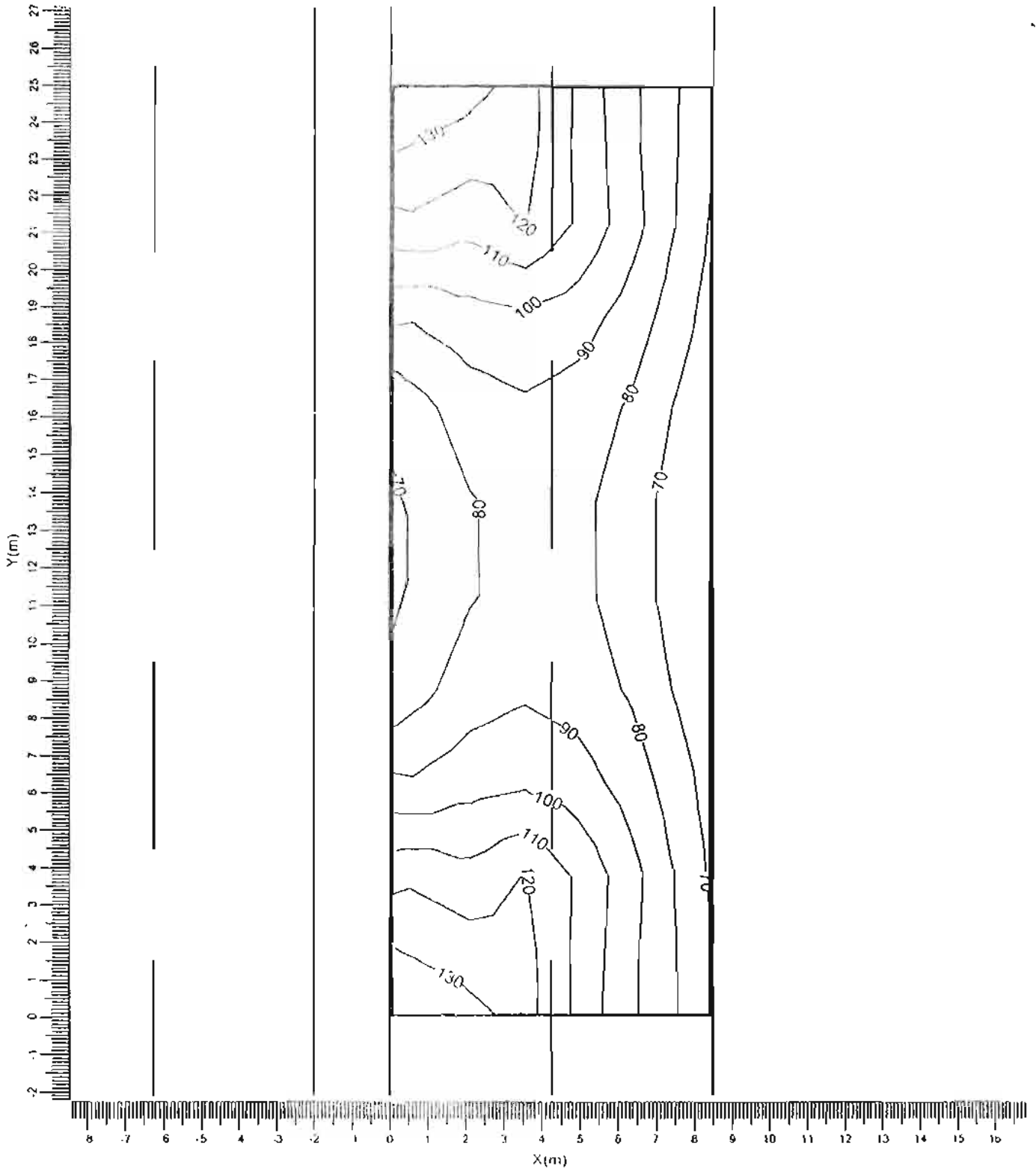
G SGS306 TP PE P10

|       |         |         |         |         |                          |         |
|-------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|---------|
| Moyen | Minimum | Maximum | Min/Moy | Min/Max | Fact. maintenance projet | Echelle |
| 92.2  | 63.4    | 131.5   | 0.69    | 0.48    | 0.80                     | 1:150   |

3.4 Grille d'Éclairage. Présentation en Courbes Iso- Valeurs

Grille  
 Calcul effectué

Principal à Z = 0.00 m  
 Éclairage Horizontal (lux)

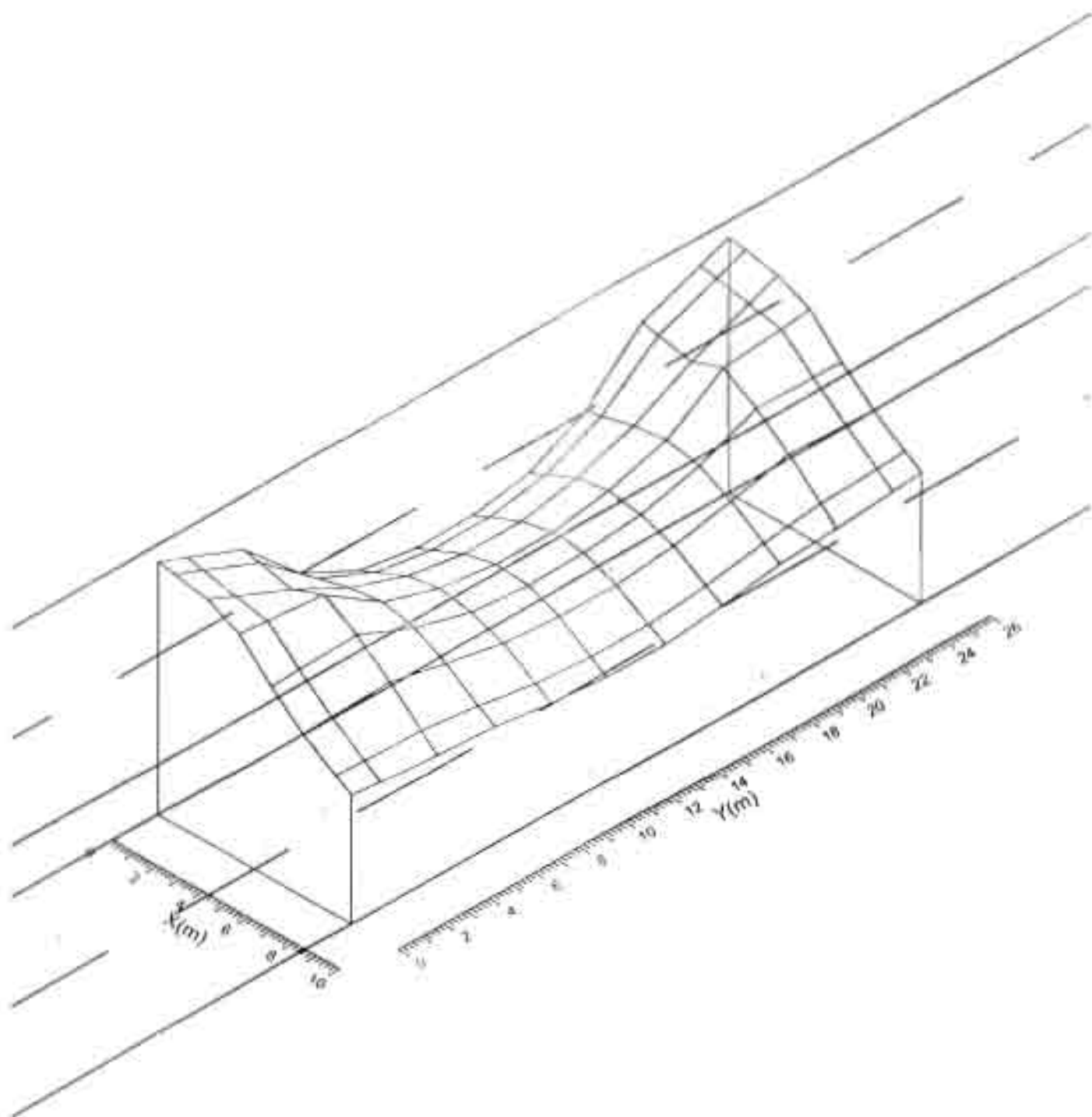


G SGS306 IP DE P10

| Moyen | Minimum | Maximum | Min/Moy | Min/Max | Fact. maintenance projet | Echelle |
|-------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|---------|
| 92.2  | 63.4    | 131.5   | 0.69    | 0.48    | 0.80                     | 1:150   |

### 3.5 Grille d'Éclairage: Présentation en Nappe

Grille : Principal à  $Z = 0.00$  m  
Calcul effectué : Éclairage Horizontal (lx)



Moyen  
92.2

Minimum  
63.4

Maximum  
131.5

Min/Max  
0.69

Min/Max  
0.48

Fact. maintenance projet  
0.80

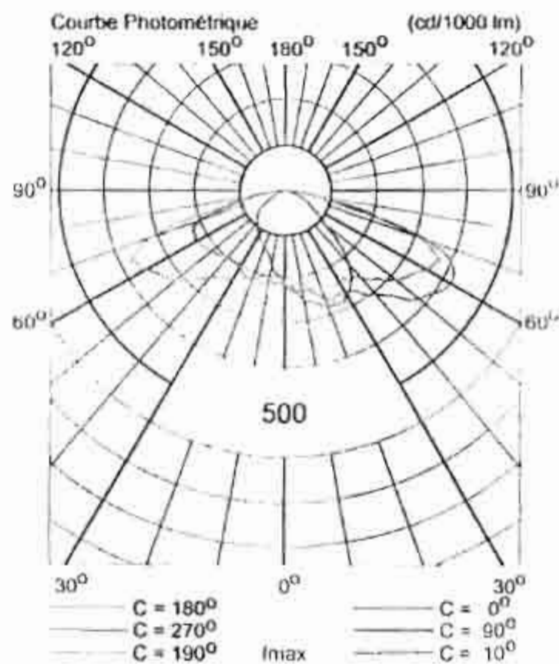
## 4. Détails sur le Luminaire

### 4.1 Luminaires utilisés

SGS306 TP PE P10 1xSON-TP400W



|                        |              |
|------------------------|--------------|
| Rendements             |              |
| Rd. DIR                | : 0.81       |
| Rd. IND                | : 0.00       |
| Rd. TOT                | : 0.81       |
| Ballast                | : Standard   |
| Flux de la lampe       | : 55000 lm   |
| Puissance du luminaire | : 431.0 W    |
| Code de Mesure         | : LVM6674000 |



# VOIE DE DEGAGEMENT NORD (VDN)

## Solution malaga

N° du Projet : pfe  
Date: 24-03-2003  
Client : Ecole Supérieure Polytechnique  
Représentant : M. Paul INDIAYE  
  
Projeteur : Charles TIEMTORE  
  
Remarques: Zone Sacré - Coeur 3 et CPI

Les résultats fournis dans ce rapport tiennent compte des calculs précis basés sur une répartition parfaitement définie des luminaires par rapport à la surface considérée. En pratique, ces résultats peuvent varier à cause des différentes tolérances dues aux lampes, aux luminaires, à leur positionnement, aux facteurs de réflexion et à l'alimentation électrique.

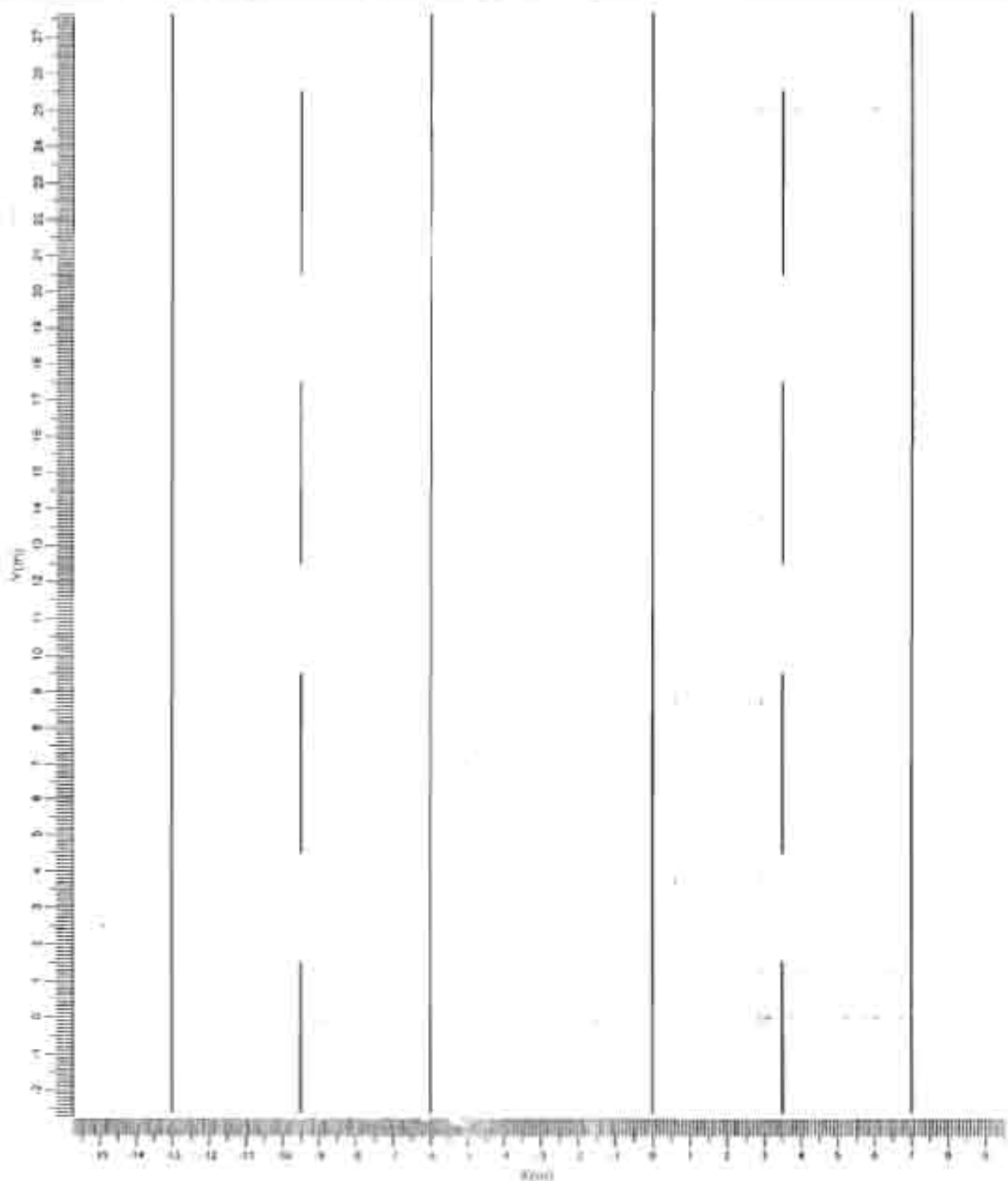
## Compagnie Générale d'Energie

Département Electricité  
Avenue du Président Lamine Gueye  
BP 237  
DAKAR  
SENEGAL  
Téléphone: 8393939  
Fax: 8237830  
Téléphone Portable: 6805021  
E-Mail: cge@sento.sn



