ÉCOLE INTER-ÉTATS D'INGÉNIEURS DE

L'ÉQUIPEMENT RURAL

03 B.P. 7023 OUAGADOUGOU 03
BURKINA FASO

GROUPE DES ÉCOLES
EIER - ETSHER

OUAGADOUGOU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES 2003

Présenté par :

GAMBONI François

Audit énergétique de l'immeuble de la Bank Of Africa Agence de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso)

MENTION :

BIEN

cadrement

MPORE J.F

Bénin - Burkina Faso - Cameroun - Centrafrique - Congo - Côte d'Ivoire - Gabon
Guinée - Mali - Mauritanie - Niger - Sénégal - Tchad - Togo

E. I. E. R
Bibliothèque
OUAGADOUGOU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES 2003

Présenté par :

GAMBONI François

Audit énergétique de l'immeuble de la Bank Of Africa Agence de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso)

E. I. E. R.
Enregistré à l'Arrivée
02 JUIL. 2003
N° 496/03

MENTION :

Encadrement

SEMPORE J.F

DEDICACES

Je dédie ce travail :

- A mon père GAKOSSO François
- A ma mère NGADZALA Suzanne

Pour cet amour que je continu de bénéficier de vous sans relâche depuis mon premier pas d'enfance.

- A mes enfants
- A ma femme

Vous qui avez su avec dévouement supporter mon absence auprès de vous pendant trois (3) ans durant.

Tant de peines encourues, de tracasseries administratives et Sociales, aujourd'hui arrivée au terme de ce travail que chacun en ce qui le concerne trouve ici l'expression parfaite de l'effort conjugué de tous.

Remerciements

Je n'aurais pu réaliser ce mémoire de fin d'études sans l'apport ni le support de plusieurs personnes.

Il a d'abord fallu la confiance de Mr le Directeur Général de la Bank Of Africa, qui par ses directives, aussi bien que par la mise en relation avec le service Personnels et Moyens Généraux a apporté son concours à la réalisation de ce mémoire.

Je tiens à remercier :

- Mr Konaté Hervé
- Mme Boyarm Mariétou,

respectivement responsable et responsable adjoint au service Personnels et Moyens Généraux, qui ont soutenu et avoir fourni beaucoup d'efforts pour le respect du délai de réalisation de ce mémoire.

J'exprimes également ma profonde gratitude à :

- Mr Diakité Moctar, chef d'agence BOA-Bobo
- Et à tous ces collaborateurs à qui j'ai fréquemment fait appel dans la course aux données.

Enfin, je voudrais remercier tous les professeurs du département IEGS :

- Yézouma Coulibaly, chef de département
- Semporé Francis, maître de mémoire et enseignant
- Ould Taleb, enseignant

dont j'apprécie la compétence, l'enthousiasme et le travail soutenu.

Reconnaissance

Quand un phénomène se complique et ne trouve d'explication l'intuition se renvoie au mystère ! La mort n'est t-elle pas un mystère ?

A mes oncles paternels:

- Ossebi Henri
- ITOUA Gaston

Vous avez su faire de moi un enfant méritant, bénéficiant de la confiance de toute la famille. Arrachés brutalement à la terre des hommes en 91 et 96 alors que je commençais timidement mes premiers instants dans la vie professionnelle, vos souvenirs restent inoubliables.

A ma grand sœur :

- Obondo Thérèse, quand sur le lit de l'hôpital depuis Pointe-Noire

Tu me feras chercher en vain, alors savais-tu déjà que tu mourais, la tâche qui restait c'était de me confier ta progéniture. Hélas, tu es partie sans que l'on se parle pour la dernière fois. Cela se passe en 93, tandis que je me trouvais à mon premier poste d'affectation.

Mais Albert CAMUS disait « du moment où l'on meurt, peut importe, où, quand, et comment ? »

Que la terre vous soit légère !

AUTEUR : GAMBONI François

Professeur encadreur :SEMPORE J. Francis **Organisme encadreur** : BOA Bobo

THEME :

Audit énergétique de l'immeuble de la Bank Of Africa – agence de Bobo-Dioulasso

RESUME

De nos jours, dans notre société moderne et industrialisée, la surconsommation est devenue un fait commun. Des solutions doivent être absolument trouvé afin de minimiser l'impact de ces gaspillages.

La présente étude porte sur l'audit énergétique du siège de la Bank Of Africa de BOBO-Dioulasso. Elle vise à établir l'inventaire des mesures d'économies d'énergies applicables à l'annexe de BObO-Dioulasso.

La démarche du diagnostic énergétique est effectuée suivant trois phases suivantes :

- La description et l'examen de l'existant qui consistent en une étude minutieuse de l'état du bâtiment, des installations énergétiques et de leurs paramètres de fonctionnement en effectuant une série de relevés et de mesures.
- L'exploitation et le traitement des données permettant de mettre en évidence et de décrire les améliorations à envisager avec indication pour chaque intervention, des économies à attendue, du coût et du temps de retour de l'investissement éventuel.
- L'établissement d'un programme d'intervention comportant les mesures à coût nul ou à faible coût et les mesures avec investissement.

L'application de cette méthodologie au bâtiment du siège de la Bank Of Africa de BOBO-Dioulasso a révélé les potentiels d'économies suivants par poste de consommation :

	Economie en Kwh/an	Economie en fcfa/an	% de réduction de la facture
Eclairage	3178	257 564	3.1
Climatisation	6607	535179	6.24
Autres	0	0	0
Facturation	0	44 205	0.5
Total	9787	836948	9.84

Mots clefs :

Audit énergétique, Climatisation, énergétivore

SOMMAIRE

DEDICACES I

REMERCIEMENTS II

RECONNAISSANCE III

RESUME IV

SOMMAIRE 5

I. INTRODUCTION 7

1.1.CONTEXTE 7
1.2.OBJECTIFS DE L'ETUDE 7
1.3.RECHERCHE DOCUMENTAIRE 7

II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL 9

2.1.APERÇU HISTORIQUE DE LA BANK OF AFRICA BOBO DIOULASSO (BOA) 9
2.2.ORGANISATION DE LA BANK OF AFRICA (BOA) 9

III.DESCRIPTION DE L'IMMEUBLE 13

3.1.CARACTERISTIQUES 14
3.2.SITUATION ENERGETIQUE DU BATIMENT 16
3.3.INSTALLATION ELECTRIQUE 18
3.4.INSTALLATION DE CLIMATISATION 23
3.5.PLOMBERIE SANITAIRE – PROTECTION INCENDIE 25

IV. EXPLOITATION ET TRAITEMENT DES DONNEES 26

4.1.METHODOLOGIE 26
4.2.CONSIDERATIONS PRISES EN COMPTE POUR LE CALCUL DES CHARGES 31
4.3.CHARGES EXTERNES 31

V. ANALYSE DE LA FACTURATION 51

5.1.DESCRIPTION DU CONTRAT D'ABONNEMENT 51
5.2.PROFIL DE CONSOMMATION 52
5.3.OPTIMISATION DE LA FACTURATION 53

VI. IMPACT ENVIRONNEMENTAL 56

6.1.INTRODUCTION 56
6.2.LA COMBUSTION DE CES GAZ 56
6.3.CALCUL DES VOLUMES DE GAZ 57
6.4.SITUATION APRES LES MESURES D'ECONOMIE D'ENERGIE 59

VII. RECOMMANDATIONS 62

VIII. CONCLUSION 63

ANNEXES 64

BIBLIOGRAPHIE 65

I. INTRODUCTION

1.1.Contexte

La climatisation est devenue un produit dont l'importance n'est plus à démontrer. En 1902, un Ingénieur américain met au point un système pour refroidir un local fermé. L'utilisation de cette invention pour le bien être des personnes avec le terme « climatisation » n'est que très récente, et c'est vers le début des années 1960 qu'elle a fait ses premiers pas.

Aujourd'hui, la concurrence aidant, les techniques de fabrication et de production s'améliorant, la climatisation se démocratise, et de plus en plus, on trouve des appartements, des bureaux équipés avec des tels systèmes pour le bien être de leurs occupants. Le contrôle de la température et de l'humidité de l'air ambiant est l'un des aspects importants du conditionnement visant à assurer le confort de l'homme.

1.2.Objectifs de l'étude

L'énergie est un poste important d'exploitation d'un bâtiment. La consommation énergétique des bâtiments publics et privés du secteur tertiaire en Afrique sub-saharienne s'élève entre 250 et 450 kwh/m2 climatisé/an.

