

REPUBLIQUE DU SENEGAL

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

---



SAGESSE DEVOIR

**ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES**

PROJET DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME

**D'INGENIEUR DE CONCEPTION**

*Gm.0162*

**TITRE: LES ECONOMIES D'ENERGIE DANS LES BATIMENTS ADMINISTRATIFS :  
CAS DU BUILDING ADMINISTRATIF DE DAKAR**

DATE: JUILLET 1992

AUTEUR : Fatou Dyana BA  
DIRECTEUR : Cheikh WADE  
CO-DIRECTEUR : Alhassane S. NDIAYE

DEPARTEMENT: GENIE ELECTROMECHANIQUE

## DEDICACE

Je dédie ce travail

A mes parents

A mes frères et soeurs

A tous ceux qui me sont chers

## REMERCIEMENTS

Nous adressons nos sincères remerciements aux principaux initiateurs de ce projet: MM. Cheikh WADE, professeur à l'Ecole Polytechnique de Thiès et Alhassane Ségou NDIAYE, ingénieur au bureau des Economies d'Energie, du Ministère de l'Industrie, du Commerce et de l'Artisanat, respectivement directeur et co-directeur de ce projet.

Notre reconnaissance va également :

- Au gestionnaire du Building Administratif de Dakar, le Colonel Bakary Faly BA et son collaborateur l'Adjudant Major Issa FAYE pour l'aide apportée lors de nos passages au Building.

- A tout le personnel du bureau de gestion, particulièrement MM. Alioune FALL et BALDE pour leur collaboration précieuse lors de la collecte d'informations.

- A MM. Amadou DIOP et Oumar MANE de la Compagnie Générale d'Electricité pour leur constante disponibilité.

A tous ceux qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation et à la saisie de ce rapport, nous exprimons notre vive gratitude.

## SOMMAIRE

Ce projet constitue une contribution à l'élaboration d'un vaste programme d'économies d'énergie réalisé par la Direction de l'Energie, du Ministère de l'Industrie, du Commerce et de l'Artisanat.

Il traite d'un sujet de plus en plus crucial, les économies d'énergie dans le secteur administratif.

Par sa représentativité, et sur proposition des autorités concernées, le Building du Gouvernement du Sénégal, situé à Dakar a été choisi comme modèle.

Une étude des consommations énergétiques au niveau de chaque équipement, de même que la possession des factures de la SENELEC sur une année représentative entière nous auraient permis plus de rigueur dans nos affirmations.

Néanmoins, nous avons eu à faire des estimations cohérentes et cette étude démontre la possibilité d'économies d'énergie certaines, pour peu que l'on fasse les investissements nécessaires.

Ces investissements, faits lors de la construction du bâtiment sont nettement moins coûteux et démontrent l'opportunité d'établir quelques normes en vue d'une rationalisation des consommations énergétiques dans les locaux administratifs.





## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1.1	: Eclairage naturel des bureaux.....	7
Tableau 2.1	: Liste des factures SENELEC.....	12
Tableau 2.2	: Consommations en climatisation....	21
Tableau 3.1	: Remplacement des lampes incandescentes.....	26
Tableau 3.2	: Coût d'achat des lampes fluorescentes.....	27
Tableaux 3.3.1 à 3.3.3	: Zonage du bâtiment.....	31
Tableau 3.4	: Coefficients de Desplanches.....	35
Tableau 3.5	: Débit d'infiltration d'air.....	36
Tableau 3.6	: Coût d'achat du matériel de climatisation.....	38

## **LISTE DES FIGURES**

Figure 2.1	: Histogramme des consommations mensuelles.....	13
Figure 2.2	: Histogramme du coût de l'électricité.....	14
Figure 2.3	: Histogramme de comparaison pour le poste 1.....	15
Figure 2.4	: Histogramme de comparaison pour le poste 2.....	16
Figure 2.5	: Histogramme du facteur de puissance.....	17
Figure 2.6	: Histogramme des primes et pénalités SENELEC.....	18

## LISTE DES ANNEXES

- ANNEXE 1 : Tarification SENELEC
- ANNEXE 2 : Vue en perspective du Building Administratif
- ANNEXE 3 : Inventaire des équipements
- ANNEXE 4 : Tableau des éclairagements moyens en service
- ANNEXE 5 : Tableau comparatif des lampes incandescentes  
et des lampes fluorescentes compactes
- ANNEXE 6 : Description des lampes fluorescentes compactes
- ANNEXE 7 : Calcul des charges de climatisation
- ANNEXE 8 : Données météorologiques
- ANNEXE 9 : Diagramme de l'air humide
- ANNEXE 10 : Tableaux pour la détermination des charges de  
climatisation
- ANNEXE 11 : Listing du programme de calcul d'éclairage
- ANNEXE 12 : Tableau récapitulatif des calculs d'éclairage

## INTRODUCTION

Ne disposant pas de sources d'énergie exploitables pour l'instant, le Sénégal voit chaque année une grande partie de ses ressources utilisée pour l'importation du pétrole nécessaire à sa production d'électricité.

Du fait de cette dépendance et des crises pétrolières récentes, le coût de l'énergie demeure très élevé au Sénégal (voir la tarification de la SENELEC en annexe 1 ).

Néanmoins, les factures de l'Etat le prouvent, on assiste à une forte consommation énergétique au niveau de l'Administration sénégalaise.

D'éminents spécialistes pensent que les pays en développement tout comme les pays riches d'ailleurs, ont plus à gagner d'une consommation énergétique efficace que d'une augmentation des investissements pour créer de nouvelles sources d'énergie. Autrement dit, l'énergie la moins chère sera celle que l'on réussira à économiser (Revue Liaison Energie-Francophonie ).

Fort de cette conviction, l'Etat sénégalais, par le biais de la Direction de l'Energie, des Mines et de la Géologie du Ministère de l'Industrie, du Commerce et de l'Artisanat a fait de la maîtrise de l'énergie sa préoccupation principale.

Ce projet mené sur l'initiative de la Direction de l'Energie a pour objet l'étude des économies d'énergie réalisables au niveau du Building Administratif de Dakar, siège du Gouvernement du Sénégal.

Après une brève présentation du Building, nous ferons l'inventaire des équipements électriques présents. L'étude des factures de la SENELEC ainsi que l'analyse des consommations aiderons à trouver des mesures d'économies d'énergie.

Ces mesures seront évaluées financièrement afin de démontrer leur pertinence. Finalement, les résultats de cette étude sur le Building Administratif devront permettre de déterminer pour tout type de bâtiment administratif des normes de construction et d'équipement devant conduire à l'obtention d'un seuil idéal de consommation énergétique.

## CHAPITRE I. ANALYSE PRELIMINAIRE

### 1.1 PRESENTATION DU BUILDING ADMINISTRATIF DE DAKAR

Le Building Administratif de Dakar a été construit en 1953 pour abriter les services du Gouvernement Général de l'Afrique Occidentale Française.

Depuis les Indépendances, il est le siège du Gouvernement du Sénégal et pratiquement tous les ministères y ont leurs bureaux. La Primature, Les Archives Nationales, le Contrôle Financier, la Direction de la Fonction Publique et des réformes administratives, le Commissariat général à l'emploi y résident également.

Le Building se trouve à l'Avenue Roume, sur la partie la plus avancée de la presqu'île du Cap Vert, en bordure de mer et il bénéficie donc d'un ensoleillement et d'une brise marine très appréciables.

C'est un bâtiment de dix étages (et deux sous-sols), comportant un total de 466 pièces et où travaillent plus de 1000 fonctionnaires, essentiellement des bureaucrates. Depuis le 01 juillet 1991, ils sont soumis au régime de la journée continue, de 7h30min à 16h00min avec une pause de 30 minutes, du lundi au vendredi.

Le Building, comme le montre l'Annexe 2 est de forme rectangulaire orienté Nord-Sud, avec deux rangées de bureaux sur les côtés Est et Ouest et un couloir central. Les locaux situés aux extrémités Nord et Sud sont de dimensions plus importantes et tiennent lieu de bureaux aux Ministres et à leurs Directeurs de cabinet.

Les façades extérieures du bâtiment sont composées à 80% de vitrages, protégés de l'intérieur par des stores vénitiens et quelquefois des rideaux.

La gestion du Building est assurée par le Bureau de gestion dirigé par des militaires. Depuis août 1991, ce gestionnaire se trouve être non plus un administratif, mais un homme de technique (électromécanicien ) et on assiste à une nouvelle politique de gestion se traduisant par des mesures comme la suppression de certaines lampes incandescentes au profit de tubes fluorescents. Ces mesures ont pour conséquences une meilleure clarté dans les locaux et une consommation énergétique moindre.

Ce bureau de gestion s'occupe notamment de l'entretien, des réfections et installations d'équipement. Il ne maîtrise pas totalement les installations d'appareils toutefois et cela crée bien des désagréments ( surcharges en période de chaleur ).

## **1.2 INVENTAIRE DES EQUIPEMENTS ELECTRIQUES PRESENTS AU BUILDING AU MOIS DE MAI 1992**

### **1.2.1 EQUIPEMENTS DE TRANSFORMATION ET DE DISTRIBUTION**

Le Building Administratif est raccordé au réseau SENELEC par une ligne 30000 Volts et une ligne 6600 Volts. Il dispose actuellement de deux postes de transformation :

- Un poste datant de 1953, avec encore deux transformateurs

triphases fonctionnels 6600V /250V , de 250 KVA chacun. Ce poste qui est appelé à être complètement déchargé d'ici peu assure l'alimentation de deux ascenseurs, de la climatisation centralisée du Central Téléphonique, ainsi que l'éclairage du couloir du sous-sol.

- Depuis 1987, pour faire face aux nouvelles données technologiques en matière d'alimentation des appareils ( 220 V au lieu de 110 V ), on a mis sur place un deuxième poste de transformation doté d'un transformateur triphasé 30000V /410V de 630 KVA qui devrait prendre toute la charge du bâtiment.

Le building possède également deux groupes électrogènes de secours de 532 KVA, qui sont testés deux heures par semaine, l'un en charge progressive, l'autre à vide.

Le coût de l'énergie du groupe étant acceptable du fait du prix du gasoil subventionné par l'Etat, notre étude portera essentiellement sur les moyens de réduire la consommation en électricité.

### **1.2.2 CHARGE DU BATIMENT**

L'inventaire des équipements du Building, résumé dans les tableaux en Annexe 3 n'est pas rigoureusement exact pour diverses raisons:

- Du fait du nombre important de bureaux et de l'inaccessibilité de certains bureaux de hautes personnalités nous n'avons pas pu visité tous les locaux.

- Les appareils comme les ordinateurs, les ventilateurs, les radio-cassettes, les cafetières etc... qui sont souvent des biens

personnels séjournent de manière intermittante au Building.

- Pour certains matériels très anciens ou n'ayant pas de plaque technique du fabricant, les puissances nominales ont dû faire l'objet d'estimation.

- Il est à noter également l'équipement continu des locaux en matériels récents ( surtout des climatiseurs et des ordinateurs ). Toutefois les renseignements fournis par le personnel du Bureau de gestion en ce qui concerne l'équipement des locaux inaccessibles pour nous et nos propres investigations ( visite des bureaux, relevé des puissances nominales des appareils ) nous ont permis d'estimer la puissance totale installée au niveau du Building.

Les résultats sont :

Puissance installée éclairage :	81,69 KW
Puissance installée conditionnement d'air :	761,78 KW
Puissance installée charges diverses :	277,50 KW

Soit une puissance installée totale de 1121 KW

Cette puissance installée assez élevée s'explique par le fait que nous avons pris en compte dans notre inventaire certains appareils de grande puissance tels que les sèche-mains, les ampoules incandescentes du rez-de chaussée qui ne sont plus fonctionnels.

D'ou cette grande différence entre la puissance installée et la puissance du transformateur.

### 1.3 ANALYSE DES INSTALLATIONS

#### 1.3.1 ECLAIRAGE

Il est aberrant de constater que dans un pays ensoleillé comme le Sénégal, il soit indispensable d'avoir recours à l'éclairage électrique en plein jour pour avoir une bonne visibilité dans certains lieux publics.

Ceci n'est toutefois pas le cas du Building Administratif qui a, dès sa conception, intégré l'éclairage naturel. En effet, les façades extérieures sont constituées de fenêtres et baies vitrées, assurant un bon éclairage des locaux.

Les mesures au luxmètre prises le 28 juin 1991 à 11h00min dans les bureaux façade Est et Ouest, au centre de la pièce et pour divers étages donnent les résultats suivants :

NB : Les stores sont relevés au moment des mesures.

#### ECLAIREMENT EN LUX

ETAGE	COTE EST	COTE OUEST
1° Sous-sol	750	930
Rez-de-chaussée	900	1500
Premier étage	950	1600
Deuxième étage	1000	1700
Sixième étage	1050	1700
Cage d'escalier	300	
Hall RDC	1500	

Tableau 1.1 Eclairage naturel des bureaux

Pour un bureau type, un éclairage moyen en service de 500 lux est requis, d'après l'Annexe 4.

Cette valeur est largement atteinte et sachant que plus de la moitié de la dépense nerveuse de la personne qui travaille en bureau doit être attribuée à l'appareil visuel, on comprend qu'il soit nécessaire de manipuler les stores pour ne pas avoir d'éblouissement.

Il est donc paradoxal de voir les lampes allumées toute la journée, occasionnant une facturation en éclairage de plus d'un million de francs par mois.

Lors de sa construction en 1953, l'éclairage au Building était assuré par des ampoules incandescentes, puis elles ont été progressivement remplacées par des tubes fluorescents. Actuellement, les bureaux du sous-sol jusqu'au huitième étage sont dotés de tubes fluorescents de 40 W. Les ampoules incandescentes subsistent dans les toilettes et dans bon nombre de bureaux du neuvième étage. A cet étage où la hauteur sous plafond est de 4,5m on a placé, des lampes d'une puissance totale de 600 W pour une surface de 23 m<sup>2</sup> ce qui n'est assurément pas la solution optimale.

### **1.3.2 CONDITIONNEMENT DE L'AIR**

La proximité du Building avec la mer ainsi que son orientation Nord-Sud favorisent la circulation du vent . Cependant, les portes et fenêtres des locaux sont le plus souvent fermées et la ventilation d'air frais se fait par les grilles d'aération .

Le flux solaire important dû aux vitrages a une action prépondérante sur les apports calorifiques dans les locaux, malgré la présence de stores vénitiens et de rideaux .

Aussi pour le conditionnement de l'air dispose t-on de brasseurs d'air dans tous les locaux et de climatiseurs individuels dans 70% des bureaux . Les bureaux des ministres sont équipés la plupart du temps de split système qui ont l'avantage d'être silencieux .

On peut également noter la présence de systèmes centralisés de climatisation au Central téléphonique du sous-sol et à l'aile Nord du rez-de-chaussée ( hors service ).

Pendant les périodes de chaleur, on constate que climatiseurs et ventilateurs sont allumés de 7h30min à 16h00 et ils ne possèdent pas de thermostats.

### **1.3.3 CHARGES DIVERSES**

A part les quelques rares machines (perceuse, poste de soudure etc..) de l'atelier et la pompe à eau, les charges diverses du Building sont surtout le matériel de bureau et les ascenseurs. Les ascenseurs qui sont sur le point d'être remplacés par de plus sophistiqués ( au nombre de 7 ) sont constamment sollicités.

Du fait de la modernisation des outils de travail, on assiste à un recyclage constant du matériel de bureau ( machines à écrire, micro-ordinateurs, photocopieuses ).

L'instauration de la journée continue depuis juillet 1991 a vu l'apparition de réchauds et cafetières électriques.

Toutes ces installations ne fonctionnent pas au même moment et pour connaître les consommations il faudrait tenir compte des facteurs de simultanéité et des temps d'utilisation ou se procurer le matériel de mesure adéquat.

## **CHAPITRE II. CONSOMMATIONS ENERGETIQUES**

N'ayant pu obtenir l'appareil servant à mesurer les consommations spécifiques des équipements à temps réel ( DRANETZ ), il nous est assez difficile de connaître les consommations dues à l'éclairage, au conditionnement de l'air et aux charges diverses.

L'étude des factures de la SENELEC nous permettra toutefois d'avoir une idée de la consommation globale.

Pour les deux postes de transformation, le Building a souscrit à deux polices d'abonnement :

- Le numéro 003295 pour l'ancien poste P1
- Le numéro 331364 pour le nouveau poste P2

La liste de ces factures se trouve à la page suivante.

### **2.1 ANALYSE DE LA FACTURATION**

#### **2.1.1 PUISSANCE SOUSCRITE**

Cette valeur sert à déterminer le montant de la caution à l'abonnement et elle exprime la puissance maximum que l'installation est susceptible d'atteindre mais qu'elle ne dépassera pas, tout au moins pendant la durée du contrat .

Nous n'avons pu nous procurer le formulaire passé avec la SENELEC pour connaître la valeur de la puissance souscrite cependant, l'installation continue et quelque peu anarchique des appareils exclue pour le moment toute renégociation à la baisse de la puissance souscrite.

LISTE DES FACTURES DE LA SENELEC

DATE	CONSUMMATION TOTALE EN KWH		FACTEUR DE PUISSANCE		PRIME FIXE EN FRANCS CFA		PUISSANCE MAXIMALE RELEVÉE EN KW		PUISSANCE MAXIMALE A APPLIQUER EN KW		CONSUMMATION PUISSANCE REACTIVE		APPLICATION COS PHI		NOMBRE DE JOURS		NET A PAYER EN FRANCS CFA	
	Poste 1	Poste 2	Poste 1	Poste 2	Poste 1	Poste 2	Poste 1	Poste 2	Poste 1	Poste 2	Poste 1	Poste 2	Poste 1	Poste 2	Poste 1	Poste 2	Poste 1	Poste 2
du 3 mai 91 au 6 juin 91	6210	36104	1	0.62	1414592	907895	1	300	800	420	0	33600	-62700	629231	37	37	1728174	3347478
du 6 juin 91 au 2 juil 91	34050	52266	1	0.73	1362200	742660	1	300	800	420	0	48948	-111101	325573	27	27	3057200	3838214
du 2 juil 91 au 25 juil 91	0	57800	-	0.79	1205016	677821	1	450	800	450	0	37400	-	171636	23	23	1294659	3851959
du 25 juil 91 au 22 août 91	0	83926	-	0.81	1466984	825178	1	450	800	450	0	60671	-	-	28	28	1576115	4919764
du 22 août 91 au 27 sept 91	0	114783	-	0.82	1886120	1065657	1	452	800	452	0	68350	-	-	36	36	2026431	6652515
du 27 sept 91 au 11 nov 91	12970	*	1	*	2357648	*	10	*	800	*	10	*	-111237	*	45	*	3065307	*
du 26 nov 91 au 24 dec 91	7890	58237	1	0.77	36674	916865	20	500	20	500	0	47791	-15212	176761	28	28	424224	3978271
du 24 dec 91 au 30 janv 92	7650	59965	1	0.7	48462	1211570	20	300	20	500	0	60091	-15229	392432	37	37	426767	462744
du 30 janv 92 au 28 fev 92	6540	35457	1	0.8	37984	949610	20	290	20	500	0	39716	-12946	384610	29	29	362220	316200