## Description de la solution

### 1 Vue de dessus de l'Installation

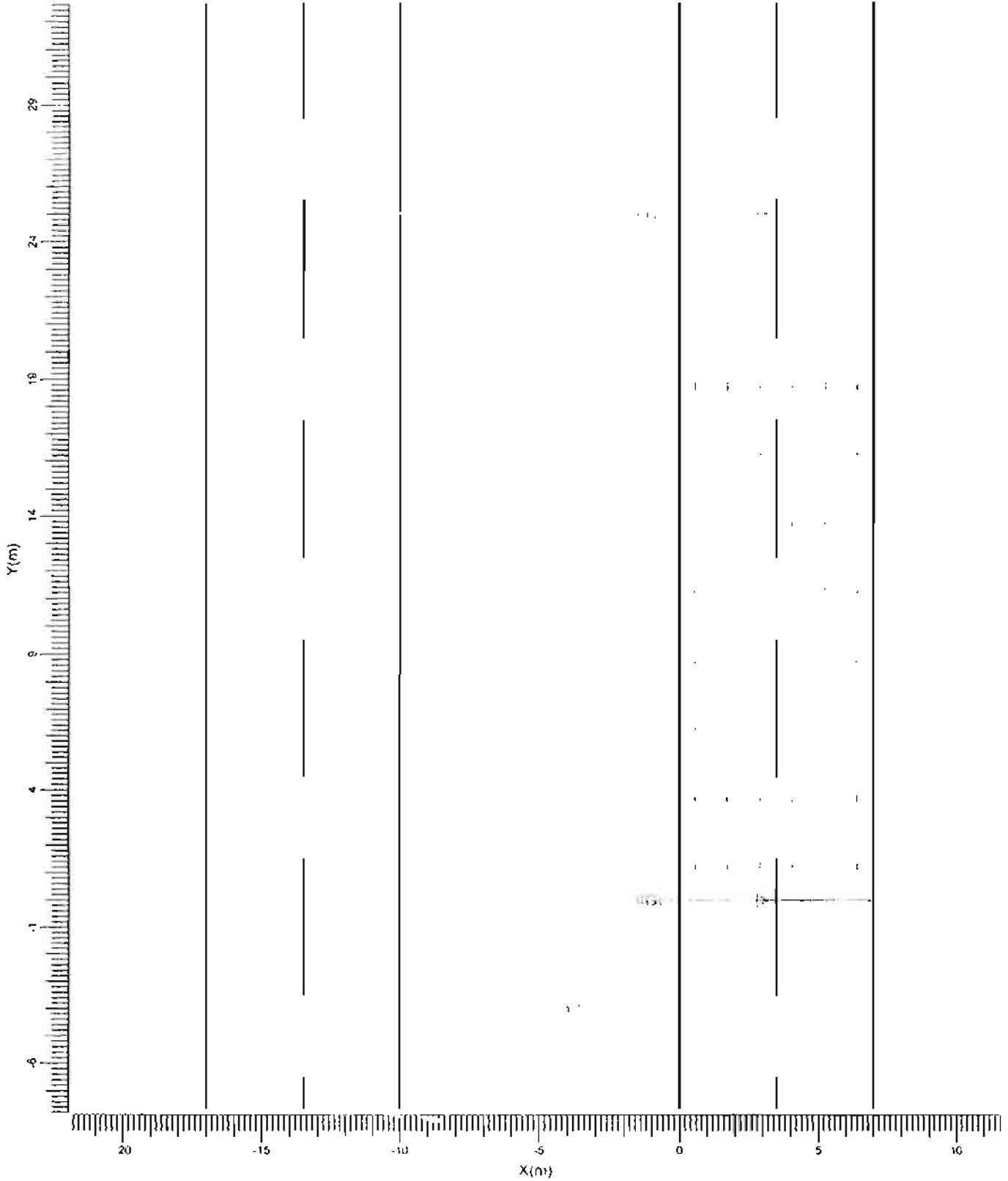


G SGS306 TP PE P110

Echelle  
1/50

# 1. Description de la solution

## 1.1 Vue de dessus de l'Installation

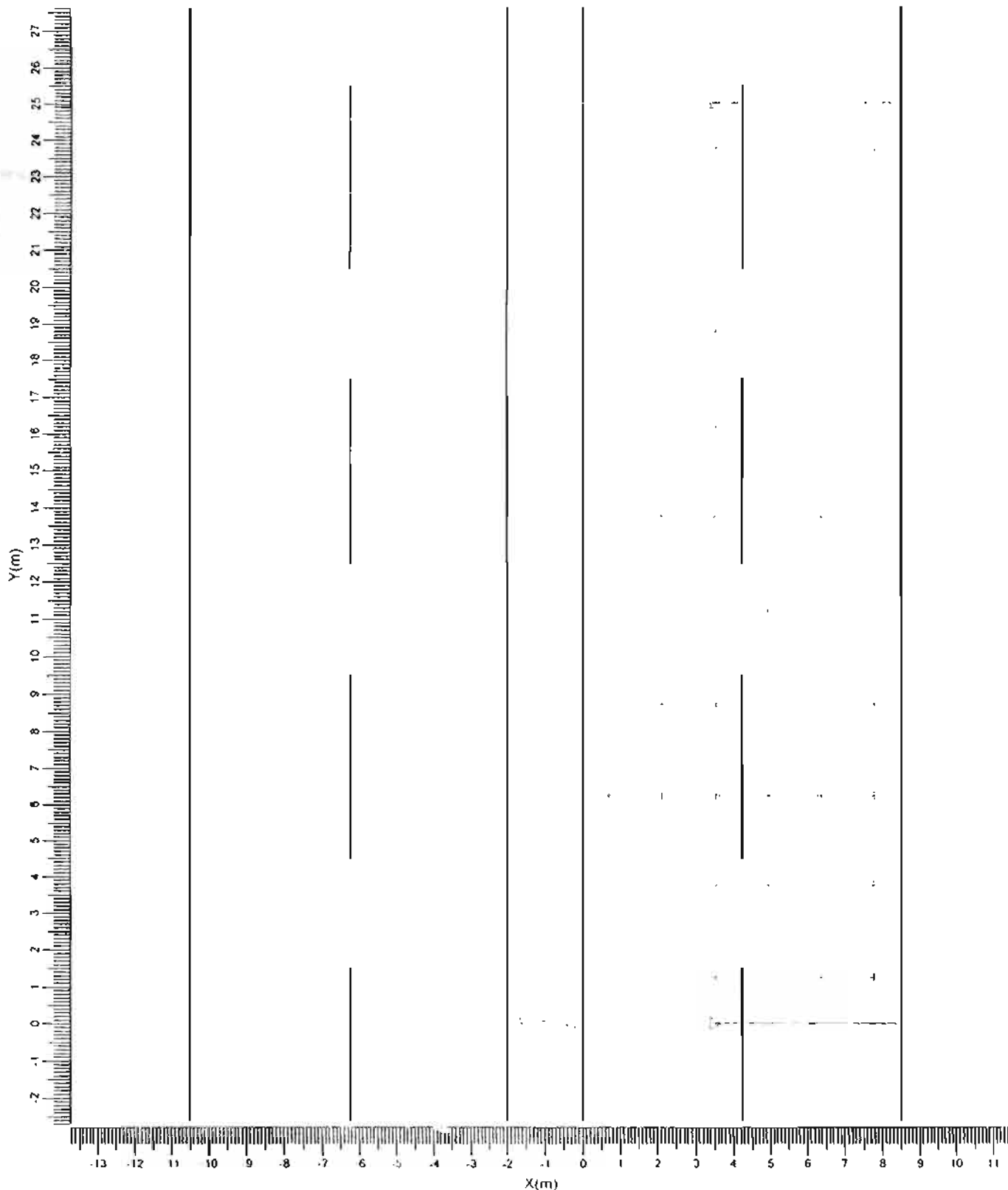


G SGS306 TP PE P10

Echelle  
1:200

# 1. Description de la solution

## 1.1 Vue de dessus de l'Installation

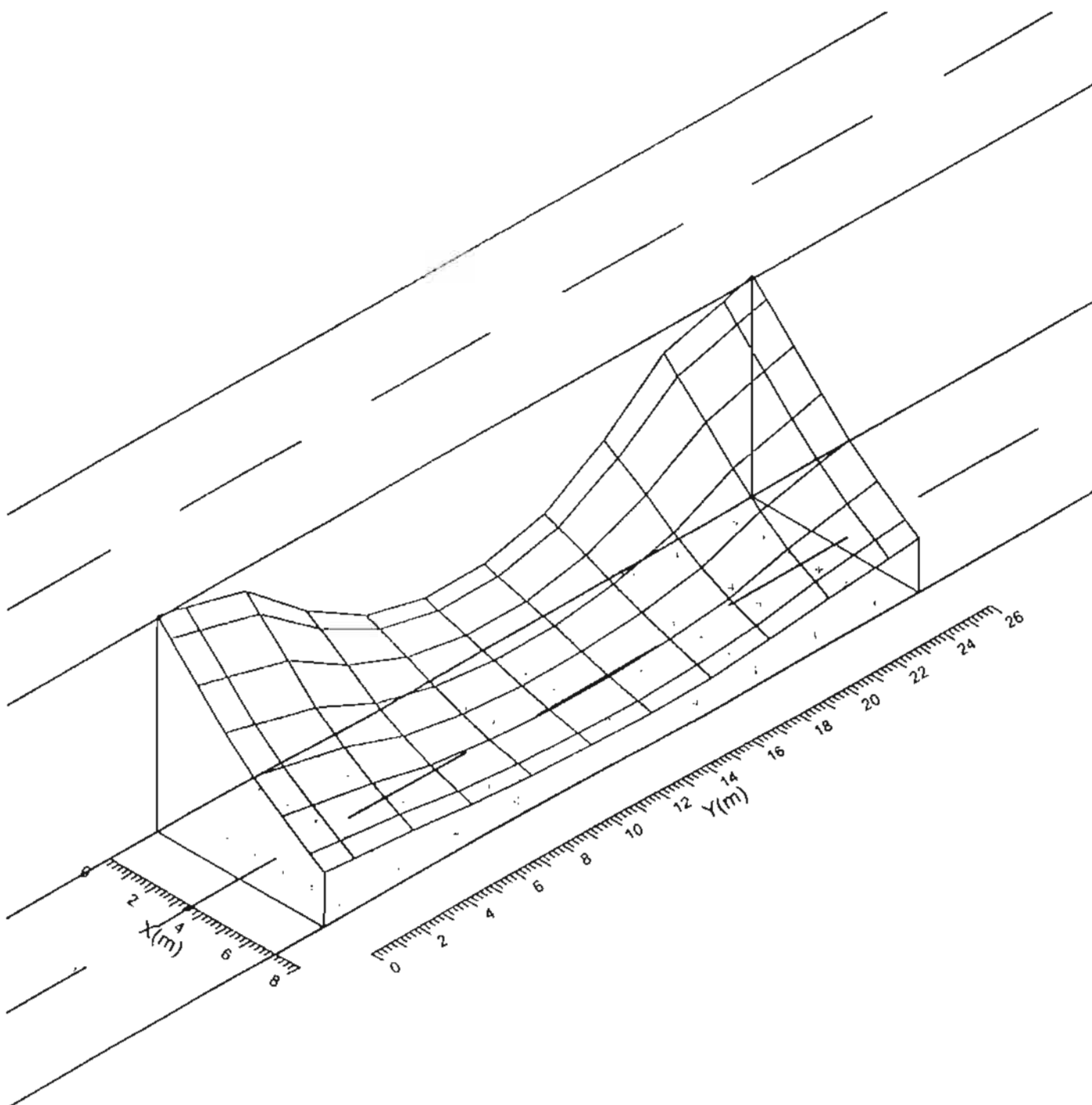


G SGS306 TP PE P10

Echelle  
1.150

### 3.2 Grille d'Éclairages: Présentation en Nappe

Grille : Principal à  $Z = 0.00$  m  
 Calcul effectué : Éclairage Horizontal (lux)



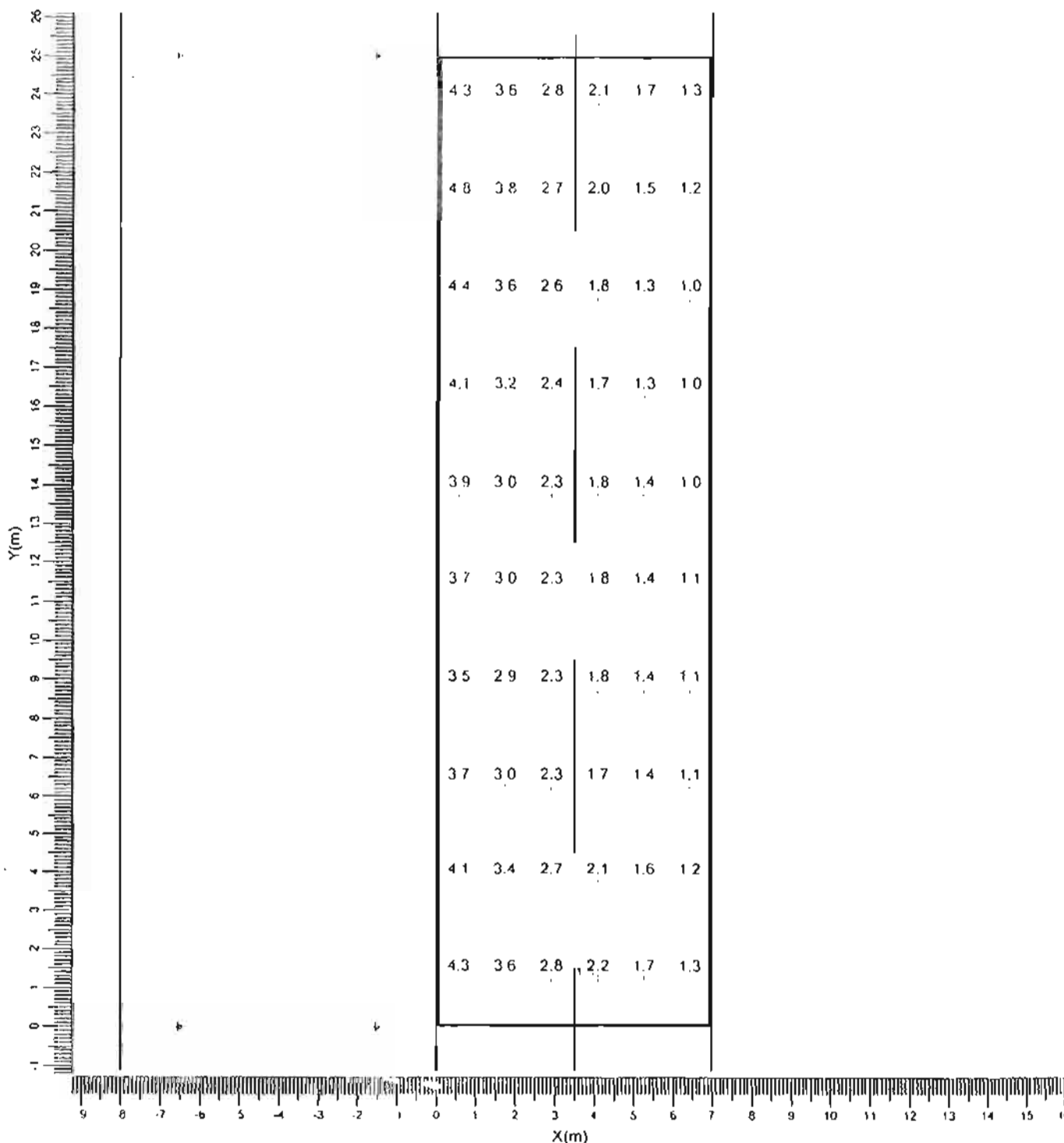
| Moyen | Minimum | Maximum | Min/Moy | Min/Max | Fact. maintenance projet |
|-------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|
| 39.6  | 16.5    | 88.1    | 0.42    | 0.19    | 0.80                     |

### 3. Résultats des Calculs

#### 3.1 Grille de Luminances: Présentation en Tableau (Format graphique)

Grille : Principal à Z = 0.00 m  
 Calcul effectué : Luminance vers Observateur Principal (5.25, -60.00, 1.50) (cd/m<sup>2</sup>)  
 Type de chaussée : Concrete CIE R2 avec Q0 = 0.07

UI ( 1.75, -60.00, 1.50) = 0.74  
 TI ( 5.25, -42.86, 1.50) = 11.1%  
 G = 3.5



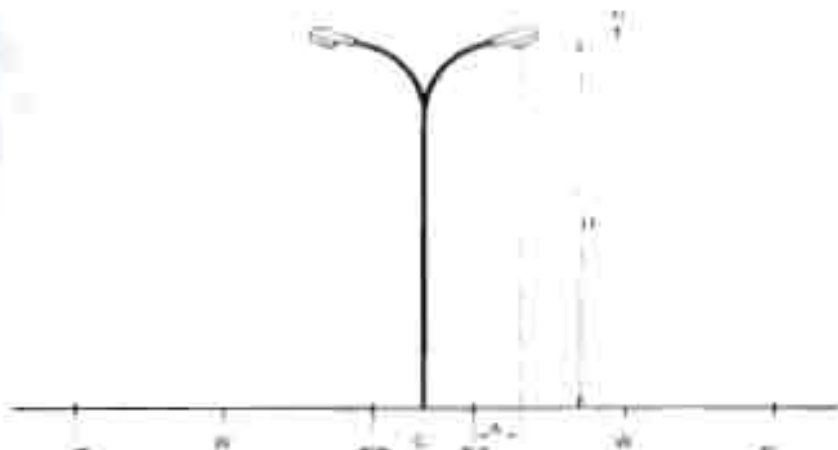
F --- ➤ SGS102

Moyen 2.40    Minimum 0.97    Maximum 4.84    Min/Moy 0.40    Min/Max 0.20    Fact. maintenance projet 0.80    Echelle 1:150

## 2. Récapitulatif

## 2.1 Chaussée Principale

|                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| Type de Luminaire           | SGS 102        |
| Type de Lampe               | 1* SON P250W   |
| Flux de Lampe               | 30500 lumens   |
| Incl90                      | (Inc.) 0.0 deg |
| Fact. de maintenance Projet | 0.80           |



|                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| Chaussée                   | Chaussée Double            |
| Terre-plein Central (C)    | 8.00 m                     |
| Largeur de la Chaussée (W) | 7.00 m                     |
| Nombre de Voies            | 2                          |
| Type de Chaussée           | Concrete CIE R2            |
| Q0                         | 0.070                      |
| Implantation               | Centrale (en Rétrolatéral) |
| Hauteur (H)                | 8.00 m                     |
| Espacement (Esp)           | 25.00 m                    |
| Avancée (A)                | -1.50 m                    |

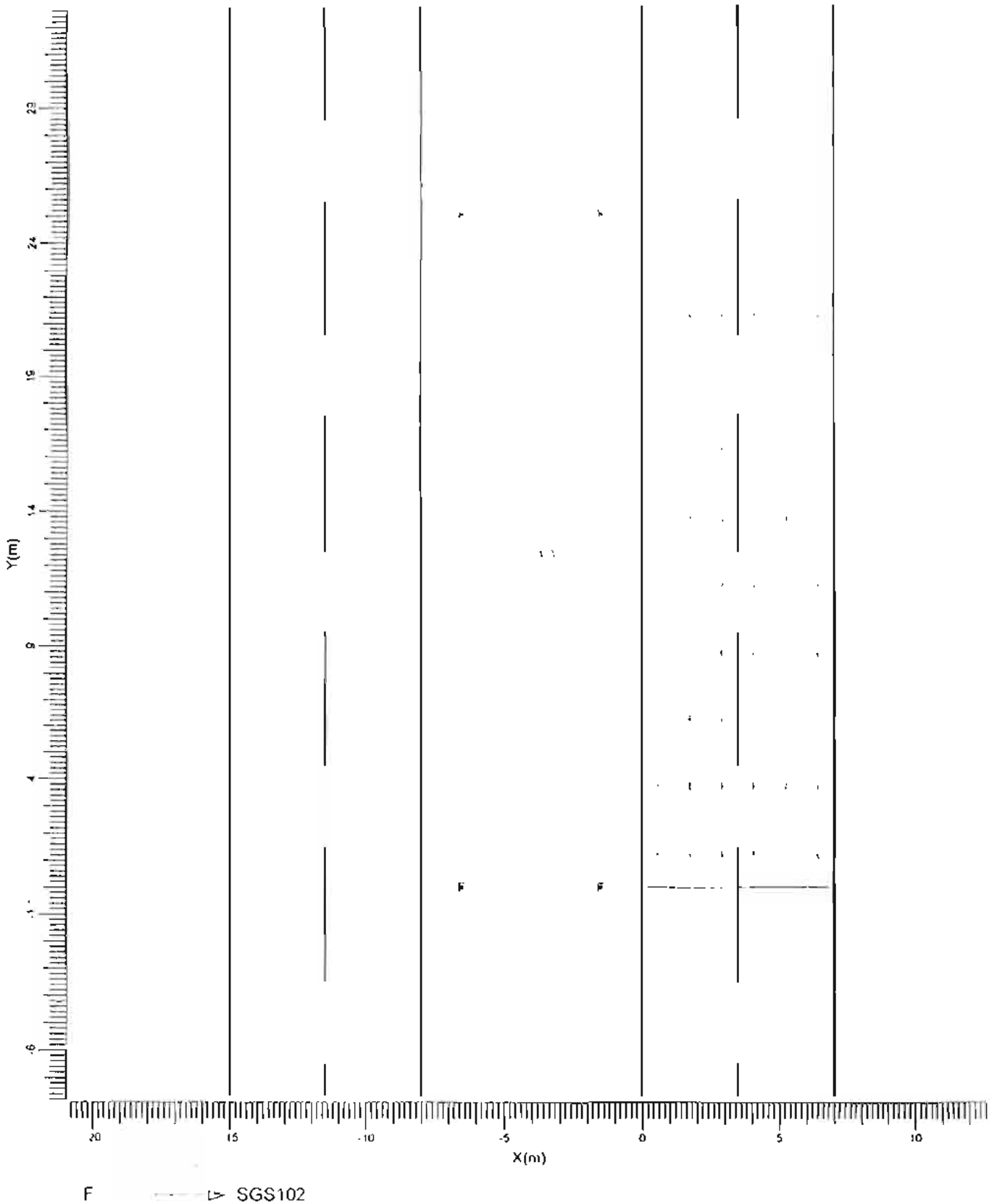
|                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| Luminance               |                          |
| Moyen                   | = 2.40 cd/m <sup>2</sup> |
| Minimum/Maximum         | = 0.20                   |
| Minimum/Moyen           | = 0.40                   |
| UI ( 1.75, 60.00, 1.50) | = 0.74                   |

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| Eblouissement           |          |
| TI ( 5.25, 42.66, 1.50) | = 11.1 % |

|                      |            |
|----------------------|------------|
| Eclairage Horizontal |            |
| Moyen                | = 39.6 lux |
| Minimum/Maximum      | = 0.19     |
| Minimum/Moyen        | = 0.42     |

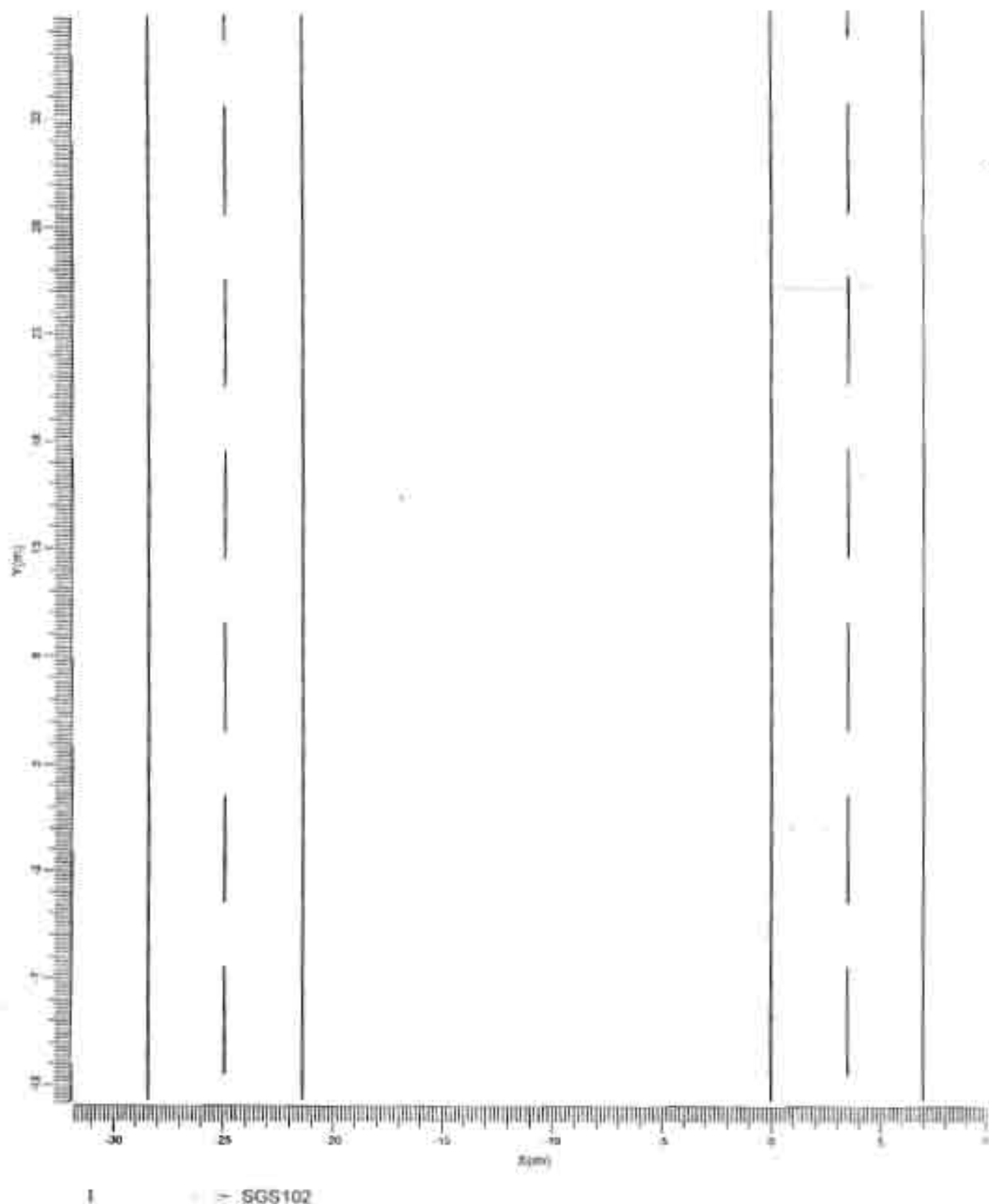
## Description de la solution

### 1.1 Vue de dessus de l'Installation



# 1. Description de la solution

## 1.1 Vue de dessus de l'installation



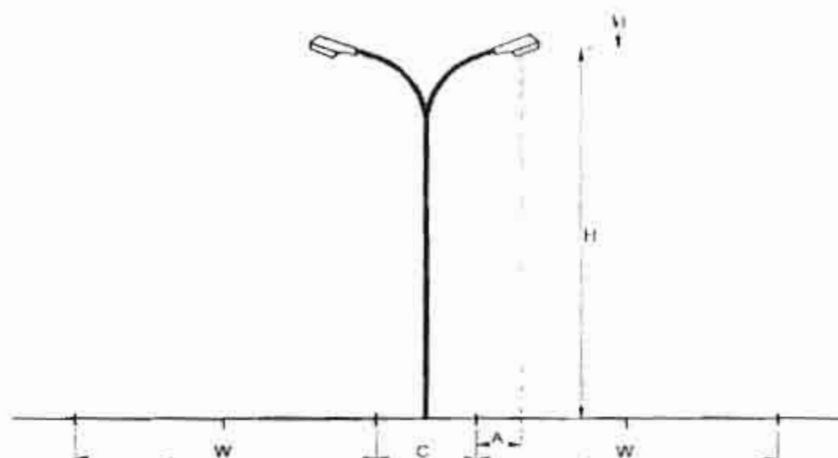
Echelle  
1:250



## 2. Récapitulatif

### 2.1 Chaussée Principale

|                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| Type de Luminaire           | SGS102           |
| Type de Lampe               | 1 * SON-P250W    |
| Flux de Lampe               | 30500 lumens     |
| Incl90                      | (Inc.) 15.0 deg. |
| Fact. de maintenance Projet | 0.80             |



|                            |   |                            |
|----------------------------|---|----------------------------|
| Chaussée                   | : | Chaussée Double            |
| Terre-plein Central (C)    | : | 21.40 m                    |
| Largeur de la Chaussée (W) | : | 7.00 m                     |
| Nombre de Voies            | : | 2                          |
| Type de Chaussée           | : | Concrete CIE R2            |
| Q0                         | : | 0.070                      |
| Implantation               | : | Centrale (en Rétrobitéral) |
| Hauteur (H)                | : | 8.00 m                     |
| Espacement (Esp)           | : | 25.00 m                    |
| Avancée (A)                | : | -8.00 m                    |