L'audit énergétique constitue la première étape dans toute action de gestion d'énergie. Il permet d'une part de quantifier le coût de l'énergie et d'autre part de faire ressortir l'intérêt de la réduction des coûts énergétiques pour la structure considérée. Cette étude énergétique permet de faire l'inventaire des mesures susceptibles de réduire les consommations énergétiques dans un premier temps, dans un second temps l'étude permettra de classer les mesures en fonction du coût, des économies potentiellement réalisables et du retour global sur investissement.

1.3.Recherche documentaire

Ce procédé consiste à rechercher les informations nécessaires au bon déroulement des travaux, soit par entretien ou par écrit avec des personnes ressources.

Au niveau de la structure il a été mis à ma disposition par le chef du centre un ensemble d'informations concernant la structure du bâtiment et leurs installations. A cela j'ai pu obtenir du chef de centre :

- Une vue en plan du RDC
- Quelques informations techniques sur les armoires de climatisation
- Factures d'électricité des années 2001 et 2002
- Une rencontre avec un technicien de PCM (production et climatisation moderne) structure ayant réalisée les installations climatiques de la banque.

Avec l'encadreur, profiter sans cesse de ses conseils, définir la méthodologie de travail, élaborer un planning d'exécution des travaux.

II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

Facade Est de la Banque

2.1.Aperçu historique de la Bank Of Africa BOBO DIOULASSO (BOA)

Le 23 Mars 1998, Bank Of Africa Burkina-Faso, cinquième banque du groupe Bank Of Africa (BOA), ouvrait ses portes à Ouagadougou. Ses premiers pas l'ont conduit vers la clientèle de la capitale. Animée du soucis de proposer ses services à la clientèle des deux principales villes du pays, l'agence BOBO-Dioulasso fut ouverte le 23 Novembre 1998 avec un effectif permanent de 13 agents.

La BOA est une société anonyme au capital de 1.500.000.000 de francs cfa partagé entre plusieurs structures

2.2.Organisation de la Bank Of Africa (BOA)

Elle s'établit de la manière suivante :

2.1.1.Administration

- *Assemblée Générale*

Elle est composée de tous les actionnaires et est l'organe suprême de la banque. Elle a pour rôle la nomination des membres du conseil d'administration, décide de leur rémunération et vote toutes les questions relatives au bon fonctionnement de la Banque.

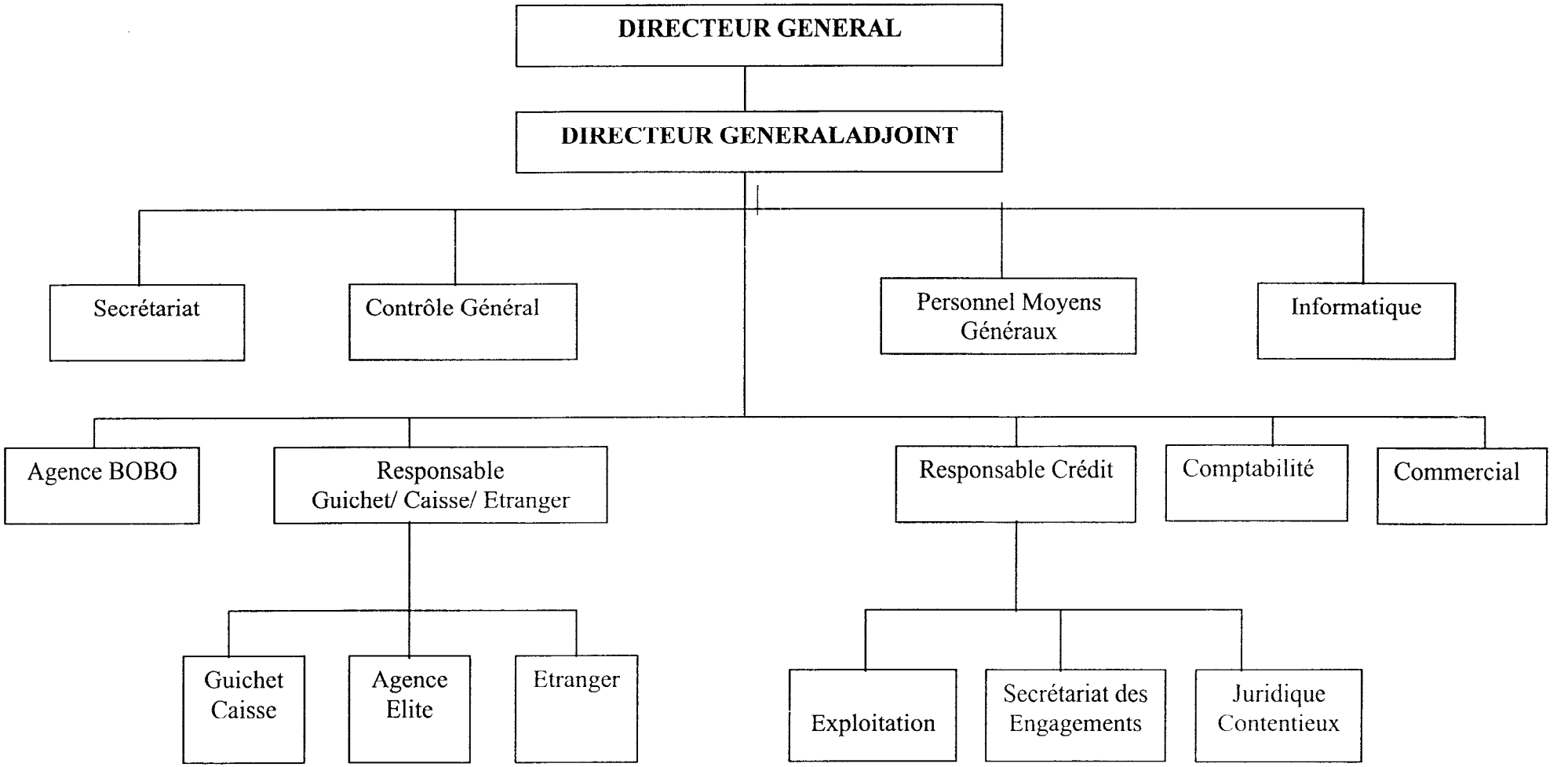
- *Conseil d'administration* (C A)

Il est l'organe exécutif de la Banque. Il définit les grandes orientations, approuve les documents comptables et répartit les résultats des différents exercices. Il est aussi chargé de nommer le Directeur Général, de définir la politique général et de contrôler la gestion des dirigeants.

2.2.2.Organigramme de la BOA

L'organigramme décrit les différents organes qui existent au sein de la BOA. La structure de cet organigramme est de type fonctionnel. Dans ce type d'organigramme les dirigeants sont spécialisés et chaque subordonné peut recevoir des ordres de plusieurs chefs.

ORGANIGRAMME - BOA



2.2.3.Les différentes structures de la BOA_BOBO

- **Le chef d'agence**

Il veille au bon fonctionnement de l'agence

- **Bureau crédit particulier**

Il conseil les clients et étudie leurs projets de crédits.

- **Bureau tri**

Il assure le billetage et le retrait des billets endommagés.

- **Bureau ouverture des comptes**

Il assure l'ouverture des comptes clients au niveau de la banque et s'occupe de la gestion de toutes les opérations liées aux gros versement par les clients.

- **Caisse / guichet**

Procéder aux ouvertures et aux fermetures des comptes clients. De superviser les opérations de caisse guichet . De gérer les comptes de dépôt, il traite les transferts émis et reçus. Il supervise les opérations de Western Union

III.DESCRIPTION DE L'IMMEUBLE

La BOA-BOBO se trouve au centre ville de BObO-Dioulasso à une latitude de 10°11' Nord, sise 932 Avenue Guillaume Ouédraogo.
Structure publique et administrative, la BOA est composée d'un bâtiment R+2, dont le RDC reste le seul niveau exploitable et fonctionnel à l'heure actuelle. L'immeuble est exposé aux rayons solaires sans masque protectrice, avec façades principales orientées Nord-Sud.
Tout le bâtiment est construit en matériaux durables, aux portes principales vitrées, d'une protection métallique. Les parois internes sont construites en parpaings creux de 10 cm et 20 cm pour les parois externes.

Ces parois sont revêtues sur leur face intérieure d'un enduit de mortier, recouverte d'une peinture blanche et à l'extérieure d'un enduit de tyrolienne de couleur jaunâtre sur la façade Sud et Ouest ; Tandis que les façades Est et Nord sont recouvertes des carreaux. Le plancher est composé de la dalle pleine en béton, revêtue des carreaux blancs. Le toît est constitué de béton, surmonté d'un faux plafond en staff à une hauteur de 3.30 m du sol dans le hall et dans les bureaux.