Tableau 2.1

**Fig 2.1 CONSOMMATIONS MENSUELLES**  
 CONSOMMATIONS MENSUELLES EN KWH

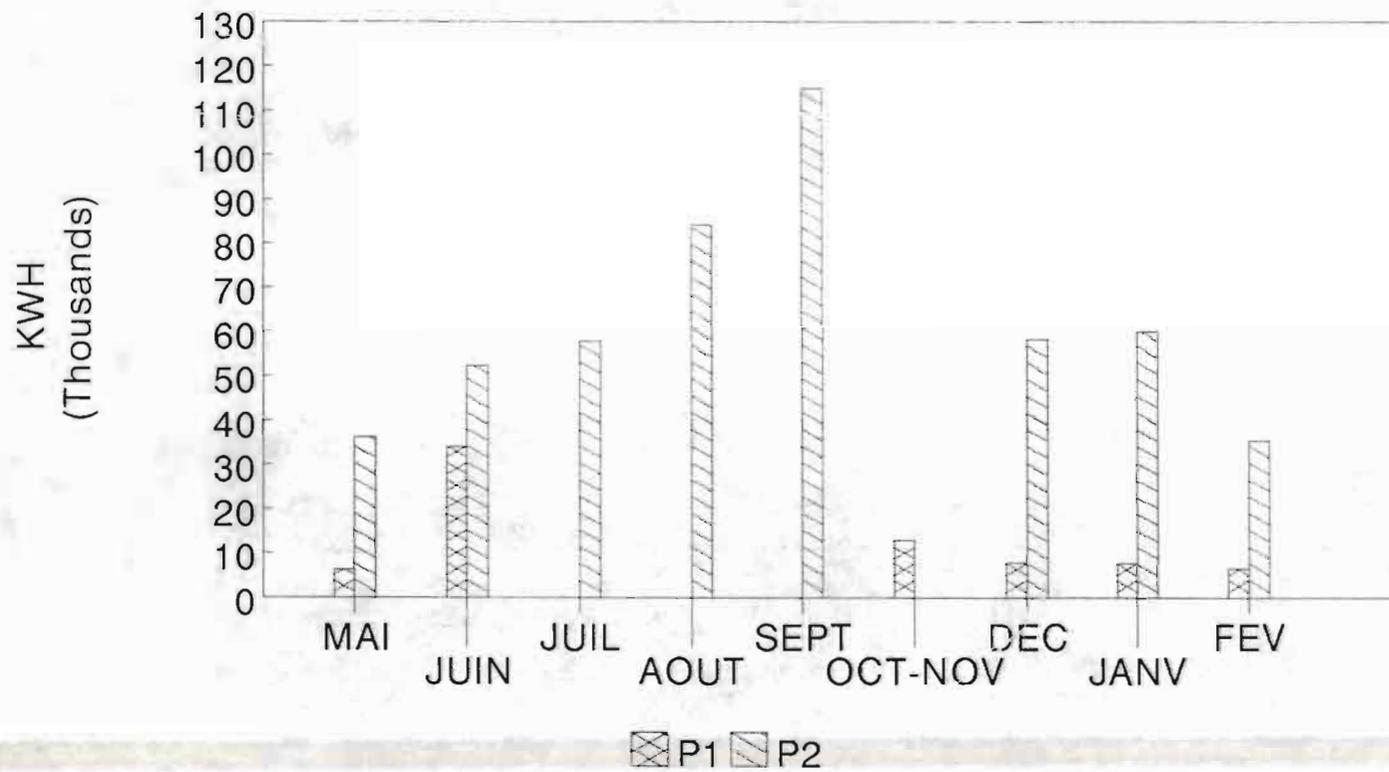


Fig 2.2 COUT DE L'ELECTRICITE  
NET A PAYER

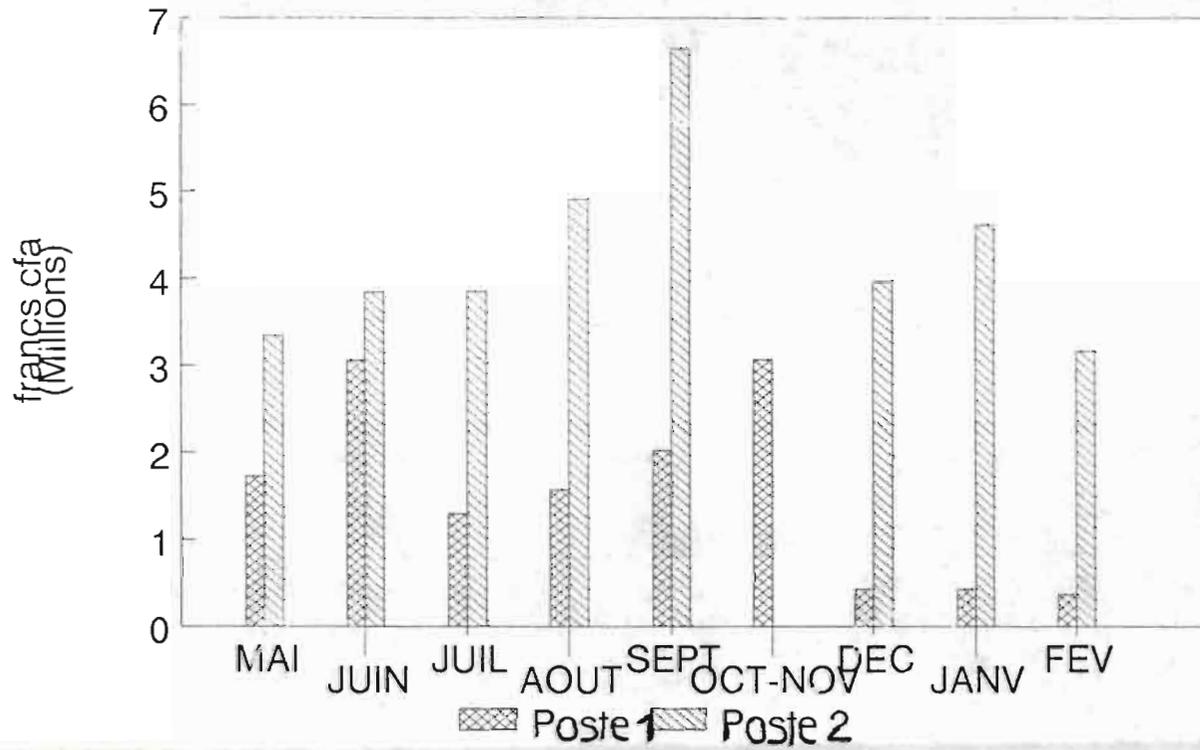


Fig 2.3 COMPARAISON Pmax et P appliquée

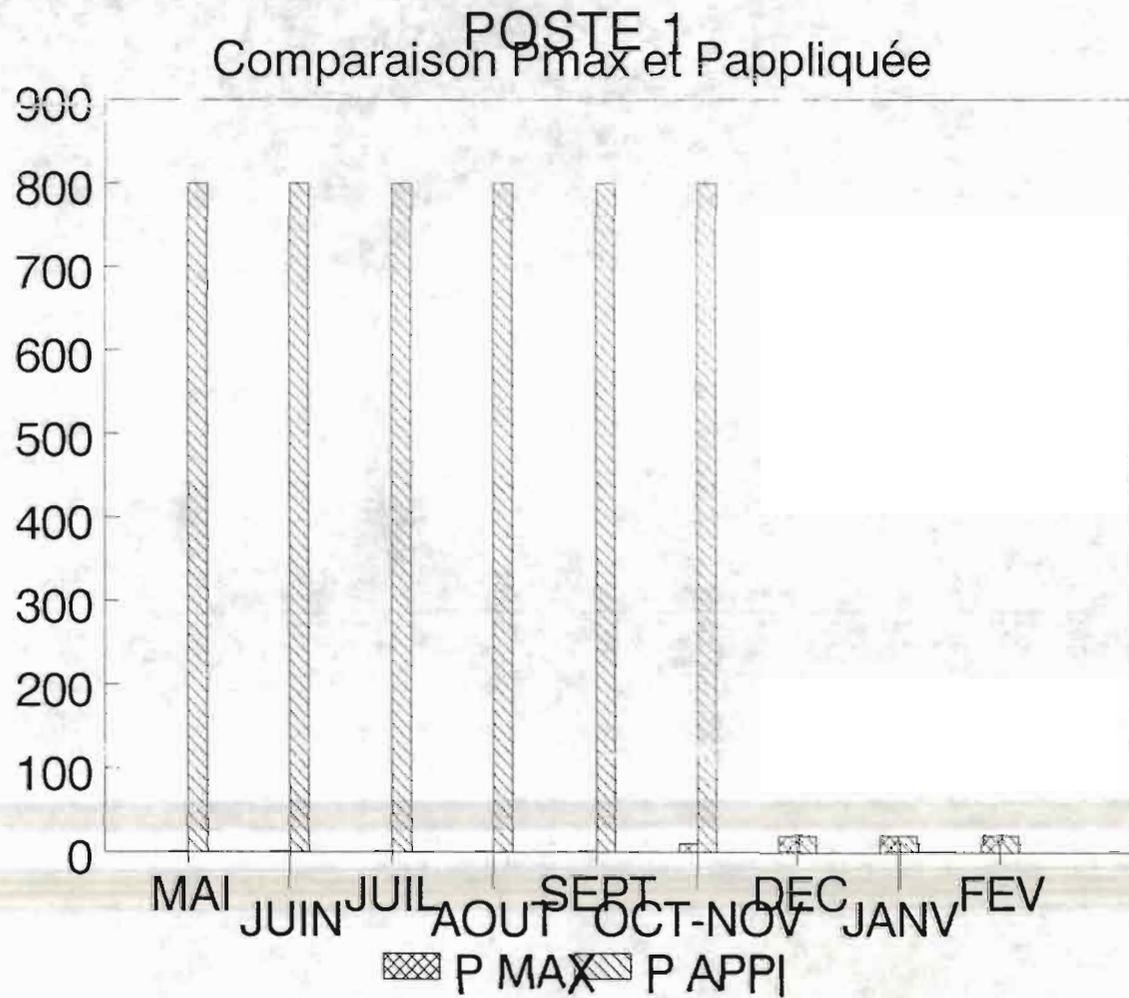


Fig 2.4 COMPARAISON Pmax et P appliquée

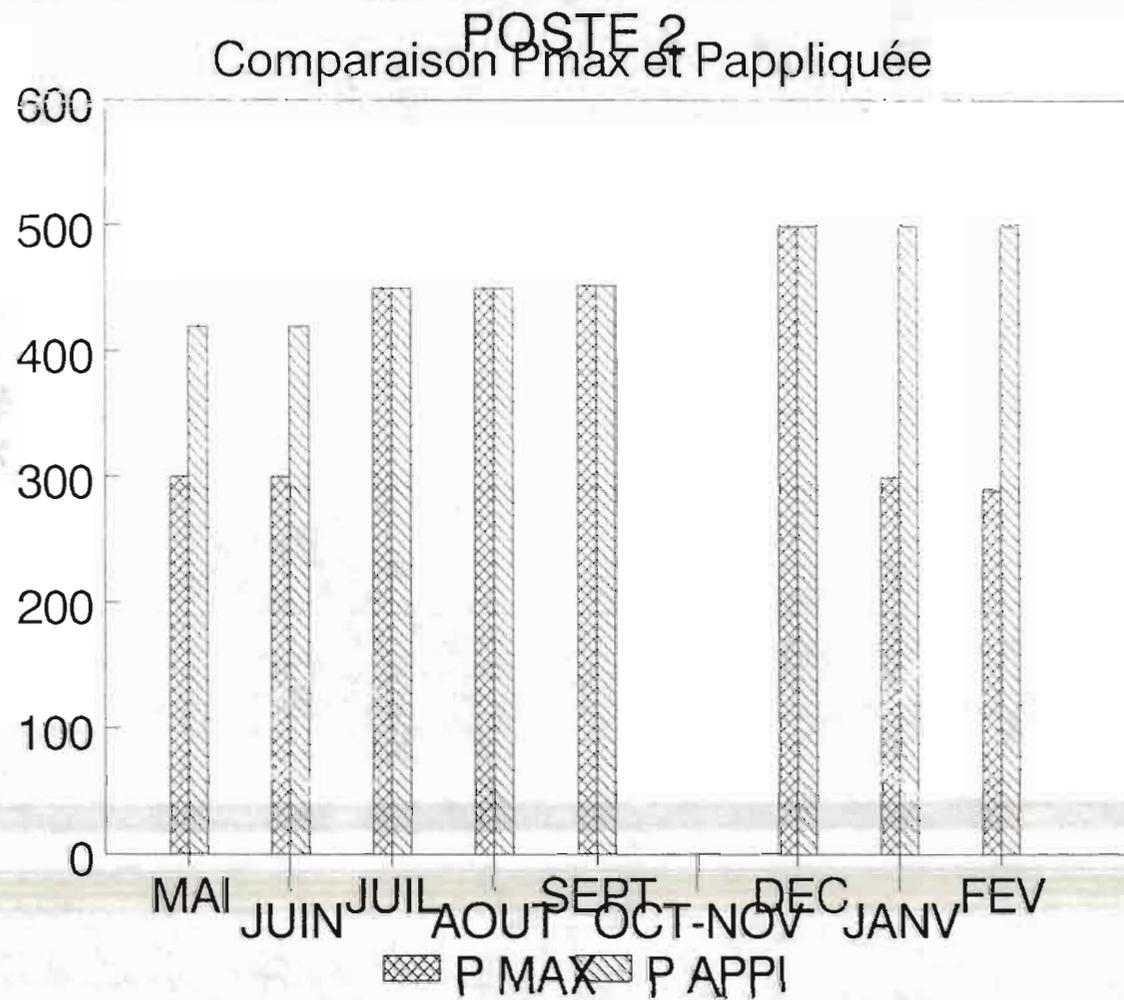


Fig 2.5 FACTEUR DE PUISSANCE  
FACTEUR DE PUISSANCE

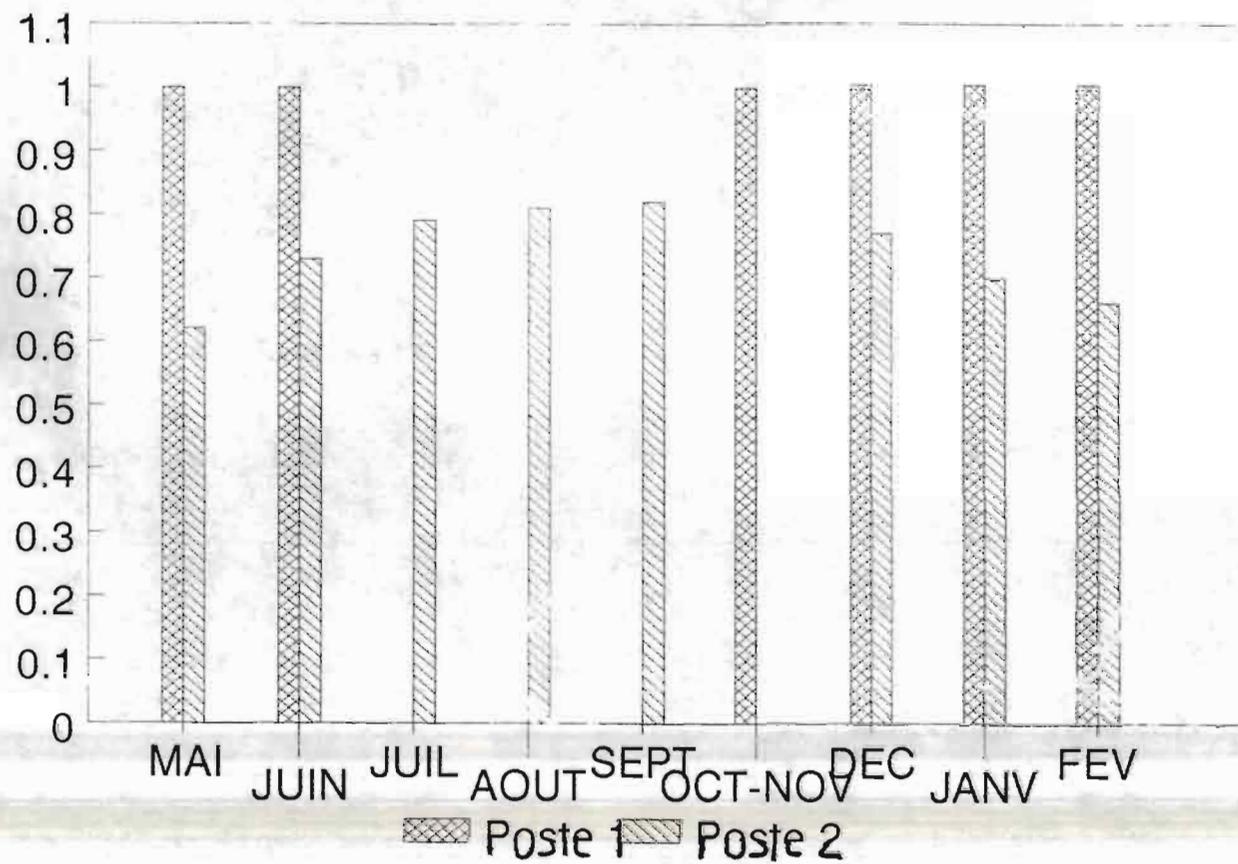
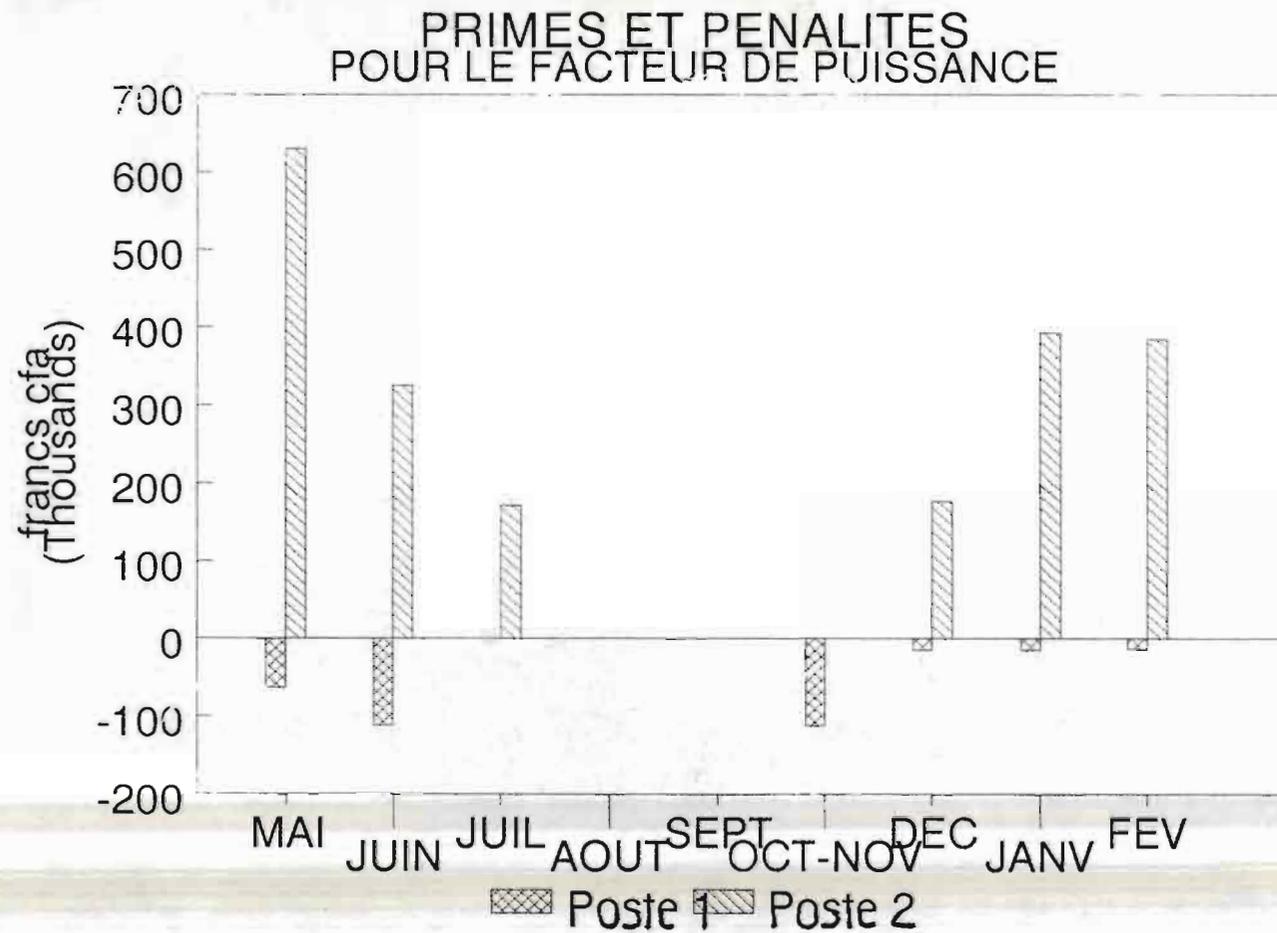


Fig 2.6 PRIMES ET PENALITES



### 2.1.2 PRIME FIXE

On la calcule comme suit:

$$PF = \frac{\text{Taux} \times P_{app} \times \text{nbre de jours}}{365}$$

PF: Prime Fixe      P<sub>app</sub>: Puissance à appliquer      Taux = 23904

La puissance à appliquer est le maximum des puissances relevées sur une période donnée, elle peut être renégociée avec la SENELEC.

On observe pour la période du 2 Juillet 1991 au 27 Septembre 1991 que le poste P1 a une consommation nulle, la facturation concerne alors uniquement la prime fixe et les taxes. On peut supposer que c'était lors de réparations ou d'entretien sur le poste.

La valeur élevée de la prime fixe due à une puissance à appliquer égale à 800 KW pour une puissance appelée maximale de 1 KW démontre la nécessité de revoir cette valeur.

Ceci a certainement été fait et on note à partir du 26 novembre 1991 une puissance à appliquer de 20 KW.

Pour le poste 1 comme pour le poste 2, on observe que la puissance à appliquer est souvent égale à la puissance relevée.

### 2.1.3 FACTEUR DE PUISSANCE

Le facteur de puissance plus connu sous le nom de cosφ est fixé à 0,87. Un mauvais facteur de puissance a comme inconvénient la hausse de l'intensité du courant et le préjudice financier sous forme de pénalités de la SENELEC.

Le cosφ de 1 relevé sur les factures du poste P1, alors qu'il n'y

a pas de batterie de condensateurs sur le circuit et que des charges comme les ascenseurs alimentées par ce poste sont nécessairement réactives, laisse supposer qu'il y a une erreur dans la facturation. Cette erreur, imputable à un compteur défaillant a toutefois le mérite d'accorder au Building une prime mensuelle allant jusqu'à 111 237 FCFA. Par contre, le  $\cos\phi$  relevé pour le poste P2 qui varie de 0,62 à 0,82 occasionne pour le Building des pénalités mensuelles allant jusqu'à 629 231 FCFA.

Les taux appliqués par la SENELEC se trouve à l'Annexe 1.2

Voir de la page 13 à la page 18, pour les postes 1 et 2, les courbes de la consommation, du facteur de puissance, de l'application du  $\cos\phi$  et du net à payer en fonction du temps.

## 2.2 CONSOMMATIONS

Ces courbes font remarquer un maximum de consommation aux mois d'août et de septembre. Ce sont les mois les plus chauds et ceci montre la place importante que le conditionnement de l'air occupe dans les consommations énergétiques de l'administration.

Un moyen sommaire d'estimer cette consommation pour le poste P2 est donné ci-dessous :

1) Supposons que durant le mois de février, la température moyenne de 20.24°C à Dakar permet de ne pas avoir recours à la climatisation pour assurer le confort dans les bureaux.