#### Luminance

|                         |   |            |
|-------------------------|---|------------|
| Moyen                   | = | 0.77 cd/m2 |
| Minimum/Maximum         | = | 0.31       |
| Minimum/Moyen           | = | 0.53       |
| UI ( 1.75,-60.00, 1.50) | = | 0.82       |

#### Eblouissement

|                         |   |        |
|-------------------------|---|--------|
| TI ( 5.25,-42.86, 1.50) | = | 15.3 % |
|-------------------------|---|--------|

#### Eclairage Horizontal

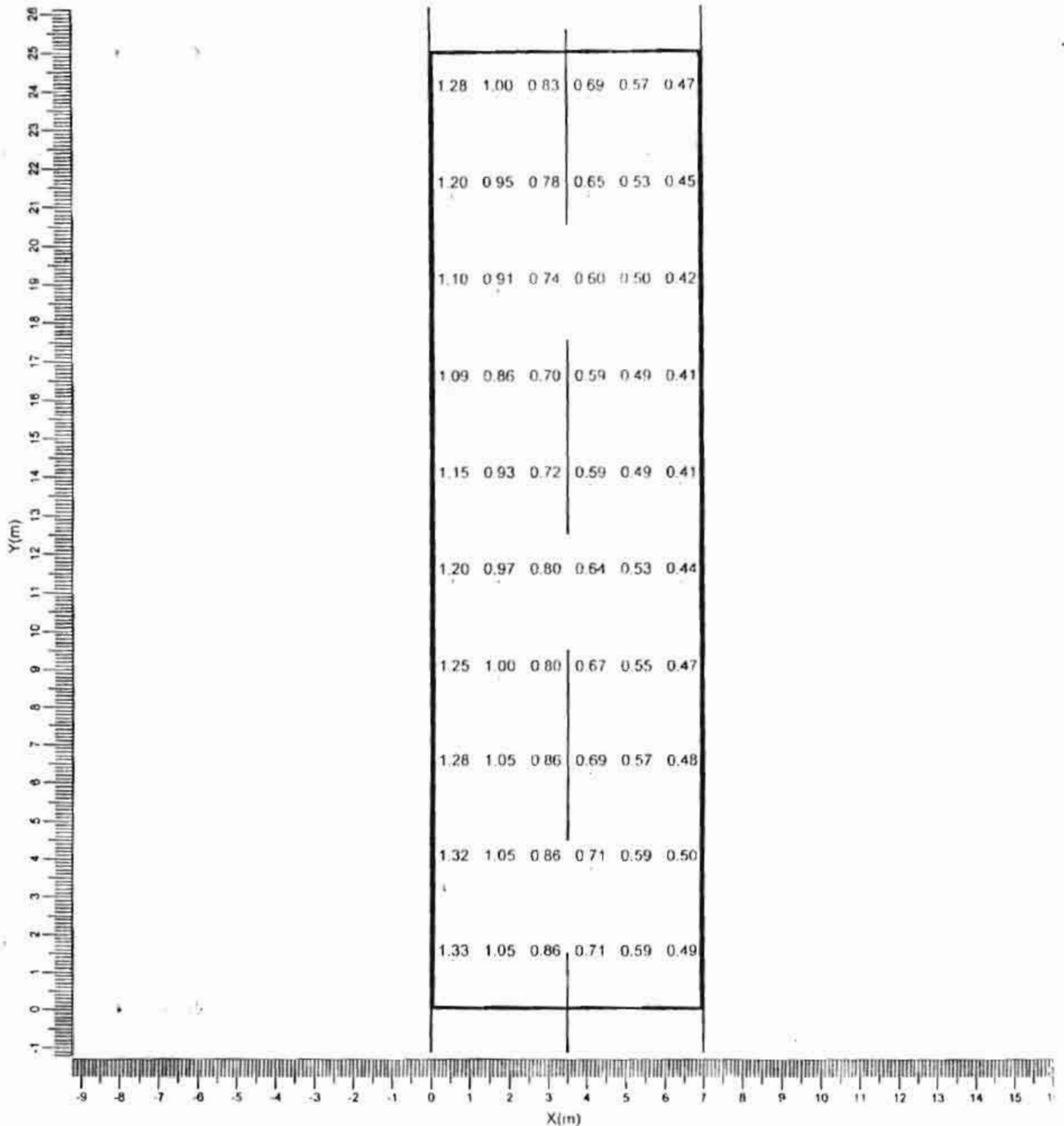
|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| Moyen           | = | 13.5 lux |
| Minimum/Maximum | = | 0.28     |
| Minimum/Moyen   | = | 0.53     |

### 3. Résultats des Calculs

#### 3.1 Grille de Luminances: Présentation en Tableau (Format graphique)

Grille : Principal à Z = 0.00 m  
 Calcul effectué : Luminance vers Observateur Principal (5.25, -60.00, 1.50) (cd/m<sup>2</sup>)  
 Type de chaussée : Concrete CIE R2 avec Q0 = 0.07

UI ( 1.75, -60.00, 1.50) = 0.82  
 TI ( 5.25, -42.86, 1.50) = 15.3%  
 G = 3.0



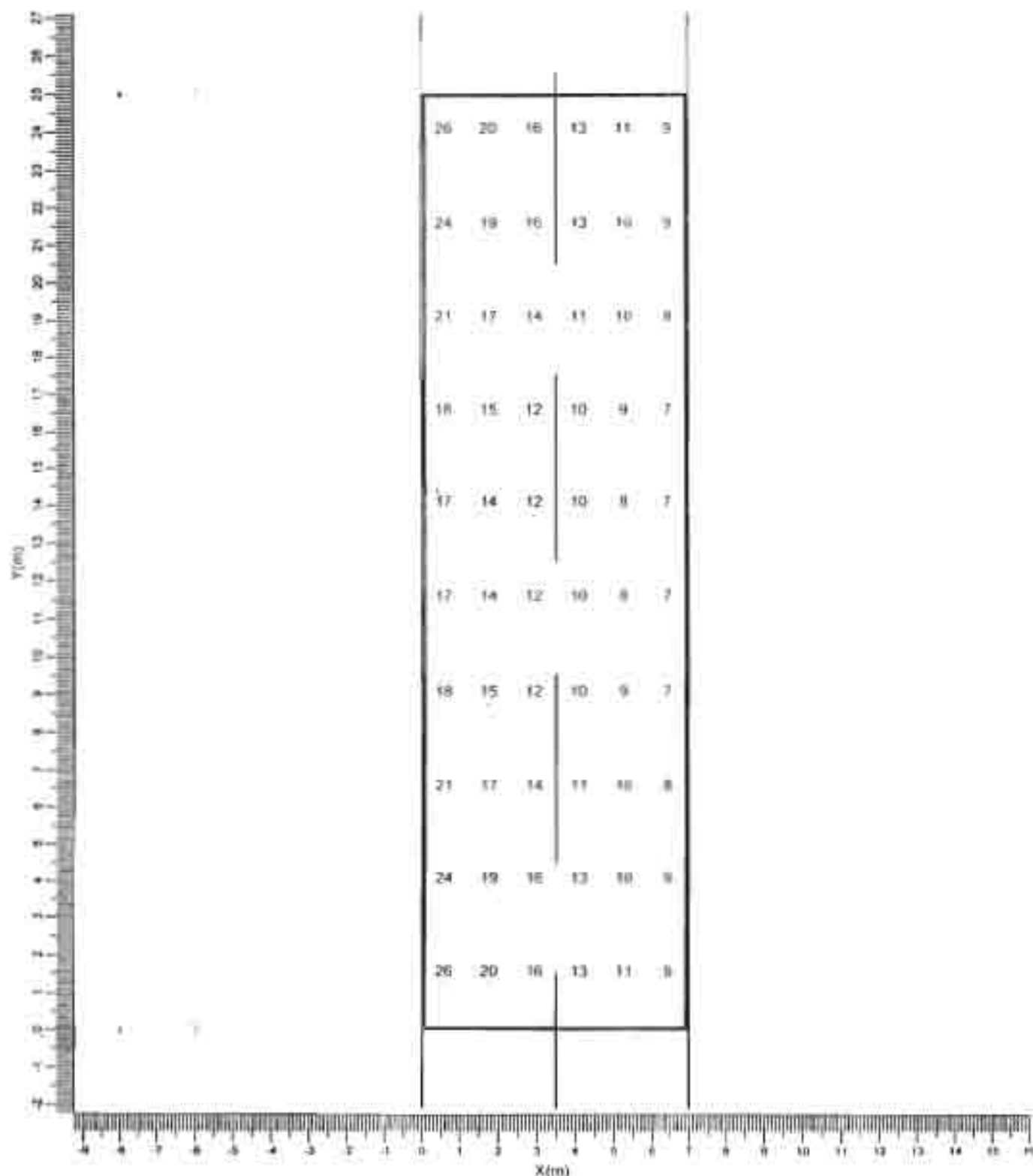
SGS102

|       |         |         |         |         |                          |         |
|-------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|---------|
| Moyen | Minimum | Maximum | Min/Moy | Min/Max | Fact. maintenance projet | Echelle |
| 0.77  | 0.41    | 1.33    | 0.53    | 0.31    | 0.80                     | 1:150   |

3.2 Grille d'Eclairments. Présentation en Tableau (Format graphique)

Grille  
Calcul effectué

Principal à Z = 0.00 m  
Eclairment Horizontal (lux)



1 SGS102

|               |                |                 |                 |                 |                                  |                  |
|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|------------------|
| Moyen<br>13.5 | Minimum<br>7.2 | Maximum<br>25.6 | Min/Moy<br>0.53 | Min/Max<br>0.28 | Fact. maintenance projet<br>0.80 | Echelle<br>1:150 |
|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|------------------|

## 4. Détails sur le Luminaire

### 4.1 Luminaires utilisés

SGS102 1xSON-P250W



**Rendements**

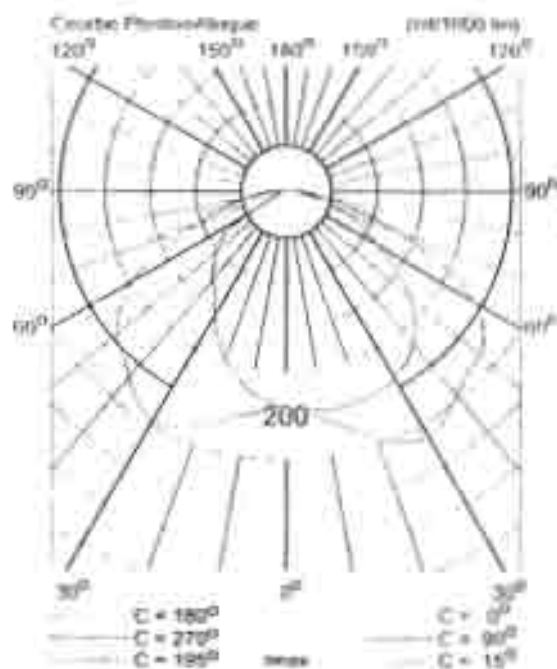
|         |      |
|---------|------|
| Rd. DIR | 0.69 |
| Rd. IND | 0.00 |
| Rd. TOT | 0.69 |

**Ballaast**

Flux de la lampe 30500 lm

Puissance du luminaire 274.0 W

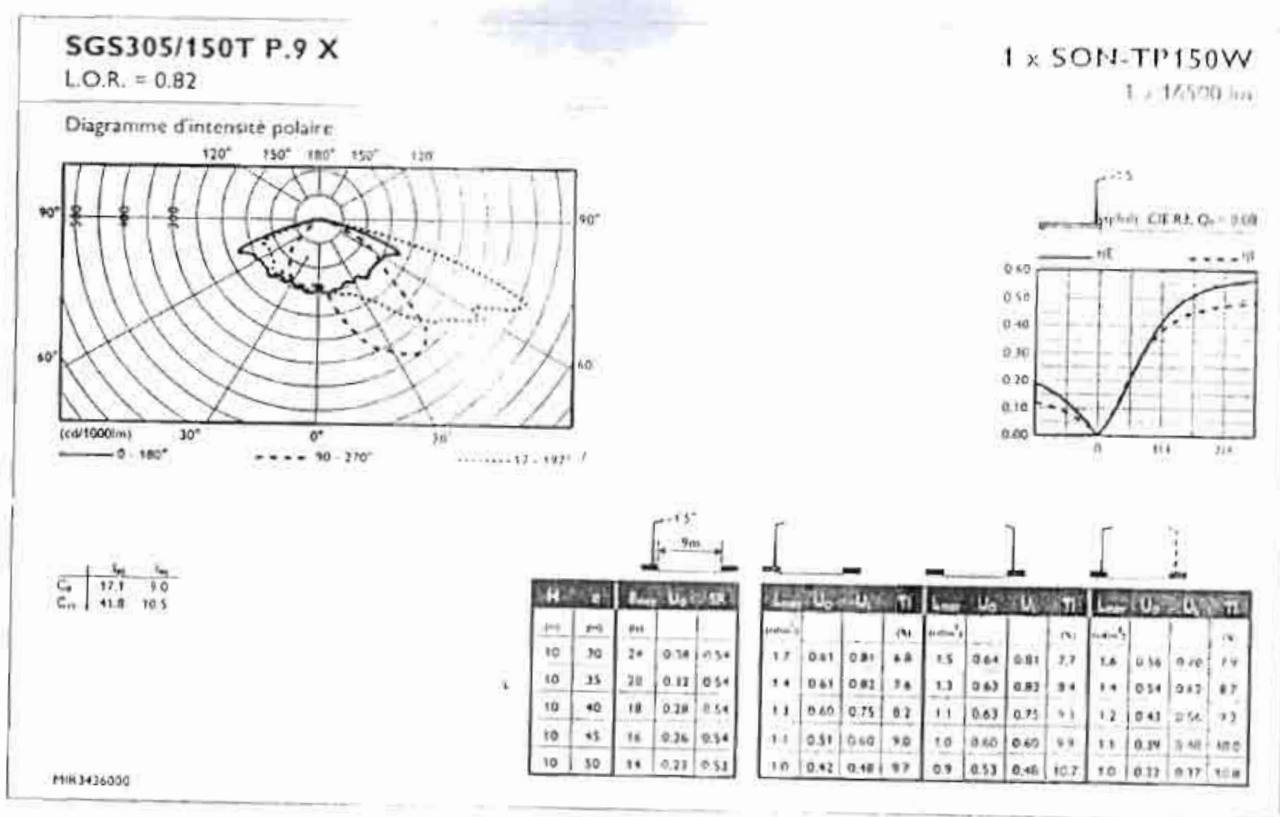
Code de Mesure MIR6049000



*Malaga*

ANNEXE 7  
Explication des données photométriques

# Explication des données photométriques



## Eclairage public

La distribution des intensités lumineuses d'un luminaire d'éclairage public se présente sous forme de diagramme polaire.

Ce diagramme donne une, deux ou trois courbes pour l'intensité en cd/1000 lm dans des plans verticaux appelés plans C :

- Pour les distributions lumineuses symétriques dans toutes les directions, le diagramme donne une courbe qui représente la distribution dans tous les plans C. La courbe est dessinée sous forme de ligne continue.

- Pour les distributions avec une intensité maximale dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal du luminaire, le diagramme donne deux courbes : une pour le plan vertical contenant l'axe longitudinal du

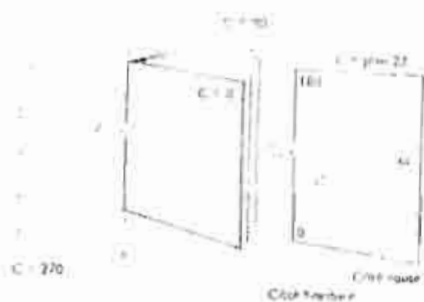
luminaire, appelé plan C<sub>0</sub> et C<sub>180</sub> (courbe à ligne brisée), une autre pour le plan perpendiculaire à cet axe, appelé plan C<sub>90</sub> et C<sub>270</sub> (courbe à ligne continue).

- Pour les distributions avec une intensité maximale dans le plan situé entre le plan contenant l'axe longitudinal du luminaire et le plan perpendiculaire à cet axe, le diagramme donne trois courbes : une première pour le plan contenant l'axe longitudinal du luminaire, appelé plan C<sub>0</sub> et C<sub>180</sub> (courbe à ligne brisée), une seconde pour le plan perpendiculaire à cet axe, appelé plan C<sub>90</sub> et C<sub>270</sub> (courbe à ligne continue) et une troisième pour le plan contenant l'intensité maximale, appelé plan C<sub>15</sub> (courbe à ligne pointillée).

Il est supposé que l'axe longitudinal du luminaire est perpendiculaire à

l'axe de la chaussée. Si le luminaire ne présente pas d'axe longitudinal évident, il est possible de prendre l'axe longitudinal de la lampe (PL-L ou TL-O). Le diagramme polaire est donné pour une inclinaison de luminaire de 0°.

C<sub>0</sub>  
Plan C perpendiculaire à l'axe longitudinal du luminaire ou de la lampe sur le côté gauche du luminaire, lorsqu'on lui fait face



C<sub>15</sub>

Plan C<sub>1</sub> tourné de 15° vers l'avant du luminaire, par rapport au plan C<sub>0</sub>.

I<sub>80</sub>

Intensité lumineuse à un angle gamma de 80° donné pour les plans C<sub>0</sub> et C<sub>15</sub>.

I<sub>90</sub>

Intensité lumineuse à un angle gamma de 90° donné pour les plans C<sub>0</sub> et C<sub>15</sub>.

### L.O.R. (light output ratio)

Rendement normalisé : le rapport du flux lumineux émis par le luminaire au flux lumineux émis par la ou les lampes fonctionnant hors du luminaire.

R<sub>3</sub>

Catégorie R3 dans la publication C.I.E. n°66 'Road Surfaces and Lighting' (surfaces routières et éclairage), correspondant à une surface routière aux propriétés réfléchissantes.

Q<sub>0</sub>

Le facteur de clarté définit le niveau de «réflectivité» totale de la chaussée.

η<sub>l</sub>

Le facteur d'utilisation représente la fraction du flux lumineux issu du luminaire qui atteint réellement la surface.

η<sub>l</sub>

Ce facteur est défini par analogie avec le facteur d'utilisation.