Des fenêtres en baies vitrées de type sombre avec cadre en aluminium, protégées par des grilles métalliques placée de l'intérieur sur la façade Est et Nord, et type clair protégé de l'extérieur sur la façade Sud et Ouest. La majorité des bureaux n'ont pas de rideaux, à l'exception de celui du chef d'agence qui a des stores.

Une installation électrique moderne entièrement encastrée. Cette installation est équipée d'un tableau général muni d'un dispositif de protection contre les courts circuits, assurant la répartition des lignes (17 au total) sur les 3 phases.
Il y'a aussi un groupe électrogène (au gaz-oil) d'une puissance de 40 kva, jouant d'office un système de relais en cas de coupure de courant de la SONABEL.

Au niveau de l'éclairage, il se compose des tubes fluorescents disposés dans les louvres par série de 4 pour les tubes de 0.60m et par série de 2 pour les tubes de 1.20m. Il y'a aussi quelques lampes incandescentes que l'on trouve à l'intérieur comme à l'extérieur du bâtiment. La climatisation du bâtiment est assurée par un système de 3 armoires de marque airwell 1900 au grand hall et quelques unités de climatisation individuelle, type split-système de marque samsung et Delchi.

On décompte un effectif total de 13 agents permanents. La banque est disposée à accueillir un effectif de 300 personnes à des moments de pointe. Les heures d'occupation des bureaux sont :

7h – 12h et de 15h – 18h du lundi au vendredi ;

8h – 13h chaque samedi

3.1.Caractéristiques

3.1.1.Architecturales

C'est un bâtiment de forme parallélépipède d'une hauteur totale de près de 11m et compte deux niveaux (R+2). A l'heure actuelle, seul le RDC est fonctionnel. Les voiles, poutres, poteaux, plancher sont en béton armé dosé à 350 kg / m3. La dalle à une épaisseur de 20 cm. Toutes les portes ont une hauteur de 2.20m avec cadre métallique pour les portes principales, au niveau des fenêtres on a une hauteur de 1.50m

- La surface totale du plancher **= 620.085 m2**
- La surface climatisée **= 568.29 m2**
- Le volume climatisé = **1875.36 m3**

3.1.2.Données climatiques

Le Burkina-Faso est un pays à climat tropical désertique (chaud et sec), à cet effet le problème qui se pose c'est le refroidissement de l'air. Nos calculs seront réalisés en considérant une journée de gains maximums, de type du mois d'Avril. Les données météorologiques que nous avons recueillies sur deux années nous confortent dans cette position.

Année : 2001

mois	janv	fév	mars	avril	mai	juin	juil	aout	sept	oct	nov	Déc
T.max°c	33.7	35	38	39	38	33	31	30	31	34	35	35
T.min°c	18.6	20.4	24	26	24	23	22	22	21	22	22	20.5
Hrmax%	26	24	50	70	83	88	61	95	95	86	67	37
Hrmin%	8	10	17	26	40	51	59	65	63	44	26	14

Année: 2002

Mois	janv	fév	mars	avril	mai	juin	juil	aout	sept	oct	nov	Déc
Tmax°c	32.9	36	39	39	37	33	32	30	32	34	35.8	33.9
Tmin°c	19.8	21	26	29	25	23	22	22	22	22	21.8	20
Hrmax%	31	25	53	74	79	87	92	95	93	87	63	37
Hrmin%	14	11	19	30	37	52	57	65	60	44	22	16

Les deux tableaux représentent les données météorologiques de la station de BOBO.

Le mois d'Avril considéré souvent le mois le plus critique avec des températures les plus élevées de l'année. Nous retiendrons pour notre cas :
Une température intérieure Ti= 24°c pour une humidité de 60 %, on considère les températures maximales et minimales sont respectivement de T max = 39 °c T. min = 28 °c
une humidité minimale estimée à 30 %.

3.1.3.Murs et ouvertures

Les coefficients globaux d'échanges des différents éléments pour ce bâtiment en béton armé ; avec un dosage de 350 Kg/ m3

- Pour les parois extérieures exposées, composées en agglos creux de 20 cm d'épaisseur, avec enduit extérieur et intérieur K = 2.09 w/m2 °c.
  Carreaux K = 1.2 w/ m2 ° c
- Plafond :
  Il est composé d'une dalle en béton armé d'épaisseur 20 cm dosé à 350 kg / m3, d'un faux plafond en staff K = 1.7 w / m2 ° c
- Vitrages :
  Nous avons un vitrage simple avec châssis métallique Kv = 5.8 w/ m2 ° c.
- Portes

Portes principales en baies vitrées avec châssis métallique Kp = 3.94 w / m2 ° c

3.1.4.Apports internes

Le temps d'occupation des locaux est de 7h – 12h et de 15h – 18h de lundi au vendredi et de 8h à 13h le samedi, pour un personnel permanent d'un effectif de 13 agents.
En période de pointe le bâtiment accueil aux alentours de 300 personnes. On y trouve dans les bureaux un éclairage de tubes de 36 w et 18 w. Le bâtiment abrite divers appareils d'une puissance totale 56 Kw (le calcul voir la feuille de consommation énergétique des appareils en annexe)

3.2.Situation énergétique du bâtiment

Il a été mis à ma disposition les factures de deux années successives (2001 et 2002) qui m'ont permis de faire les analyses suivantes :

- Type d'énergie utilisée : électricité (en secours groupe électrogène au gaz-oil)
- Puissance du transformateur : néant
- Puissance souscrite : **30 KW**
- Puissance atteinte :**14 KW en 2001 et 26 KW en 2002**
- C V C (systèmes de climatisation, de ventilation et de conditionnement d'air) utilisées : systèmes tout air.
- Horaire de travail : **7h à 12h ; 15h à 18h** de lundi à vendredi et de 8h à 13h le samedi, au plus pour certains employés.

Période	Energie Consommée en KWh	Energie Mensuelle Moyenne cons. KWh	Facture annuelle en FCFA	Coût moyen mensuel en FCFA	Coût du KWh en FCFA/ KWh
2001	52324	4360	5687332	473944	109
2002	71588	5966	7970627	664219	111

Tableau de la consommation énergétique du bâtiment

Calcul des ratios :

- Ration de consommation d' énergie Ro et R1

On sait que Ro = $\frac{consommation\ électrique}{surface\ climatisée}$

R1= $\frac{consommation\ électrique}{surface\ totale}$

Année 2001 : Ro= $\frac{52324}{568.29}$ = 92 KWh / m2 / an

R1= $\frac{52324}{620.085}$ = 84.4 KWh / m2 / an

Année 2002: Ro= $\frac{71588}{568.29}$ = 126 KWh / m2 / an

R1= $\frac{71588}{620.085}$ = 115 KWh / m2 / an

Dans l'ensemble sur les deux années le ratio de consommation énergétique est normal, comparé à la référence en climat tropical désertique qui est de Ro = 160 KWh / m2 / an (*efficacité énergétique de la climatisation en région tropicale* : tome 1)

La situation énergétique de la BOA-BOBO peut être considérée comme bonne.

Néanmoins on constate une augmentation de la consommation énergétique sur l'année 2002, qui s'explique par la mise en service des nouveaux équipements informatiques et matériels d'une part et par l'occupation des nouveaux bureaux d'autre part .

Nous savons que dans le bâtiment le vitrage (consommation en matière d'énergie) coûtent excessivement chères par conséquent un immeuble dont la surface des vitrages est importante aura une charge frigorifique élevée.

Ration des surfaces vitrées sur les surfaces opaques

On sait que ROM = $\frac{surface\ ouverte}{surface\ fermée}$

ROM = 1/3 murs Sud et Nord (valeur maximale)

ROM = ¼ murs Est et Ouest, suivant les valeurs maximales de l'efficacité énergétique de la climatisation en région tropicale : tome 1)

Dans notre cas de figure, nous avons:

ROM = 0.15 murs Est et Ouest

ROM = 0.24 murs Sud et Nord

Les deux valeurs dans notre cas de figure respectent les normes.

3.3.Installation électrique

On dénombre plusieurs types d'appareils électriques: (ordinateurs, imprimantes, calculettes automatique, photocopieuses).

Au niveau de l'éclairage on y trouve des tubes fluorescents de 0.60 m et de 1.20 m, des lampes incandescentes.

Un groupe électrogène à démarrage automatique après coupure d'électricité installé dans un local derrière le grand bâtiment.

- Tableau de répartition

Un tableau de répartition de type Merlin Multi 9, assure la distribution des lignes selon les usages. Chaque ligne distribuée est protégée par un différentiel.