Les consommations de ce mois seront donc dues à l'éclairage et aux charges diverses. Ces consommations varient peu dans le temps.

La consommation mensuelle en éclairage et en charges diverses sera

supposée égale à 35 457 KWH ( Consommation totale mois de février).

2) La consommation mensuelle due au conditionnement de l'air sera alors égale à la consommation totale du mois, moins 37 457 KWH  
Ceci donne les résultats suivants pour chaque mois :

Tableau 2.2 Consommations mensuelles en climatisation

MOIS	CONSOMMATION POUR CONDITIONNEMENT D'AIR
JUIN	16809 KWH
JUILLET	22343 KWH
AOUT	48469 KWH
SEPTEMBRE	57007 KWH
DECEMBRE	22780 KWH
JANVIER	11542 KWH

Ces résultats nous permettent de calculer une valeur moyenne de la consommation mensuelle en conditionnement de l'air. Cette valeur nous sera utile lors de notre recherche de solutions pour une consommation en conditionnement de l'air moindre.

### CHAPITRE III. MESURES D'ECONOMIES D'ENERGIE

Après ces diverses analyses, nous avons été amené à proposer des mesures de rationalisation des consommations énergétiques qui permettront de faire à cours ou long terme des économies d'énergie, tout en assurant le confort nécessaire aux fonctionnaires du Building Administratif.

Ces propositions seront suivies d'une analyse financière sommaire qui, sans prendre en considération les notions d'actualisation et d'amortissement montrera l'intérêt de leur mise sur pied.

#### 3.1 PROPOSITION 1 : AMELIORATION DU FACTEUR DE PUISSANCE

##### 3.1.1 DESCRIPTION

Le compteur défectueux du poste 1 qui affiche un  $\cos\phi$  de 1 et les bonifications que cela engendre fait ressortir l'intérêt d'un facteur de puissance élevé.

Par contre, le facteur de puissance moyen de 0.74 du poste 2 indique une proportion de charge réactive assez importante.

Pour relever le  $\cos\phi$ , un système de compensation simple consiste à installer une batterie de condensateurs et des relais varométriques modulables.

##### 3.1.2 CALCUL DE LA CAPACITE DE COMPENSATION

$$P_c = P_a ( \text{tg}\phi - \text{tg}\phi_1 )$$

$P_c$  = Puissance condensateurs en KVAR

$P_a$  = Puissance appelée en KW

$\phi$  = Angle du  $\cos\phi$  actuel

$\phi_1$  = Angle du  $\cos\phi$  désiré

Dans nos calculs, on prendra l'hypothèse où le poste 2 alimente tout le bâtiment.

On a une puissance appelée moyenne de  $381 + 20 = 401$  KW

Un  $\cos\phi$  moyen de 0.74

On désire un  $\cos\phi$  égal à 1 pour obtenir des bonifications

D'où  $P_c = 365$  KVAR

Pour éviter les surcompensations et circulation de courants capacitifs, on automatisera en installant une batterie fixe de 250 KVAR et un relais varométrique de 125 KVAR à 5 gradins de 25 KVAR.

### **3.1.3 ANALYSE FINANCIERE**

#### **3.1.3.1 COUT DE L'INVESTISSEMENT**

- Achat de batteries de condensateurs dont 5 \* 50 KVAR fixes et un relais varométrique de 125 KVAR à 5 gradins de 25 KVAR, le tout complet avec contacteurs et protection.

- Main d'oeuvre pour l'installation.

Investissement = 9 000 000 FCFA

#### **3.1.3.2 CALCUL DES ECONOMIES ANNUELLES**

- Pénalités pour un  $\cos\phi$  moyen de 0.74

La SENELEC a fixé une valeur du  $\cos\phi$  égale à 0,87. En deçà de cette valeur, elle applique des pénalités (voir Annexe 1.2).

D'après l'Annexe 1.2, pour un  $\cos\phi$  égal à 0,74, on applique une

majoration de 13% au prix de l'énergie et la prime fixe.

Une compensation du  $\cos\phi$  à 0,87 amènerait à économiser cette pénalité.

D'après les factures de la SENELEC, les économies pour une année sont de : 4 420 351 FCFA

- Primes pour un  $\cos\phi$  égal à 1

La SENELEC accorde des primes pour un  $\cos\phi$  supérieur à 0,95.

D'après l'Annexe 1.2, pour un  $\cos\phi$  égal à 1, on applique une minoration de 5% au prix de l'énergie et la prime fixe.

Une compensation du  $\cos\phi$  à 1 permettrait de bénéficier de cette prime.

D'après les factures de la SENELEC les économies pour une année sont de : 1 700 135 FCFA

Soit un total d'économies annuelles de 6 120 486 FCFA

### **3.1.3.3 PERIODE DE RECOUVREMENT**

Valeur de l'économie	:	6 120 486 FCFA
Investissement	:	9 000 000 FCFA
Période de recouvrement	:	1 an et 6 mois

La proposition 1, 18 mois après sa mise en application devra générer une économie annuelle de 6 120 486 FCFA

## **3. 2 PROPOSITION 2 : REMPLACEMENT DES LAMPES INCANDESCENTES PAR DES LAMPES FLUORESCENTES COMPACTES A ALLUMAGE ELECTRONIQUE**

### 3.2.1 DESCRIPTION

Il est intéressant pour le Building de diminuer sa consommation et sa puissance installée en éclairage en s'équipant de lampes fluorescentes compactes appelées encore lampes d'économies d'énergie. Le Bureau de gestion en a déjà installé six de 25 W et leurs performances justifient leur généralisation.

Les lampes fluorescentes compactes peuvent remplacer immédiatement toute lampe à incandescence, car elles disposent de culot analogue. Ces lampes ont la consommation et l'émission de chaleur en moins ( 5 fois moins ), la durée de vie en plus ( 8 fois plus ) et ont un  $\cos\phi$  très correct de 0.96.

Voir description en Annexes 5 et 6.

On installera des luminaires suspendus pour les locaux du 9 ème étage pour pallier à la hauteur sous plafond élevée.

### 3.2.2 CALCUL DE LA PUISSANCE A INSTALLER

Lampes incandescentes :

Elles seront remplacées par des lampes DULUX EL standard, suivant les correspondances fournies par le constructeur .

NB: Il n'est pas nécessaire de remplacer les 136 spots de 150 W du rez-de-chaussée qui ne sont allumés que très rarement.

Le tableau de remplacement des lampes incandescentes se trouve à la page suivante.

Les résultats sont les suivants:

Puissance totale lampes incandescentes à remplacer : 27 860 W

Tableau 3.1 Remplacement des lampes incandescentes

LAMPE INCANDESCENTE		150 W	120 W	75 W	60 W	40 W	20 W
LAMPE FLUORESCENTE COMPACTE		2 x 15 W	2 x 11 W	15 W	11 W	7 W	7 W
9 ème étage	Nombre de lampes incandescentes	38	2	4	2	3	8
	Nombre de lampes fluorescentes compactes	76	4	4	2	3	8
8 ème étage	Nombre de lampes incandescentes	9		6	3		
	Nombre de lampes fluorescentes compactes	18		6	3		
7 ème étage	Nombre de lampes incandescentes	6		4	3		
	Nombre de lampes fluorescentes compactes	12		4	3		
6 ème étage	Nombre de lampes incandescentes	12		6		2	
	Nombre de lampes fluorescentes compactes	24		6		2	
5 ème étage	Nombre de lampes incandescentes			4		2	
	Nombre de lampes fluorescentes compactes			4		2	
4 ème étage	Nombre de lampes incandescentes			4	2		
	Nombre de lampes fluorescentes compactes			4	2		
3 ème étage	Nombre de lampes incandescentes			4		4	
	Nombre de lampes fluorescentes compactes			4		4	
2 ème étage	Nombre de lampes incandescentes	6		4		2	
	Nombre de lampes fluorescentes compactes	12		4		2	
1 er étage	Nombre de lampes incandescentes	60		4		1	
	Nombre de lampes fluorescentes compactes	120		4		1	
rez de chaussée	Nombre de lampes incandescentes	8		24			
	Nombre de lampes fluorescentes compactes	16		24			
sous sol	Nombre de lampes incandescentes			4		4	
	Nombre de lampes fluorescentes compactes			4		4	

Puissance totale lampes fluorescentes compactes à installer: 5 556W

Soit une réduction de la puissance installée en éclairage de 22 304 W ( 22,30 KW ).

### 3.2.3 ANALYSE FINANCIERE

#### 3.2.3.1 COUT DE L'INVESTISSEMENT

- Achat d'ampoules fluorescentes compactes de type OSRAM

DESIGNATION	QUANT	PRIX UNIT en CFA	PRIX TOTAL en CFA	PRIX TTC en CFA
DULUX EL 7 W	26	13 670	335 420	426 500
DULUX EL 11 W	14	13 670	191 380	229 656
DULUX EL 15 W	348	14 710	5 119 080	6 142 896

Tableau 3.2 : Coût d'achat des lampes fluorescentes compactes

La Compagnie Générale d'Electricité (CGE) qui nous a fourni ces prix estime pouvoir faire une remise de 40% d'où

Coût total d'achat de lampes = 4 079 431 FCFA

- L'installation de ces lampes peut être faite par le personnel de l'atelier et ne nécessite donc aucun frais supplémentaire.

#### 3.2.3.2 CALCUL DES ECONOMIES ANNUELLES

- Diminution de la consommation

En tenant compte du facteur d'utilisation et des temps moyens d'utilisation, estimons la réduction de la consommation mensuelle

due à la diminution de la puissance installée en éclairage.

Coefficient d'utilisation = 0,7

Temps d'utilisation journalier = 6 h

Occupation des bureaux 22 jours par mois

Soit une diminution de consommation de  $22,3 \times 0,7 \times 6 \times 22 =$   
2060 KWH

D'après le tarif général SENELEC, pour les heures hors pointe, le prix de l'énergie est de 46,82 FCFA / KWH.

Economies annuelles dues à la réduction de la consommation :

1 157 390 CFA

Ceci n'est bien sûr qu'une estimation et l'utilisation du DRANETZ donnerait des résultats plus précis.

- Economies sur la durée de vie des appareils

Par leur durée de vie multipliée par 8, les lampes fluorescentes compactes génèrent aussi des économies :

En effet, il faudrait pour une durée de huit ans par exemple, acheter une lampe fluorescente compacte alors que pour la même durée, il faudrait acheter sept lampes incandescentes.

Le coût de remplacement des lampes incandescentes est égale à  $7 \times 285\,200 = 1\,996\,400$  FCFA pour la durée de vie des lampes fluorescentes compactes.

Pour un usage intensif, la durée de vie de ces lampes est de deux ans, soit une économie annuelle de 998 200 FCFA.

- Le cos $\phi$  de 0.96 des ampoules compactes plus faible que celui

de 1 pour les ampoules incandescentes n'entraîne cependant pas de pénalités.

On obtient une économie annuelle totale de 2 155 590 FCFA

### **3.2.3.3 PERIODE DE RECOUVREMENT**

Investissement :	4 079 431 FCFA
Economie annuelle :	2 155 590 FCFA
Période de recouvrement :	1 an et 10 mois

Si l'on considère que les lampes ont une durée de vie de deux ans (théorique), cet investissement ne générera en fait des économies sur deux mois soit 359 265 FCFA.

Toutefois dans le cas où le prix d'achat des lampes fluorescentes baisse sur le marché ( Certains commerçants les vendent déjà à 6000 FCFA ), cette proposition serait nettement plus intéressante.

Il y a également des possibilités de renégociation de la puissance à appliquer du fait de la diminution de la puissance installée.

Un autre intérêt difficilement chiffrable de ces lampes est l'émission calorifique divisée par cinq, qui diminuera la charge de climatisation.

## **3. 3 PROPOSITION 3 : INSTALLATION DE SYSTEMES CENTRALISES DE CONDITIONNEMENT DE L'AIR**

### **3.3.1 DESCRIPTION**

Le nombre important de climatiseurs individuels installés

au Building Administratif reflète l'intérêt d'étudier l'implantation de systèmes centralisés de conditionnement de l'air. Ces systèmes devraient permettre une diminution de la charge de climatisation et une régulation automatique de leur fonctionnement conduirait à une optimisation des consommations.

Un système de climatisation a pour fonction de préparer et de distribuer de l'air dans des locaux par des conduits et bouches de soufflage. Il faut pour cela connaître les apports de chaleur et d'humidité, appelés encore charges de climatisation dans le local.

### **3.3.2 CALCUL DES CHARGES DE CLIMATISATION**

#### **3.3.2.1 ZONAGE DU BATIMENT**

Le calcul des charges est à la base de toute étude de climatisation, il doit être aussi précis que possible.

On calculera les charges maximales dans les conditions de base, puis les charges intermédiaires seront compensées par une régulation adéquate.

Pour ce calcul, on subdivise le bâtiment en 4 zones suivant l'orientation et les charges des locaux.

Cette subdivision est illustrée par les tableaux suivants .

Les nombres d'appareils, de luminaires et de personnes présents dans chaque type de bureau sont des valeurs moyennes, tenant compte des fonctions du local et des modernisations futures éventuelles.

**Tableau 3.3.1 ZONAGE DU BATIMENT : Partie 1**

ZONE	PIECE	ORIENTATION	NOMBRE DE PIECES DANS LA ZONE	APPAREILS	PUISSANCE APPAREILS	ECLAIRAGE	NOMBRE OCCUPANTS	VOLUME PIECE
1	bureau 1er Ministre	Nord	1	1 ordinateur 1 imprimante 1 frigidaire 1 cafetière TOTAL	200 W 180 W 100 W 1000 W 1480 W	6 fluo comp 25 W 1 lampe bureau fluo comp 7 W TOTAL 157 W	2	400 m
	bureau Directeur de cabinet	Sud-Ouest	1	1 ordinateur 1 imprimante 1 frigidaire 1 cafetière TOTAL	200 W 180 W 100 W 1000 W 1480 W	3 fluo comp 25 W 1 lampe bureau fluo comp 7 W TOTAL 82 W	2	210 m
	secrétariat	Ouest	1	1 machine à écrire 1 ordinateur 1 imprimante 1 photocopieuse TOTAL	80 W 200 W 180 W 1500 W 1960 W	2 fluo comp 25 W TOTAL 50 W	2	104 m
		Est	2					
	bureau type du neuvième	Est	18	2 machines à écrire 1 ordinateur 1 imprimante 1 photocopieuse TOTAL	160 W 200 W 180 W 1500 W 2040 W	2 tubes de 1.2m TOTAL 80 W	3	104 m
		Ouest	18					
salle repas premier ministre	Nord-est	1			3 fluos comp de 25 W TOTAL 75 W	1	150 m	
bureau ministre	Sud-Est		1 ordinateur 1 imprimante 1 frigidaire 1 cafetière TOTAL	200 W 180 W 100 W 1000 W 1480 W	4 fluos comp 25 W 1 fluo comp 7 W TOTAL 107 W	2	250 m	

**Tableau 3.3.2 ZONAGE DU BATIMENT : Partie 2**

ZONE	PIECE	ORIENTATION	NOMBRE DE PIECES DANS LA ZONE	APPAREILS	PUISSANCE APPAREILS	ECLAIRAGE	NOMBRE OCCUPANTS	VOLUME PIECE
2	bureau directeur de cabinet	Nord-Ouest	9	1 ordinateur 1 imprimante 1 frigidaire 1 cafetière TOTAL	200 W 180 W 100 W 1000 W 1480 W	3 fluo comp 25 W 1 fluo comp 7 W  TOTAL 82 W	2	150 m
	secrétariat	Ouest	9	1 machine à écrire 1 ordinateur 1 imprimante 1 photocopieuse TOTAL	80 W 200 W 180 W 1500 W 1980 W	2 fluo comp 25 W  TOTAL 50 W	2	75 m
	bureau ministre	Nord-Est	9	1 ordinateur 1 imprimante 1 frigidaire 1 cafetière TOTAL	200 W 180 W 100 W 1000 W 1480 W	4 fluo comp 25 W 1 fluo comp 7 W  TOTAL 107 W	2	225 m
	secrétariat	Est	9	1 machine à écrire 1 ordinateur 1 imprimante 1 photocopieuse TOTAL	80 W 200 W 180 W 1500 W 1980 W	2 fluo comp 25 W  TOTAL 50 W	2	75 m

**Tableau 3.3.3 ZONAGE DU BATIMENT : Partie 3**

3	bureau directeur de cabinet	Sud-Ouest	9	1 ordinateur 1 imprimante 1 frigidaire 1 cafetière TOTAL	200 W 180 W 100 W 1000 W 1480 W	3 fluos comp 25 W 1 fluo comp 7 W  TOTAL 82 W	2	150 m
	secrétariat	Ouest	9	1 machine à écrire 1 ordinateur 1 imprimante 1 photocopieuse TOTAL	80 W 200 W 180 W 1500 W 1960 W	2 fluo comp 25 W  TOTAL 50 W	2	75 m
	bureau ministre	Sud-Est	9	1 ordinateur 1 imprimante 1 frigidaire 1 cafetière TOTAL	200 W 180 W 100 W 1000 W 1480 W	4 fluo comp 25 W 1 fluo comp 7 W  TOTAL 107 W	2	225 m
	secrétariat	Est	9	1 machine à écrire 1 ordinateur 1 imprimante 1 photocopieuse TOTAL	80 W 200 W 180 W 1500 W 1960 W	2 fluo comp 25 W  TOTAL 50 W	2	75 m
4	bureau type	Ouest	190	2 machines à écrire 1 ordinateur 1 imprimante 1 photocopieuse TOTAL	180 W 200 W 180 W 1500 W 2040 W	1 tube de 1.2m  TOTAL 40 W	3	75 m
	bureau type	Est	190	2 machines à écrire 1 ordinateur 1 imprimante 1 photocopieuse TOTAL	180 W 200 W 180 W 1500 W 2040 W	1 tube de 1.2m  TOTAL 40 W	3	75 m

ZONE 1 : Le neuvième étage, abrite la Primature et beaucoup de bureaux de hautes personnalités et exige donc une climatisation de tout confort. Les pièces de cet étage ont des dimensions plus importantes.

ZONE 2 : Les locaux du rez-de-chaussée au huitième, à l'extrémité Sud, occupés par les Ministres, les Directeurs de cabinet et leurs secrétariats.

ZONE 3 : Les locaux du rez-de-chaussée au huitième, à l'extrémité Nord, occupés par les Ministres, les Directeurs de cabinet et leurs secrétariats.

ZONE 4 : Les bureaux situés aux côtés Est et Ouest, du rez-de-chaussée au huitième.

#### **3.3.2.2 CALCUL DES CHARGES**

Les données météorologiques concernant la température extérieure et le degré hygrométrique ( humidité relative ) de la région de Dakar sont données en Annexe 8 et permettent de définir les conditions extérieures de base .

##### **a) Conditions de base extérieures**

La température extérieure de base peut être fournie par le Service de la Météorologie Nationale.

Pour éviter un surdimensionnement de nos systèmes, on choisira comme température extérieure de base, la moyenne des températures relevées lors des mois les plus chauds (Septembre, Octobre )  $\theta_{e,m} = 27.6^{\circ}\text{C}$ .

On l'affectera ensuite du coefficient préconisé par M. DESPLANCHES.

Tableau 3.4 COEFFICIENT AFFECTANT LES TEMPERATURES  
MAXIMALES RELEVÉES

$\theta_{e,m} < 24$ [°C] 1.30	$24 \leq \theta_{e,m} < 26$ 1.25	$26 \leq \theta_{e,m} < 30$ 1.22	$30 \leq \theta_{e,m} < 34$ 1.15	$\theta_{e,m} \geq 34$ 1.10
----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

La température extérieure de base sera  $\theta_e = \theta_{e,m} \times 1.22 = 33.7$  °C

La moyenne  $\theta_{e,m}$  combinée avec la moyenne des degrés hygrométriques des mois les plus chauds  $\phi_{e,m} = 80.2$  % permet de trouver par le diagramme de l'air humide, la teneur en humidité que l'on admettra constante  $r = 19.3$  g/kgas ( diagramme à voir en Annexe 9).

Ce diagramme donne pour une température extérieure de base  $\theta_e = 33.7$  °C et  $r = 19.3$  g/kgas , un degré hygrométrique de base correspondant  $\phi_e = 58$  % .

$$\phi_e = 58 \%$$

$$\theta_e = 33.7 \text{ °C}$$

b) Conditions de base intérieures

D'après la figure en Annexe 10.1, on fixe comme température et degré hygrométrique intérieurs pour une climatisation de confort :

$$\phi_i = 50 \%$$

$$\theta_i = 25 \text{ °C}$$

c) Environnement intérieur

c.1) Apports dus aux occupants

Pour un travail de bureau à 25 °C, le tableau en Annexe 10.2 donne

Apport d'enthalpie : 145 W/pers

Apport d'humidité : 110g/h,pers

c.2) Apports dus aux machines

Une machine électrique utilisée dans un local dégage intégralement l'équivalent calorifique de la puissance moyenne absorbée .

### c.3) Apports dus à l'éclairage

En raison du fonctionnement de l'éclairage à l'intérieur des locaux climatisés, on considère que toute l'énergie électrique consommée se transforme intégralement en chaleur (aucun apport d'humidité ) Une partie de cette énergie rayonnée est d'abord absorbée puis emmagasinée par les parois et les matériaux environnants. Pour tenir compte de ce phénomène, les apports réels sont calculés comme suit : apports réels = M x puissance éclairage installée

M est un coefficient qui tient compte du type d'éclairage, du temps écoulé après l'allumage de l'éclairage. Nous prendrons  $M = 1$  .