Le facteur d'utilisation est présenté, dans le diagramme qui le concerne, en fonction de la largeur de chaussée exprimée sous forme de multiple de la hauteur de montage du luminaire.

Un moyen simple et rapide de calculer l'éclairage horizontal moyen pour une chaussée droite

bordée : les luminaires disposés à intervalles réguliers, c'est d'utiliser le diagramme avec la courbe du facteur d'utilisation en même temps que la formule suivante :

$$E_{\text{moy}} = \frac{\eta_l \cdot \Phi \cdot n \cdot M}{l \cdot e}$$

où

E<sub>moy</sub> = éclairage horizontal moyen

η<sub>l</sub> = facteur d'utilisation

Φ = flux lumineux émis par la lampe

n = nombre de lampes par luminaire

M = facteur de maintenance

l = largeur de la chaussée

e = espacement entre les luminaires

Le diagramme du facteur d'utilisation est donné pour une inclinaison de luminaire de 0°.

Dans la plupart des cas, les luminaires sont légèrement inclinés, ce qui influe quelque peu sur le résultat du calcul.

La surface de référence utilisée dans ce catalogue a des propriétés réfléchissantes conformes à la catégorie R3 de la publication C.I.E. n°66.

La position de l'observateur utilisée pour ce catalogue est une distance égale à la hauteur de montage du luminaire, à droite (côté rue) de la rangée de luminaires. Dans le diagramme, le facteur η<sub>l</sub> est présenté en fonction de la largeur de la chaussée exprimée sous forme de multiple de la hauteur de montage du luminaire. Un moyen simple et rapide de calculer la luminance moyenne, à une position d'observateur fixe et pour une chaussée droite possédant une

surface conforme à la catégorie R3 bordée de luminaires disposés à intervalles réguliers, c'est d'utiliser le diagramme avec la courbe du facteur η<sub>l</sub>, et la formule suivante :

$$E_{\text{moy}} = \frac{\eta_l \cdot \Phi \cdot n \cdot Q_0 \cdot M}{l \cdot e}$$

où

E<sub>moy</sub> = luminance moyenne

η<sub>l</sub> = facteur défini par analogie avec η<sub>l</sub>

Q<sub>0</sub> = flux lumineux émis par la lampe

n = nombre de lampes par luminaire

Q<sub>0</sub> = facteur de clarté

M = facteur de maintenance

l = largeur de la chaussée

e = espacement entre les luminaires

La courbe η<sub>l</sub> est donnée pour une inclinaison de luminaire de 0°.

Dans la plupart des cas, les luminaires sont légèrement inclinés, ce qui influe quelque peu sur le résultat du calcul.

### Projets d'éclairage

Il existe divers types d'implantation des foyers, qui sont :

- 1. unilatéral gauche
- 2. unilatéral droit
- 3. bilatéral (quinconce ou vis-à-vis)
- 4. central (sur carénaire)
- 5. central (néobilatéral)

## Explication des données photométriques

Les résultats d'éclairage sont donnés pour cinq combinaisons de hauteurs et d'espacements de montage avec un surplomb nul. Les valeurs de luminance moyenne sont données pour une surface routière dont les propriétés réfléchissantes sont conformes à la catégorie R3 de la publication C.I.E. n°66, avec un facteur de clarté  $Q_0=0,08$ . Un facteur de maintenance de 1 est utilisé. Les valeurs calculées sont données pour l'inclinaison de l'axe lumineux indiquée.

### Angle d'inclinaison ( $\alpha$ )

Pour les luminaires d'éclairage public et les candélabres de construction comparable à celle des luminaires d'éclairage public, il s'agit de l'angle formé par le plan de la 'fenêtre de lumière' (l'ouverture qui existe lorsque la vasque est enlevée) et le plan horizontal.

H

Hauteur de montage du luminaire.

e

Espacement entre les luminaires.

$E_{moy}$

Eclairage horizontal moyen.

$U_0$

Facteur d'uniformité générale : le rapport entre l'éclairement minimum et l'éclairement moyen dans le champ de mesure (ou de calcul). Ce facteur devrait toujours être supérieur à 0,4.

SR

Rapport d'éclairement environnant (surround ratio) : le rapport entre les éclairements moyens de deux zones adjacentes, larges de 5 mètres, situées de part et d'autre du bord du trottoir (donc côté route et côté trottoir).

Les valeurs les plus faibles sont données pour les deux côtés du bord du trottoir. En cas de largeur de route inférieure à 10 mètres, la largeur des zones prise en considération correspond à la moitié de la largeur de route. Le rapport d'éclairement environnant est recommandé comme valeur minimum par la publication C.I.E. n°115, afin de garantir une visibilité suffisante près du bord du trottoir et de garantir ainsi aux conducteurs automobiles une certaine anticipation face aux conditions de circulation.

$L_{moy}$

La luminance moyenne

$U_l$

Facteur d'uniformité longitudinale : le rapport entre les luminances minimum et maximum sur la ligne centrale d'une voie de circulation. S'il y a plus d'une voie de circulation, la valeur la plus faible de toutes les voies concernées est prise en compte.

Ce facteur devrait toujours être supérieur à 0,7.

TI (Threshold Increment)

Indice d'éblouissement d'importance. Une donnée chiffrée qui représente l'éblouissement en tant que facteur de réduction de la visibilité. Elle est calculée en tant que pourcentage sur la base de la luminance de voile ( $L_v$ ) et de la luminance moyenne ( $L_{moy}$ ):

$$TI = 65 \frac{L_v}{(L_{moy})^{0,2}}$$

Cet indice devrait toujours être inférieur à 15 % (voire dans certains cas spécifiques inférieur à 10%).



ANNEXE 8  
Caractéristiques du Lumandar

Honeywell

## INTERRUPTEUR CREPUSCULAIRE

Technologie photopile



## LU 1000

Le LUMANDAR est la référence en matière d'interrupteur crépusculaire :

Sa Photopile, technologie brevetée, est aussi sensible que l'œil humain : le LUMANDAR ne commande l'éclairage que lorsque c'est nécessaire : économie d'énergie.

Sa sensibilité de 4 Lux est adaptée à l'éclairage public : il déclenche l'éclairage exactement lorsque l'œil humain en a besoin.

Le principe de la photopile est stable dans le temps : les années passent et votre éclairage se déclenchera toujours au même moment, avec la même précision.

Il est très facile à monter et à câbler : étanche, il est prévu pour le montage en extérieur et peut être installé à l'extérieur ou, autonome, à sortie relais, il ne nécessite aucun accessoire.



# LUMANDAR 1000

Précis et stable dans le temps  
d'où économie d'énergie

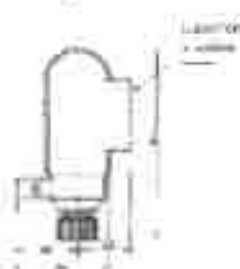
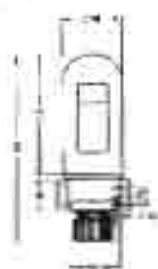
1<sup>er</sup> produit de la gamme sorti en 1954.

## APPLICATIONS

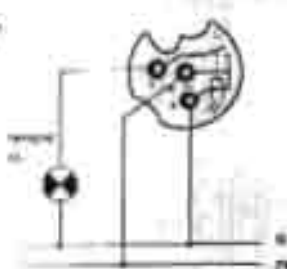
Eclairage public de lieux de passage : rucs, parkings, lieux publics, passages souterrains, quais de gare.



## DIMENSIONS MECANQUES



## SCHEMA DE CABLAGE



## CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| Pression                                | 300"                                 |
| Capacité 1-3-6-120                      | 1 Lit, 50 Lit, 100 Lit               |
| Pression                                | Fluorstat-P 67 - Impolization        |
| Sensibilité                             | 21-42 V Vac de Vdc +/- 15 %          |
|   | 127 245 V Vac de Vdc +/- 15 %        |
| Température                             | 50-90 ou 0-90                        |
| Température                             | 1,5 °C                               |
| Température                             | 3 x 100 Litres XXX                   |
|   | 30 x 100 Litres XXX                  |
| Appareil                                | 12 m                                 |
| Temps de réponse                        | 10 s pour 250 V sur charge résistive |
|   | 0.4 s pour 0,5 m                     |
|   | 0.5 s pour 0,8                       |
| Puissance maximale                      | 2 500 VA                             |
| Poids                                   | Modèle standard 900 g                |
| Conforme aux prescriptions 6232 de IECI |                                      |
| Température d'installation              | 14-33°C à 70°C                       |

## REFERENCES POUR COMMANDER

|                   | Code article  | Description            | Code article | Description            |
|-------------------|---|------------------------|--------------|------------------------|
| STANDARD STANDARD |  FF-L241-819 | 100 Litres de capacité | FF-L241-819  | 100 Litres de capacité |
|                   |  FF-L241-820 | 50 Litres de capacité  | FF-L241-820  | 50 Litres de capacité  |
|                   |  FF-L241-821 | 120 Litres de capacité | FF-L241-821  | 120 Litres de capacité |
|                   |  FF-L241-822 | 100 Litres de capacité | FF-L241-822  | 100 Litres de capacité |
|                   |  FF-L241-823 | 100 Litres de capacité | FF-L241-823  | 100 Litres de capacité |
| ACCESSOIRES       |  FF-L241-824 | Accessoires            | FF-L241-824  | Accessoires            |
|                   |  FF-L241-825 | Accessoires            | FF-L241-825  | Accessoires            |
|                   |  FF-L241-826 | Accessoires            | FF-L241-826  | Accessoires            |
|                   |  FF-L241-827 | Accessoires            | FF-L241-827  | Accessoires            |
| ALIMENTATION      |  FF-L241-828 | Alimentation           | FF-L241-828  | Alimentation           |
|                   |  FF-L241-829 | Alimentation           | FF-L241-829  | Alimentation           |
|                   |  FF-L241-830 | Alimentation           | FF-L241-830  | Alimentation           |
|                   |  FF-L241-831 | Alimentation           | FF-L241-831  | Alimentation           |
|                   |  FF-L241-832 | Alimentation           | FF-L241-832  | Alimentation           |

Assistance Technique Honeywell

Tél. (0)4 76 41 72 33

Honeywell

Honeywell  
21, Avenue A. Voisin-Clémence  
97100  
97100  
97100



FF-L241-819

Honeywell

## INTERRUPTEUR CREPUSCULAIRE

Technologie photopile



Le photopile, technologie brevetée, est aussi sensible que l'œil humain. Le Lumandar ne commande l'éclairage que lorsque c'est nécessaire : économie d'énergie.

La technique de la photopile est stable dans le temps : les années passent et votre éclairage se déclenche toujours au même moment, avec la même précision.

Commandation à deux voies  
+ programmation  
= économie d'énergie.

Par exemple, une partie de l'éclairage, par sécurité, reste allumée toute la nuit ; l'autre, est allumée le soir et le matin avec une coupure entre les deux pour le confort d'éclairage.

**LU 2600**

Le LU 2600 peut se monter en atelier en installant son boîtier en face avant du coffret. L'opérateur est relié par un câble électrique extensible jusqu'à 3 m.

**LU 3100**

Le LU 3100 est aussi destiné aux coffrets d'éclairage et sa sonde peut être installée jusqu'à 100 m du boîtier. La sonde orientable permet de s'affranchir des lumières parasites.

**Fonction luxmètre :**

L'affichage digital de la lumière ambiante offre une simplicité d'utilisation et d'installation inédite.



Programmables, les Lumandar 2600 et 3100 sont adaptés aux coffrets d'éclairage.

**APPLICATIONS LU 2600 / LU 3100**

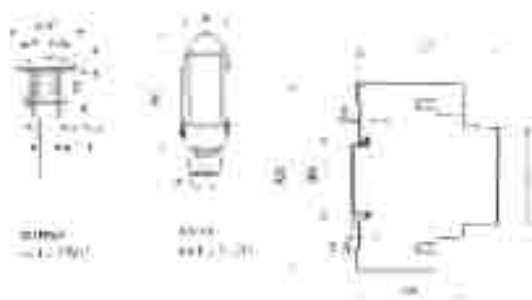
**Éclairage public** avec coupure de nuit ou diminution de la puissance lumineuse.

Besoin d'allumage différents sur 2 réseaux distincts. Illumination festives ou enseignes avec le dispositif pour l'éclairage des rues lorsque cela est nécessaire.

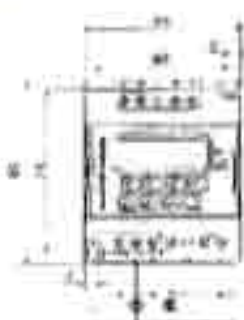
**Lieux publics** hôtels, gymnases, écoles, supermarchés...



## DIMENSIONS MECANQUES



## SCHEMA DE CABLAGE



## CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Sensibilité au principe

2 Lux en continu

Précision de mesure

Sensibilité de réglage de 2 Lux à 300 Lux pour le S3 2000 et de 2 Lux à 2000 Lux pour le S3 2500

Sensibilité de mesure

Niveau 0/100

Sensibilité de mesure

Niveau 0/100 et niveau d'alarme 17/07

Sensibilité de mesure

200 Lux à 275 Lux

Sensibilité de mesure

50 Lux à 60 Lux

Sensibilité de mesure

3 à 10

Sensibilité de mesure

2 relais à vaux indépendantes temporisées à 50 s

Sensibilité de mesure

Niveau de déclenchement non temporel

Sensibilité de mesure

20 s

Sensibilité de mesure

Niveau de déclenchement à contacts (bras de potentiel)

Sensibilité de mesure

0/100 Lux à 100 Lux

Sensibilité de mesure

10 A pour 250 V Cos  $\phi$  = 1

Sensibilité de mesure

8 A pour 250 V Cos  $\phi$  = 0,85

Sensibilité de mesure

6 A pour 250 V Cos  $\phi$  = 0,80

Sensibilité de mesure

2 200 VA

Sensibilité de mesure

de - 30° C à + 70° C

Sensibilité de mesure

2 x 1 relais - 12,5 mm

Sensibilité de mesure

Au moment d'installation, il faut laisser

Sensibilité de mesure

un conducteur neutre vide de courant en machine.

Sensibilité de mesure

En mode de l'alarme digital vous pouvez

Sensibilité de mesure

de commander le son de l'alarme digital en Lux.

Sensibilité de mesure

Il y a 11 niveaux de réglage de cette alarme

Sensibilité de mesure

sur le son de l'alarme (R2 ou R3)

## SIMPLICITE D'UTILISATION

Sensibilité de mesure

Sensibilité de mesure

## PROGRAMMATION

2 Lux à réglage manuel 100 Lux à réglage  
manuel à l'aide de la touche de réglage de la touche de réglage

programmation de la touche de réglage

de la touche de réglage de la touche de réglage

Adresse de la touche de réglage de la touche de réglage

## REFERENCES

• Luminaire 2000 complet (lumière à 2000 Lux)

• Luminaire 2500 complet (lumière à 2500 Lux)

## POUR COMMANDER

PP-2000/2000H

PP-2500/2500H

## Assistance Technique Honeywell

Le service technique de la Honeywell est à votre disposition pour toute assistance et conseil.  
Il est accessible de 9h00 à 17h00 du lundi au vendredi, de 9h00 à 12h00 le samedi.

↔ Tél. (0)4 76 41 72 33

Honeywell

Honeywell  
21, Avenue de la République  
92015 Nanterre Cedex  
Tél. (0)4 76 41 72 33  
Fax (0)4 76 41 72 33



© 1998 Honeywell

**ANNEXE 9**  
Exemple d'automate utilisé en télégestion



*La mise en lumière dynamique*

Nouveauté



DYNALUM est un générateur programmable de scénarios pour illuminations dynamiques, apportant une nouvelle dimension dans la mise en valeur de monuments ou dans la création de circuits lumière.

Equipé d'une horloge astronomique radio-synchronisée par l'émetteur de France Inter, DYNALUM permet de :

- Déclencher les illuminations au crépuscule en suivant le rythme des saisons.
- Créer un ou plusieurs scénarios d'allumages et d'extinction sur 8 départs d'illuminations, tout au long de la nuit.
- Maîtriser la durée de la mise en lumière chaque soir de l'année grâce à des programmes hebdomadaires ou de date à date.



## DESCRIPTIF

DYNALUM est un automate programmable générateur de scénarios d'allumage et d'extinction de lampes d'éclairage de toute nature apportant une nouvelle dynamique aux projets de mise en lumière.

DYNALUM intègre dans un même boîtier toutes les fonctions nécessaires à la gestion de scénarios sur 8 départs et peut à lui seul gérer l'ensemble d'un monument. Plusieurs appareils peuvent être installés dans des armoires séparées et connectés à un nombre supérieur de départs. Leurs programmes resteront parfaitement synchrones, sans nécessiter d'interconnexion entre les armoires.

La programmation des soirs de mise en lumière, de la durée totale d'illumination, du nombre et de la durée des cycles d'allumage sur chaque départ se réalise très simplement grâce à un logiciel intégrant de façon conviviale les impératifs techniques des projets d'illuminations.

DYNALUM est conçu pour être intégré dans des armoires de commande extérieures. Le produit est à ce titre utilisable dans une large plage de température.

DYNALUM ne comporte aucun clavier ni écran de programmation. Il peut être re-programmé sur site grâce à un assistant personnel, de type «PALM PILOT», sur lequel un logiciel de programmation spécifique aura été installé. Une interface pour PC permet aussi une programmation plus complète au bureau, avec en plus la possibilité d'archiver les différents programmes dans une base de données.

DYNALUM se déclenche automatiquement au crépuscule, ou sur la fermeture d'un contact de type bouton poussoir ou relais.

DYNALUM se programme sur une année entière, en tenant compte à la fois des jours de la semaine, des jours fériés et des périodes exceptionnelles.

## AVANTAGES

**Mise à l'heure automatique et synchronisation parfaite :**

Le principe de radio synchronisation sur France Inter assure un calage parfait de l'horloge interne de chaque DYNALUM.

Plusieurs générateurs DYNALUM pourront être utilisés pour commander une même illumination, avec un synchronisme parfait, sans aucune interconnexion.

**Calcul astronomique intégré :**

Le calcul astronomique réalise l'allumage au bon moment, en suivant parfaitement le rythme des saisons.

**Facilité de programmation des scénarios :**

La programmation du produit se fait sur le terrain ou au bureau. Les programmes enregistrés sont conservés en mémoire même en cas de perte d'alimentation.

Le logiciel de définition des scénarios est très convivial et simple à utiliser. Il suffit de « cocher » les périodes d'allumage pour chacune des 8 voies disponibles.

Jusqu'à 4 scénarios différents peuvent être enregistrés.

**Un scénario pré-programmé :**

L'appareil est livré avec un scénario pré-programmé, correspondant à une utilisation typique, et permettant une mise en service rapide, pour juger des effets obtenus. Ce scénario pourra être retouché par la suite.

**Possibilité de gestion de variateurs de puissance :**

DYNALUM peut avantageusement s'interfacer avec des variateurs INTELUX et apporter ainsi une progressivité supplémentaire dans la mise en lumière.

**Prise en compte des temps de refroidissement des lampes à décharge**

DYNALUM peut être paramétré pour interdire tout allumage tant que le temps de refroidissement de la lampe n'est pas écoulé.

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

L'utilisateur dispose de 5 modes élémentaires de fonctionnement qu'il peut appeler et exécuter à sa guise pendant une nuit entière, ou entre le crépuscule et une heure fixe qu'il programme sur l'année entière.

Ces 5 modes élémentaires se répartissent en :

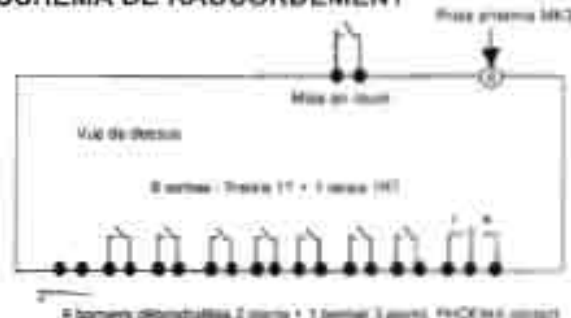
- 2 modes dynamiques définis par l'utilisateur sur 30 unités de temps élémentaires.
- 3 modes statiques, donc permanents correspondant à 3 niveaux d'éclairement.

Exemple de programmation d'un mode dynamique

|    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| R1 | X | X |   |   |   | X | X | X | X | X | X | X |   |   |   |   |   |  | X | X | X | X |
| R2 | X | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  | X | X | X | X |
| R3 |   | X | X | X | X |   |   |   | X | X | X | X | X | X | X | X |   |  |   |   |   |   |
| R4 |   | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |  |   |   |   |   |
| R5 |   |   | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |  |   |   |   |   |
| R6 |   |   |   | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |  |   |   |   |   |
| R7 |   |   |   |   | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |  |   |   |   |   |
| R8 |   |   |   |   |   | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |  |   | X | X | X |

DYNALUM est protégé par un brevet, et la marque DYNALUM a été déposée auprès de l'INPI.