- Les circuits terminaux

Plusieurs lignes sont réservées pour la desserte des prises de courant de 16 A et aussi des foyers lumineux fixes. Un autre circuit est prévu pour les appareils à grande puissance tel que le guichet automatique.

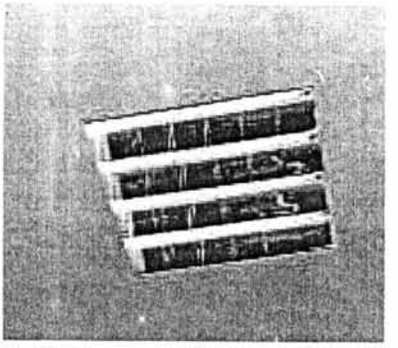
- Des lampes

L'éclairage de la BOA – BOBO est assuré par des tubes de 0.60 m et de 1.20 m disposés en série de deux ou quatre dans les Louvres.

Plaques signalétiques des tubes fluorescents

Made Indonesia
FI 18 W
DAYLIGHT

Photos lampes

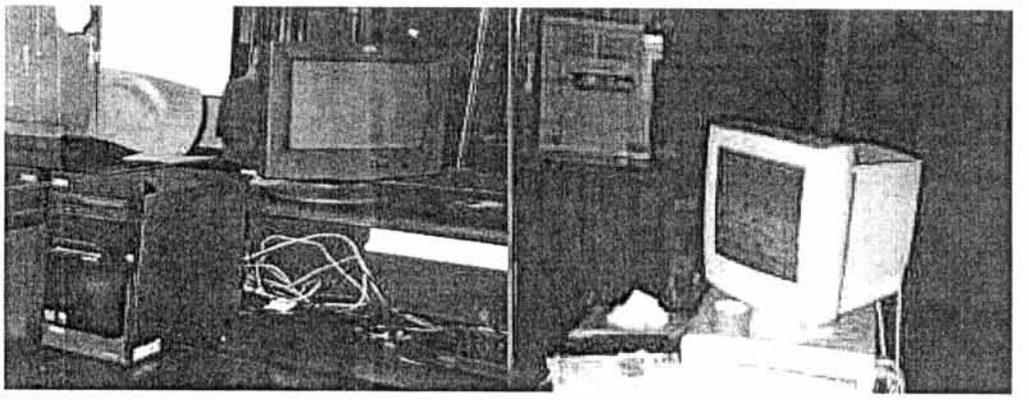


- Ordinateurs

La BOA – BOBO utilise au total 11 ordinateurs de bureau, dont dix (10) machines pour la marque DELL et une (1) seule machine marque IBM. On note simplement que toutes ces machines ont les mêmes caractéristiques.

Plaque signalétique des ordinateurs

DELL COMPUTER
AC 100 - 220 V
50 - 60 HZ
Puissance 124 W



Ordinateurs IBM et DELL

- Imprimantes

Il y en a au total 6, de marque LexMark répartit des guichets caisse à quelques bureaux

Plaque signalétique

LEXMARK
TYPE OPTRA S 1255
Rating 200 – 240 V AC
50 / 60HZ
3.2 A
275 W

- Destructeur de papier

Il sert à détruire les documents n'ayant plus d'importance

Plaque signalétique

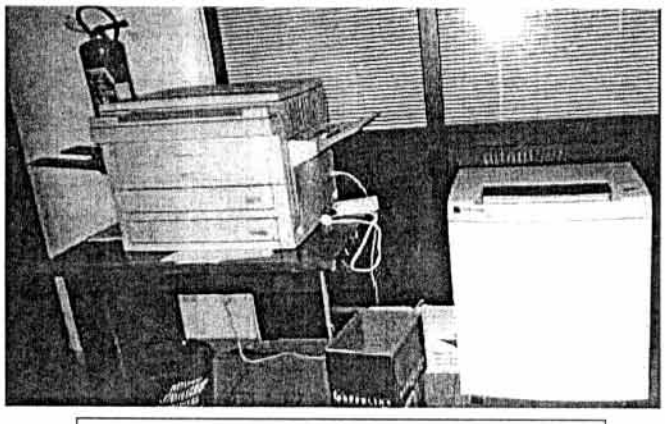
Model : 3250 S2 - 6
REXEL
220 – 240 V
50 HZ
10 A 800 W

- Photocopieuses

On note un seul appareil pour tous les travaux de la maison.

Plaque signalétique

CANON
TYPE NP 6320
220 – 240 V
50 – 60 HZ
6 A
Puissance 750 W



Photocopieuse et Destructeur à papier

- Lampes de secours

Elles s'allument en cas de coupure d'électricité dans le bâtiment ou de tout disfonctionnement dans le réseau électrique

Plaque signalétique

LEGRAND
60 Lm – 5 min
45 Lm – 1h
Auto Test C 71820
230 – 50HZ
IP 43

- Le réfrigérateur

Un appareil est installé dans le bureau du chef d'agence pour tout ravitaillement en eau glacée du personnel.

Plaque signalétique

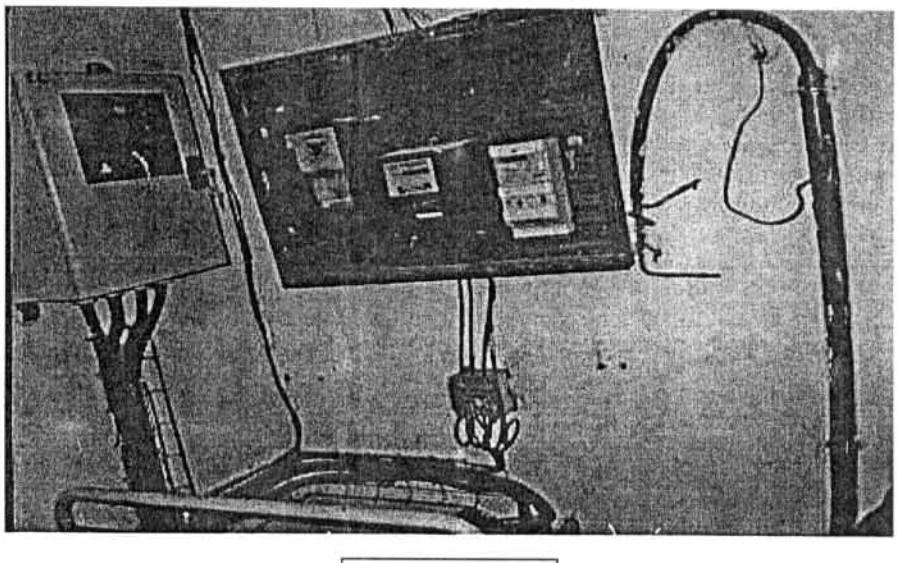
ZANUSSI
220 – 240 V
50 – 60 HZ
120 W
R 134 a

- Groupe électrogène

Afin de palier aux problèmes de coupure, la BOA – BOBO s'est équipée d'un groupe électrogène de puissance 40 KVA.

Plaque signalétique

Type LSA 43 2 S 2J 6/4
Pcontinue : 40 KVA
Rating : 32 W
I : 58 A
Cos : 0.8 - 50 HZ
IP : 23
Poids : 210 Kg



Boucle MT

3.4.Installation de climatisation

Pour pouvoir assurer le confort thermique du bâtiment la BOA, dispose de deux types de climatisation.

La climatisation individuelle (split – système) et la centrale avec les armoires de climatisation. L'ensemble de ces appareils doivent maintenir la température et l'humidité dans certaines limites.

On dénombre 7 splits systèmes au total, dont 6 sont fonctionnels, répartis dans différents bureaux. Le grand Hall, est alimenté par 3 armoires de climatisation de marque Airwell 1900 placé à l'intérieur de l'enceinte, les condenseurs sont placés à l'extérieur de l'édifice.

Plaque signalétique d'un climatiseur armoire Airwell 1900

Puissance frigorifique:23000W
Fuse : 2 A
Model UC 53 A
Ps :28 bar
IP : 24
R 22: 3796 gr
Puissance absorbée : 7.2 Kw

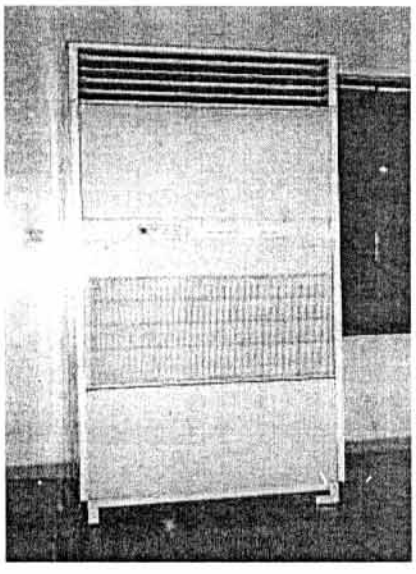
La mise en marche de ces appareils est faite par le personnel de la maison au moment de la reprise du service.