On considère dans nos calculs que les lampes incandescentes ont été remplacées par des lampes fluorescentes.

### d) Environnement extérieur

#### d.1) Infiltration d'air extérieur

L'expérience montre que les débits massiques moyens d'infiltration dus aux fenêtres et portes extérieures considérées comme étanches sont donnés par le tableau ci-après .

Tableau 3.5 Débit d'infiltration d'air extérieur

Nombre de parois extérieures ayant des fenêtres ou portes	Débit massique d'infiltration kg/h m
1	1.1
2	1.8
3	2.2
4	2.5

Les apports d'enthalpie et d'humidité sont donnés par les relations générales

$$Q = q_{mas,v} ( h_e - h_i )$$

$$M = q_{mas,v} ( r_e - r_i )$$

$$W \quad \text{kgas/s} \quad \text{J/kgas}$$

$$\text{kg/s} \quad \text{kgas/s} \quad \text{kg/kgas}$$

Q = apport de chaleur dans le local à climatiser

$q_{mas,v}$  = débit massique d'air sec d'infiltration introduit dans le local

$h_e, h_i$  = enthalpie spécifique de l'air extérieur ou intérieur

M = apport d'humidité dans le local à climatiser

$r_e, r_i$  = teneur en humidité de l'air extérieur ou intérieur

$h_i, h_e, r_e$  et  $r_i$  sont trouvés par le diagramme de l'air humide

#### d.2) Apports dus aux vitrages

$$Q = h \times S \times F \times \alpha_{max} \times B$$

$\alpha_{max}$  = valeurs des apports effectifs d'un vitrage ordinaire non protégé en  $W/m^2$  à lire sur les tableaux en Annexe 10

h = coefficient d'encadrement de 1.17 pour les châssis métalliques

S = surface du vitrage

F = facteur solaire dépendant du type de vitrage et des protections antisolaires à voir à l'Annexe 10

B = coefficient de correction de l'altitude et du trouble de l'atmosphère à voir à l'Annexe 10

Ces diverses charges de climatisation sont présentées en Annexe 7 pour les différents locaux.

Nous avons fait notre étude pour une climatisation d'été.

Les résultats globaux sont les suivants :

ZONE	ENTHALPIE (W)	HUMIDITE (g/h)
ZONE 1	270 455	36 451
ZONE 2	237 573	29 997
ZONE 3	251 802	29 997
ZONE 4	2 113 560	213 180

Ceci constitue la charge maximale et l'on peut prévoir une consommation moyenne de 65% pendant les périodes d'utilisation.

### 3.3.3 ANALYSE FINANCIERE

#### 3.3.3.1 COUT DE L'INVESTISSEMENT

- Coût d'achat du matériel

Pour les diverses charges calorifiques maximales trouvées, la CGE nous a fourni les prix suivants .

Tableau 3.6 Coût d'achat du matériel

ZONE	PRIX COMPRESSEUR	PRIX GAINES BOUCHES DE SOUFFLAGE	PRIX TOTAL
1	4 560 000	5 500 000	10 060 000
2	2 950 000	5 500 000	8 450 000
3	3 910 000	5 500 000	9 410 000
4	5 680 000	25 100 000	30 780 000

### 3.3.3.2 ECONOMIES ANNUELLES

#### - Diminution de la consommation

En faisant une régulation appropriée de nos systèmes, on peut espérer réduire les consommations annuelles dues au conditionnement de l'air de 30% (les brasseurs d'air ne seront plus mis en marche) soit une économie annuelle moyenne de 58 185 KWH soit 2 724 222 FCFA par an

#### - Coût de vente des climatiseurs individuels

On suggère la vente des climatiseurs présents au personnel même du Building ou sur le marché pour faire face aux nouveaux investissements .

Prix occasion climatiseurs individuels :	125 000 FCFA
Prix occasion split système :	450 000 FCFA
Nombre de climatiseurs en bon état ( 80 % ) :	277
Nombre de splits en bon état ( 100 % ) :	23

Soit un apport financier de 44 975 000 FCFA

### 3.3.3.3 PERIODE DE RECOUVREMENT

Investissement :	58 700 000	FCFA
	- 44 975 000	FCFA
=	13 725 000	FCFA
Economies annuelles :	2 724 222	FCFA
Période de recouvrement	5 ans et 1 mois	

La durée de vie de tels systèmes est de 20 ans et en estimant des

coûts de réparation annuels de 500 000 FCFA, ce système générera des économies certaines et permettrait même une renégociation de la puissance souscrite.

L'inconvénient principal de cette proposition réside dans l'investissement important qu'elle requiert et nous n'avons pas l'assurance que les équipements actuels pourront être aisément vendues.

De plus nous n'avons pas tenu compte dans nos calculs du coût d'installation des bouches de soufflage, tuyauteries etc...

### **3.4 PROPOSITION 4 : EQUIPEMENT DES CLIMATISEURS DE THERMOSTATS**

#### **3.4.1 DESCRIPTION**

Une autre alternative pour avoir une consommation optimisée en conditionnement de l'air consiste à placer un thermostat sur chaque climatiseur ou split système .

Ce thermostat tiendra lieu de régulateur et pour une consigne de température du local  $\theta_i = 24 \text{ }^\circ\text{C}$ , il arrêtera l'appareil de conditionnement de l'air.

#### **3.4.2 CALCUL DU NOMBRE NECESSAIRE DE THERMOSTATS**

Nombre de climatiseurs individuels :	346
Nombre de splits systèmes :	23
Nombre de thermostats à installer :	369

### **3.4.3 ANALYSE FINANCIERE**

#### **3.4.3.1 COUT DE L'INVESTISSEMENT**

- Coût d'achat du matériel

Le prix d'un thermostat à la CGE est de 15 000 FCFA

Soit un coût d'acquisition du matériel = 5 535 000 FCFA

- Coûts d'installation et de main d'oeuvre

Les thermostats se montent facilement et ce travail pourra être fait par le personnel de l'atelier . Ces coûts sont donc négligeables.

Investissement = 5 535 000 FCFA

#### **3.4.3.2 ECONOMIES ANNUELLES**

Cette régulation thermostatique permettra de diminuer les gaspillages et on peut espérer réduire la consommation annuelle due au conditionnement de l'air de 20 % soit une économie de 38 790 KWH par an.

Economies annuelles = 1 816 148 FCFA

#### **3.4.3.3 PERIODE DE RECOUVREMENT**

Investissement : 5 535 000 FCFA

Economies annuelles : 1 816 148 FCFA

Période de recouvrement : 3 ans 1 mois

Cette proposition semble être plus aisément réalisable que la précédente, mais à long terme les systèmes centralisés génèreront des profits nettement plus intéressants.

Les propositions qui suivent présentent un intérêt certain du point de vue économie d'énergie mais elles n'ont pas fait l'objet de calculs ni d'analyse financière.

### **3.5 PROPOSITION 5 : UTILISATION DE L'ENERGIE SOLAIRE**

Les menaces de pollution qui pèsent sur la planète Terre et les mesures prises au sommet de Rio font entrevoir beaucoup de promesses en ce qui concerne les énergies renouvelables comme la biomasse, l'énergie solaire et l'énergie éolienne.

Ce sont des énergies qui constituent une ressource importante pour les pays en voie de développement et dans l'hypothèse où les recherches aboutissent à de meilleures performances des capteurs solaires, à un coût moindre, il serait intéressant d'exploiter la terrasse très ensoleillée du Building Administratif, afin d'assurer l'éclairage du Building par l'énergie solaire.

Ceci pourrait d'ailleurs faire l'objet d'un projet de fin d'études.

### **3.6 PROPOSITION 6 : INSTALLATION DE PERCOLATEURS**

L'avènement de la journée continue a entraîné l'apparition au Building de réchauds et cafetières électriques qui sont malheureusement de grands consommateurs d'électricité.

Nous proposons l'installation de quelques distributeurs automatiques de café, qui auront une consommation moindre et le

prix de la tasse sera étudié de sorte à amortir le coût de l'investissement et la consommation électrique.

### **3.7 PROPOSITION 7 : SENSIBILISATION DES EMPLOYES**

Les efforts d'économies d'énergie au Building ne sauraient être réellement efficaces si les employés n'étaient pas conscientisés et ne voyaient pas la nécessité de ces mesures. Il faut donc appeler les agents de l'Etat à un peu plus de 'civisme' dans leur comportement énergétique et dans leur travail.

Par une campagne de sensibilisation ( notes de service, publicité, atelier de sensibilisation etc...) on pourrait arriver à une utilisation rationnelle et appropriée de la lumière naturelle, des instruments de travail ( machines à écrire, photocopieuses etc... ), ceci en appui aux mesures proposées précédemment.

### **3.8 PROPOSITION 8 : UTILISATION OPTIMALE DE LA LUMIERE DU JOUR**

L'ensoleillement naturel dont jouit le Building et les horaires d'occupation des locaux permettent des économies appréciables. Les consommations en éclairage ne se justifient qu'en temps sombre et nuageux, ou dans les locaux des hautes personnalités.

Il faudrait donc réparer bon nombre de stores défectueux ( 30 %) afin de permettre le réglage de l'éclairage sur le plan de travail et du confort thermique.

Pour une meilleure efficacité, on peut envisager la mise sur place d'un système d'automatisation de l'allumage des lampes avec des capteurs de lumière dans les locaux ( MAZDAREGIE du catalogue MAZDA 1992 ).

Ce système, outre l'investissement qu'il requiert, nécessite la mise sur place d'un personnel qualifié pour son suivi et sa maintenance .

Ces diverses propositions d'économies d'énergie ont été étudiées individuellement mais dans bien des cas, leur combinaison aboutira à des économies encore plus substantielles.

Cette étude a portée essentiellement sur le Building Administratif mais il est intéressant de noter que les propositions sus-citées sont applicables dans bon nombre de locaux à usage administratif.

Cependant, les investissements d'économie d'énergie pris en compte dès la conception des bâtiments ou lors du choix des équipements sont infiniment moins coûteux que des mesures curatives sur des installations en service ( rapport des coûts de 1/10 ). D'où l'opportunité pour nous de tenter de définir un seuil idéal de consommation énergétique des locaux à usage administratif en indiquant les types de construction et d'équipements à privilégier.

**CHAPITRE IV    NORMES DE CONSTRUCTION ET D'EQUIPEMENT DES LOCAUX  
ADMINISTRATIFS    POUR    UNE    RATIONNALISATION    DES    CONSOMMATIONS  
ENERGETIQUES**

**4.1    NORMES DE CONSTRUCTION**

Il est important pour le Sénégal de faire de la maîtrise de l'énergie un facteur de développement et de concevoir un habitat énergétiquement intelligent .

La conception architecturale des bâtiments doit être adaptée et exploiter au possible les conditions naturelles.

Pour ce qui est du confort thermique, une ventilation naturelle déterminée par la direction et l'action du vent devra être recherchée par une orientation adéquate du bâtiment.

Une bonne isolation des parois extérieures pourra amortir grandement le rayonnement solaire. Les matériaux isolants comme le géobéton dont l'inertie thermique améliore le confort devront être privilégiés.

Pour les locaux à usage administratif, le 'pan de verre' génère des désagréments d'ordre thermique auxquels il faut remédier.

Le rayonnement solaire est donc à la fois un moyen de confort visuel et un obstacle au confort thermique, cependant l'installation de pare-soleil, de baies vitrées protégées extérieurement et de vitrages spéciaux teintés ou semi-réfléchissants permettent de réduire de près de 75 % le rayonnement solaire tout en assurant l'éclairage nécessaire.

L'éclairage moyen des locaux peut être considérablement amélioré sans toucher aux installations existantes, mais en jouant sur les facteurs de réflexion des murs, plafonds et plancher.

Les normes recommandées sont de :

Murs	:	80%
Plafond	:	65 à 70 %
Plancher	:	20 à 30 %

Quelques facteurs de réflexion moyens de couleurs et matériaux se trouvent en Annexe 10.

## 4.2 NORMES D'EQUIPEMENT

### **4.2.1 EN ECLAIRAGE**

On préconise l'installation de lampes fluorescentes compactes à allumage électronique qui ont des performances énergétiques meilleures que les tubes fluorescents conventionnels et ne nécessitent pas de réglette et ballast.

L'installation d'un système de gestion de l'éclairage (MAZDAREGIE) peut être envisagé.

Ce système sera chargé de l'allumage ou de l'extinction automatique des luminaires, grâce à des capteurs et cellules photoélectriques placées dans les locaux.

Les calculs d'éclairage pour déterminer la puissance à installer pourront toujours être faits au moyen du petit programme en Annexe 11 développé par nous-même. Un exemple de calcul est donnée ci-après. Les choix de luminaires et lampes ont été faits dans le catalogue MAZDA à notre disposition.

### 1. Définition du cahier des charges

Type de local : Bureau de secrétariat

Eclairement moyen le plan utile = 500 Lux

Classe de qualité visuelle B

Indice de rendu de couleur: IRC  $\geq$  85

Largeur l du local : 4 m

Longueur L du local : 5 m

Hauteur H du local : 3 m

Hauteur du plan utile : 0.85

Réflectance des parois, du plafond, du sol : 80% 70% 30%

### 2. Choix du luminaire et des lampes

Type de lampe : Lampe EF<sup>2</sup> 23 EL

efficacité lumineuse des lampes : 1500 lumens

Type de luminaire : Encastré technique 693

### 3. Puissance à installer

Nombre d'appareil : 5

Nombre de lampes : 5

Nous pouvons ainsi tenter d'établir quelques normes en ce qui concerne l'éclairage de locaux, en nous basant sur ce programme et en faisant varier certains paramètres comme les dimensions des pièces, les facteurs de réflexion des murs etc...

( voir tableau récapitulatif en Annexe 12 ).

#### 4.2.2 CONDITIONNEMENT DE L'AIR

Les charges de climatisation pourront être considérablement

réduites par une conception ingénieuse du bâtiment .

Pour des locaux administratifs, on conseillera donc l'installation de systèmes centralisés fiables de conditionnement de l'air à régulation automatique et l'on veillera à une maintenance et un suivi optimal du matériel.

Ici également, il serait opportun de développer un programme pour un choix rapide et efficace des systèmes de climatisation à installer.

#### **4.2.3 EN EQUIPEMENT DIVERS**

L'impératif ici sera de se doter de matériel à haute performance énergétique que ce soit pour les ascenseurs, les machines à écrire, les photocopieuses etc...

## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Notre étude sur le Building Administratif nous a fait entrevoir de réelles possibilités d'économie d'énergie au niveau du secteur administratif.

Pour veiller à la réalisation des propositions énoncées, nous proposons la mise sur pied d'un organe chargé des économies d'énergie dans le secteur administratif.

Cet organe aura pour rôle :

- d'élaborer des lois et règlements, des normes et codes relatifs aux économies d'énergie dans les bâtiments administratifs au Sénégal.

- d'élaborer un code de construction pour les concepteurs et promoteurs.

- d'implanter un programme permanent de gestion énergétique dans tout bâtiment administratif.

- de mettre en place un système d'inspection et d'entretien préventif des équipements (éclairage, conditionnement de l'air, charge motrice ).

- d'effectuer un suivi mensuel des consommations énergétiques

- de vérifier régulièrement les factures de la SENELEC et de veiller à leur réajustement.

- de promouvoir les équipements à haut rendement énergétique.

La maîtrise de l'énergie reste une condition sine qua non pour le développement de nos états et il incombe que tous soient

conscients de ce fait car les économies d'énergie, ce ne sont pas seulement des règles à appliquer, c'est tout un mode de vie à adopter.

ANNEXES

**TARIFS D'ELECTRICITE HORS TAXES  
APPLICABLES A COMPTER DU 01-07-89**

**1. BASSE TENSION**

	Prime fixe annuelle (F/KW)	PRIX D'ENERGIE (F/KWH)			Observations
		1ère tranche	2ème tranche	3ème tranche	
<u>Usage domestique</u> U.D.S. (tarif spécial)	-	81,02	80,68	51,19	Abonnées alimen- tes à partir du réseau de
U.D.G. (tarif général)	-	101,27	67,17	51,19	
<u>Usage professionnel</u> U.P.1. (sans prime fixe)	-	97,16	87,10	59,97	distribution SENELEC sur
U.P.2 (avec prime fixe)	16 980	67,43	59,97	-	les tensions : - B1 (127/220V)
<u>Eclairage public</u>	19 668	68,02	-	-	ou - B2 (220/380V)

**2. MOYENNE ET HAUTE TENSION**

	Prime fixe annuelle (F/KW)	PRIX D'ENERGIE		Observations
		K1 (HP)	K2 (EP)	
<u>Moyenne tension</u> - Tarif courte utilisation (TCU)	5 616	64,07	92,47	
- Tarif général (TG)	23 904	46,82	67,55	
- Tarif longue uti- lisation (TLU)	57 696	39,02	56,28	
<u>Haute tension</u>	55 092	29,89	35,58	Réseau 90 KV

## ANNEXE 1.2 Barèmes appliqués pour le facteur de puissance

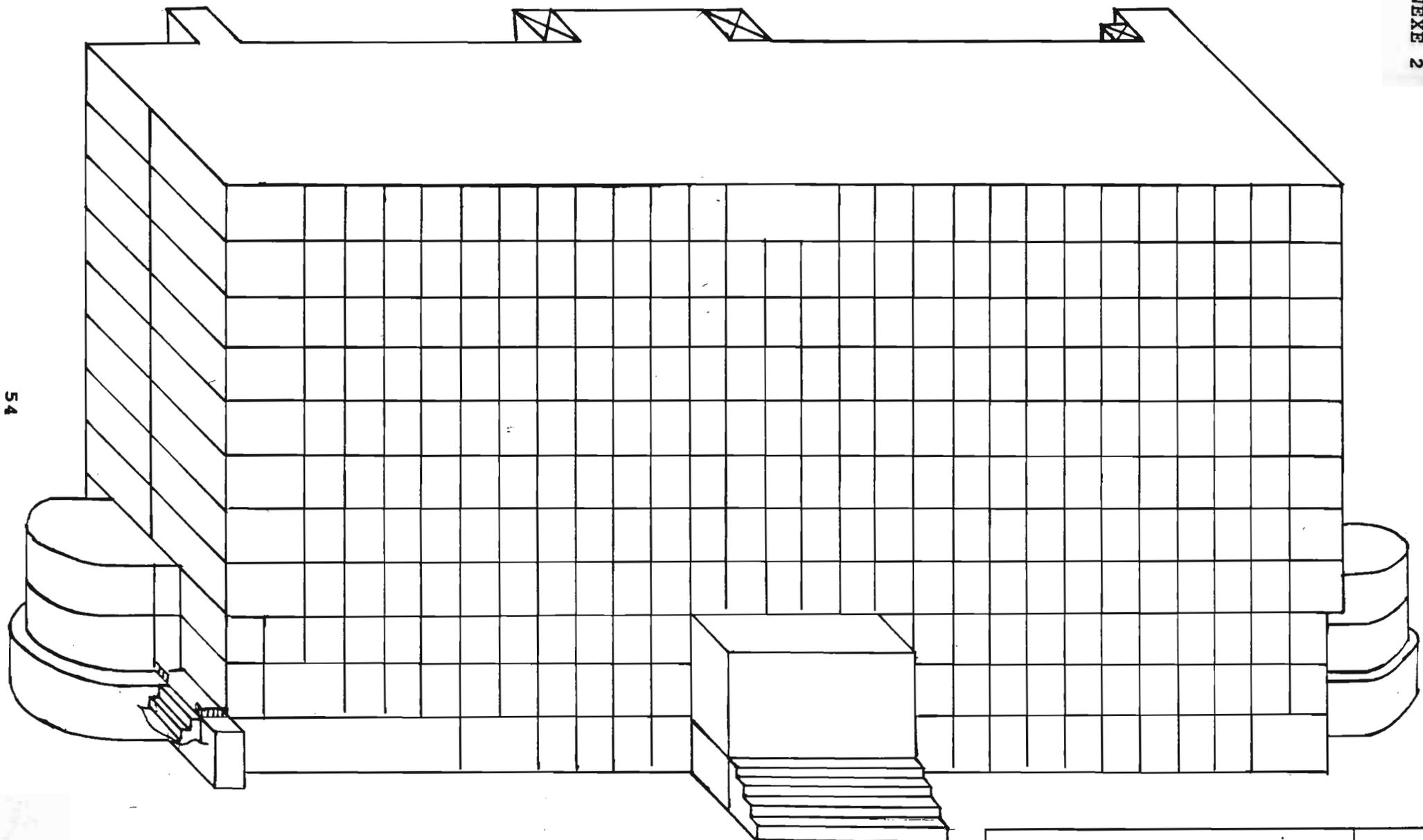
### Minorations pour $\cos P > 0,95$

$\cos P = 0,96$	Minoration de 1 %
$\cos P = 0,97$	Minoration de 2 %
$\cos P = 0,98$	Minoration de 3 %
$\cos P = 0,99$	Minoration de 4 %
$\cos P = 1,00$	Minoration de 5 %

### Majorations pour $\cos P < 0,87$

$\cos P = 0,86$	Majoration de 1 %
$\cos P = 0,85$	Majoration de 2 %
$\cos P = 0,84$	Majoration de 3 %
.	
.	
.	
$\cos P = 0,40$	Majoration de 37 %
pour tous $\cos P < 0,40$	Majoration de 80 %

Les pourcentages ci-dessus s'appliquent au prix de l'énergie et la prime fixe ( montant K1 + montant K2 + montant prime fixe ).