## SCHEMA DE RACCORDEMENT



## REFERENCES POUR COMMANDER

Générateur DYNALUM avec antenne :

L-DYNALUM-D8

Cordon de programmation PC :

L-CORDRS232

Programmeur PALM PILOT :

L-PDALUCY

Logiciel de programmation PALM pour DYNALUM :

L-DYNASOFT

## PROGRAMMATION

Définition du lieu d'utilisation :

Pour effectuer son calcul astronomique et déterminer ses instants d'allumage, DYNALUM doit être programmé avec le code IGN du lieu d'installation. Cette opération se réalise très simplement dans la rubrique « code IGN » du logiciel.

Programmation des décalages crépusculaires :

Les instants d'allumage calculés par l'horloge astronomique intégrée peuvent être avancés ou retardés de 1 à 99 minutes, pour tenir compte des spécificités du projet de mise en lumière.

Conception des scénarios de mise en lumière :

La conception d'un scénario se fait très simplement en « cochant » les périodes d'allumage de chacune des 8 voies disponibles sur un tableau comportant 30 unités de temps par voie.

L'opérateur a une vue complète des états de chaque voie et de son séquençage.

La durée de chaque unité de temps est réglable, sur 2 plages d'utilisation :

De 10s à 99 s pour des animations rapides sur des lampes à incandescence.

De 10mn à 99mn pour des scénarios plus lents sur tous types de lampes, y compris celles à décharge.

Le scénario défini sur une durée de 30 unités de temps se répète automatiquement jusqu'à la coupure finale programmée.

Programmation de la coupure finale :

La fin des illuminations peut se programmer de 2 manières :

Soit en imposant un mode statique à une heure donnée. Ce mode est généralement un mode d'économie qui laisse le monument légèrement éclairé.

Soit en imposant un arrêt total à une heure donnée.

Dans les 2 cas, l'heure d'extinction programmée prend le pas sur les scénarios en cours.

| Caractéristiques                | Boîtier DYNALUM              | Antenne MK3                        |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| Dimensions                      | 157 x 86 x 58 mm (9 modules) | 120 x 28 x 30 mm                   |
| Poids                           | 450g                         | 160g                               |
| Alimentation / champ nécessaire | 230Vac +/-15%                | > 100 microvolt/m (France entière) |
| Consommation                    | 6VA                          | Alimentée par le boîtier           |
| Pouvoir de coupure des relais   | 3A / 250Vac                  |                                    |
| Indice de protection            | IP 42                        | IP 65                              |
| Température de fonctionnement   | -20° à +70°C                 | -20° à +70°C                       |
| Fixation                        | Boîtier modulaire / Rail DIN | 2 vis                              |

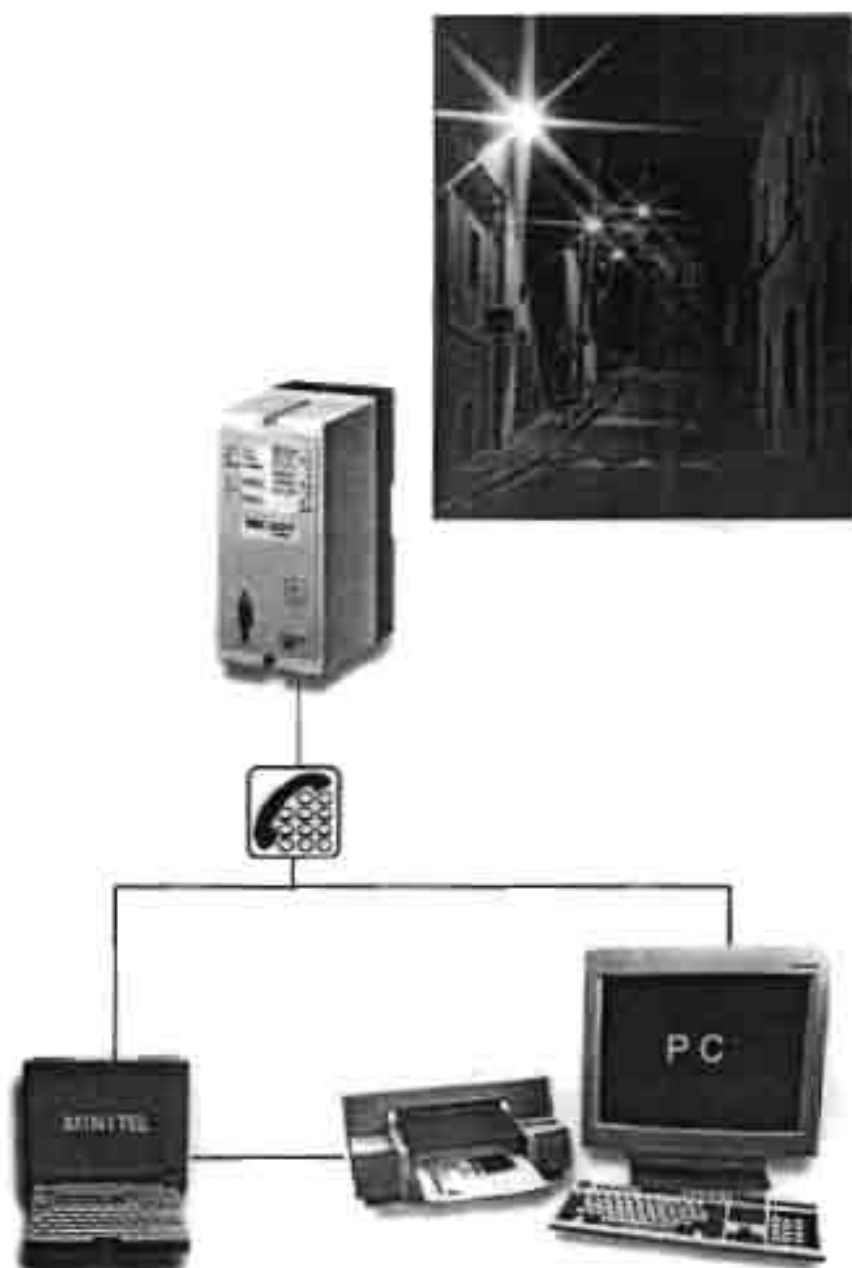




**ANNEXE 10**  
Exemple de system de télégestion

# T

## élesurveillance et téléconduite de l'éclairage public



- *Commande automatique (horloge astronomique)*
- *Programmation de dérogations*
- *Détection de défauts*
- *Dialogue par Minitel*
- *Alerte avec gestion d'astreinte*
- *Maintenance préventive*
- *Suivi des consommations et des coûts d'exploitation ou PC (synoptiques)*

# T

## élésurveillance et téléconduite de l'éclairage public

### L'APPLICATION

La gestion de l'éclairage public nécessite de prendre en compte des impératifs de différentes natures : sécurité des personnes, simplification des opérations d'allumage et d'extinction, limitation des charges pour la commune.

La mise en place d'un système de télésurveillance et téléconduite peut contribuer à une meilleure maîtrise de cette gestion grâce au contrôle continu et automatique des équipements des lampadaires et à la mise à disposition de bilans techniques et financiers.

### L'OFFRE NAPAC

Le système conçu par la société Napac sur la base du produit TBC est particulièrement intéressant par sa modularité, ses performances et sa simplicité d'usage :

**il peut s'adapter à tous types de réseaux** et intéresser la petite commune comme la grande agglomération.

**il détecte automatiquement les défauts** en tout point du réseau (absences d'alimentation électrique, fusibles fondus, discordances de commandes d'éclairage ou d'extinction, etc.), les mémorise dans des fichiers historiques et alerte le gestionnaire et éventuellement ses prestataires de services sur tous types de supports (poste central, radiomessagerie, téléphone mobile, etc.),

**il intègre une horloge astronomique** lui permettant d'assurer une commande intelligente et optimale des lampadaires (prise en compte des heures réelles de lever et de coucher du soleil et possibilités de couplage avec le signal d'une cellule photo),

**il sait gérer point par point des dérogations** au programme automatique d'éclairage pour tenir compte d'événements exceptionnels (fêtes, etc.),

**il peut calculer les consommations électriques** par tranches tarifaires et les coûts d'exploitation en résultant (factures EDF),

**il peut être exploité localement et à distance à partir d'un simple Minitel** grâce à un logiciel de dialogue particulièrement convivial et facile d'emploi,

**il peut également être supervisé à partir d'un poste central** sur micro-ordinateur pour donner accès à des fonctions évoluées de dialogue, de présentation, de traitement et d'aide à la maintenance :

- commandes d'éclairage, localisation des défauts du réseau, etc., à partir d'images graphiques représentant les rues et les équipements de la commune,
- calculs statistiques sur les historiques d'alarmes : taux de pannes, durées de pannes, délais d'intervention, etc.,
- fonctions de suivi et d'optimisation des contrats de fourniture d'énergie électrique (factures EDF) : calculs prévisionnels, comparaison d'une année à l'autre, recherche des meilleures conditions tarifaires (type de contrat, niveaux des puissances souscrites, etc.),
- interface envisageable avec progiciel de GMAO, Système d'Information Géographique, etc.,

ANNEXE 11  
Glossaire

## GLOSSAIRE

### **Eblouissement**

Condition de vision dans laquelle on éprouve soit une gêne, soit une réduction de l'aptitude à distinguer les objets, soit les deux simultanément, par suite d'une répartition défavorable des luminances ou de leur échelonnement entre des valeurs extrêmes trop différentes, ou par suite de contrastes excessifs dans l'espace et dans le temps.

### **Eblouissement d'inconfort G :**

Eblouissement qui provoque une sensation d'inconfort sans nécessairement troubler la vision des objets.

Il est caractérisé par l'indice de confort G exprimée par une échelle numérique de l'appréciation subjective expérimentale du degré d'inconfort. Les valeurs de G sont associées à chaque appréciation de la manière suivante :

- G=1 Eblouissement intolérable
- G=3 Eblouissement gênant
- G=5 Eblouissement juste admissible
- G=7 Limitation satisfaisante de l'éblouissement.
- G=9 Eblouissement imperceptible

### **Eblouissement perturbateur TI :**

Eblouissement qui trouble la vision sans causer nécessairement une sensation d'inconfort.

### **Eclairement (e) :**

En un point d'une surface. Quotient du flux lumineux incident sur un élément de la surface contenant le point par l'aire de cet élément. Unité : lux, lx.

### **Eclairement moyen (Emoy) :**

Reçu par une surface. Moyenne des éclairagements ponctuels reçus par la surface spécifiée

### **Facteur de maintenance :**

Rapport entre l'éclairage moyen sur le plan utile après une certaine durée d'utilisation d'une installation d'éclairage et l'éclairage moyen obtenu dans les mêmes conditions pour une installation neuve.

### **Flux lumineux (fv), (f) :**

Grandeur dérivée du flux énergétique par l'évaluation du rayonnement d'après son action sur un récepteur dont la sensibilité spectrale est définie par les efficacités lumineuses relatives spectrales normalisées.

Unité : lumen, lm.

**Hauteur de feu :**

En éclairage extérieur, distance verticale entre le centre photométrique d'un luminaire et la surface à éclairer.

**Indice de rendu des couleurs (Ra) :**

(d'une source de lumière)

Evaluation du degré d'accord entre l'aspect chromatique des objets éclairés par la source considérée et celui des mêmes objets éclairés par un illuminant de référence, dans des conditions d'observation spécifiées.

**Intensité lumineuse (  $i_v, i$  ) :**

D'une source dans une direction donnée. Quotient du flux lumineux quittant la source et se propageant dans un élément d'angle solide contenant la direction, par cet élément d'angle solide. Unité candela, cd.

**Luminance (  $l$  ) :**

Dans une direction donnée d'une surface réelle ou imaginaire. Quotient du flux lumineux quittant, atteignant ou traversant un élément de surface en ce point et se propageant dans des directions définies par un cône élémentaire contenant une direction donnée, par le produit des angles solides du cône et de l'élément de surface sur un plan perpendiculaire à la direction donnée.

Unité : candela par mètre carré,  $cd/m^2$ .

**Luminaire**

Appareil servant à répartir, filtrer ou transformer la lumière d'une ou plusieurs lampes et comprenant toutes les nécessités pour fixer et protéger ces lampes et éventuellement, les circuits auxiliaires ainsi que les dispositifs de connexion au circuit d'alimentation.

Les termes et définitions figurant dans ce glossaire sont classés en ordre alphabétique et représentent la forme la plus couramment utilisée pour chaque terme. Vous trouverez une liste plus complète de ces termes et définitions dans la publication N° 17.4 (1987) de la CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) sous le titre «International Lighting Vocabulary» et qui depuis sa dernière édition datant de 1970 intègre la publication 50(845) de l'IEC intitulée «The International Electrical Vocabulary».

**Aire projetée :**  
d'un luminant dans une direction donnée : est l'aire de projection orthogonale de la surface lumineuse sur un plan perpendiculaire à la direction considérée.

**Angle d'ouverture d'un faisceau :**  
l'angle d'ouverture d'un faisceau lumineux conique est l'angle plan mesuré en degrés à partir de son axe optique qui contient les intensités lumineuses supérieures à la moitié de l'intensité émise selon cet axe.

**Aspect chromatique :**  
Expression générale désignant l'impression de couleur perçue lorsqu'on regarde une source de lumière.

**Courbe isoéclairement ou isolux (diagramme) :**  
Lien des points d'une surface où l'éclairage a la même valeur.

**Dimensions :**  
Spécifiées en millimètres.

**Distance d'arrêt du conducteur :**  
Distance totale parcourue par un véhicule depuis son arrêt, mesurée depuis l'emplacement occupé par le véhicule au moment où le conducteur est en mesure de réaliser qu'il doit arrêter son véhicule.

**Éblouissement :**  
L'incidence de lumière telle qu'elle ou qu'elle est vue, soit en projection de l'œil, donne à certains les objets, soit les objets simultanément, par suite d'une répartition inégalement des luminances ou de leur échelonnement entre des valeurs extrêmes trop différentes, ou par suite de variations consécutives de l'espace ou dans le temps.

**Éblouissement d'inconfort :**  
Éblouissement qui provoque une sensation d'inconfort sans nécessairement modifier l'aspect des objets.

**Éblouissement perturbateur :**  
Éblouissement qui modifie la vision sans empêcher nécessairement une sensation d'inconfort.

**Éclairement  $E_v$  :**  
en un point d'une surface, quotient du flux lumineux incident sur un élément de la surface contenant le point par l'aire de cet élément (lm/m<sup>2</sup> lux).

**Éclairement moyen (luxe) :**  
le lux par une surface.  
Éclairage des surfaces en lux : moyen par la surface (quelque).

**Éclairement (moyen) à maintenir :**  
l'éclairage moyen sur la surface à référence à l'issue du cycle complet de maintenance.

*Remarque :* L'éclairage minimum correspond à la valeur minimale admissible de l'éclairement en cas de baisse de luminosité.

**Éclairage de secours :**  
l'éclairage fourni en cas de défaillance de l'éclairage normal.

### Éclairage de sécurité :

Éclairage faisant partie de l'éclairage de secours prévu pour assurer la sécurité des personnes qui évacuent une zone ou qui tentent de terminer un travail dangereux avant de quitter les lieux.

### EOC :

Abréviation de l'European Ordering Code (Code européen des commandes).

### Facteur de dépréciation :

Inverse du facteur de maintenance) Rapport entre l'éclairage moyen sur le plan utile après une certaine durée d'utilisation d'une installation d'éclairage.

### Facteur de puissance :

d'un circuit électrique. Il s'agit du rapport entre la puissance exprimée en watts et le produit des valeurs efficaces de la tension et du courant. Pour les ondes sinusoïdales, ce facteur est égal au cosinus de l'angle de la différence de phase entre la tension et le courant.

### Facteur de maintenance :

Rapport entre l'éclairage moyen sur le plan utile après une certaine durée d'utilisation d'une installation d'éclairage et l'éclairage moyen obtenu dans les mêmes conditions pour une installation neuve.

*Remarque : L'utilisation du terme «facteur de dépréciation» pour désigner le facteur compensateur de dépréciation, c'est-à-dire l'inverse du facteur de maintenance, n'est pas recommandée.*

### Facteur d'utilisation :

Rapport du flux utile au flux lumineux total émis par les lampes.

### Flux direct :

rayé par une surface. C'est le flux lumineux qui est reçu par une surface et qui provient directement des luminaires d'une installation.

### Flux lumineux (F<sub>e</sub>), (F<sub>v</sub>) :

Grandeur dérivée du flux énergétique par l'évaluation de l'efficacité d'après une notion ou un coefficient dans le spectre lumineux. Le spectre est défini par les efficacités lumineuses relatives spectrales normalisées.

Unité : lumen, lm.

### Gradateur de lumière :

Dispositif électrique permettant de faire varier le flux lumineux des lampes d'une installation d'éclairage.

### Guidage visuel :

Ensemble des mesures prises pour que l'image de la route ou une image non ambiguë et immédiatement reconnaissable du tracé de la route qui se trouve devant lui.

### Hauteur de feu :

En éclairage extérieur, distance verticale entre le centre photométrique d'un luminaire et la surface à éclairer.

### Indice de rendu des couleurs (IRC) :

(d'une source de lumière).

Évaluation du degré d'accord entre l'aspect chromatique des objets éclairés par la source considérée et celui des mêmes objets éclairés par un illuminant de référence, dans des conditions d'observation qui tiennent

### Intensité lumineuse (I<sub>v</sub>, I<sub>l</sub>) :

d'une source dans une direction donnée. Quotient du flux lumineux quittant la source et se propageant dans un élément d'angle solide contenant la direction, par cet élément d'angle solide. Unité : candela, cd.

### Lampe à décharge :

Lampe dans laquelle la lumière est produite directement ou indirectement par une décharge électrique dans un gaz ou un arc métallique ou un mélange de plusieurs gaz et vapeurs.

### Lampe à incandescence :

Lampe dans laquelle la lumière est produite par incandescence d'un corps chauffé par le passage d'un courant électrique.

### Lampe à induction QL :

(système de) lampe fondée sur le principe d'une décharge dans des vapeurs de mercure à basse pression mais déposant d'électrodes dans laquelle l'ionisation du gaz dans l'enceinte de décharge est obtenue par induction d'un champ électromagnétique de haute fréquence.

### Lampes aux halogènes :

Lampes à filaments de tungstène à atmosphère gazeuse qui contiennent une certaine proportion d'halogènes ou de composés halogénés.

### Lampe aux halogénures :

Lampe à décharge dans laquelle la majeure partie de la lumière est produite par le rayonnement d'un mélange de vapeur métallique (par exemple, mercure) et de produits de dissociation d'halogénures (par exemple, halogénure de thallium, d'indium ou de cadmium) - par exemple : lampes HPT.



### Lampe à vapeur de mercure basse pression :

Lampe à vapeur de mercure basse ou haute pression fluorescente, dans laquelle la pression partielle de la vapeur pendant le fonctionnement est de l'ordre de 100 Pa - par exemple une lampe TL.

### Lampe à vapeur de mercure haute pression :

Lampe à décharge à vapeur de mercure dans laquelle la lumière est produite par le rayonnement de la vapeur de mercure dont la pression partielle, pendant le fonctionnement, est de l'ordre de 105 Pa - par exemple les lampes HPL et HPL-N.

### Lampe à vapeur de sodium basse pression :

Lampe à vapeur de sodium dans laquelle la pression partielle de la vapeur pendant le fonctionnement ne dépasse pas 5 Pa - par exemple une lampe SOX.

### Lampe à vapeur de sodium haute pression :

Lampe à vapeur de sodium dans laquelle la pression partielle de la vapeur pendant le fonctionnement est de l'ordre de 104 Pa - par exemple les lampes SON et SON-H.

### Luminance (lx)

Classement des rayons lumineux en un point donné d'une surface visible ou invisible. Caractère du flux lumineux (quantité, arrangement ou position) au élément de surface en ce point et se propageant dans des directions définies par un cône élémentaire, conventionnellement dans une direction donnée, par le produit des angles solides du cône et de l'aire de projection orthogonale de l'élément de surface sur un plan perpendiculaire à la direction donnée.

Unité : candela par mètre carré (cd/m<sup>2</sup>).

### Luminaires

Appareil servant à répartir, filtrer ou transformer la lumière d'une ou plusieurs lampes et comprenant toutes les pièces nécessaires pour fixer et protéger ces lampes et éventuellement, les circuits auxiliaires ainsi que les dispositifs de connexion au circuit d'alimentation.

### Performance visuelle :

Évaluation quantitative de la perception visuelle lors de l'exécution d'un test visuel.

### Température de couleur (K) :

Température du corps noir qui émet un rayonnement ayant la même chrominance que le rayonnement considéré.

Unité : Kelvin, K.

### Projecteur d'illumination :

Projecteur destiné à l'illumination, pouvant généralement être orienté dans n'importe quelle direction et conçu de façon à résister aux intempéries.