Après de nombreuses enquêtes menées sur place et des entretiens eus avec le personnel, ils estiment obtenir le confort quand les splits – systèmes sont programmés à 18 ° c et cela tout le temps.

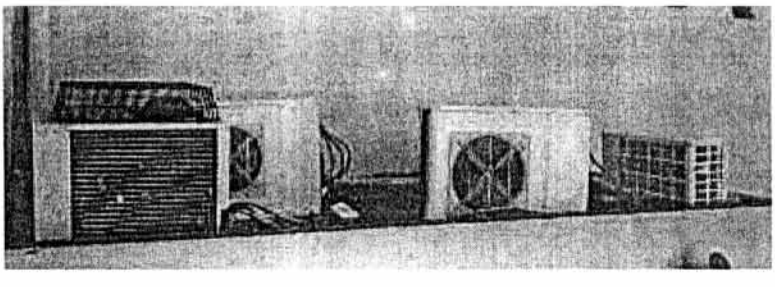
Les locaux desservis par les différents appareils sont résumé dans le tableau suivant :

Désignation équipement	Locaux desservis	Horaire de service	T / Hr de consigne
Armoire	Hall	7h – 12h et 15h – 18h lundi à vendredi	
Split – système	Bureaux + une partie Hall	8h à 13h le samedi	18 ° c 44 %

NB : les splits – système ont une possibilité de réglage



Armoire à climatisation
Airwell 1900



Ensemble des différents condenseurs installés derrière le bâtiment

Les caractéristiques recueillies sur les plaques signalétiques sont :

Marque SAMSUNG

Model US 12AOME
Capacity 12000BTU / h
220 – 240 / 50 HZ
50 A
P = 1170 W
R 22 . 1040g

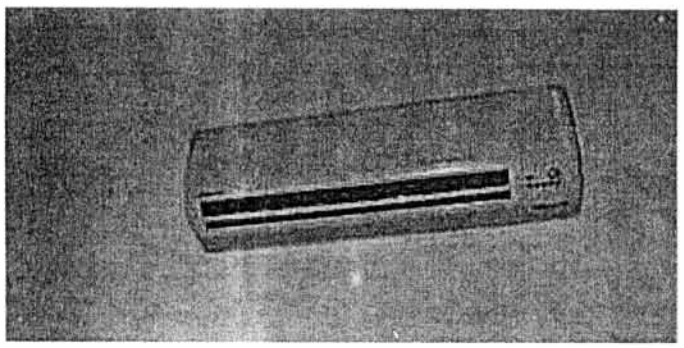
2002 2003

Marque Delchi

Model 9686 . 04
H 22
66 / 38 W
850 RPM
0.3 A / 220 – 240 V
50 HZ 450VL

Marque ACSON

Model ALC 15 B – A F A A
R 22 . 1.0 Kg
6 A / 220 – 240 V
1400 W



Split système Samsung

3.5.Plomberie sanitaire – protection incendie

Un réseau d'évacuation des eaux de pluies installé (gouttière) en tôles aluminium ceinture tout le bâtiment. A l'intérieur du bâtiment un ensemble des WC construit pour des éventuels besoins du personnel, totalement en bon état répondant aux conditions hygiéniques requises

On remarque la présence de Trois (3) bouteilles incendie (extincteur à CO2) comme mesures primaires de sécurité contre toute éventuelle présence d'un feu dans le bâtiment.

IV. Exploitation et traitement des données

4.1.Méthodologie

Pour pouvoir mener à bien ce travail, nous avons procédé de la manière suivante :

- Un recensement de tous les postes de gisements d'énergie, puis un calcul de consommation d'énergie
- Un bilan énergétique
- Une interprétation des résultats

4.1.1.Recensement

Cela a concerné tous les postes de consommation d'énergie. Des nombreuses enquêtes menées auprès du personnel nous ont permis d'avoir des résultats que nous consignons dans le tableau placé en annexe

4.1.2.Calcul des consommations d'énergie

Le calcul des consommations d'énergie repose sur les puissances électriques des équipements d'une part, et d'autre part sur le temps de fonctionnement des équipements. les calculs suivants permettent de définir les temps de fonctionnement des différents équipements.

Les temps de fonctionnement sont définis par rapport aux horaires de travail d'une part et d'autre part suivant les entretiens avec le personnel de la banque. Nous prendrons aussi en compte le temps occasionné par les jours des fêtes nationales et religieuses considérées comme fériés (16 jours = 122 heures, pour le mode de calcul voir en annexe) et un découpage suivant la période froide ou chaude pour les équipements de climatisation.
Pour certains équipements tels que, les ordinateurs, imprimantes, nous tiendrons compte d'un coefficient de simultanéité (l'ensemble des appareils du bâtiment ne fonctionnent pas simultanément) d'une part, et d'un facteur d'utilisation (le facteur qui tient compte de la fréquence d'utilisation des différents appareils) d'autre part.

Il sera utilisé un coefficient de simultanéité pour les équipements climatique du hall, parce que tous les appareils de cette zone ne sont pas toujours en fonctionnement au même temps.

- Pour la climatisation centrale et individuelle, selon les informations obtenues auprès du personnel, il ressort un fonctionnement de 8heures par jour (7h-12h et 15h – 18h) pendant 5j/7 et un fonctionnement de 5heures le samedi.

En période froide (mi-novembre à mi-février)

On a 8 h / jour sur 5j et 5heures le samedi, on a :8h * 5j + 5h = 45h / semaine et 45h * 4semaines = 180heures/mois,
pour un total de 180h * 3mois = 540 heures la période.

En plus il y a cinq (5) jours de fêtes nationales dans cette période (voir tableau en annexe 2) qui donnent un temps de 40heures.
Le temps réel devient : 540 – 40 = **500 heures**

Nous avons aussi constaté pendant notre séjour un fonctionnement normal des compresseurs avec des arrêts (régulation). Ceci est valable pour les splits et armoires, suivant les durées suivantes :

4h / jour sur 5jours et 2.5h le samedi, soit 4h * 5 + 2.5h = 22.5h / semaine
et 22.5h * 4 semaines * 3 mois = 270 heures
le temps de fonctionnement devient : 500h – 270h = 230heures

En période chaude

Il y a 11 jours de fêtes dans cette période pour un temps total de 82heures, on a :
8h * 5j + 5h = 45h / semaine et 45h * 4semaines = 180heures / mois
soit :180h * 9mois = 1620 heures pour la période
Le temps réel devient 1620 – 82 = 1538 heures
Tenant compte du temps d'arrêt des condenseurs dans la période :
2.5h * 5j + 1.5h = 14h / semaine
14h * 4 semaines * 9mois = 504heures pour la période.
le temps réel devient : 1538 – 504 = 1034heures
Ce qui donne pour les splits de bureaux un temps : 1034 + 270= 1304heures.
Pour les armoires et les splits hall le temps devient : 1304 * 0.8= 1043heures.

- Pour l'éclairage, on constate simplement que les lampes intérieures ont un fonctionnement de 8heures par jour sur 5j et 5heures le samedi.
  8h * 5j + 5h = 45h / semaine et 45h * 4semaines = 180heures / mois, pour un total annuel de 180h * 12mois = 2160heures, moins le temps des 16 jours fériés

(janvier= 16h, février= 5h, Mars= 13h, avril= 8h, Mai= 24h, Août= 16h, Oct= 8h, Nov= 8h, Déc= 24h, pour un total de 122heures).

le temps réel devient : 2160 – 122 = **2038heures**

- Pour les lampes extérieures et panneaux de signalisation, elles fonctionnent 12heures par jour et ceci 7j/7. Soit un total de : 12h * 7j * 52semaines = **4368heures** l'année.

- L'appareil photo à badge, d'après le personnel, on estime son temps de fonctionnement à 2h30 /semaine. Pour un total annuel de : 2h30 * 52semaines = **119.60heures**.

- Le réfrigérateur, selon le personnel le branchement de l'appareil est facultatif, à cela nous estime simplement son temps de fonctionnement à 3 heures / jour sur 6j/7. soit 3h * 6j = 18h / semaine, et 18h * 4semaines =72h / mois, pour un total annuel de : 72h * 12mois = 864heures

  Tenant compte du temps des jours fériés,

le temps réel devient : 864 – 122 = **742 heures**.