54

→ N

vue en perspective	
BUILDING	
ADMINISTRATIF	
	dessiné par
	FATOU D. BA

# INVENTAIRE DES EQUIPEMENTS ELECTRIQUES AU BUILDING ADMINISTRATIF

EQUIPEMENTS	9 ème ETAGE 35 Pièces		8 ème ETAGE 47 Pièces	
	NOMBRE	PUISSANCE TOTALE EN WATTS	NOMBRE	PUISSANCE TOTALE EN WATTS
<b>ECLAIRAGE</b>				
<b>LAMPES FLUORESCENTES</b>				
Tube de 0.6 m (20 W)	20	400		
Tube de 1.2 m (40 W)	44	1760	33	3320
Tube circulaire (20 W)	60	1200		
<b>LAMPES INCANDESCENTES</b>				
Ampoule (20 W - 40 W - 75 W - 120 W - 150 W)	55	6520	16	1860
Lampe de bureau (40 W - 60 W - 75 W)	2	120	2	120
<b>LAMPES D'ECONOMIES D'ENERGIE</b>				
Ampoule (25 W)	3	75		
<b>TOTAL PUISSANCE ECLAIRAGE</b>				
EN WATTS		10075		5300
<b>CONDITIONNEMENT DE L'AIR</b>				
CLIMATISEUR INDIVIDUEL (1800 W - 3200 W)	39	74100	32	60800
SPLIT SYSTEME (2500 W)	7	17500	2	5000
PLAFONNIER (50 W)	36	1900	48	2400
VENTILATEUR SUR PIED (75 W)				
<b>CLIMATISATION CENTRALISEE</b>				
<b>TOTAL PUISSANCE DE CLIMATISATION</b>				
EN WATTS		93500		68200
<b>CHARGES DIVERSES</b>				
ASCENSEUR (25000 W - 7500 W)				
MACHINE A ECRIRE (50 W - 90 W - 100 W)	17	1275	19	1425
PHOTOCOPIEUSE (60 W - 150 W)	4	6000	10	8200
MICRO-ORDINATEUR (200 W)	13	2600	5	1000
IMPRIMANTE (120 W)	13	1560	5	600
MACHINE TELEX (130 W)	3	360	1	120
MACHINE FAX (40 W)	1	40		
MACHINE TIRAGE (75 W - 1000 W)	4	300	2	150
BORNE-FONTAINE (180 W)	2	360	2	360
SECHE-MAIN (1750 W)	2	3500	2	3500
FRIGIDAIRE (100 W)	3	300	6	600
RECHAUD ELECTRIQUE (500 W - 200 W)	2	1000	2	1000
TELEVISION (90 W)	1	90		
MAGNETOSCOPE (100 W)	1	100		
POSTE RADIO (30 W)	1	30	1	30
BROYEUR A PAPIER (180 W)	1	180		
CAFETIERE (1000 W)	2	2000	2	2000
<b>TOTAL PUISSANCE CHARGES DIVERSES</b>				
EN WATTS		19695		18985
<b>TOTAL PUISSANCE INSTALLEE</b>				
EN WATTS		123270		92485

ANNEXE 3.1

# INVENTAIRE DES EQUIPEMENTS ELECTRIQUES AU BUILDING ADMINISTRATIF

EQUIPEMENTS	7 ème ETAGE 47 Pièces		6 ème ETAGE 47 Pièces	
	NOMBRE	PUISSANCE TOTALE EN WATTS	NOMBRE	PUISSANCE TOTALE EN WATTS
<b>ECLAIRAGE</b>				
<b>LAMPES FLUORESCENTES</b>				
Tube de 0.6 m ( 20 W )	6	120		
Tube de 1.2 m ( 40 W )	49	1960	60	2400
Tube circulaire ( 20 W )				
<b>LAMPES INCANDESCENTES</b>				
Ampoule ( 20 W- 40 W- 75 W- 120 W- 150 W )	10	1200	20	2400
Lampe de bureau ( 40 W- 60 W- 75 W )	3	180	2	120
<b>LAMPES D'ECONOMIES D'ENERGIE</b>				
Ampoule ( 25 W )				
<b>TOTAL PUISSANCE ECLAIRAGE</b>				
EN WATTS		3460		4920
<b>CONDITIONNEMENT DE L' AIR</b>				
CLIMATISEUR INDIVIDUEL ( 1800 W ---> 3200 W )	39	74100	36	68400
SPLIT SYSTEME ( 2500 W )	3	7500	3	7500
PLAFONNIER ( 50 W )	48	2400	45	2250
VENTILATEUR SUR PIED ( 75 W )	5	375	5	375
<b>CLIMATISATION CENTRALISEE</b>				
<b>TOTAL PUISSANCE DE CLIMATISATION</b>				
EN WATTS		84375		78525
<b>CHARGES DIVERSES</b>				
ASCENSEUR ( 25000 W - 7500 W )				
MACHINE A ECRIRE ( 50 W- 80 W- 100 W )	14	800	14	1075
PHOTOCOPIEUSE ( 60 W ---> 1500 W )	6	6120	7	10500
MICRO-ORDINATEUR ( 200 W )	9	1800	28	5600
IMPRIMANTE ( 120 W )	9	1080	21	2520
MACHINE TELEX ( 130 W )				
MACHINE FAX ( 40 W )			1	150
MACHINE TIRAGE ( 75 W ---> 1000 W )			2	200
BORNE-FONTAINE ( 180 W )	2	360	2	360
SECHE-MAIN ( 1750 W )	2	3500	2	3500
FRIGIDAIRE ( 100 W )	4	400	5	500
RECHAUD ELECTRIQUE ( 500 W- 1000 W )	2	1000	2	1000
TELEVISION ( 90 W )				
VIDEO ( 100 W )				
POSTE RADIO ( 30 W )				
BROYEUR A PAPIER ( 180 W )				
CAFETIERE ( 1000 W )	2	2000	2	2000
<b>TOTAL PUISSANCE CHARGES DIVERSES</b>				
EN WATTS		17060		27405
<b>TOTAL PUISSANCE INSTALLEE</b>				
EN WATTS		104895		110850

ANNEXE 3.2

# INVENTAIRE DES EQUIPEMENTS ELECTRIQUES AU BUILDING ADMINISTRATIF

EQUIPEMENTS	5 ème ETAGE 46 Pièces		4 ème ETAGE 47 Pièces	
	NOMBRE	PUISSANCE TOTALE EN WATTS	NOMBRE	PUISSANCE TOTALE EN WATTS
<b>ECLAIRAGE</b>				
<b>LAMPES FLUORESCENTES</b>				
Tube de 0.6 m ( 20 W )	13	260	12	240
Tube de 1.2 m ( 40 W )	61	2440	51	2040
Tube circulaire ( 20 W )				
<b>LAMPES INCANDESCENTES</b>				
Ampoule ( 20 W- 40 W- 75 W- 120 W- 150 W )	4	300	4	300
Lampe de bureau ( 40 W- 60 W-75 W )	2	80	2	120
<b>LAMPES D'ECONOMIES D'ENERGIE</b>				
Ampoule ( 25 W )				
<b>TOTAL PUISSANCE ECLAIRAGE EN WATTS</b>				
		3080		2700
<b>CONDITIONNEMENT DE L'AIR</b>				
CLIMATISEUR INDIVIDUEL ( 1800 W ---> 3200 W )	18	34200	40	76000
SPLIT SYSTEME ( 2500 W )	1	2500		
PLAFONNIER ( 50 W )	48	2400	45	2250
VENTILATEUR SUR PIED ( 75 W ,	5	375		
<b>CLIMATISATION CENTRALISEE</b>				
<b>TOTAL PUISSANCE DE CLIMATISATION EN WATTS</b>				
		39475		78250
<b>CHARGES DIVERSES</b>				
ASCENSEUR ( 25000 W 7500 W )				
MACHINE A ECRIRE ( 50 W- 80 W- 100 W )	12	900	18	1350
PHOTOCOPIEUSE ( 60 W ---> 1500 W )	6	9000		
MICRO-ORDINATEUR ( 200 W )	6	1200	5	1000
IMPRIMANTE ( 120 W )	6	720	3	360
MACHINE TELEX ( 130 W )	2	240		
MACHINE FAX ( 40 W )			1	40
MACHINE TIRAGE ( 75 W ---> 1000 W )				
BORNE-FONTAINE ( 180 W )	2	360	2	360
SECHE-MAIN ( 1750 W )	2	3500	2	3500
FRIGIDAIRE ( 100 W ,	4	400	3	300
RECHAUD ELECTRIQUE ( 500 W- 1000 W )	2	1000	2	1000
TELEVISION ( 90 W )				
VIDEO (100 W )				
POSTE RADIO ( 30 W )				
BROYEUR A PAPIER ( 180 W )				
CAFETIERE ( 1000 W )	1	1000	2	2000
<b>TOTAL PUISSANCE CHARGES DIVERSES EN WATTS</b>				
		18320		9910
<b>TOTAL PUISSANCE INSTALLEE EN WATTS</b>				
		60675		90860

ANNEXE 3.3

# INVENTAIRE DES EQUIPEMENTS ELECTRIQUES AU BUILDING ADMINISTRATIF

EQUIPEMENTS	3 ème ETAGE 47 Pièces		2 ème ETAGE 46 Pièces	
	NOMBRE	PUISSANCE TOTALE EN WATTS	NOMBRE	PUISSANCE TOTALE EN WATTS
<b>ECLAIRAGE</b>				
<b>LAMPES FLUORESCENTES</b>				
Tube de 0.6 m ( 20 W )	12	240	8	160
Tube de 1.2 m ( 40 W )	62	2480	62	2480
Tube circulaire ( 20 W )				
<b>LAMPES INCANDESCENTES</b>				
Ampoule ( 20 W- 40 W- 75 W- 120 W- 150 W )	4	300	10	1200
Lampe de bureau ( 40 W- 60 W- 75 W )	4	160	2	80
<b>LAMPES D'ECONOMIES D'ENERGIE</b>				
Ampoule ( 25 W )				
<b>TOTAL PUISSANCE ECLAIRAGE</b>				
EN WATTS		3180		3920
<b>CONDITIONNEMENT DE L'AIR</b>				
CLIMATISEUR INDIVIDUEL ( 1800 W --- > 3200 W )	43	81700	26	49400
SPLIT SYSTEME ( 2500 W )			4	10000
PLAFONNIER ( 50 W )	45	2250	48	2400
VENTILATEUR SUR PIED ( 75 W )				
<b>CLIMATISATION CENTRALISEE</b>				
<b>TOTAL PUISSANCE DE CLIMATISATION</b>				
EN WATTS		83950		61800
<b>CHARGES DIVERSES</b>				
ASCENSEUR ( 25000 W- /500 W )				
MACHINE A ECRIRE ( 50 W- 80 W- 100 W )	15	1125	5	375
PHOTOCOPIEUSE ( 60 W ---> 1500 W )	3	4500	1	1500
MICRO-ORDINATEUR ( 200 W )			7	1400
IMPRIMANTE ( 120 W )			4	480
MACHINE TELEX ( 130 W )	2	260		
MACHINE FAX ( 40 W )				
MACHINE TIRAGE ( 75 W --- > 1000 W )				
BORNE-FONTAINE ( 180 W )	2	360	2	360
SECHE-MAIN ( 1750 W )	2	3500	2	3500
FRIGIDAIRE ( 100 W )	2	200		
RECHAUD ELECTRIQUE ( 500 W- 1000 W )	2	1000	1	500
TELEVISION ( 90 W )				
VIDEO (100 W )				
POSTE RADIO ( 30 W )				
BROYEUR A PAPIER ( 180 W )				
CAFETIERE ( 1000 W )	2	2000	1	1000
<b>TOTAL PUISSANCE CHARGES DIVERSES</b>				
EN WATTS		12945		9115
<b>TOTAL PUISSANCE INSTALLEE</b>				
EN WATTS		100075		74835

ANNEXE 3.4

# INVENTAIRE DES EQUIPEMENTS ELECTRIQUES AU BUILDING ADMINISTRATIF

EQUIPEMENTS	1 <sup>er</sup> ETAGE 43 Pièces		Rez-de-chaussée	
	NOMBRE	PUISSANCE TOTALE EN WATTS	NOMBRE	PUISSANCE TOTALE EN WATTS
<b>ECLAIRAGE</b>				
<b>LAMPES FLUORESCENTES</b>				
Tube de 0.6 m (20 W)				
Tube de 1.2 m (40 W)	86	3440	84	3360
Tube circulaire (20 W)				
<b>LAMPES INCANDESCENTES</b>				
Ampoule (20 W- 40 W- 75 W- 120 W- 150 W)	84	9300	188	23400
Lampe de bureau (40 W- 60 W- 75 W)	1	40		
<b>LAMPES D'ECONOMIES D'ENERGIE</b>				
Ampoule (25 W)				
<b>TOTAL PUISSANCE ECLAIRAGE EN WATTS</b>				
		12780		26760
<b>CONDITIONNEMENT DE L'AIR</b>				
CLIMATISEUR INDIVIDUEL (1800 W ---> 3200 W)	43	81700	16	30400
SPLIT SYSTEME (2500 W)	3	7500		
PLAFONNIER (50 W)	45	2250	48	2400
VENTILATEUR SUR PIED (75 W)				
<b>CLIMATISATION CENTRALISEE</b>				
<b>TOTAL PUISSANCE DE CLIMATISATION EN WATTS</b>				
		91450		32800
<b>CHARGES DIVERSES</b>				
ASCENSEUR (25000 W- 7500 W)			7	87500
MACHINE A ECRIRE (50 W- 80 W- 100 W)	5	375	8	600
PHOTOCOPIEUSE (60 W ---> 1500 W)	5	7500	2	3000
MICRO-ORDINATEUR (200 W)	6	1200	1	200
IMPRIMANTE (120 W)	4	480	1	120
SECHEUR DE PAPIER (1550 W)			1	1550
MACHINE FAX (40 W)	1	40		
MACHINE TIRAGE (75 W ---> 1000 W)	4	400	1	1000
BORNE-FONTAINE (180 W)	2	360	2	360
SECHE-MAIN (1750 W)	2	3500	2	3500
FRIGIDAIRE (100 W)	3	300		
RECHAUD ELECTRIQUE (500 W- 1000 W)	2	1000	2	1000
TELEVISION (90 W)			1	90
VIDEO (100 W)				
POSTE RADIO (30 W)				
BROYEUR A PAPIER (180 W)			1	180
CAFETIERE (1000 W)	1	1000		
<b>TOTAL PUISSANCE CHARGES DIVERSES EN WATTS</b>				
		16155		99100
<b>TOTAL PUISSANCE INSTALLEE EN WATTS</b>				
		120385		158660

ANNEXE 3.5

# INVENTAIRE DES EQUIPEMENTS ELECTRIQUES AU BUILDING ADMINISTRATIF

EQUIPEMENTS	SOUS SOL 1		SOUS SOL 2	
	NOMBRE	PUISSANCE TOTALE EN WATTS	NOMBRE	PUISSANCE TOTALE EN WATTS
<b>ECLAIRAGE</b>				
<b>LAMPES FLUORESCENTES</b>				
Tube de 0.6 m ( 20 W )				
Tube de 1.2 m ( 40 W )	84	3360	40	1600
Tube circulaire ( 20 W )				
<b>LAMPES INCANDESCENTES</b>				
Ampoule ( 20 W- 40 W- 75 W- 120 W- 150 W )	4	300		
Lampe de bureau ( 40 W- 60 W- 75 W )	4	160		
<b>LAMPES D'ECONOMIES D'ENERGIE</b>				
Ampoule ( 25 W )	3	75		
<b>TOTAL PUISSANCE ECLAIRAGE</b>		<b>3895</b>		<b>1600</b>
<b>CONDITIONNEMENT DE L'AIR</b>				
CLIMATISEUR INDIVIDUEL ( 1800 W ---> 3200 W )	10	19000	4	7600
SPLIT SYSTEME ( 2500 W )				
PLAFONNIER ( 50 W )	45	2250		
VENTILATEUR SUR PIED ( 75 W )				
CLIMATISATION CENTRALISEE			2	20000
<b>TOTAL PUISSANCE DE CLIMATISATION</b>		<b>21250</b>		<b>28200</b>
<b>CHARGES DIVERSES</b>				
POMPE A EAU ( 15000 W )			1	15000
MACHINE A ECRIRE ( 50 W- 60 W- 100 W )	3	225	3	225
PHOTOCOPIEUSE ( 60 W ---> 1500 W )				
MICRO-ORDINATEUR ( 200 W )	3	600		
IMPRIMANTE ( 120 W )	2	240		
SECHEUR DE PAPIER ( 1550 W )				
MACHINE FAX ( 40 W )				
MACHINE TIRAGE ( 75 W ---> 1000 W )				
BORNE-FONTAINE ( 180 W )	2	360	2	360
SECHE-MAIN ( 1750 W )	2	3500	2	3500
FRIGIDAIRE ( 100 W )				
RECHAUD ELECTRIQUE ( 500 W- 1000 W )	1	500	2	1500
TELEVISION ( 90 W )				
VIDEO ( 100 W )				
MEULE ( 320 W )			1	320
POSTE A SOUDURE ( 2500 W )			1	2500
COMPRESSEUR				
<b>TOTAL PUISSANCE CHARGES DIVERSES</b>		<b>5425</b>		<b>23405</b>
<b>TOTAL PUISSANCE INSTALLEE</b>		<b>30570</b>		<b>53205</b>

ANNEXE 3.6



TABLEAU COMPARATIF  
COMPACTE / SOURCE TRADITIONNELLE

LAMPE A INCANDESCENCE	25 W	40 W		60 W		75 W				100 W		150 W		200 W	300 W
LUMENS	250	400	450	600	650	800	850	900	1050	1200	1500	1800	2200	2900	4800
FEE Claire			9 W		13 W			18 W		25 W					
FEE Confort		9 w		13 w		18 w			25 w						
FEE Globe		9 w		13 w			18 w								
AGRO FEE Globe (1)										18 w					
EF <sup>2</sup> EI.		9 W		11 W				15 W		20 W	23 W				
FEE G EI.							15 W			20 W					
EF S	5 W	7 W		9 W				11 W							
EF <sup>2</sup> EF <sup>2</sup> 4B				10 W				13 W		18 W		26 W			
EF L										18 W		24 W		36 W	55 W
TUBE FLUORESCENT	6 W	8 W						13 W		18 W			30 W	36 W	58 W

(1) comparaison faite sur l'intensité dans l'axe de la lampe

# Lampes DULUX® EL Standard Lampes DULUX® EL REFLECTOR



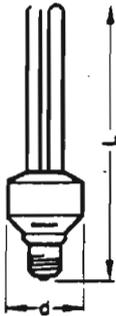
à alimentation électronique intégrée

Puissance	Couleur	Tension	Cos φ	Flux lumineux <sup>1)</sup>	Taille lampe page 103	Temp. couleur	IRC	Diam. d max.	Long. L max.	Poids	Code ordinateur	Unité emball.
Watt		volt		lumen		K	Ra	mm	mm	g		pièces

### DULUX® EL Standard

7 W		=	40 W	
11 W		=	60 W	
15 W		=	75 W	
20 W		=	100 W	

Lampe fluorescente compacte à alimentation 100% électronique intégrée. Verre tapissé intérieurement de poudre fluorescente. Boîtier en matière synthétique blanche comprenant la platine électronique. Forme standard. Lumière harmonieuse et claire à répartition homogène. Pour l'éclairage courant dans tous les luminaires, partout où la lumière reste longtemps allumée chaque jour. Remplace immédiatement toute lampe à incandescence, la consommation et la chaleur en moins (5 fois moins), la durée de vie en plus (8 fois plus). Protège des brûlures enfants et abat-jour. Allumage instantané de -15° à +75°. Insensible aux variations de tension de 207 à 242V. Fonctionne en courant continu des installations de secours selon VDE 0108. Ne tremblote pas. Déparasité VDE 0875-B. Amortie après 2 à 3000 heures d'utilisation. S'intègre idéalement dans tout environnement contemporain. Éteinte ou allumée, elle est belle à vivre.



0/50-60 Hz, 57-60 lm/W, 8000 h<sup>2)</sup>

7	E27	220-235	0,96	400	41	2700	85	58	145	115	13016 X	6
7	B22	220-235	0,96	400	41	2700	85	58	145	115	13442 V	6
11	E27	220-235	0,96	600	41	2700	85	58	145	115	13017 E	6
11	B22	220-235	0,96	600	41	2700	85	58	145	115	13443 C	6
15	E27	220-235	0,96	900	41	2700	85	58	175	130	13018 Y	6
15	B22	220-235	0,96	900	41	2700	85	58	175	130	13444 J	6
20	E27	220-235	0,96	1200	41	2700	85	58	207	140	13019 F	6
20	B22	220-235	0,96	1200	41	2700	85	58	207	140	13445 D	6

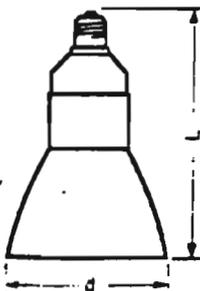
Ne fonctionne pas sur gradateur.