### Réflexion diffuse :

Diffusion (ou réflexion) du rayonnement à l'échelle macroscopique. La réflexion spéculaire se manifeste par :

### Rendement normalisé :

Flux lumineux. C'est le rapport du flux lumineux, sous une forme lumineuse donnée, dans des conditions prescrites de travail, au flux lumineux émis par la ou les lampes sous traitant sous des conditions données dans des conditions prescrites.

### Rendu des couleurs :

Effet d'une illumination sur l'aspect chromatique des objets qu'il éclaire, cet aspect étant comparé consciemment ou non à celui de mêmes objets éclairés par un illuminant de référence.

### Température de couleur

#### proximale (step) :

Température de couleur correspondant au point sur le lieu du corps noir qui est le plus proche du point représentant la chrominance nominale conventionnellement adoptée.

Unité : Kelvin, K.

### Transmission diffuse :

Transmission dans laquelle, à l'échelle macroscopique, la transmission régulière ne se manifeste pas.

**ANNEXE 12**  
Fiche caractéristique de candélabre

Fiche Caractéristique Candélabre

Candélabres n° :

**1 Situation :**

Rue :

Ville :

**2 Matériel :**

**2.1 Support Candélabre**

- Hauteur totale :
- Hauteur du fut seul
- Saillie :
- Marque :
- Type
- Protection peinture :

**2.2 Luminaire :**

- Marque :
- Type :
- Couleur :

**2.3 Source :**

- Type :
- Puissance :
- Forme :
- Régime

**2.4 Accessoires :**

- Ballast :
- Amorceur :
- Condensateur :
- Emplacement fut :

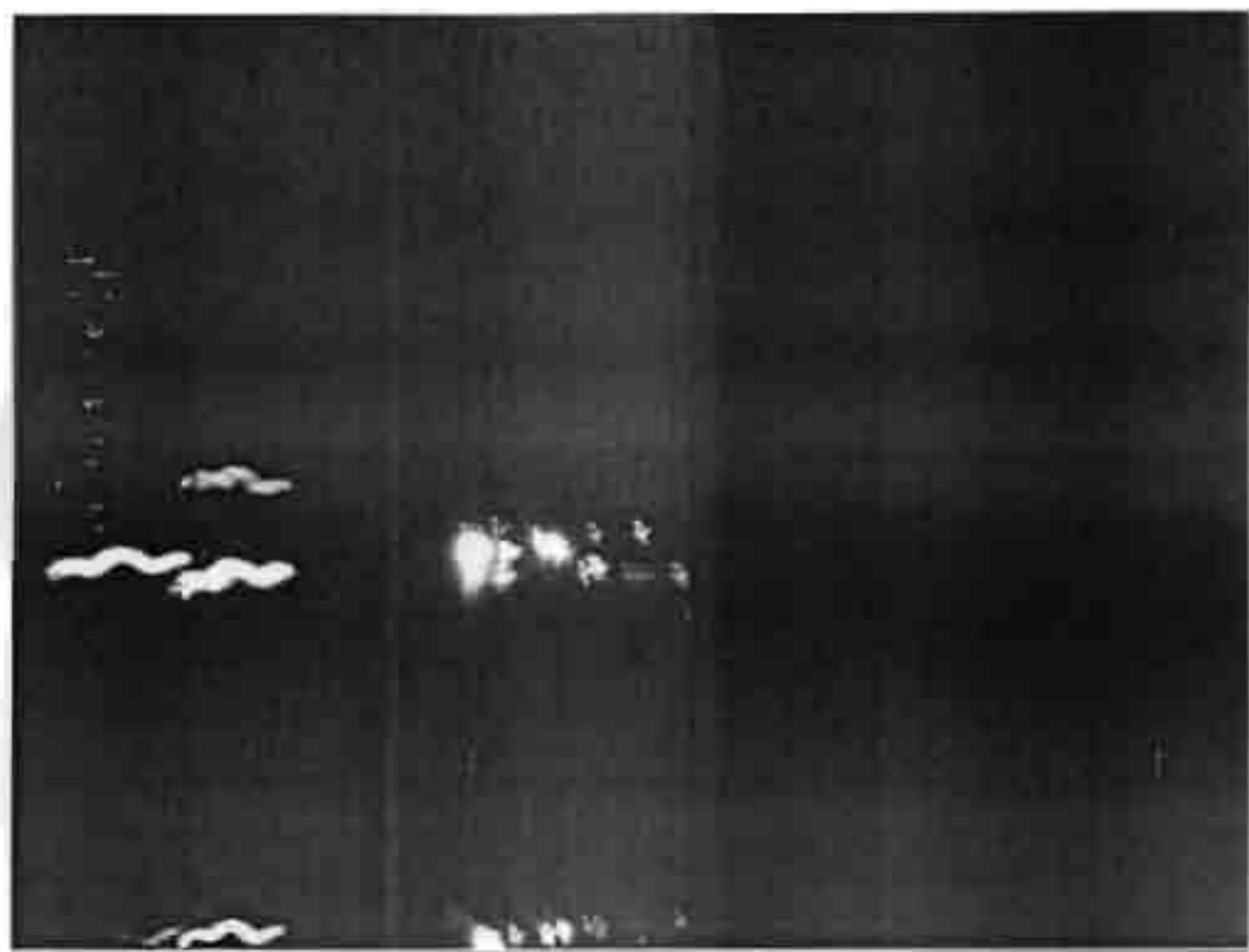
**3 Dernière mise à jour :**

**4 Remarque sur la numérotation :**

|                    |     |                 |
|--------------------|-----|-----------------|
| n° du candélabre : | n°  | Indice du foyer |
| exemple            | 000 | 1               |

|                                  |              |               |          |
|----------------------------------|--------------|---------------|----------|
| Code identification géographique | Code commune | Code quartier | Code rue |
| exemple                          | 482          | 00            | 0330     |

ANNEXE 13  
Dakar la nuit



artere au Dakar la nuit



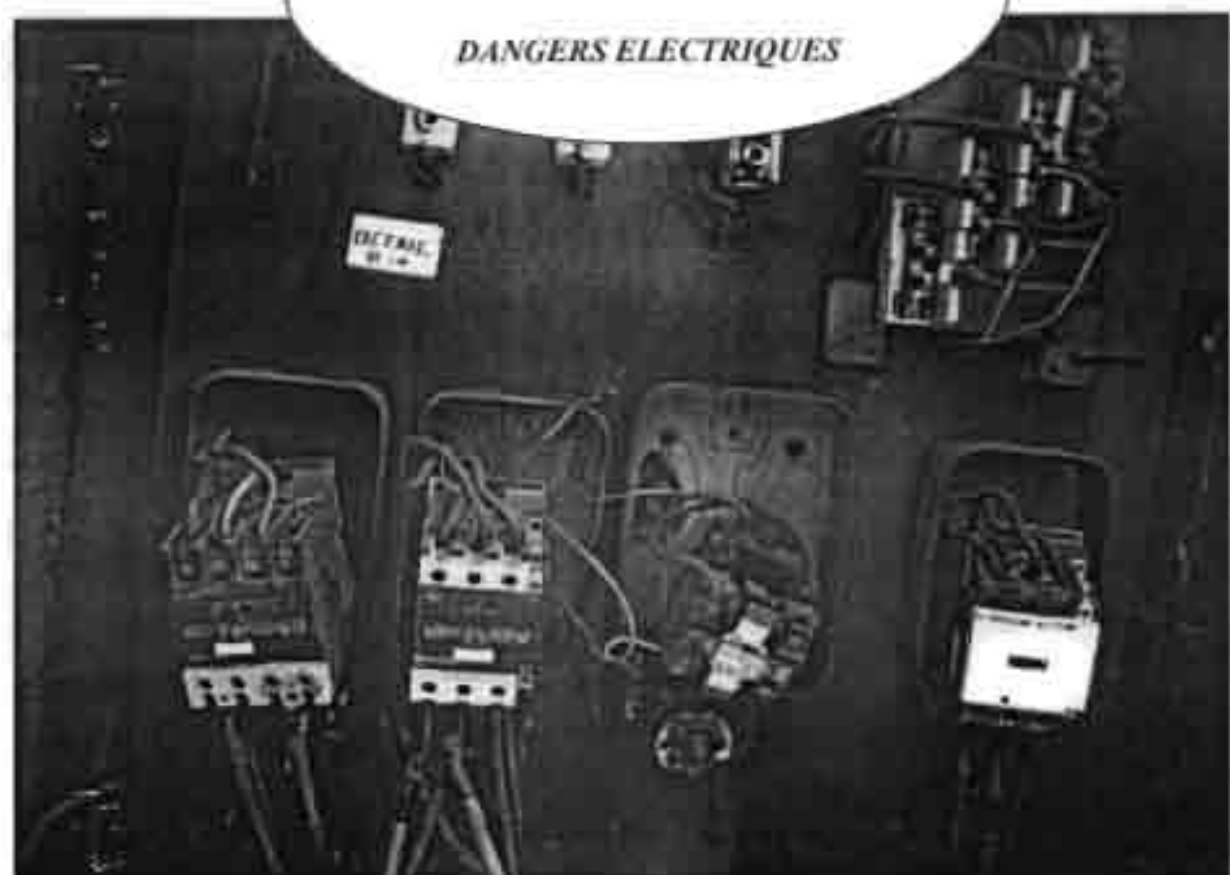
VDN à hauteur du CICES

ANNEXE 14  
Vues sur quelques éléments du réseau



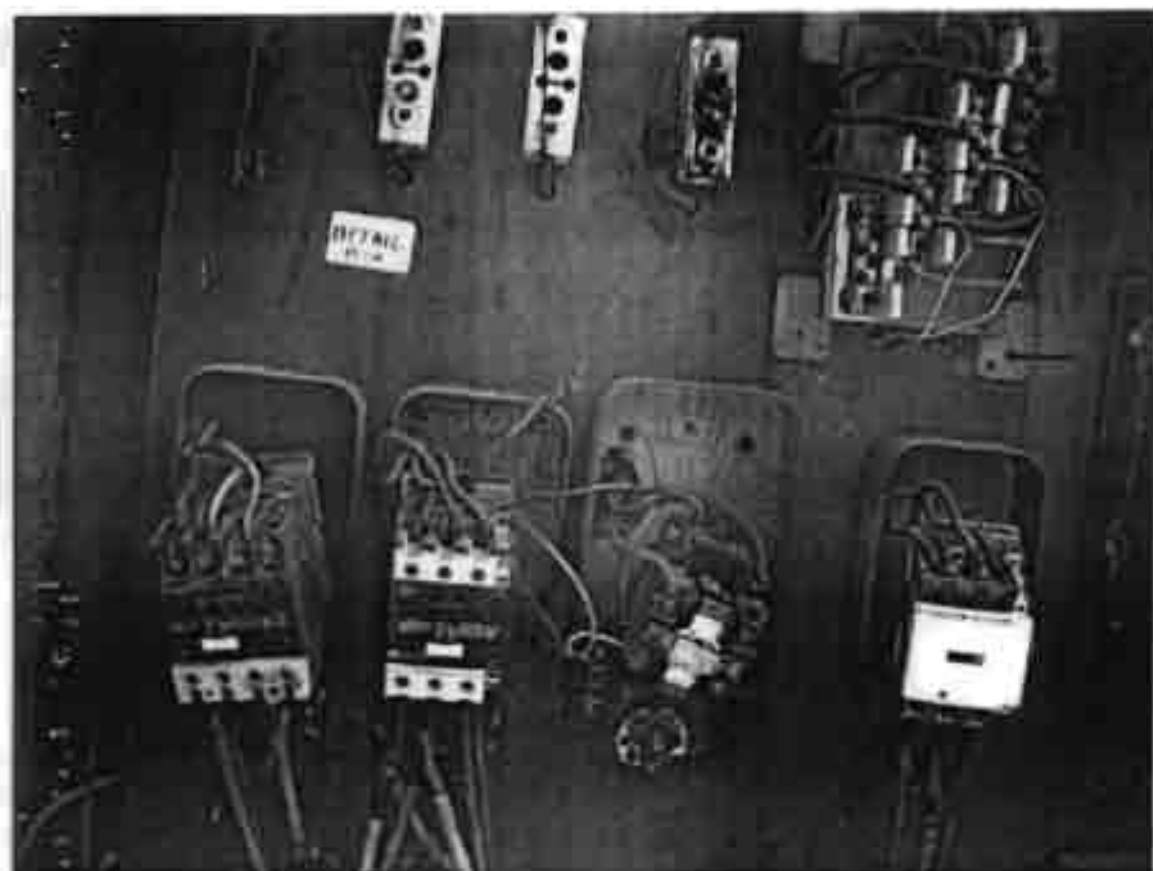
Armoires dégradées, éléments  
internes obsolètes

***DANGERS ELECTRIQUES***

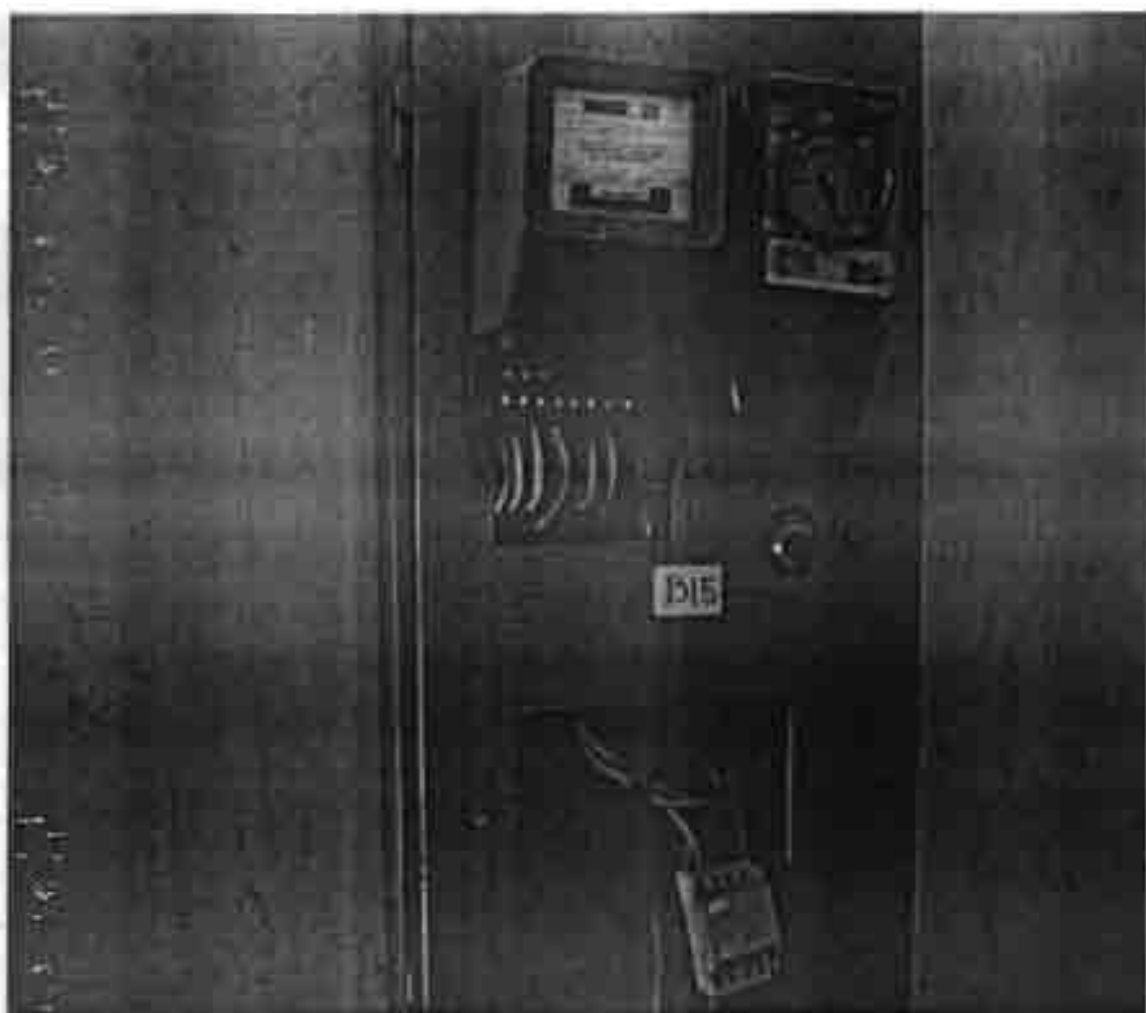




Armoire B14 :vétusté des installations



Armoire B15 non respect du code des couleurs : toutes les connexions sont faites avec un câble pour terre.



Armoire B3 état de dégradation des installations armoire détruite mais sous tension



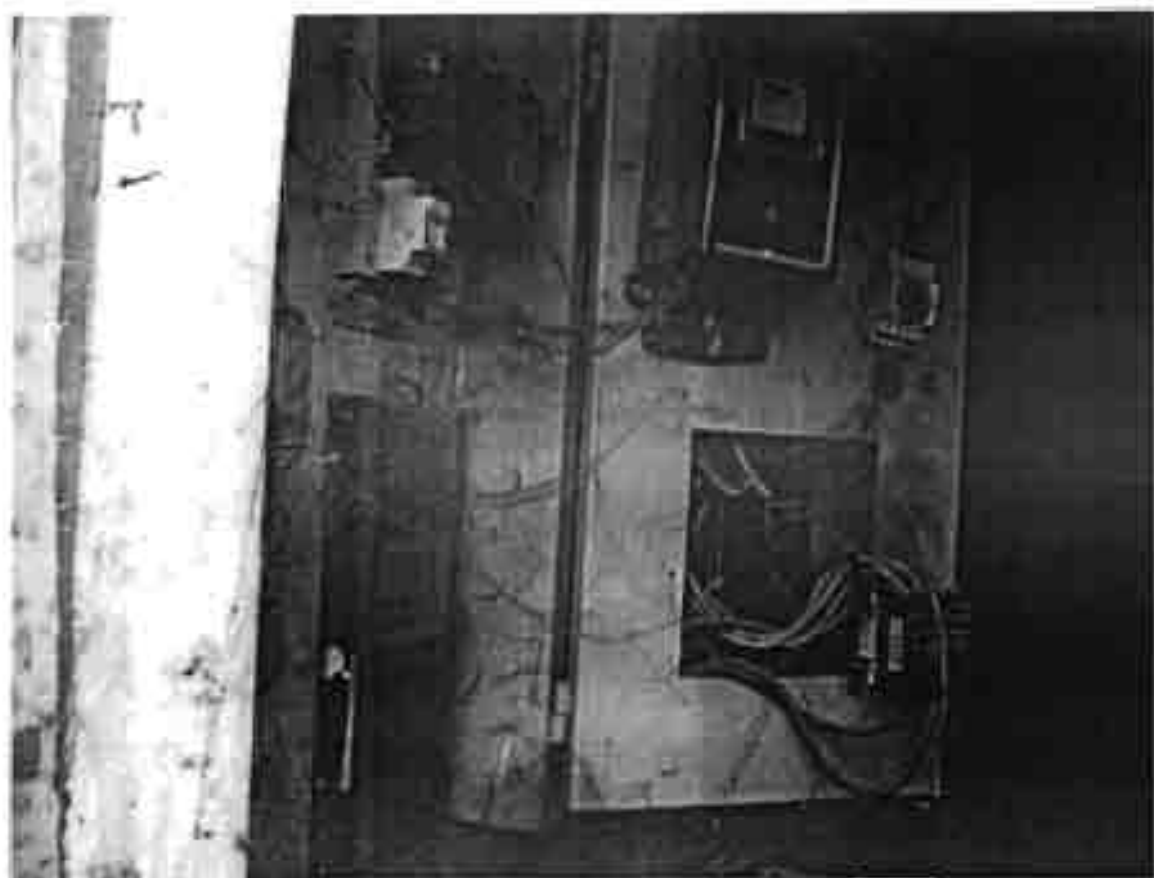
Armoire D8 vandalisme tous les éléments ont été arrachés