- Le fax, broyeur de document, on estime leur temps de fonctionnement à 2 h / jour et 6 j/7, soit 2h * 6j = 12heures / semaine

  Soit :12h * 4semaines = 48heures / mois.

  Pour un total annuel de 48h * 12 mois = 576 heures, moins le temps des jours fériés, on a :

  le temps réel devient : 576 – 122 = **454 heures**

- Pour les lampes sanitaires on estime leur temps de fonctionnement à 3heures par jour et 6j/7, soit 3h * 6j = 18heures / semaines et 18h * 4semaines =72h/ mois pour un total annuel de : 72h * 12mois =864heures.

  Tenant compte des jours fériés,

  le temps réel devient : 864 – 122 = **742 heures**

- Pour les lampe de secours, onduleur, serveur, caméra de surveillance, alarme incendie, détecteur de feu, le fonctionnement est de 24h/24.

  Soit : 24h * 7j = 168h/semaine et un total annuel de :

168h * 52semaines = **8736 heures**.

- Pour les ordinateurs, imprimantes, nous retenons un temps de fonctionnement de 8heures par jour pendant 5j/7 et 5heures le samedi, Soit : 8h * 5j + 5h =45h/semaine, et

45h * 4semaines =180heures /mois, pour un total annuel de : 180h * 12mois =2160 heures, moins le temps de 16 jours fériés (122 heures). On a : 2160h – 122h = 2038 heures

En prenant en considération le facteur d'utilisation = 0.8, et le coefficient de simultanéité = 0.8,

le temps réel devient 2038 * 0.8 * 0.8 = **1304heures**

- La calculette électronique, photocopieuse, utilisée facultativement selon le personnel, on estime simplement son temps de fonctionnement à 3h / jour sur 6j /7.

  Soit : 3h * 6j =18h /semaine, et 18h * 4semaines =72h /mois, pour un total annuel de : 72h * 12mois = 864heures.

  En prenant en considération le temps de jour férié (122heures), on a le temps réel : 864h – 122h =**742heures**

La consommation énergétique annuelle est déterminée par la formule suivante :

$$W = P * t$$

P : la puissance électrique en Kw

T : le nombre d'heures de fonctionnement en heure

Consommation des différents appareils dans le bâtiment (voir tableau en annexe)

4.1.3.Moyens matériels utilisés

- Un (1) anémomètre (mesures des débits)
- Un (1) thermomètre électronique (mesure de la température ambiante)
- Un (1) wattmètre (mesure de puissance)
- Un (1) luxmètre (mesure du niveau d'éclairement)
- Un (1) ruban de 5 mètres (mesure des distances horizontales)
- Un (1) télémètre (mesure des distances verticales)

4.1.4.Bilan énergétique

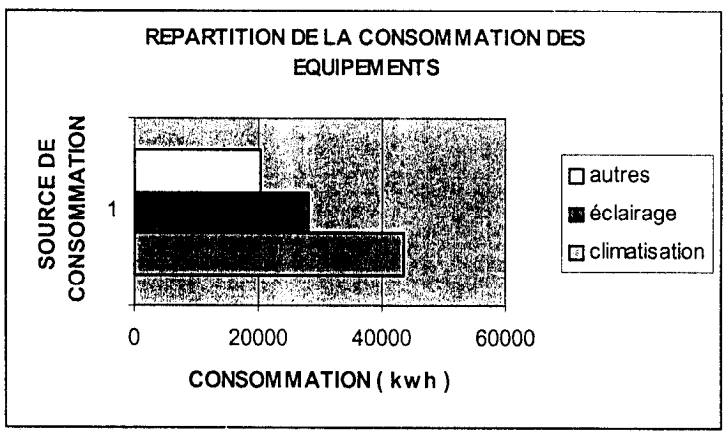
La classification opérée dans le tableau ci-dessus nous permet de catégoriser la consommation d'énergie en différentes rubriques susceptibles de relever les postes énergétivores.

2002 2003

Désignation	Consommation (KWh)	Pourcentage (%)
Climatisation	43412.17	47
Eclairage	27983.99	30.5
Autres	20461.99	22.5
TOTAL	91858.15	100

Répartition de la consommation d'énergie selon les postes

- *Interprétation du bilan énergétique*



On remarque nettement que la climatisation est le poste le plus consommateur parmis tous les autres avec 47%, suivi de l'éclairage avec 30.5% et enfin les autres équipements 22.5%, a savoir que :

La consommation obtenue sur la base de la factures = **71588 Kwh / an**

consommation estimée du fonctionnement des appareils = **91858.15 Kwh / an**

La consommation obtenue par la somme des puissances absorbées par les appareils est supérieure de 22% de celle obtenue aux relevés de factures.

Cela peut s'expliquer par une surestimation des temps de fonctionnement, et s'ajoute des éventuelles erreurs de manipulation sur les différentes mesures réalisées,

- Informations données par le personnel sur le temps de fonctionnement de certains équipements pas toujours juste
- Absence d'horloge (non maîtrise de temps de fonctionnement)
- Manque de coordination technique.

4.2.Considérations prises en compte pour le calcul des charges

- *Mois de base*

Etant donné que l'évaluation du bilan thermique est basée sur l'estimation des gains externes et internes pendant le mois le plus chaud de l'année, la lecture des données météorologique des deux années prises sur la station de BOBO est claire là dessus, ceci correspond bien au mois d'avril.

- *Conditions extérieures climatiques*

Pour ce mois le plus chaud au Burkina-faso les conditions extérieures qui conviennent sont les suivantes : TeM = 39°c Tem = 28° c avec une humidité He = 30%

- *Conditions intérieures climatiques*

Ce sont les conditions normales acceptables en vue du confort thermique dans les bâtiments climatisés, selon les hypothèses suivantes : 20 ° c <= température ambiante < =28° c
20 % <= humidité de l'air <= 80 %

Pour les conditions de confort nous retiendrons les valeurs suivantes : Hi = 60 % et Ti = 24° c

- *Heures de calcul*

C'est l'heure pour laquelle tous les calculs du bilan seront effectués.
Le bâtiment correspond à une orientation de Nord / Sud
Les parois ensoleillées pour ce local sont : Nord – Sud – Est – Ouest.
Le bilan thermique sera effectué à l'heure ou les charges de réfrigération seront maximales, considérée ici à Temps = 14 heures.

4.3.Charges externes

- *Gains de chaleur par conduction*

On sait que **Q (w) = K * S * Δt.**

Cette expression correspond à l'apport de chaleur par transmission à travers les murs, vitrages, et par plancher.

A savoir que :

K = coefficient de transmission thermique de la paroi ou du vitrage considéré en W / m2 ° c.

S = surface de la paroi ou de la fenêtre considérée.

Δt = différence de température entre les deux faces de la paroi considérée en °c

- Au niveau du plafond cette expression tient compte de la présence d'un comble non ventilé, d'ou **Δt = Te – Ti + 12 ° c**

  Q = K * S * Δt

- *Gains de chaleur solaire*

La quantité de chaleur traversant le mur est fonction de l'orientation de celui-ci, par la détermination d'un Δt fictif après correction.

- *Correction due à la température*

Selon que Δt est constante on a : **TeM - Tem = 8 °c**

TeM – Ti = 13 ° c, un correctif est lu et ajouté à la valeur initial.

- *Correction due au mois et à latitude*

C'est un facteur lu sur le tableau 3.149a1, et qui est variable selon l'orientation du mur.

Fe = 0.88 Nord **Fe = 0.99 Est – Ouest**

Fe = 0.21 Sud **Fe = 1.08**

- Correction due à la teinte : Fα
- Ce correctif est fonction de la teinte des murs qui sont claire pour le cas d'espèce (Fα = 1)

A savoir **Δt final =(Δt final + Δt fictif) * Fe * Fα**

- *Par vitrage*

Le calcul se fait en tenant compte du flux de rayonnement solaire et d'un facteur correctif fonction de la protection des vitres.

K = 0.70 (cf document carrier)

Ø = 44 w / m2 Sud

Ø = 327 w / m2 Ouest

Ø = 46 w /m2 Nord

Ø = 19 w / m2 Est

NB : Le cas de la BOA – BOBO, toutes les vitres du coté Est portent des films de couleur ambrée par conséquent le flux de chaleur y traversant doit subir une réduction. Un cas testé

ici à l'E I E R par le représentant de SASCOM International(pendant le projet intégrateur dans la classe de FI3) avec le même type de vitre à donné les résultats suivant :

Vitre sans film = 1200 w /m2

Vitre avec film = 500 w / m2

Ce qui correspond à une réduction de 42 %, affectant la valeur du flux des vitres du côté Est.