Puissance	Couleur	Tension	Cos φ	Angle rayon.	Intensité lumineuse	Taille lampe page 103	Temp. couleur	IRC	Diam. d max.	Long. L max.	Poids	Code ordinateur	Unité emball.
Watt		volt		°	cd		K	Ra	mm	mm	g		pièces

### DULUX® EL REFLECTOR

11 W		=	60 W	
15 W		=	75 W	

Lampe fluorescente compacte à réflecteur et à alimentation 100% électronique intégrée. Verre tapissé intérieurement de poudre fluorescente. Lampe et réflecteur constituent un ensemble optique au rendement optimisé. Boîtier en matière synthétique blanche comprenant la platine électronique et supportant le réflecteur. Forme optique circulaire. Réflecteur lisse argenté flood (large). Lumière harmonieuse et claire à faisceau extensif réfléchi vers l'avant. Pour l'éclairage dirigé et la mise en valeur d'espaces ou d'objets, partout où la lumière restant allumée longtemps chaque jour, sa chaleur est un fléau. Remplace immédiatement toute lampe à incandescence à réflecteur, la consommation et la chaleur en moins (5 fois moins), la durée de vie en plus (8 fois plus). Allumage instantané de -15° à +75°. Insensible aux variations de tension de 207 à 242V. Fonctionne en courant continu des installations de secours selon VDE 0108. Ne tremblote pas. Déparasité VDE 0875-B. Amortie après 2 à 3000 heures d'utilisation. Offre économie d'énergie et d'exploitation à tout éclairage dirigé longue durée, sans renoncer à l'esthétique.



0/50-60 Hz, 55-60 lm/W, 8000 h<sup>2)</sup>

11	E27	220-235	0,96	70	315	41	2700	85	123	148	185	13734 T	6
15	E27	220-235	0,96	80	335	41	2700	85	123	183	225	13735 A	6

Ne fonctionne pas sur gradateur

1) après 100 h de fonctionnement à 25°C  
2) avec un rythme de fonctionnement de 3 heures.

**ANNEXE 7.1**

**CHARGES DE CLIMATISATION**

Bâtiment :	BUILDING ADMINISTRATIF	Situation :	DAKAR
Etage :	NEUVIEME	Latitude :	14°41 N
Local :	BUREAU PREMIER MINISTRE	Mois :	SEPTEMBRE
Orientation(s) :	NORD	Heures :	14 H

CONDITION DE BASE ETE	θ [°C]	Q [%]	r [g/kgas]	h [kJ/kgas]
Intérieures.....	25	50	9.5	50.2
Extérieures.....	33.7	58	13.9	82.5

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT EXTERIEUR**

**ENSOLEILLEMENT DES VITRAGES**

Orientation	Aire brute [m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'encadrement k1	Facteur solaire F	Q [W/m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'altitude et de climat	Charge [W]
Nord	23.5	1.17	0.55	31	0.94	441
Est	15.6	1.17	0.55	514	0.94	4850
Ouest	15.6	1.17	0.55	514	0.94	4850

**INFILTRATIONS D'AIR EXTERIEUR**

Type d'apport	Débit massique d'air neuf [kg/h.m]	Volume du local [m <sup>3</sup> ]	hi [kJ/kgas]	he [kJ/kgas]	ri [g/kgas]	re [g/kgas]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	1.1	400	50.2	82.5	-	-	3948
Humidité	1.1	400	-	-	9.5	13.9	1936

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT INTERIEUR**

**OCCUPANTS**

Type d'apport	Nombre d'occupants	Coefficient d'occupation	Type d'activité	Apport d'enthalpie [W/pers]	Apport d'humidité par occupant [g/h.pers]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	2	0.9	Travail de bureau	145	-	261
Humidité	2	0.9		-	110	196

**MACHINES ELECTRIQUES**

Ordinateurs, machines à écrire, etc... :	1480
--	------

**ECLAIRAGE**

Type d'éclairage	Puissance électrique installée [W]	Coefficient M	Coefficient de correction	Charge [W]
Fluorescent	157	1	1.2	188
Incandescent				

<b>CHARGE TOTALE</b>	Enthalpie	16018
	Humidité	2134

**ANNEXE 7.2**

**CHARGES DE CLIMATISATION**

Bâtiment :	BUILDING ADMINISTRATIF	Situation :	DAKAR
Etage :	NEUVIEME	Latitude :	14°41 N
Local :	BUREAU DIRECTEUR DE CABINET	Mois :	SEPTEMBRE
Orientation(s) :	SUD ET OUEST	Heures :	14 H

CONDITION DE BASE ETE	$\theta$ (°C)	Q (%)	r [g/kgas]	h [kJ/kgas]
Intérieures.....	25	50	9.5	50.2
Extérieures.....	33.7	59	13.9	82.5

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT EXTERIEUR**

**ENSOLEILLEMENT DES VITRAGES**

Orientation	Aire brute [m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'encadrement kt	Facteur solaire F	Q [W/m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'altitude et de climat	Charge [W]
Ouest	7.8	1.17	0.55	514	0.94	2425
Sud	7.8	1.17	0.55	145.5	0.94	686

**INFILTRATIONS D'AIR EXTERIEUR**

Type d'apport	Débit massique d'air neuf [kg/h.m <sup>3</sup> ]	Volume du local [m <sup>3</sup> ]	hi [kJ/kgas]	he [kJ/kgas]	ri [g/kgas]	re [g/kgas]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	1.1	210	50.2	82.5	-	-	2073
Humidité	1.1	210	-	-	9.5	13.9	1016

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT INTERIEUR**

**OCCUPANTS**

Type d'apport	Nombre d'occupants	Coefficient d'occupation	Type d'activité	Apport d'enthalpie [W/per]	Apport d'humidité par occupant [g/h.pers]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	2	0.9	Travail de	145	-	261
Humidité	2	0.9	bureau	-	110	198

**MACHINES ELECTRIQUES**

Ordinateurs, machines à écrire, etc... :	1480
--	------

**ECLAIRAGE**

Type d'éclairage	Puissance électrique installée [W]	Coefficient M	Coefficient de correction	Charge [W]
Fluorescent	82	1	1.2	98
Incandescent				

<b>CHARGE TOTALE</b>	Enthalpie [W]	7024
	Humidité [g/h]	1214

**ANNEXE 7.3**

**CHARGES DE CLIMATISATION**

Bâtiment :	BUILDING ADMINISTRATIF	Situation :	DAKAR
Etage :	REZ-DE-CHAUSSEE → HUITIEME	Latitude :	14° 41 N
Local :	SECRETARIAT	Mois :	SEPTEMBRE
Orientation(s) :	EST ET OUEST	Heures :	14 H

CONDITION DE BASE ETE	Q [°C]	Q [%]	r [g/kgas]	h [kJ/kgas]
Intérieures.....	25	50	9.5	50.2
Extérieures.....	33.7	58	13.9	82.5

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT EXTERIEUR**

ENSOLEILLEMENT DES VITRAGES						
Orientation	Aire brute [m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'encadrement kt	Facteur solaire F	Q [W/m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'altitude et de climat	Charge [W]
Ouest - Est	7.8	1.17	0.55	514	0.94	2425

INFILTRATIONS D'AIR EXTERIEUR							
Type d'apport	Débit massique d'air neuf [kg/h.m]	Volume du local [m <sup>3</sup> ]	hi [kJ/kgas]	he [kJ/kgas]	ri [g/kgas]	re [g/kgas]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	1.1	75	50.2	82.5	-	-	740
Humidité	1.1	75	-	-	9.5	13.9	363

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT INTERIEUR**

OCCUPANTS						
Type d'apport	Nombre d'occupants	Coefficient d'occupation	Type d'activité	Apport d'enthalpie [W/pers]	Apport d'humidité par occupant [g/h.pers]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	2	0.9	Travail de	145	-	261
Humidité	2	0.9	bureau	-	110	198

MACHINES ELECTRIQUES	
Ordinateurs, machines à écrire, etc... :	1960

ECLAIRAGE				
Type d'éclairage	Puissance électrique installée [W]	Coefficient M	Coefficient de correction	Charge [W]
Fluorescent	50	1	1.2	60
Incandescent				

<b>CHARGE TOTALE</b>	Enthalpie [W]	5446
	Humidité [g/h]	561

**ANNEXE 7.4**

**CHARGES DE CLIMATISATION**

Bâtiment :	BUILDING ADMINISTRATIF	Situation :	DAKAR
Etage :	NEUVIEME	Latitude :	14°41 N
Local :	SALLE REPOS PREMIER MINISTRE	Mois :	SEPTEMBRE
Orientation(s) :	EST	Heures :	14 H

CONDITION DE BASE ETE	O [°C]	Q (%)	r [g/kgas]	h [kJ/kgas]
Intérieures.....	25	50	9.5	50.2
Extérieures.....	33.7	56	13.9	82.5

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT EXTERIEUR**

ENSOLEILLEMENT DES VITRAGES

Orientation	Aire brute [m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'encadrement kt	Facteur solaire F	Q [W/m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'altitude et de climat	Charge [W]
Est	7.8	1.17	0.65	514	0.94	2425

INFILTRATIONS D'AIR EXTERIEUR

Type d'apport	Débit massique d'air neuf [kg/h,m]	Volume du local [m <sup>3</sup> ]	hi [kJ/kgas]	he [kJ/kgas]	ri [g/kgas]	re [g/kgas]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	1.1	150	50.2	82.5	-	-	1480
Humidité	1.1	150	-	-	9.5	13.9	726

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT INTERIEUR**

OCCUPANTS

Type d'apport	Nombre d'occupants	Coefficient d'occupation	Type d'activité	Apport d'enthalpie [W/pers]	Apport d'humidité par occupant [g/h,pers]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	1	1	Repos	114	-	114
Humidité	1	1		-	66	66

MACHINES ELECTRIQUES

Ordinateurs,machines à écrire,etc... :	0
--	---

ECLAIRAGE

Type d'éclairage	Puissance électrique installée [W]	Coefficient M	Coefficient de correction	Charge [W]
Fluorescent	75	1	1.2	90
Incandescent				

<b>CHARGE TOTALE</b>	Enthalpie [W]	4110
	Humidité[g/h]	792

**ANNEXE 7.5**
**CHARGES DE CLIMATISATION**

Bâtiment :	BUILDING ADMINISTRATIF	Situation :	DAKAR
Etage :	NEUVIEME	Latitude :	14°41 N
Local :	BUREAU TYPE	Mois :	SEPTEMBRE
Orientation(s) :	EST ET OUEST	Heures :	14 H

CONDITION DE BASE ETE	Q [°C]	Q [%]	r [g/kgas]	h [kJ/kgas]
Intérieures.....	25	50	9.5	50.2
Extérieures.....	33.7	58	13.9	82.5

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT EXTERIEUR**

ENSOLEILLEMENT DES VITRAGES						
Orientation	Aire brute [m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'encadrement k1	Facteur solaire F	Q [W/m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'altitude et de climat	Charge [W]
Est - Ouest	7.8	1.17	0.55	514	0.94	2425

INFILTRATIONS D'AIR EXTERIEUR							
Type d'apport	Débit massique d'air neuf [kg/h.m]	Volume du local [m <sup>3</sup> ]	hi [kJ/kgas]	he [kJ/kgas]	ri [g/kgas]	re [g/kgas]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	1.1	104	50.2	82.5	-	-	1028
Humidité	1.1	104	-	-	9.5	13.9	503

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT INTERIEUR**

OCCUPANTS						
Type d'apport	Nombre d'occupants	Coefficient d'occupation	Type d'activité	Apport d'enthalpie [W/pers]	Apport d'humidité per occupant [g/h.pers]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	3	0.9	Travail de	145	-	392
Humidité	3	0.9	bureau	-	110	297

MACHINES ELECTRIQUES	
Ordinateurs, machines à écrire, etc... :	2040

ECLAIRAGE				
Type d'éclairage	Puissance électrique installée [W]	Coefficient M	Coefficient de correction	Charge [W]
Fluorescent	80	1	1.2	96
Incandescent				

<b>CHARGE TOTALE</b>	Enthalpie [W]	5979
	Humidité [g/h]	800

**ANNEXE 7.6**

**CHARGES DE CLIMATISATION**

Bâtiment :	BUILDING ADMINISTRATIF	Situation :	DAKAR
Etage :	NEUVIEME	Latitude :	14°41' N
Local :	SECRETARIAT	Mois :	SEPTEMBRE
Orientation(s) :	EST ET OUEST	Heures :	14 H

CONDITION DE BASE ETE	θ [°C]	φ [%]	r [g/kgas]	h [kJ/kgas]
Intérieures.....	25	50	9.5	50.2
Extérieures.....	33.7	58	13.9	82.5

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT EXTERIEUR**

ENSOLEILLEMENT DES VITRAGES						
Orientation	Aire brute [m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'encadrement k1	Facteur solaire F	Q [W/m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'altitude et de climat	Charge [W]
Est - Ouest	7.8	1.17	0.55	514	0.94	2425

INFILTRATIONS D'AIR EXTERIEUR							
Type d'apport	Débit massique d'air neuf [kg/h.m]	Volume du local [m <sup>3</sup> ]	hi [kJ/kgas]	he [kJ/kgas]	ri [g/kgas]	re [g/kgas]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	1.1	104	50.2	82.5	-	-	1026
Humidité	1.1	104	-	-	9.5	13.9	503

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT INTERIEUR**

OCCUPANTS						
Type d'apport	Nombre d'occupants	Coefficient d'occupation	Type d'activité	Apport d'enthalpie [W/pers]	Apport d'humidité par occupant [g/h,pers]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	2	0.9	Travail de bureau	146	-	261
Humidité	2	0.9		-	110	198

MACHINES ELECTRIQUES	
Ordinateurs, machines à écrire, etc... :	1960

ECLAIRAGE				
Type d'éclairage	Puissance électrique installée [W]	Coefficient M	Coefficient de correction	Charge [W]
Fluorescent	50	1	1.2	60
Incandescent				

<b>CHARGE TOTALE</b>	Enthalpie [W]	5733
	Humidité [g/h]	701

**ANNEXE 7.7**

**CHARGES DE CLIMATISATION**

Bâtiment :	BUILDING ADMINISTRATIF	Situation :	DAKAR
Etage :	REZ-DE-CHAUSSEE --> HUITIEME	Latitude :	14° 41' N
Local :	BUREAU DIRECTEUR DE CABINET	Mois :	SEPTEMBRE
Orientation(s) :	SUD ET OUEST	Heures :	14 H

CONDITION DE BASE ETE	θ [°C]	Q [%]	r [g/kgas]	h [kJ/kgas]
Intérieures.....	25	50	9.5	50.2
Extérieures.....	33.7	58	13.9	82.5

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT EXTERIEUR**

ENSOLEILLEMENT DES VITRAGES						
Orientation	Aire brute [m²]	Coefficient d'encadrement k1	Facteur solaire F	Q [W/m²]	Coefficient d'altitude et de climat	Charge [W]
Ouest	7.8	1.17	0.55	51.4	0.94	2425
Sud	7.8	1.17	0.55	145.5	0.94	686

INFILTRATIONS D'AIR EXTERIEUR							
Type d'apport	Débit massique d'air neuf [kg/h.m]	Volume du local [m³]	hi [kJ/kgas]	he [kJ/kgas]	ri [g/kgas]	re [g/kgas]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	1.1	150	50.2	82.5	-	-	1480
Humidité	1.1	150	-	-	9.5	13.9	726

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT INTERIEUR**

OCCUPANTS						
Type d'apport	Nombre d'occupants	Coefficient d'occupation	Type d'activité	Apport d'enthalpie [W/pers]	Apport d'humidité per occupant [g/h.pers]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	2	0.9	Travail de bureau	145	-	261
Humidité	2	0.9	bureau	-	110	198

MACHINES ELECTRIQUES	
Ordinateurs, machines à écrire, etc... :	1480

ECLAIRAGE				
Type d'éclairage	Puissance électrique installée [W]	Coefficient M	Coefficient de correction	Charge [W]
Fluorescent	82	1	1.2	98
Incandescent				

<b>CHARGE TOTALE</b>		Enthalpie [W]	6431
		Humidité [g/h]	924

**ANNEXE 7.8**

**CHARGES DE CLIMATISATION**

Bâtiment :	BUILDING ADMINISTRATIF	Situation :	DAKAR
Etage :	REZ-DE-CHAUSSEE → HUITIEME	Latitude :	14° 41 N
Local :	BUREAU MINISTRE	Mois :	SEPTEMBRE
Orientation(s) :	NORD ET EST	Heures :	14 H

CONDITION DE BASE ETE	θ [°C]	φ [%]	r [g/kgas]	h [kJ/kgas]
Intérieures.....	25	50	9.5	50.2
Extérieures.....	33.7	58	13.9	82.5

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT EXTERIEUR**

**ENSOLEILLEMENT DES VITRAGES**

Orientation	Aire brute [m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'enclassement k1	Facteur solaire F	Q [W/m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'altitude et de c	Charge [W]
Nord	19.5	1.17	0.55	31	0.94	366
Est	15.6	1.17	0.55	514	0.94	4850

**INFILTRATIONS D'AIR EXTERIEUR**

Type d'apport	Débit massique d'air neuf [kg/h.m <sup>3</sup> ]	Volume du local [m <sup>3</sup> ]	hi [kJ/kgas]	he [kJ/kgas]	ri [g/kgas]	re [g/kgas]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	1.1	225	50.2	82.5	-	-	2221
Humidité	1.1	225	-	-	9.5	13.9	1089

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT INTERIEUR**

**OCCUPANTS**

Type d'apport	Nombre d'occupants	Coefficient d'occupation	Type d'activité	Apport d'enthalpie [W/pers]	Apport d'humidité par occup [g/h.pers]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	2	0.9	Travail de	145	-	261
Humidité	2	0.9	bureau	-	110	198

**MACHINES ELECTRIQUES**

Ordinateurs, machines à écrire, etc... :	1480
--	------

**ECLAIRAGE**

Type d'éclairage	Puissance électrique installée [W]	Coefficient M	Coefficient de correction	Charge [W]
Fluorescent	107	1	1.2	128
Incandescent				

<b>CHARGE TOTALE</b>	Enthalpie [W]	9306
	Humidité [g/h]	1287

**ANNEXE 7.9**

**CHARGES DE CLIMATISATION**

Bâtiment :	BUILDING ADMINISTRATIF	Situation :	DAKAR
Etage :	REZ-DE-CHAUSSEE → HUITIEME	Latitude :	14° 41 N
Local :	BUREAU MINISTRE	Mois :	SEPTEMBRE
Orientation(s) :	SUD ET EST	Heures :	14 H

CONDITION DE BASE ETE	Q [°C]	Q [%]	r [g/kgas]	h [kJ/kgas]
Intérieures.....	25	50	9.5	50.2
Extérieures.....	33.7	58	13.9	82.5

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT EXTERIEUR**

**ENSOLEILLEMENT DES VITRAGES**

Orientation	Aire brute [m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'encadrement k1	Facteur solaire F	Q [W/m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'altitude et de climat	Charge [W]
Sud	19.5	1.17	0.55	145.5	0.94	1716
Est	15.6	1.17	0.55	514	0.94	4850

**INFILTRATIONS D'AIR EXTERIEUR**

Type d'apport	Débit massique d'air neuf [kg/h.m]	Volume du local [m <sup>3</sup> ]	hi [kJ/kgas]	he [kJ/kgas]	ri [g/kgas]	re [g/kgas]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	1.1	225	50.2	82.5	-	-	2221
Humidité	1.1	225	-	-	9.5	13.9	1089

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT INTERIEUR**

**OCCUPANTS**

Type d'apport	Nombre d'occupants	Coefficient d'occupation	Type d'activité	Apport d'enthalpie [W/pers]	Apport d'humidité par occupant [g/h.pers]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	2	0.9	Travail de bureau	145	-	261
Humidité	2	0.9		-	110	198

**MACHINES ELECTRIQUES**

Ordinateurs, machines à écrire, etc... :	1480
--	------

**ECLAIRAGE**

Type d'éclairage	Puissance électrique installée [W]	Coefficient M	Coefficient de correction	Charge [W]
Fluorescent	107	1	1.2	128
Incandescent				

<b>CHARGE TOTALE</b>	Enthalpie [W]	10656
	Humidité [g/h]	1287

**ANNEXE 7.10**

**CHARGES DE CLIMATISATION**

Bâtiment :	BUILDING ADMINISTRATIF	Situation :	DAKAR
Etage :	REZ-DE-CHAUSSEE --> HUITIEME	Latitude :	14° 41 N
Local :	BUREAU DIRECTEUR DE CABINET	Mois :	SEPTEMBRE
Orientation(s) :	SUD ET OUEST	Heures :	14 H

CONDITION DE BASE ETE	θ [°C]	φ [%]	r [g/kgas]	h [kJ/kgas]
Intérieures.....	25	50	9.5	50.2
Extérieures.....	33.7	58	13.9	82.5

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT EXTERIEUR**

ENSOLEILLEMENT DES VITRAGES						
Orientation	Aire brute [m²]	Coefficient d'encadrement kt	Facteur solaire F	Q [W/m²]	Coefficient d'altitude et de climat	Charge [W]
Sud	7.8	1.17	0.55	145.5	0.94	686
Ouest	7.8	1.17	0.55	51.4	0.94	2425

INFILTRATIONS D'AIR EXTERIEUR							
Type d'apport	Débit massique d'air neuf [kg/h.m ]	Volume du local [m³]	hi [kJ/kgas]	he [kJ/kgas]	ri [g/kgas]	re [g/kgas]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	1.1	150	50.2	82.5	-	-	1480
Humidité	1.1	150	-	-	9.5	13.9	726

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT INTERIEUR**

OCCUPANTS						
Type d'apport	Nombre d'occupants	Coefficient d'occupation	Type d'activité	Apport d'enthalpie [W/per]	Apport d'humidité par occupant [g/h.pers]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	2	0.9	Travail de	145	-	261
Humidité	2	0.9	bureau	-	110	198