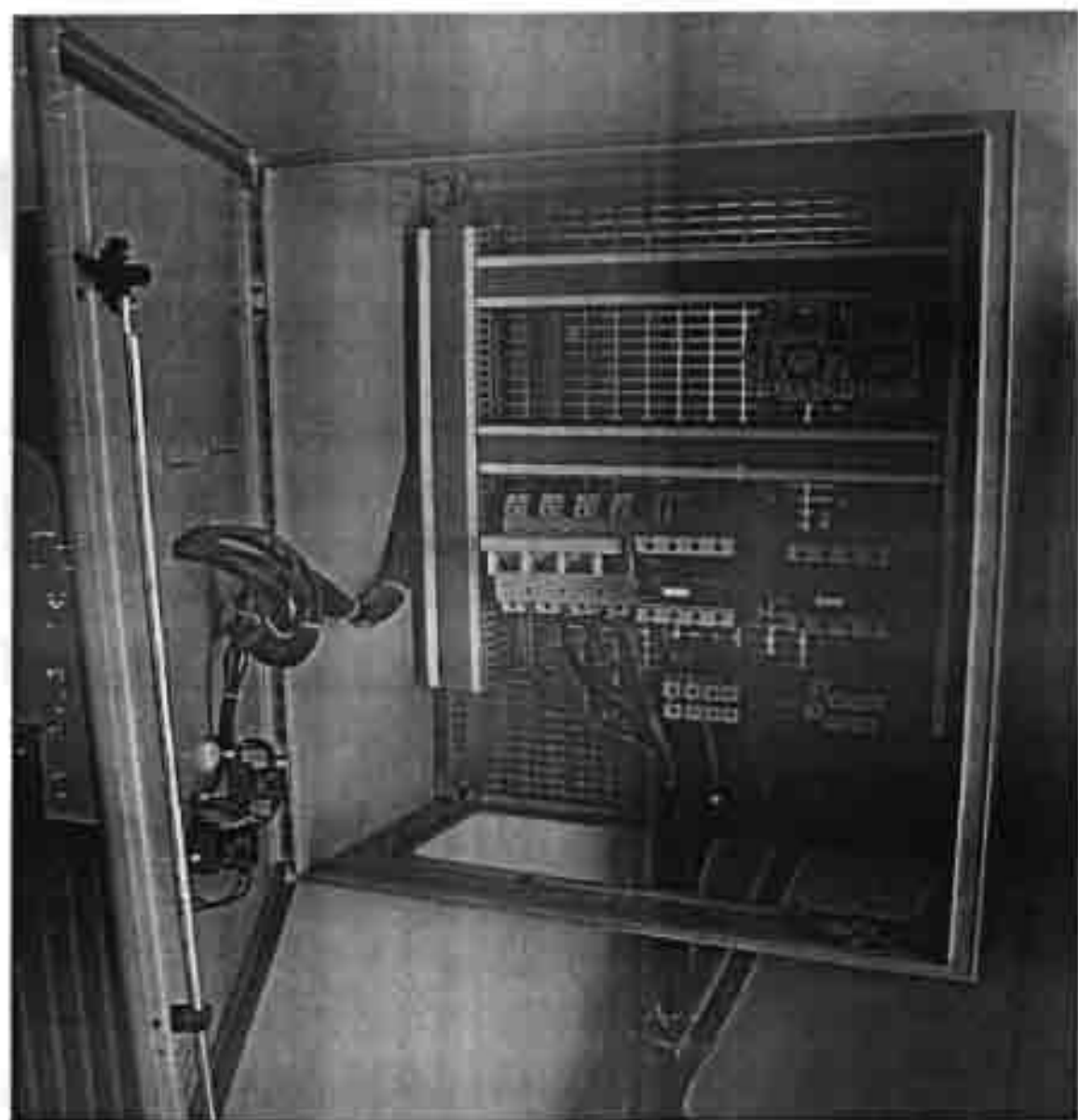
Armoire D8 :vandalisme, tous les éléments ont été arrachés