- *Gains de chaleur sensibles et latents*

- *Par les occupants*

Une personne humaine libère à la fois des gains sensibles et des gains latents, fonction de la température sèche du local.

qs = 61kcal / h

ql = 52 kcal / h

- *Par l'éclairage*

Il constitue une source de chaleur sensible qui est fonction du type de lampe

- *Divers appareils*

La plupart des appareils constituent à la fois une source de chaleur sensible et latente dans le local.

- *Par infiltration*

Les mouvements d'air externe font que l'air chaud s'infiltre régulièrement à l'intérieur des locaux porteur des gains sensibles et des gains latens. L'infiltration se fait à travers les cadres des fenêtres et portes, et par toutes autres ouvertures pratiquées dans les murs.

- *Par renouvellement*

Le renouvellement d'air dans un local est dû par la présence des mauvaises odeurs et de la stagnation d'air vicié dans la salle.

On a :

Q(w) = 0.29 * qv * Δt pour sensible

Q(w) = 0.71 * qv * Δx pour latent

Avec qv = 20 m3 / h / personne non-fumeur

Δx est fonction de la teneur en eau de l'air extérieur sec et de l'air intérieur sec obtenu sur le diagramme psychométrique

4.3.1.Cas de la climatisation

- *Estimation de la puissance de la climatisation*

Nous allons calculer de diverses manières les charges thermiques du bâtiment notamment par :

- la méthode forfaitaire des surfaces par 150 w / m2
- la méthode simplifiée du fabricant d'équipements York
- la feuille de calcul Excel intégrant la majorité des facteurs

- *Méthode forfaitaire*

Cette méthode s'applique en considérant une puissance forfaitaire de 150 w /m2 pour les surfaces de plancher climatisées. Les résultats sont dans le tableau.

Surface climatisée = 568.29 m2
Puissance frigorifique : 568.29 * 150 =85243.5 w
Puissance frigorifique = 85.1435 Kw

- *Méthode simplifiée du fabricant d'équipements York*

(Voir feuille de calcul en annexe)

- *Méthode de la feuille de calcul Excel intégrant la majorités des facteurs*

(Voir feuille de calcul en annexe)

- *Bilan thermique*

Le tableau suivant nous donnent les différents résultats obtenus selon les méthodes employées.

Méthodes	Puissance obtenues(Kw)
Forfaitaire des surfaces	**85.244**
York	**98.916**
Feuille Excel	**94.501**

4.3.2.Puissance frigorifique

La puissance frigorifique réellement développée par les appareils est obtenue à partir des débits relevés au niveau des bouches de soufflage, connaissant les températures humides et sèches.

A savoir que Q = : $\rho * V * S * \Delta h$

Δh la variation d'enthalpie entre l'air soufflé et l'air repris.

➢ *Cas de climatisation individuel de bureau*

Bureau gros versement (Samsung)

Vitesse de soufflage : V = 2.4 m / s

Surface de soufflage : 0.08*0.63 = 0.0504 m2

Masse volumique de l'air : ρ = 1.2 kg / m3

Soufflage Th = 5° C

Ts = 8° C $\Rightarrow$ H = 23 kj / kg

Hr = 90 %

Salle Ts = 21° C

Th = 13° C $\Rightarrow$ H = 46.5 kj / kg

Hr = 65%

Q = 1.2 * 0.0504 * 2.4 * 23.5 =3.4 kW

Q = 3.4 K W

Calcul du COP:

La puissance électrique sur la plaque signalétique de l'appareil est de 1.17 KW, le coefficient de performance du climatiseur est donné par :

$$COP = \frac{Q}{W}$$

$$COP = \frac{3.4}{1.17} = 2.9$$

Bureau chef d'agence *(SAMSUNG)*

Vitesse de soufflage = 1.5 m / s

Section de soufflage = 0.0504 m2

ρ = 1.2 kg / m3

salle : Ts = 26° C

Hr = 34% $\Rightarrow$ H = 43 kj / kg

Souflage: Ts = 9° C $\Rightarrow$ H = 15 kj / kg

Hr = 36%

Q = 1.5 * 0.0504 * 1.2 * 28 = 2.54 Kw

$$COP = \frac{2.54}{1.17} = 2.2$$

Bureau N° 2 (SAMSUNG)

Vitesse = 1.8

Section = 0.0504 m2

ρ = 1.2T kg / m3

Salle : Ts = 25° C

Hr = 47% $\Rightarrow$ H = 47 kj / kg

Soufflage : Ts = 8° C

Hr = 36% $\Rightarrow$ H = 15 kj / kg

Q = 1.8 * 0.0504 * 1.2 32 *32 = 3.5 Kw

Q = 3.5 Kw

COP = $\frac{3.7}{1.17}$ **= 2.9**

Bureau crédit particulier (SAMSUNG)

Vitesse = 1.8 m /s

Section = 0.0504 m2

Salle : Ts = 25° C

Hr = 42% $\Rightarrow$ H = 46 kj / kg

Soufflage : Ts = 20° C

Hr = 40% $\Rightarrow$ H = 35 kj / kg

Q = 1.2 * 0.0504 * 1.8 *11 = 1.2 Kw

COP = $\frac{1.2}{1.17}$ = 1 Cette valeur du COP témoigne du mauvais fonctionnement de l'appareil

Bureau chef adjoint (SAMSUNG)

Vitesse = 1.23 m/ s

Section = 0.0504 m2

ρ = 1.2 kg / m3

Salle : Ts = 24° C

Hr = 41% $\Rightarrow$ H = 44 kj / kg

Soufflage : Ts = 19° C

Hr = 42% $\Rightarrow$ H = 34.5 kj / kg

Q = 1.23 * 1.2 * 0.0504 * 9.5 = 0.71 Kw

Q = 0.71 Kw

Bureau Tri (SAMSUNG)

Vitesse = 1 m / s

Section = 0.0504 m2

ρ = 1.2 kg / m3

Salle : Ts = 29° C

Hr = 35% ⇒ H = 51kj / kg

Soufflage : Ts = 9° C

Hr = 37% ⇒ H = 15.5 kj / kg

Q = 1.2 * 1 * 0.0504 * 35.5 = 2.2 Kw

Q = 2:2 Kw

Salle d'attente chef (SAMSUNG)

Vitesse = 2.2 m /s

Section = 0.0504 m2

ρ = 1.2 kg / m3

Soufflage : Ts = 24° C

Hr = 48% ⇒ H = 46.5 kj / kg

Salle : Ts = 27° C

Hr = 47% ⇒ H = 55 kj / kg

Q = 1.2 * 2.2 * 0.0504 * 8.5 = 1.1 Kw

Q = 1.1 Kw

Salle machine (ACSON)

Vitesse = 3.2 m / s

Section = .64 * 0.08 = 0.051 m2

ρ = 1.2 kg / m3

Salle : Ts = 23° C

Hr = 40% ⇒ H = 40.5 kj / kg

Soufflage : Ts = 14° C

Hr = 38% ⇒ H = 23.5 kj / kg

Q = 1.2 * 3.2 * 0.051 * 17 = 3.3 Kw

Q = 3.3 Kw

Magasin (Delchi)

Vitesse = 4.2 m/s

Section = 0.094 m2

ρ = 1.2 kg / m3

Salle: T = 28° C

Hr = 54% ⇒ H = 59.5Kj/ kg

Soufflage : Ts = 25° C

Hr = 47% ⇒ H =459 Kj/ kg

Q = 1.2 * 0.094 * 4.2 * (59.5 – 49) = 4.97 Kw

Salle forte (Delchi)

Vitesse = 4.3 m / s

Section = 0.094 m2

ρ = 1.2 kg / m3

Salle : Ts = 23° C

Hr = 45% ⇒ H = 43 Kj / kg

Soufflage : Ts = 20° C

Hr = 44% ⇒ H = 36 Kj / kg

Q = 1.2 * 0.094 * 4.3 * 7 = 3.4 Kw

Ancien guichet (Delchi 1)