MACHINES ELECTRIQUES	
Ordinateurs, machines à écrire, etc... :	1480

ECLAIRAGE				
Type d'éclairage	Puissance électrique installée [W]	Coefficient M	Coefficient de correction	Charge [W]
Fluorescent	82	1	1.2	98
Incandescent				

<b>CHARGE TOTALE</b>	Enthalpie [W]	6431
	Humidité [g/h]	924

**ANNEXE 7.11**

**CHARGES DE CLIMATISATION**

Bâtiment :	BUILDING ADMINISTRATIF	Situation :	DAKAR
Etage :	REZ-DE-CHAUSSEE → HUITIEME	Latitude :	14°41 N
Local :	BUREAU DIRECTEUR DE CABINET	Mois :	SEPTEMBRE
Orientation(s) :	NORD ET OUEST	Heures :	14 H

CONDITION DE BASE ETE	θ [°C]	Q [%]	r [g/kgas]	h [kJ/kgas]
Intérieures.....	25	50	9.5	50.2
Extérieures.....	33.7	58	13.9	82.5

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT EXTERIEUR**

ENSOLEILLEMENT DES VITRAGES						
Orientation	Aire brute [m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'encadrement k1	Facteur solaire F	Q [W/m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'altitude et de climat	Charge [W]
Nord	7.8	1.17	0.55	31	0.94	146
Ouest	7.8	1.17	0.55	51.4	0.94	2425

INFILTRATIONS D'AIR EXTERIEUR							
Type d'apport	Débit massique d'air neuf [kg/h.m <sup>3</sup> ]	Volume du local [m <sup>3</sup> ]	hi [kJ/kgas]	he [kJ/kgas]	ri [g/kgas]	re [g/kgas]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	1.1	150	50.2	82.5	-	-	1480
Humidité	1.1	150	-	-	9.5	13.9	726

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT INTERIEUR**

OCCUPANTS						
Type d'apport	Nombre d'occupants	Coefficient d'occupation	Type d'activité	Apport d'enthalpie [W/pers]	Apport d'humidité par occupant [g/h,pers]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	2	0.9	Travail de bureau	148	-	261
Humidité	2	0.9	bureau	-	110	198

MACHINES ELECTRIQUES	
Ordinateurs, machines à écrire, etc....	1480

ECLAIRAGE				
Type d'éclairage	Puissance électrique installée [W]	Coefficient M	Coefficient de correction	Charge [W]
Fluorescent	82	1	1.2	98
Incandescent				

<b>CHARGE TOTALE</b>	Enthalpie [W]	5881
	Humidité [g/h]	824

**ANNEXE 7.12**

**CHARGES DE CLIMATISATION**

Bâtiment :	BUILDING ADMINISTRATIF	Situation :	DAKAR
Etage :	REZ-DE-CHAUSSEE → HUITIEME	Latitude :	14° 41 N
Local :	BUREAU TYPE	Mois :	SEPTEMBRE
Orientation(s) :	EST ET OUEST	Heures :	14 H

CONDITION DE BASE ETE	θ [°C]	Q [%]	r [g/kgas]	h [kJ/kgas]
Intérieures.....	25	50	9.5	50.2
Extérieures.....	33.7	58	13.9	82.5

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT EXTERIEUR**

ENSOLEILLEMENT DES VITRAGES

Orientation	Aire brute [m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'encadrement K1	Facteur solaire F	Q [W/m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'altitude et de climat	Charge [W]
Ouest - Est	7.8	1.17	0.55	514	0.94	2425

INFILTRATIONS D'AIR EXTERIEUR

Type d'apport	Débit massique d'air neuf [kg/h.m <sup>3</sup> ]	Volume du local [m <sup>3</sup> ]	hi [kJ/kgas]	he [kJ/kgas]	ri [g/kgas]	re [g/kgas]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	1.1	75	50.2	82.5	-	-	740
Humidité	1.1	75	-	-	9.5	13.9	363

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT INTERIEUR**

OCCUPANTS

Type d'apport	Nombre d'occupants	Coefficient d'occupation	Type d'activité	Apport d'enthalpie [W/pers]	Apport d'humidité par occupant [g/h.pers]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	2	0.9	Travail de bureau	145	-	261
Humidité	2	0.9	bureau	-	110	198

MACHINES ELECTRIQUES

Ordinateurs, machines à écrire, etc... :	2040
--	------

ECLAIRAGE

Type d'éclairage	Puissance électrique installée [W]	Coefficient M	Coefficient de correction	Charge [W]
Fluorescent	80	1	1.2	96
Incandescent				

<b>CHARGE TOTALE</b>	Enthalpie [W]	5562
	Humidité [g/h]	561

**ANNEXE 7.13**
**CHARGES DE CLIMATISATION**

Bâtiment :	BUILDING ADMINISTRATIF	Situation :	DAKAR
Etage :	NEUVIEME	Latitude :	14°41 N
Local :	BUREAU MINISTRE	Mois :	SEPTEMBRE
Orientation(s) :	SUD ET EST	Heures :	14 H

CONDITION DE BASE ETE	0 [°C]	Q [%]	r [g/kgas]	h [kJ/kgas]
Intérieures.....	25	50	9.5	50.2
Extérieures.....	33.7	58	13.9	82.5

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT EXTERIEUR**

ENSOLEILLEMENT DES VITRAGES

Orientation	Aire brute [m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'encadrement k1	Facteur solaire F	Q [W/m <sup>2</sup> ]	Coefficient d'altitude et de climat	Charge [W]
Est	15.6	1.17	0.55	514	0.94	4850
Sud	19.5	1.17	0.55	145.5	0.94	1716

INFILTRATIONS D'AIR EXTERIEUR

Type d'apport	Débit massique d'air neuf [kg/h.m]	Volume du local [m <sup>3</sup> ]	hi [kJ/kgas]	he [kJ/kgas]	ri [g/kgas]	re [g/kgas]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	1.1	250	50.2	82.5	-	-	2467
Humidité	1.1	250	-	-	9.5	13.9	1210

**CHARGES DUES A L'ENVIRONNEMENT INTERIEUR**

OCCUPANTS

Type d'apport	Nombre d'occupants	Coefficient d'occupation	Type d'activité	Apport d'enthalpie [W/pers]	Apport d'humidité par occupant [g/h,pers]	Charge [W] ou [g/h]
Enthalpie	2	0.9	Travail de bureau	145	-	261
Humidité	2	0.9	bureau	-	110	198

MACHINES ELECTRIQUES

Ordinateurs, machines à écrire, etc... :	1480
--	------

ECLAIRAGE

Type d'éclairage	Puissance électrique installée [W]	Coefficient M	Coefficient de correction	Charge [W]
Fluorescent	107	1	1.2	128
Incandescent				

<b>CHARGE TOTALE</b>	Enthalpie [W]	10903
	Humidité [g/h]	1408

## ANNEXE 8

SERVICE METEOROLOGIQUE NATIONAL  
STATION DAKAR-YOFF

TEMPERATURES MOYENNES ET DEGRES HYGROMETRIQUES  
1991

JOURS	JANVIER		FEVRIER		MARS		AVRIL		MAI		JUIN	
	Temp °C	Degrés %										
1	21.30	64.50	23.05	53.50	19.82	78.50	19.16	78.00	20.30	84.50	23.70	79.00
2	23.19	48.50	23.19	46.50	19.32	79.50	19.27	79.50	20.98	86.00	24.30	81.00
3	20.63	68.00	22.44	55.00	19.54	83.50	19.84	75.50	21.20	85.00	23.43	84.00
4	20.51	74.00	21.38	58.00	19.91	81.50	20.31	69.00	21.03	86.50	24.95	80.50
5	21.10	84.00	20.75	62.50	19.66	82.00	19.69	72.00	20.52	82.50	24.79	78.00
6	21.34	84.00	20.85	62.50	19.08	83.00	19.79	79.00	20.17	80.50	24.46	81.00
7	21.30	86.00	20.42	70.00	18.89	81.00	20.48	80.00	20.32	82.50	24.22	76.50
8	21.75	54.50	20.66	67.00	18.73	85.00	20.45	79.50	20.30	81.00	24.10	71.00
9	20.77	54.50	20.21	72.00	19.21	86.50	19.39	84.50	20.23	75.50	23.92	80.00
10	20.91	70.50	20.09	76.50	19.57	83.00	19.05	84.00	20.54	75.50	24.08	81.50
11	21.06	72.50	19.79	75.00	19.63	87.00	19.99	83.50	20.61	74.00	24.86	80.50
12	21.69	63.50	19.60	84.00	19.99	82.50	20.68	81.00	20.50	73.00	24.66	79.50
13	21.31	59.00	19.41	84.00	19.62	84.50	21.39	77.50	19.89	81.50	24.18	80.50
14	20.83	72.50	19.33	78.50	19.40	75.00	20.96	86.00	19.90	80.00	23.36	79.00
15	20.05	71.00	19.37	74.00	19.15	75.00	20.55	84.50	21.30	83.00	23.11	78.50
16	20.21	67.00	19.24	70.00	19.04	78.00	20.62	85.50	22.48	72.50	23.78	81.00
17	21.36	59.00	18.72	80.00	19.52	80.50	20.55	84.00	24.90	59.00	24.03	84.00
18	20.19	79.00	18.97	79.00	21.05	84.00	20.72	81.00	22.83	70.50	23.71	80.50
19	18.94	76.50	18.87	79.00	21.29	86.50	20.90	80.00	21.46	79.00	23.91	81.50
20	19.50	77.00	18.80	75.50	21.29	83.50	20.99	76.00	20.80	83.00	24.37	82.00
21	19.07	81.00	19.64	79.00	22.44	58.50	20.87	80.50	20.30	81.50	24.22	81.50
22	18.45	82.00	20.16	74.50	20.91	72.00	20.20	83.00	20.28	86.50	23.20	74.50
23	19.41	85.00	20.35	78.00	19.76	76.50	20.75	80.00	21.44	82.00	23.39	77.00
24	18.80	86.00	19.99	81.00	20.01	64.00	23.54	58.50	21.83	81.00	23.65	83.00
25	19.21	77.50	20.91	83.00	19.51	77.00	24.86	59.50	21.79	80.00	24.21	81.00
26	19.61	80.50	20.50	72.00	18.94	78.50	23.04	82.50	21.51	81.00	24.19	84.50
27	20.89	77.50	19.96	71.00	19.11	80.50	21.06	79.00	21.31	82.00	24.06	79.50
28	20.69	81.00	20.11	88.50	18.81	82.50	20.25	81.00	21.28	83.00	23.97	75.00
29	20.75	78.50			18.93	80.00	20.03	82.50	21.07	79.50	24.33	75.50
30	21.20	69.50			18.96	80.00	19.87	84.00	21.25	84.50	24.56	74.50
31	22.45	64.00			19.04	77.50			23.55	80.50		
MOYENNES	20.68	71.00	20.24	70.10	19.68	77.50	20.63	78.35	21.12	79.90	24.06	79.30

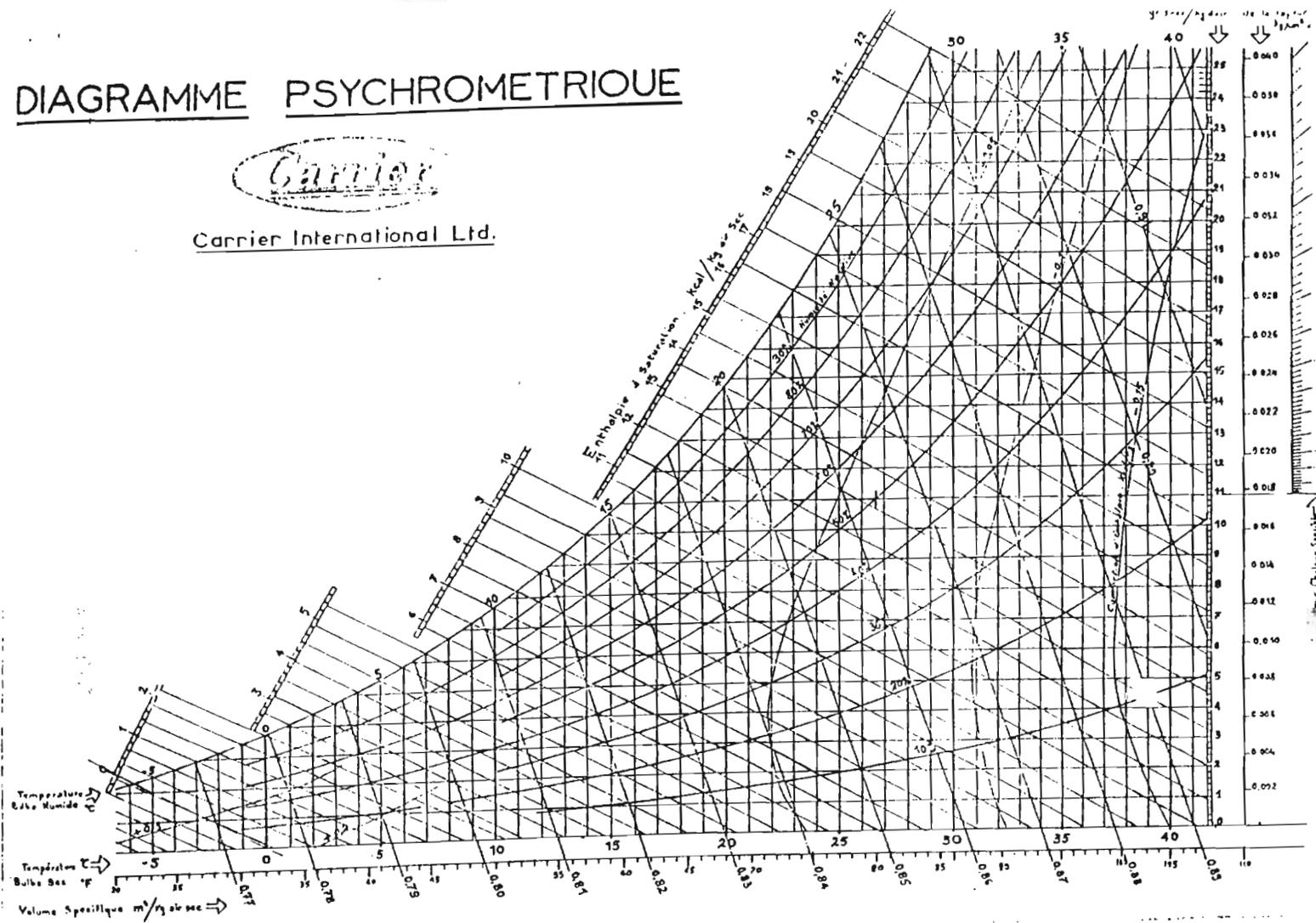
TEMPERATURES MOYENNES ET DEGRES HYGROMETRIQUES  
1991

JOURS	JUILLET		AOÛT		SEPTEMBRE		OCTOBRE		NOVEMBRE		DECEMBRE	
	Temp °C	Degrés %										
1	25.30	76.00	25.80	86.00	25.60	89.50	26.80	76.50	26.10	80.00	23.20	76.00
2	25.50	75.00	27.50	78.00	25.00	93.50	26.20	82.00	26.70	78.00	24.00	81.50
3	24.80	75.00	27.50	75.50	26.80	86.00	27.50	83.50	27.30	76.00	24.30	87.00
4	24.40	72.50	27.20	71.00	27.50	80.50	26.10	81.00	27.20	73.50	25.80	66.00
5	25.10	80.00	27.10	74.00	25.80	86.50	26.90	74.50	27.10	75.50	24.70	69.00
6	26.60	77.50	27.60	72.00	26.30	82.00	26.60	76.50	26.70	69.00	24.70	65.50
7	26.10	76.50	27.30	75.50	28.00	78.50	27.80	86.00	27.00	72.00	25.30	82.50
8	26.80	80.50	26.80	78.00	27.00	86.00	26.00	84.00	26.50	66.00	25.00	82.00
9	27.80	80.00	27.30	77.50	27.40	80.50	24.90	88.00	29.00	53.00	24.50	82.50
10	27.00	78.50	26.00	77.50	27.70	84.00	26.10	86.50	27.10	67.50	24.20	83.50
11	25.90	83.00	27.70	77.00	26.30	84.50	27.40	83.00	27.00	69.50	23.70	83.50
12	26.10	73.00	26.90	69.50	27.30	83.50	27.90	82.00	26.50	76.00	23.70	66.50
13	27.60	75.50	26.80	71.50	27.90	81.50	26.70	83.50	27.00	67.50	23.60	84.00
14	26.50	78.00	27.10	72.50	28.00	80.50	27.80	79.00	28.10	65.00	25.10	84.00
15	25.40	76.50	27.50	71.00	28.20	79.00	28.00	77.50	27.30	54.00	24.70	82.00
16	26.80	77.00	26.50	82.00	27.70	82.50	28.40	84.00	26.20	69.00	25.20	54.00
17	27.20	74.50	26.80	88.50	26.70	82.00	27.50	58.50	26.00	67.00	24.30	61.50
18	27.90	75.00	27.10	76.50	26.20	82.00	27.10	69.50	26.00	71.50	24.40	63.50
19	27.20	80.00	27.10	72.00	26.30	81.50	27.00	71.00	25.90	60.00	23.20	68.00
20	26.70	77.00	26.80	69.50	26.30	76.00	27.70	79.00	25.90	75.00	24.90	53.00
21	27.00	76.00	27.40	77.50	27.60	82.00	26.90	77.00	25.90	75.00	24.10	69.00
22	27.60	79.50	27.30	88.50	26.40	80.50	26.10	68.50	26.20	76.50	24.00	53.50
23	26.80	82.50	27.40	83.00	26.80	82.00	26.50	81.00	27.00	67.00	24.00	66.00
24	27.60	77.00	27.20	85.50	26.60	81.00	26.50	78.50	26.60	72.50	24.80	56.50
25	26.10	73.50	27.80	79.50	26.90	84.50	26.30	81.50	25.60	75.00	24.00	62.00
26	26.00	68.50	27.00	86.00	26.30	82.50	26.70	83.00	25.90	72.00	22.60	55.00
27	25.70	76.50	27.40	82.00	26.70	81.00	27.10	83.00	24.70	77.00	22.10	61.50
28	26.40	80.50	27.70	77.50	26.50	82.50	27.20	71.50	24.00	80.50	22.60	69.00
29	26.60	80.50	27.90	77.00	26.80	81.50	27.80	80.50	23.60	82.50	22.60	71.50
30	26.50	75.00	27.20	81.50	26.20	73.50	27.70	78.00	22.90	86.50	23.30	82.50
31	27.00	76.50	26.40	65.00			27.90	67.50			23.20	61.50
MOYENNES	26.36	77.00	27.20	76.00	27.76	82.43	27.44	78.00	25.46	72.00	22.00	69.45

# DIAGRAMME PSYCHROMETRIQUE



Carrier International Ltd.