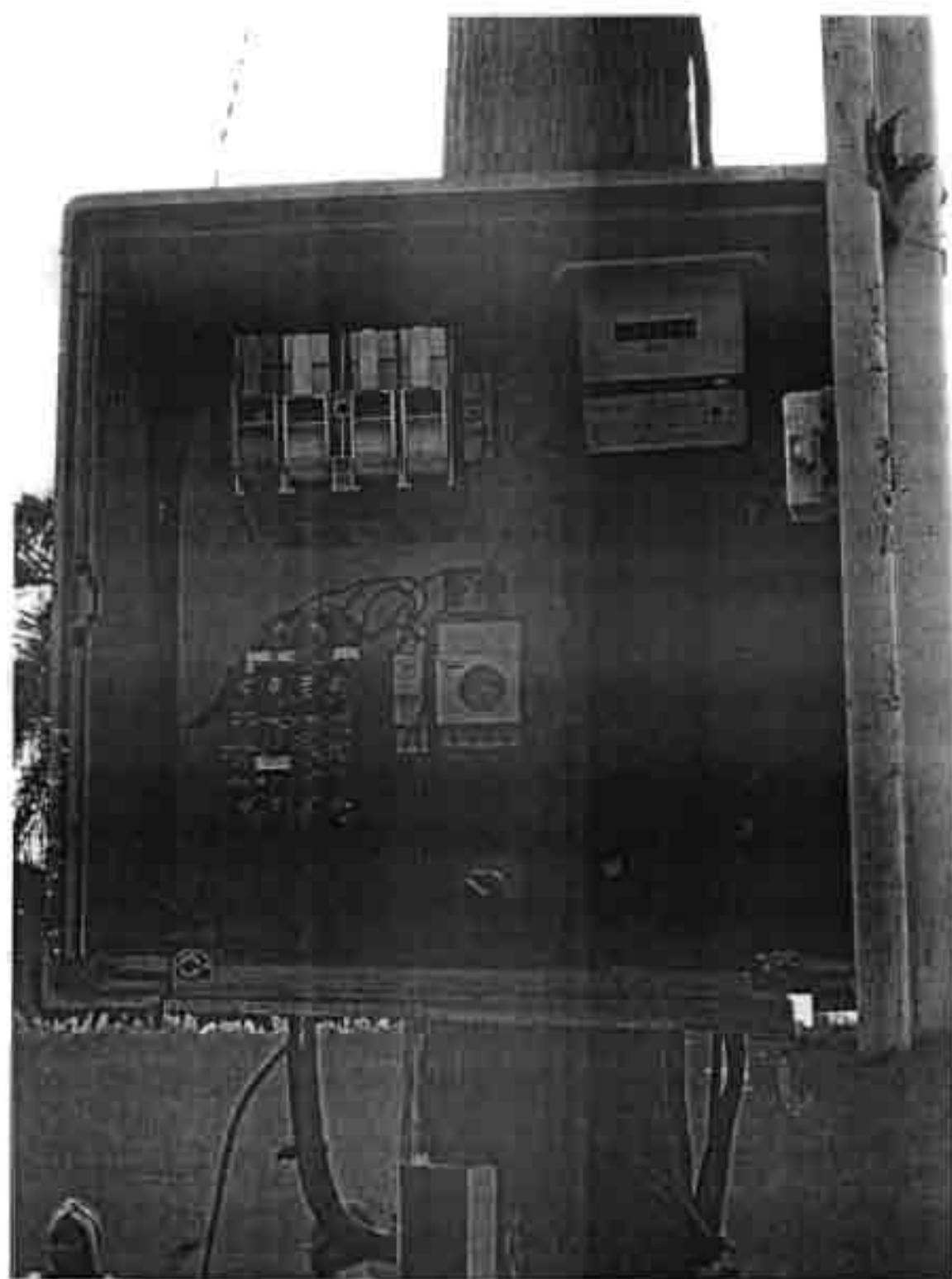
Armoire B4 : saleté, manque d'entretien



Armoire D12 :correcte

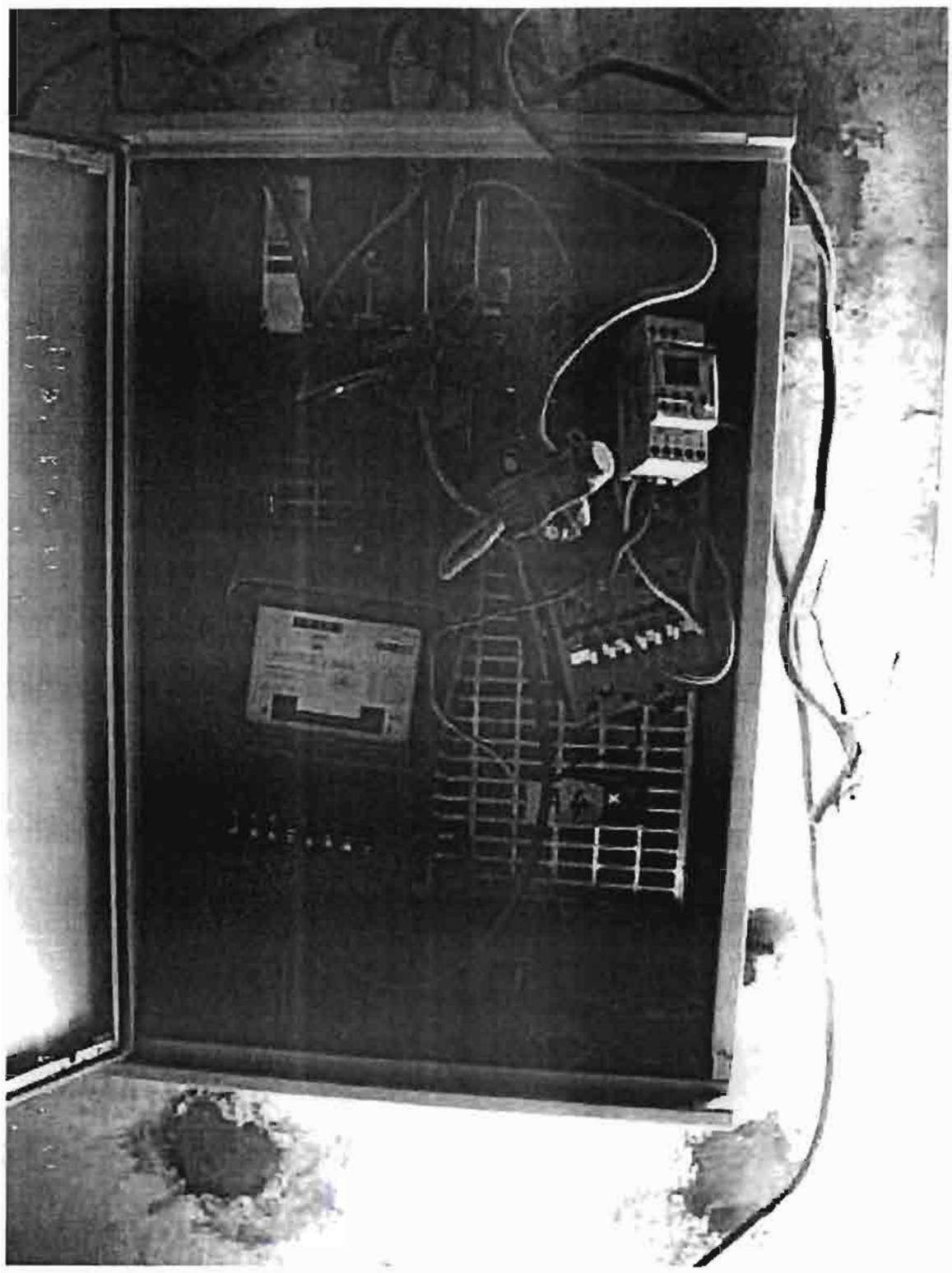


Armoire D2 : exemple d'armoire sur poteau pour EP standard

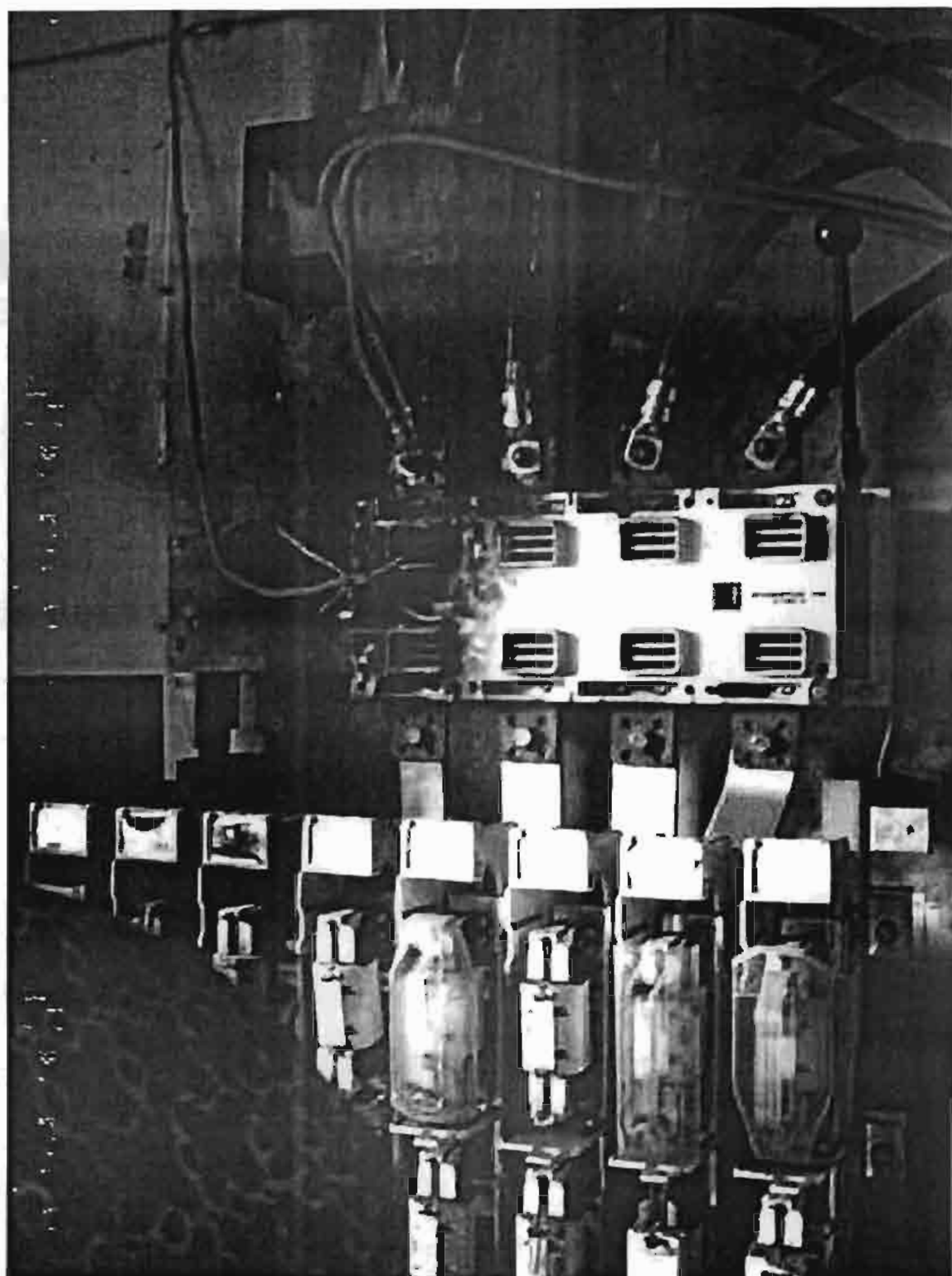




Armoire A4 désordre, mal câblé

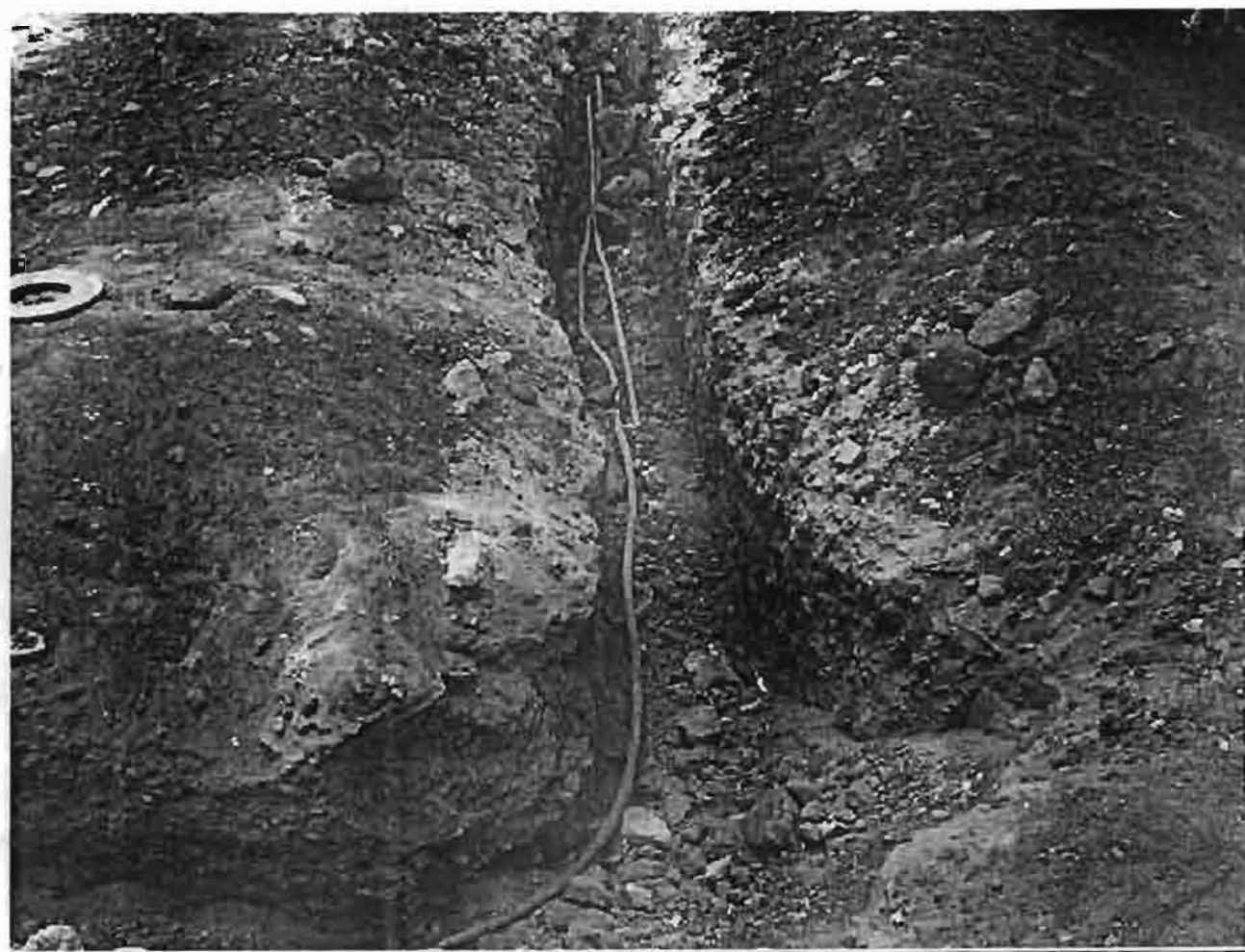


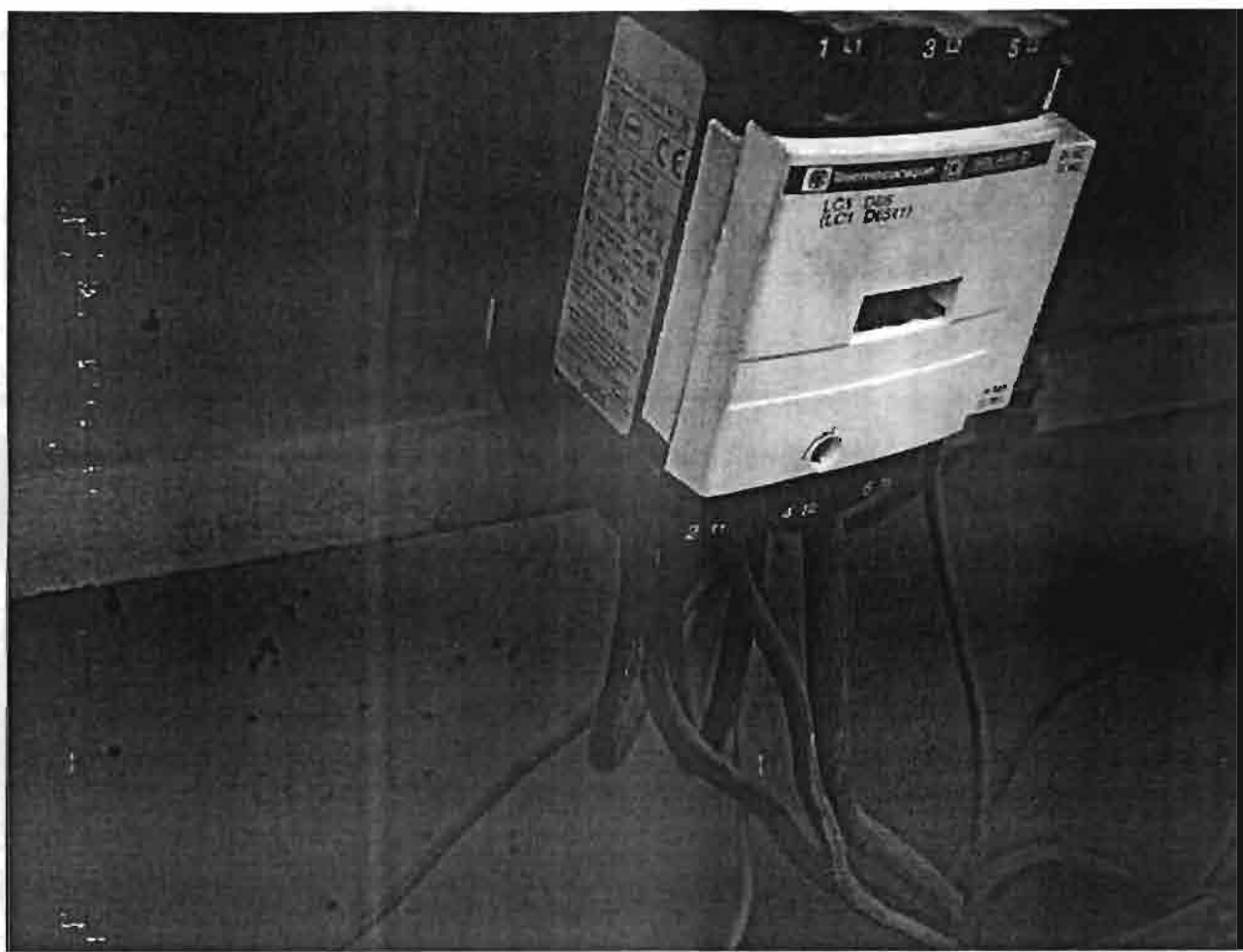
Armoire A8 coup de feu





câble RO2V enterré

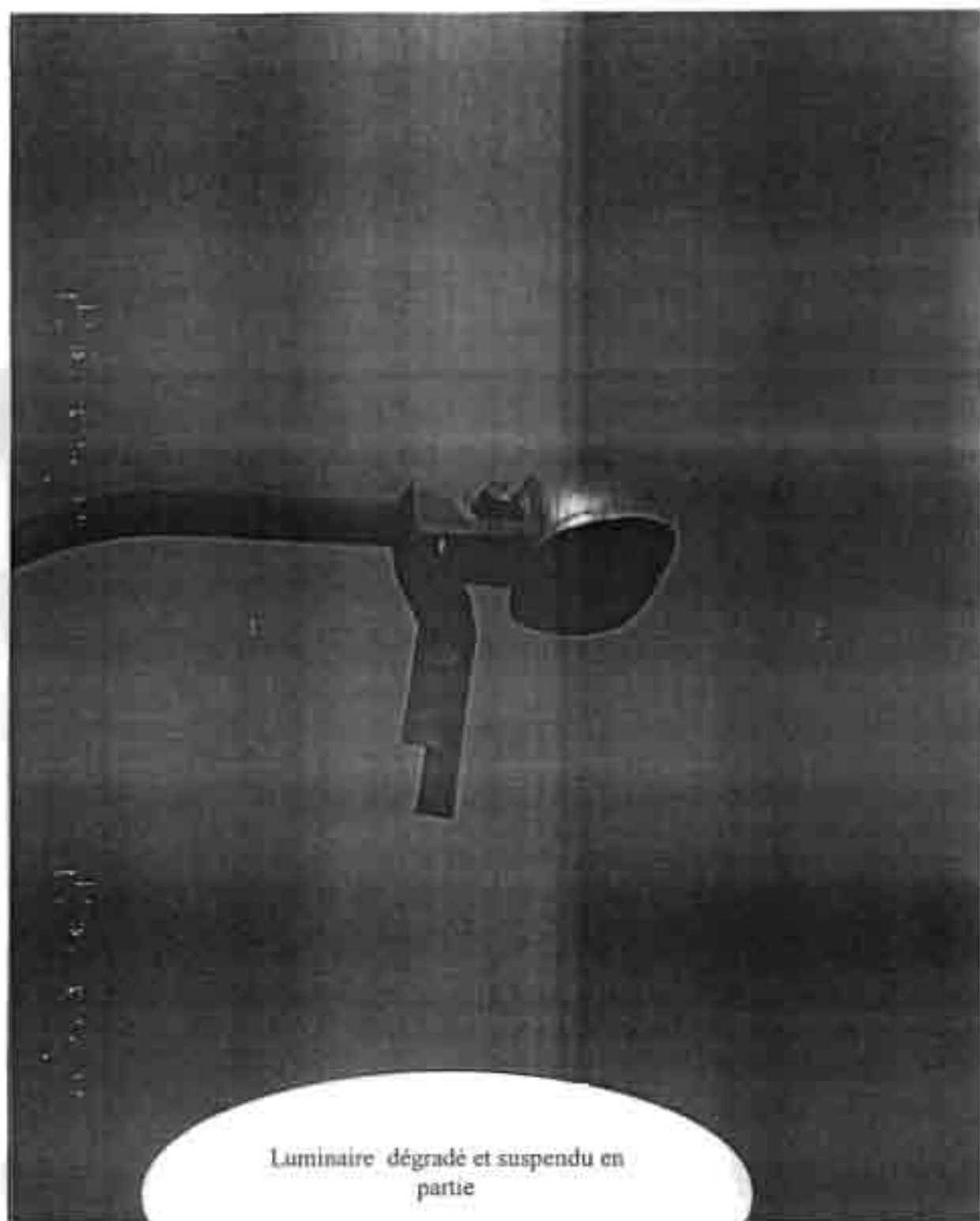




Contacteur

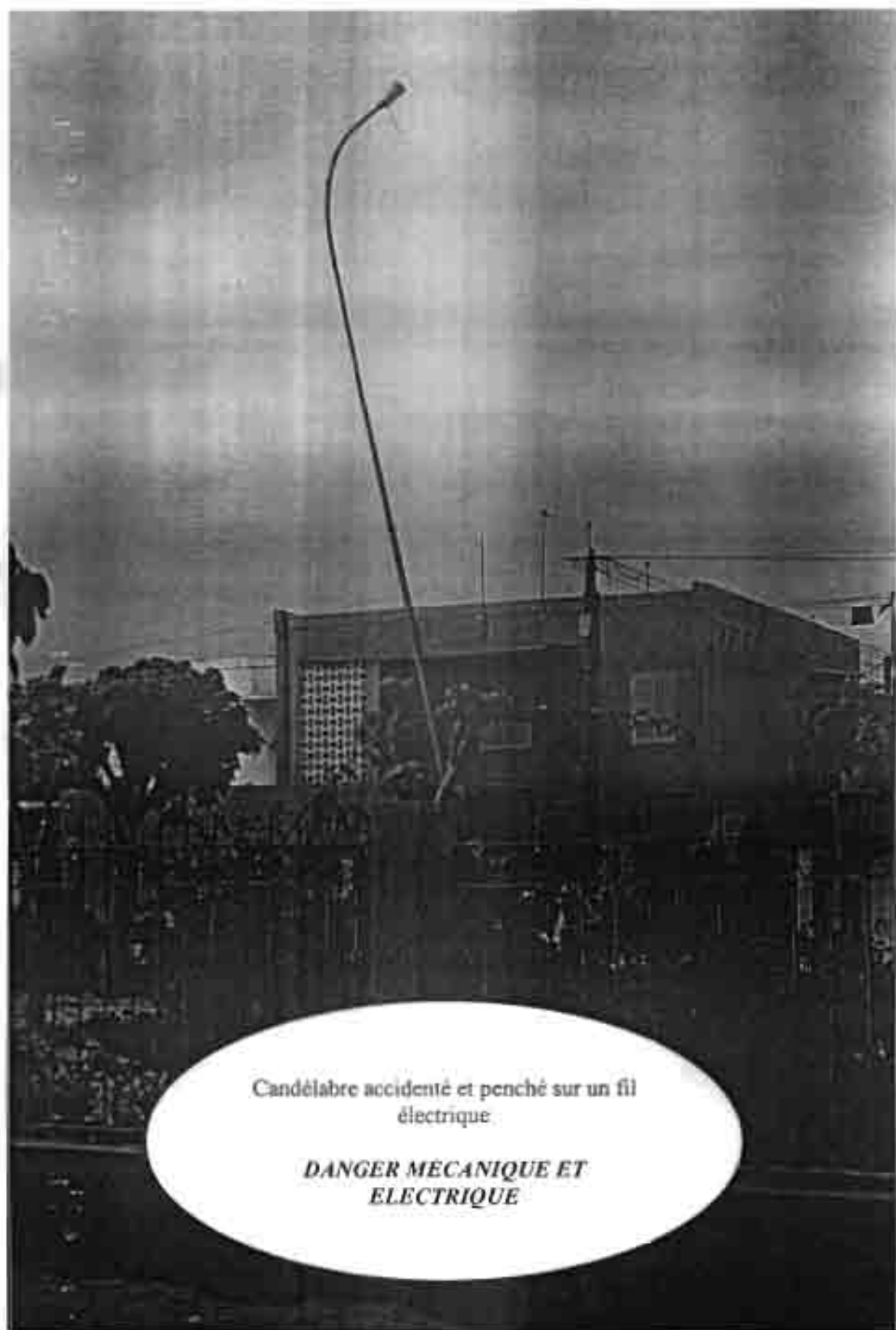


Candélabre arrachée avec son massif (VDN)



Luminaire dégradé et suspendu en  
partie

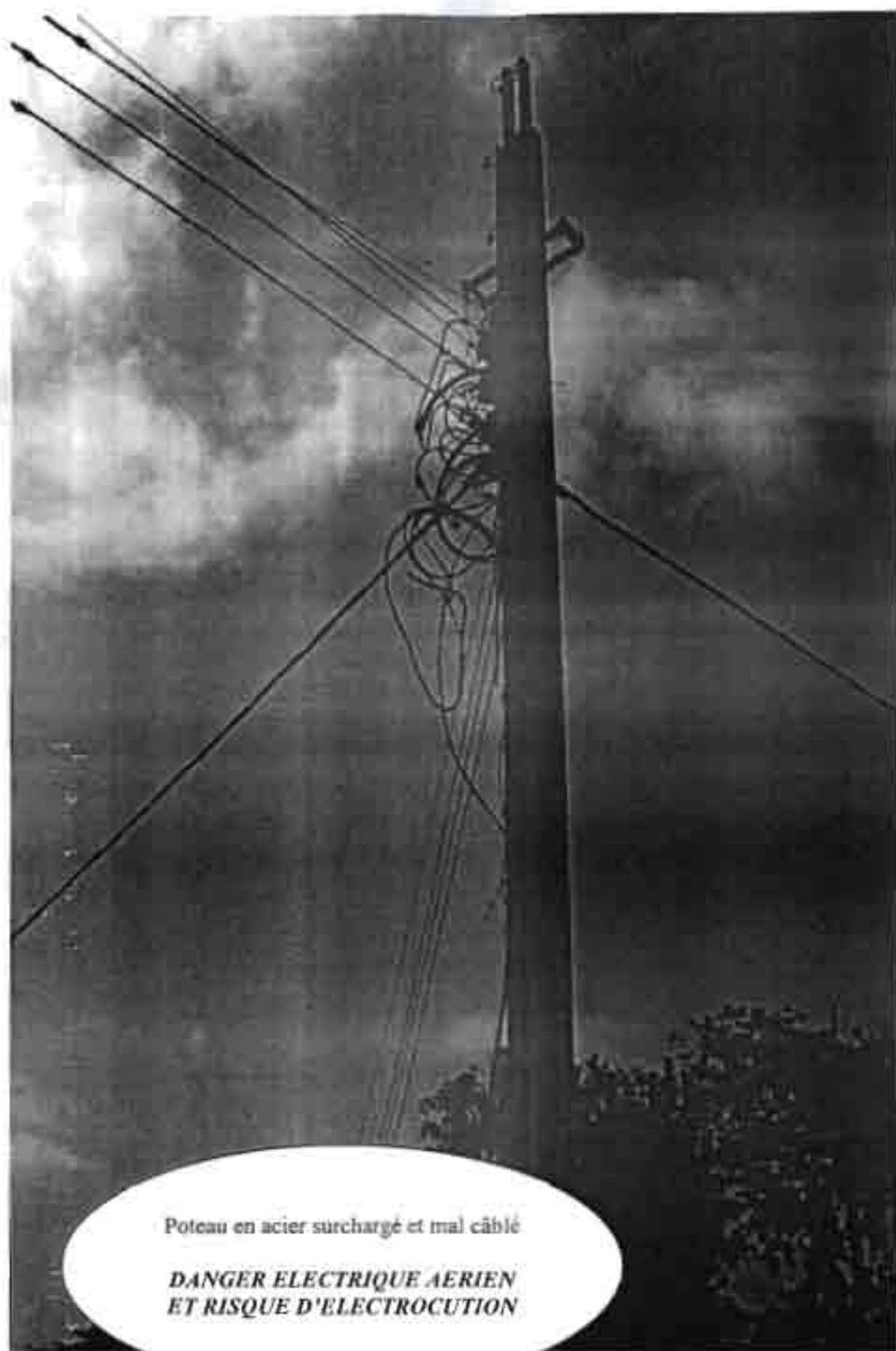
***DANGER MECANIQUE***



Candélabre accidenté et penché sur un fil  
électrique

***DANGER MECANIQUE ET  
ELECTRIQUE***





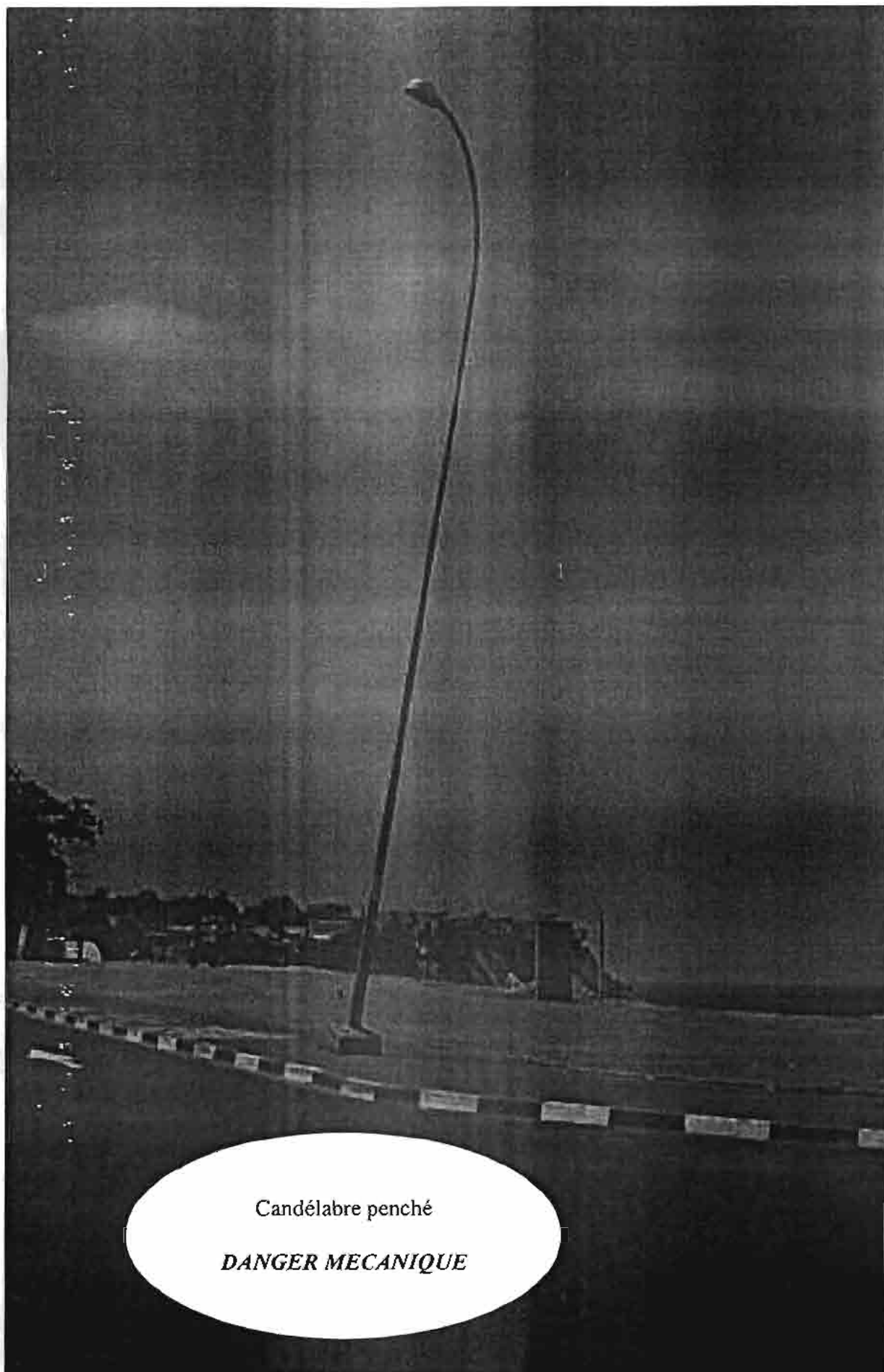
Poteau en acier surchargé et mal câblé

***DANGER ELECTRIQUE AERIEN  
ET RISQUE D'ELECTROCUTION***



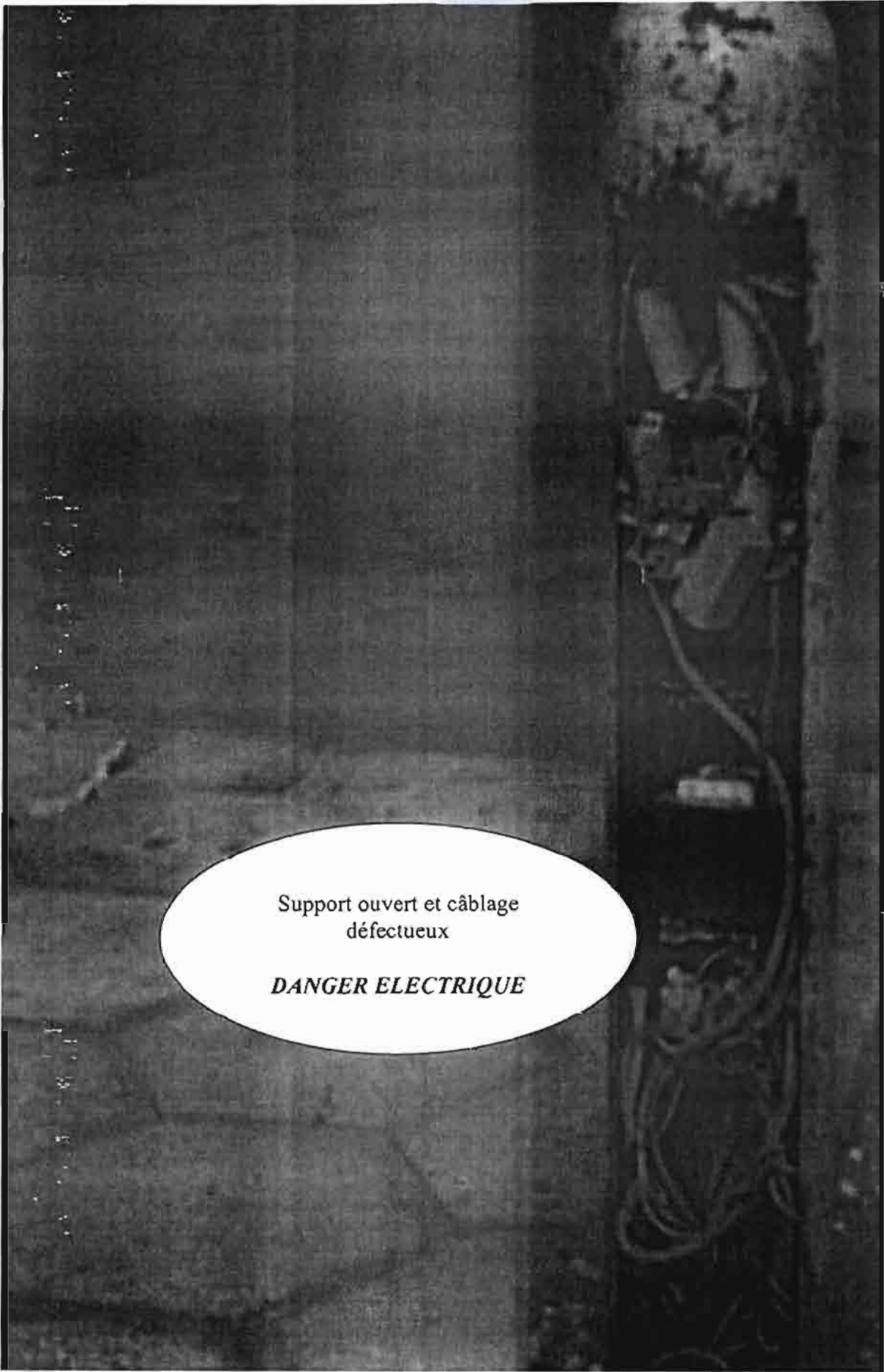
Massif (profondeur et solidité) et moyens  
de fixation (vis-écrou ) mal dimensionnés

***DANGER MECANIQUE PERMANANT***



Candélabre penché

***DANGER MECANIQUE***



Support ouvert et câblage  
défectueux

***DANGER ELECTRIQUE***