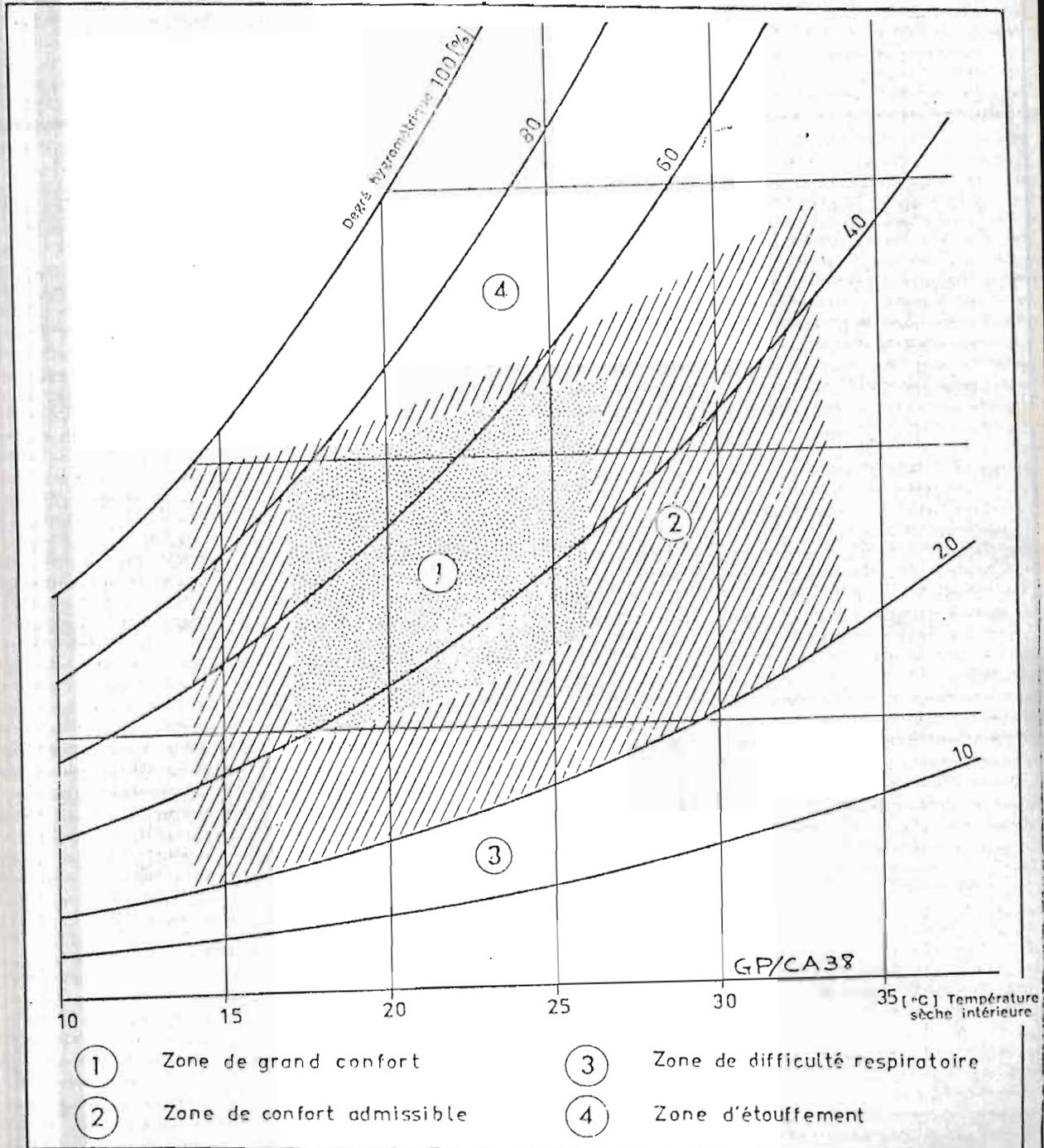


Fig. 1.1.d — Limites de température et d'humidité en climatisation de confort (vitesses de l'air ambiant comprises entre 0,1 et 0,25 [m/s])

ANNEXE 10.2

ENTHALPIE : [watt/personne] — HUMIDITE : [g/h, personne]

TYPE D'ACTIVITE	APPORT D'ENTHALPIE (métabolisme) [watt/person.]	Température sèche de local [°C]											
		17		18		19		20		21		22	
		Chaleur sens.	Hum.	Chaleur sens.	Hum.	Chaleur sens.	Hum.	Chaleur sens.	Hum.	Chaleur sens.	Hum.	Chaleur sens.	Hum.
Assis au repos (salles de spectacle)	114	20	31	26	37	26	46	26	56	26	66	26	76
Assis, travail léger ou debout au repos (Hôtels, locaux scolaires, appartements)	128	102	38	54	48	66	62	78	72	70	85	80	101
Assis, travail assésé — travail de bureau — travaux d'assemblage, de couture	146	108	51	100	81	30	62	62	72	110	81	127	86
Debout, travail léger — travaux de montage — magasins, banques — mécanicien radio	174	119	82	108	88	95	121	84	142	73	156	81	175
Travail assésé — vendeur actif — tisser — marche réduite — mécaniste	187	143	103	117	116	103	140	88	162	75	182	83	203
Travail actif — marche 3 [km/h] — supermarchés, grands magasins	232	142	126	128	141	111	170	88	188	81	216	85	237
Travail intense — vendeur très actif — marche 3,5 [km/h] — travail en atelier — salles de gymnastique	280	172	182	153	213	137	240	119	274	104	280	87	34
Travail pénible — marche rapide — course rapide — effort de poussée — prise de Bowling	408	208	280	186	318	172	357	153	385	138	404	119	438

TABLEAU 2.1 — FACTEUR D'ABSORPTION DE QUELQUES MATERIAUX DE CONSTRUCTION (POUR LE RAYONNEMENT SOLAIRE GLOBAL)

Facteurs de réflexion moyens de quelques couleurs et matériaux

NATURE DU MATERIAU	FACTEUR D'ABSORPTION
<b>Toitures - terrasses :</b>	
asphalte	0,90
carton bitumé	0,90
sable	0,70
eau	0,70
ardoise	0,93
tuile	0,80
planchis oxydé	0,30
<b>Parois verticales :</b>	
carreaux clairs	0,30
verre	0,05
briques rouges	0,85
marbre poli	0,80
pierrre calcaire blanche	0,80
granit poli	0,45
acier poli	0,05
tôle oxydée	0,80
tôle rugueuse	0,94
fonte brute	0,80
cuivre poli	0,04
aluminium poli	0,04
aluminium oxydé à l'air extérieur	0,90
tôle galvanisée	0,78
amianto-ciment	0,98
maçonnerie de terre claire	0,90
maçonnerie de terre moyenne	0,78
maçonnerie de terre sombre	0,88
<b>Parois extérieures peintes :</b>	
peinture blanche	0,50
peinture claire	0,60
peinture sombre	0,88
noir mat	1
peinture d'aluminium	0,88

Peintures mates			Papiers peints mats, mates	
TRES CLAIR	Bianc	0,88	Bianc	0,70
	Gris	0,83	Crème	0,69
	Crème	0,81	Paille	0,65
	Bleu vert	0,76	Gris	
	Chamois	0,76	Marron	
CLAIR	Crème	0,79	Chamois	0,35
	Gris	0,73	Pierre (grisâtre)	
	Bleu vert	0,72	Gris ardoise	0,12
	Chamois	0,70	Noir	0,04
	Bleu	0,55	<b>Bois (non vernis)</b>	
MOYEN	Janne	0,65	Erable	0,42
	Chamois	0,63	Noyer	0,16
	Gris	0,61	Chêne	0,15
FONCE	Bleu vert	0,54	Acajou	0,12
			<b>Bois (non vernis) —</b>	
			Plaque de Plac	0,88
		Plaque de toile	0,88	
		Ciment blanc	0,95	
		Bois de sapin	0,90	
		Bois de chêne	0,25	
		Aluminium anodisé	0,70	
		Tôle émaillée	0,70	

NATURE DES LOCAUX	TEMPERATURE RESULTANTE RECOMMANDEE [°M]		DEGRE HYGROMETRIQUE [%]
	Hiver (DTU)	ETE	ETE et hiver
<b>HABITATIONS :</b> Salles de séjour Salle à manger, cuisine Salon Chambres Salles de bains, douches Locaux à usage commun, circulations collectives	18 18 18 18 21 15	23 à 25 23 à 25 23 à 25 21 à 23 25 à 27 25 à 27	45 à 60 45 à 60 45 à 60 45 à 60 45 à 60 45 à 60
<b>ECOLLES :</b> Classes et locaux analogues Douches Bibliothèque Réfectoires Gymnases, salles de jeux, circulations Piscines	18 21 18 18 15 à 18 23 à 27	23 à 25 25 à 27 23 à 25 23 à 25 23 à 25 25 à 27	45 à 60 45 à 60 45 à 60 45 à 60 45 à 60 45 à 60
<b>BATIMENTS PUBLICS :</b> Eglises, Salles de spectacles, Restau- rants, Locaux recevant du public, etc... : • vêtements d'extérieur conservés ... • vêtements d'extérieur enlevés .... Toilettes, circulations	15 18 15	24 à 26 24 à 26 25 à 27	45 à 60 45 à 60 45 à 60
<b>BUREAUX :</b> Bureaux, Laboratoires, Studios de radio ou télévision	18	24 à 26	45 à 60
<b>MAGASINS :</b> Boutiques, grands magasins, Salons d'essayage Banques Librairies	18 21 à 23 19 19	24 à 27 25 à 27 24 à 27 24 à 27	45 à 60 45 à 60 45 à 60 45 à 60
<b>GARAGES (chauffés)</b>	5	—	—
<b>HOPITAUX :</b> Les conditions extérieures de base sont généralement fixées par le cahier des charges particulières. A titre indicatif, on peut adopter :			
Chambre de malade	20	19 à 21	45 à 60
Chambre d'opéré	20 à 24	21 à 23	45 à 60
Salle de pansement	20 à 24	21 à 23	45 à 60
Salle de consultation	20 à 24	21 à 23	45 à 60
Salle de radiologie	20 à 24	21 à 23	45 à 60
Salle d'opération	28 à 30	28 à 30	50 à 60
Nursery	20 à 22	23 à 25	50 à 60
Circulations	16	21 à 23	45 à 60
Cabinet dentaire	20	23 à 25	45 à 55

TABLEAU 22.VII — COEFFICIENT DE CORRECTION A APPLIQUER AUX APPORTS EFFECTIFS POUR TENIR COMPTE DE L'ALTITUDE ET DU TROUBLE DE L'ATMOSPHERE

ALTITUDE [m]	CLIMATS BRUMEUX ET CHARGES DE POUSSIERE (grandes villes industrielles)					CLIMATS MOYENNEMENT BRUMEUX (villes moyennes)					CLIMATS CLAIRS (hors agglomérations)				
	8 [h] 16 [h]	9 [h] 15 [h]	10 [h] 14 [h]	11 [h] 13 [h]	12 [h]	8 [h] 16 [h]	9 [h] 15 [h]	10 [h] 14 [h]	11 [h] 13 [h]	12 [h]	8 [h] 16 [h]	9 [h] 15 [h]	10 [h] 14 [h]	11 [h] 13 [h]	12 [h]
0	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,96	0,97	0,98	0,99	1
500	1,05	1,04	1,04	1,03	1,03	1,04	1,03	1,03	1,03	1,03	1,04	1,03	1,03	1,02	1,02
1 000	1,1	1,08	1,08	1,06	1,06	1,09	1,06	1,06	1,05	1,05	1,08	1,05	1,05	1,05	1,04
1 500	1,15	1,12	1,11	1,10	1,10	1,12	1,10	1,10	1,09	1,09	1,10	1,09	1,08	1,08	1,06
2 000	1,21	1,18	1,15	1,13	1,13	1,18	1,15	1,12	1,12	1,12	1,13	1,11	1,10	1,10	1,09

TABLEAU 2.2.XVI — FACTEUR SOLAIRE F DES VITRAGES SPECIAUX EN SIMPLE EPAISSEUR

TYPE DE VITRAGE	EPAISSEUR MOYENNE [ mm ]	FACTEUR SOLAIRE F	COEFFICIENT DE TRANSMISSION $\tau$ pour $i \leq 40^\circ$	COEFFICIENT DE TRANSMISSION THERMIQUE K [ W/m <sup>2</sup> °C ]	
Verre à vitre normal fort épais	2 à 3	1	0,86	5,68	
	4	0,98	0,84	5,68	
	5	0,96	0,82	5,68	
Glace claire ordinaire	6	0,95	0,80	5,68	
	8,6	0,92	0,76	5,68	
	10,5	0,90	0,73	5,68	
	12	0,88	0,71	5,68	
Verre absorbant	3,5	0,71	0,51	5,68	
Glace absorbante couleur bronze  couleur grise  couleur verte	6	0,64	0,49	5,68	
	8	0,60	0,40	5,68	
	10	0,54	0,34	5,68	
	6	0,65	0,50	5,68	
	8	0,60	0,41	5,68	
	10	0,55	0,36	5,68	
	6	0,63	0,47	5,68	
	8	0,59	0,39	5,68	
	10	0,53	0,32	5,68	
	Verre coloré rouge foncé bleu foncé gris foncé gris-vert opale clair opale foncé ambre	3 à 6	0,56	0,40	5,68
		3 à 6	0,60	0,42	5,68
		3 à 6	0,32	0,48	5,68
3 à 6		0,46	0,47	5,68	
3 à 6		0,43	0,50	5,68	
3 à 6		0,37	0,45	5,68	
3 à 6		0,70	0,55	5,68	
Glaces réfléchissantes claires (Parélio 24)  (Parélio 50)  bronze (Parélio 24)  gris (Parélio 24)  vert (Parélio 24)  (Parélio 50)		6	0,72	0,59	5,68
		8	0,71	0,56	5,68
	10	0,70	0,55	5,68	
	6	0,67	0,53	5,68	
	8	0,66	0,51	5,68	
	10	0,65	0,49	5,68	
	6	0,55	0,34	5,68	
	8	0,49	0,26	5,68	
	10	0,45	0,22	5,68	
	6	0,55	0,35	5,68	
	8	0,50	0,29	5,68	
	10	0,46	0,24	5,68	
	6	0,53	0,33	5,68	
	8	0,49	0,26	5,68	
	10	0,45	0,23	5,68	
	6	0,51	0,30	5,68	
	8	0,46	0,24	5,68	
	10	0,43	0,21	5,68	
Film réflecteur Scotchint (Minnesota) : sur glace claire film A 18 film A 33 sur glace absorbante bronze film A 18 film A 33 gris film A 18 film A 33 Solar-X : sur glace claire S-50 S-80					
			0,25		
			0,42		
			0,33		
			0,41		
			0,12		
			0,21		
			0,50		
			0,28		

ANNEXE 10.5

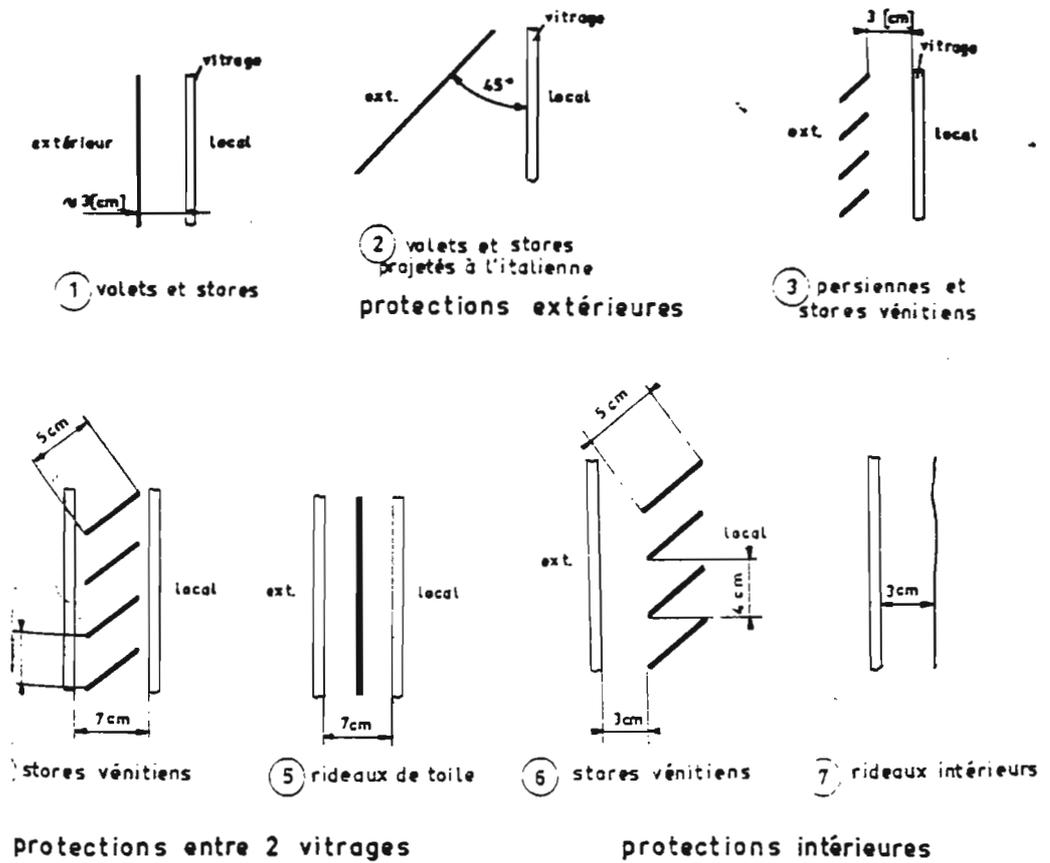


Fig. 2.2.h — Différents types de protection antisolaire des vitrages

TYPE DE VITRAGE	EPAISSEUR NOMINALE [mm]	TYPE DE PROTECTION INTERIEURE				
		Stores vénitiens		Stores de toile		
		teinte claire	teinte moyenne	opaque		translucide
		foncé	clair			
Verre à vitre Stacc	2 à 6	0,55	0,64	0,59	0,25	0,39
	6 à 12					
Verre absorbant ou coloré Stacc absorbants (gris, bronze ou vert)	3 à 6	0,53	0,57	0,48	0,30	0,36
	6	0,53	0,57	0,48	0,30	0,36
	10	0,52	0,54	0,40	0,28	0,32
	12	0,50	0,51	0,36	0,28	0,31
Double vitrage avec lame d'air • verre clair • glace claire • glace absorbante + glace claire intérieure	11	0,51	0,57	0,60	0,25	0,37
	18 à 32	0,51	0,57	0,60	0,25	0,37
	18 à 32	0,36	0,39	0,40	0,22	0,30
Triple vitrage clair absorbant	13,5	0,50	0,56	0,57	0,24	0,36
	14,5	0,38	0,38	0,39	0,21	0,29

## ANNEXE 1 1

```

Program eclair;
Uses crt,printer,dos;

Var a,b,c,d,e,f,ht,hu,h,pu,p,el00,k,i,ui,us,ni,ns,fla,n,dm,nma,nmb:real;
    nl:real;
    choix:char;

Begin
clrscr;
Write('Voulez-vous faire un calcul d''éclairage ? ');
choix:=readkey; writeln;
While choix='o' do
Begin
Writeln;
Writeln('                DONNEES');
Write('Eclairage moyen en service : ');
Readln(e);
Write('Longueur du local : ');
Readln(a);
Write('Largeur du local : ');
Readln(b);
Write('Hauteur totale : ');
Readln(ht);
Write('Hauteur du plan utile : ');
Readln(hu);
Write('Hauteur de suspension du luminaire : ');
Readln(h);
Write('Facteur compensateur de dépréciation : ');
Readln(d);
                Write('Facteur c pour l''interdistance : ');
Readln(c);
Write('Puissance unitaire d''un appareil : ');
Readln(pu);
Write('Flux des lampes équipant un appareil : ');
Readln(fl);

el00:=e*d;
k:=a*b/(a+b)/(ht-hu-h);
i:=h/(ht-hu-h);
gotoxy(25,25);
Writeln('Indice du local k= ',k);
gotoxy(1,14);
Write('Utilance relative dans l''hémisphère supérieur : ');
Readln(us);
Write('Utilance relative dans l''hémisphère inférieur : ');
Readln(ui);
Write('Rendement dans l''hémisphère supérieur : ');
Readln(ns);
Write('Rendement dans l''hémisphère inférieur : ');
Readln(ni);

```

```

f:=el00*a*b/(ni*ui+ns*us);
n:=f/fla;
dm:=c*(ht-hu-h);
nma:=int(a/dm)+1;
nmb:=int(b/dm)+1;
nl:=int(nma*nmb*1.3)+1;
p:=pu*nl;
e:=nl*fla*(ni*ui+ns*us)/(a*b*d);
el00:=e*d;
clrscr; writeln;writeln;writeln;
Writeln('Eclairage à la mise en service:',el00:10:3);
Writeln('Indice local:',k:10:3);
Writeln('Indice de suspension:',i:10:3);
Writeln('Flux total à installer:',f:10:3);
Writeln('Nombre théorique d'appareils:',n:10:3);
Writeln('Interdistance maximum:',dm:10:3);
Writeln('Nombre minimum d'appareils dans la longueur:',nma:10:3);
Writeln('Nombre minimum d'appareils dans la largeur:',nmb:10:3);
Writeln('Nombre d'appareils choisis:',nl:10:3);
Writeln('Puissance installée:',p:10:3);
f:=nl*fla*(ni*ui+ns*us)/(a*b*d);
Writeln('Eclairage moyen en service sur le plan utile :',f:10:3);
Writeln;
Writeln('Voulez-vous faire un autre calcul d'éclairage ? ');
choix:=readkey;
end;
clrscr;
Gotoxy(25,15);
Writeln('AU REVOIR');
end.

```

## ANNEXE 12 TABLEAU RECAPITULATIF DES CALCULS D'ECLAIRAGE

Longueur (en m)	4	4	6	6
Largeur (en m)	3	3	4	4
Hauteur (en m)	3	3	4	4
Hauteur du plan utile (en m)	0,85	0,85	0,75	0,75
Réflexion des murs (en %)	80	75	80	75
Réflexion des sols (en %)	25	30	15	10
Réflexion du plafond (en %)	70	65	70	65
Eclairement en service (en lux)	500	400	800	500
Puissance d'une lampe (en Watts)	20	20	20	20
Flux d'une lampe (en lumens)	1200	1200	1200	1200
Nombre de lampe à installer	3	3	10	8

## BIBLIOGRAPHIE

- 1) ADS Associés Limitée, Groupe Conseil, Canada, en collaboration avec le Ministère du Développement Industriel et de l'Artisanat, Projet d'économies d'énergie dans l'industrie au Sénégal/ Rapport Audit Energétique SENEPESCA Dakar-Sénégal, Novembre 1989.
  
- 2) ADS Associés Limitée, Groupe Conseil, Canada, en collaboration avec le Ministère du Développement Industriel et de l'Artisanat, Document de synthèse des ateliers de travail du 30 mai, du 6 juin 1990 et du séminaire du 13 juin 1990.
  
- 3) STEIN/REYNOLDS/McGUINNESS - Mechanical and electrical equipment for buildings, 7th Edition , Wiley, 1986
  
- 4) NDAW/MBENGUE - Rayonnement solaire incident et confort dans l'habitat, mémoire de fin d'études, ENSUT ,1981.
  
- 5) DERIBERE/CHAUVEL - L'éclairage naturel et artificiel dans le bâtiment, Eyrolles, Editeur-Paris, 1968.
  
- 6) MAZDA GUIDE 1992
  
- 7) G. PORCHER - Cours de climatisation, Bases du calcul des installations de climatisation, 6 ème édition, Les éditions parisiennes chaud froid plomberie, 1987.

8) C.LABRECQUE - Eclairagisme, la Science de l'éclairage, Ecole Polytechnique Université de Montréal, 1985.

9) A.JUDET DE LA COMBE - Le conditionnement de l'air, Encyclopédie du froid, Editions J.B Baillièrre, 3 ème édition, 1974.

10) LIAISON ENERGIE-FRANCOPHONIE, revue n°5, 7, 12 ,décembre 1989, mars 1990, septembre 1991.