Vitesse = 1.9 m / s

Section = .94 * 0.10 = 0.094 m2

ρ = 1.2 kg

Salle : Ts = 27° C

Hr = 42% ⇒ H = 50.5 kj / kg

Soufflage : Ts = 11° C

Hr = 47% ⇒ H = 25 kj / kg

Q = 1.2 * 1.9 * 0.094 * 25.5 = 5.5 Kw

Delchi 2

Vitesse = 2.6 m / s

Section = 0.094 m2

ρ = 1.2 kg / m3

Salle : Ts = 27° C

Hr = 41% ⇒ H = 50 kj / kg

Soufflage : Ts = 11° C

Hr = 40% ⇒ H = 19.5 kj / kg

Q = 1.2 * 2.6 * 0.094 * 30.5 = **8.9 Kw**

✓ *Cas d armoire de climatisation (marque AIRWELL 1900)*

Grand Hall Armoire N° 2

Vitesse de soufflage : V = 4.2 m / s

Section de soufflage : S = 0.22 * 0.96 = 0.211 m2

ρ = 1.3 kg / m3

Soufflage Ts = 14° C

Hr = 40% H = 24 kj / kg

Réprise Ts = 25° C

Hr = 41% H = 45.5 kj / kg

Q = 1.3 * 0.211 * 4.2 * 21.5 = 24.77 K w

Q = 24.77 Kw

Grand Hall *Armoire N° 3*

Vitesse = 7.8 m/ s

Section = 0.211 m2

ρ = 1.3 kg / m3

Soufflage: Ts = 14° C

Th = 34° C ⇒ H = 37 kj / kg

Réprise: Ts = 22° C

Th = 14° C ⇒ H = 49 kj / kg

Q = 1.3 * 7.8 * 0.211 * 12 = 25.7 Kw

Q = 25.7 Kw

Grand Hall *Armoire N°1*

Vitesse = 5.4 m /s

Section = 0.211 m2

ρ = 1.3 kg / m3

Soufflage: Ts = 17° C

Hr = 43° C ⇒ H = 30 kj / kg

Réprise : Ts = 29° C

Hr = 40° C ⇒ H = 46 kj / kg

Q = 1.3 * 0.211 * 5.4 * 16 = 23.7 Kw

Q = 23.7 Kw

Selon la configuration du bâtiment nous avons divisé celui-ci en deux zones de climatisation. La première celle de quelques bureaux bien isolés, et la deuxième celle des bureaux à séparatifs à mi-hauteurs et le grand Hall.

La situation est résumée dans le tableau ci-dessous :

types de bureaux	puissance frigo,réelle (Kw)	COP calculé	Puissance électrique (Kw)
Chef agence	2,54	2,2	1,17
Bureau N°2	3,5	2,9	1,17
Gros versement	3,4	2.9	1,17
Salle forte	3,4	1.7	1,98
Salle machine	3,3	2.4	1,4
Salle Tri	2,2	1.9	1,17
Magasin	4,97	2.5	1,98
Grand Hall	91,58		29.07
Total bâtiment	**114,89**		**39.11**

NB : La puissance frigorifique du grand Hall est constituée des trois Armoires, de deux splits systèmes delchi et de trois splits systèmes Samsung.

Nous tenons à rappeler que pour les locaux dont le COP est inférieur à 2.5 qui est valeur minimum souhaitée(*Efficacité énergétique de la climatisation en région tropicale*),

témoigne du mauvais fonctionnement des appareils ou tout au moins du vieillissement de ceux-ci.

4.3.3.Propositions des mesures d'économies d'énergie

Le problème majeur de la BOA BOBO est le fait que, près de la moitié des façades exposées au soleil soient vitrées.
La méthode simplifiée de York, dit pour une vitre ensoleillée, sans store extérieur a un facteur multiplicatif de 180, alors que celui-ci pour un mur extérieur ensoleillé non isolé est de 23. Ce qui explique de la quantité de flux de chaleur entrant dans la maison à peu près huit fois supérieure.
Ainsi pour limiter les charges de climatisation il va falloir traiter ce problème.

A cet effet nous proposons :

- Les films réfléchissants, qui ont l'avantage de réfléchir une partie des rayons solaire, à mettre sur les vitrages du côté Nord et Sud. Autrement une bonne conservation des conditions climatiques du local pendant la période chaude.
- Un fonctionnement rotatif des trois armoires et les splits systèmes au niveau des bureaux ; cela en tenant compte des périodes froide et chaude

4.3.3.1.Examen des dits mesures

- Les films réfléchissants

Nous disposons d'un type de film Duplex argenté dont le pouvoir réfléchissant et le prix sont consignés ci dessous, et fourni par la maison SASCOM INTERNATIONAL

Pouvoir de réflexion %	Prix en FCFA / m2
86	22 750

NB : cette démarche ne concerne que les vitrages des côtés Nord et Sud, et le montant proposé ici incorpore la pose du film.
Le gain entraîné par la réduction de l'apport en chaleur est de :

Vitrage Nord :

Apport solaire moyen = 125 w /m^2 *(mode de calcul voir annexe)*

Surface vitrage Nord = 13.024 m^2
Energie reçue = apport solaire * surface vitrage * Temps de fonctionnement
Avec temps de fonctionnement = 13h * 365jours
Energie reçue=0.125 * 13.024 * 13 * 365 = 7724.86 Kwh
Energie économisée = énergie reçue * pouvoir réfléchissant
= 7724.86 * 0.86 = 6643.38 Kwh
Energie reçue effectivement = 7724.86 – 6643.38 = **1081.48 Kwh**

Vitrage Sud:

Apport solaire moyen = 247.6 w / m^2 (*mode de calcul voir annexe*)
Surface vitrage Sud = 6.976 m^2
Energie reçue= 0.2476 * 6.976 * 13 * 365 = 8195.84 Kwh
Energie économisée = 8195.84 * 0.86 = 7048.42 Kwh
Energie reçue effectivement = 8195.84 – 7048.42= **1147.42 Kwh**
Le total des apports = 2228.90 Kwh
Prix moyen du Kwh 81 FCFA *(voir annexe 7pour le mode de calcul)*
Investissement : I = Prix / m2 * surface vitrée = 22750 * 20 **= 455 000FCFA**
Economie : E = gain * prix moyen en Kwh = 2228.90 * 81 **= 180 541FCFA / an**
Temps de retour : T = Investissement / économie = 2 ans 4 mois
T = 2 ans 5 mois

Gain en Kwh	Investissement en FCFA	Prix moyen du Kwh	Economie en FCFA	Temps de retour
2228.90	**455000**	**81**	**180 541**	**2 ans 5 mois**

- Le fonctionnement rotatif des appareils :

Période froide : l'apport solaire calculé dans cette période donne= 89.5 kw (voir annexe), avec un temps de fonctionnement calculé dans cette période tenant compte du coefficient de simultanéité : 265.6heures(mode de calcul voir paragraphe 4.1.2 calcul des consommations d'énergie)
Pour cela nous préconisons faire fonctionner les appareils suivant :
tous les splits bureaux sont fonctionnels + 2 armoires + 5 splits hall, pour une puissance frigorifique totale de = 90.12 kw

Consommation annuelle :

1.17 * 7 + 1.98 * 4 + 7.2 * 2 + 1.4 = 31.91kw

Energie : 31.91 * 230 = 7339.3Kwh

dépense annuelle :31.91 * 81 * 230= **594 483 FCFA**

Période chaude : l'apport solaire calculé dans cette période nous donne= 95 Kw (annexe 4), avec un temps de fonctionnement calculé dans cette période tenant compte du coefficient de simultanéité (mode de calcul voir paragraphe 4.1.2 calcul des consommations d'énergie)

Nous préconisons faire fonctionner aussi tous les splits bureaux + 3armoires (Splits Delchi du hall non fonctionnels), pour une puissance frigorifique totale = 100.49Kw

Consommation annuelle :

1.17 * 7 + 2 * 1.98 + 7.2 * 3 + 1.4= 35.15kw

Energie

Splits bureaux Samsung : 1.17 * 4 * 1304= 6102.72kwh

Splits hall Samsung :1.17 * 3 *1043= 3660.93kwh

Splits bureaux Delchi:1.98 * 2 * 1304= 5163.84kwh

Armoires hall : 7.2 * 3 * 1043= 22528.80kwh

Split bureaux Acson: 1.4 * 1 * 1304= 1825.60kwh

Total énergie= 39281.89kwh

Dépense totale: 39281.89 * 81= 3 181 833fcfa

Dépense totale annuelle :3 181 833 + 594 483= **3 776 316fcfa**

Energie totale annuelle : 39281.89 + 7339.3= **46621.19kwh**

Situation avant mesures d'économie pour une hypothèse selon laquelle tous les appareils (splits et armoires) sont en marchent, pour une consommation de :

1.17 * 7 + 4 * 1.98 + 7.2 * 3 + 1.4 = 39.11 Kw

Energie : 39.11 * 1304= 50 999.44Kwh

dépense annuelle : 50 999.44 * 81= **4 130 954FCFA**

Gain total en énergie : 50999.44 – 46621.19= **4378.25kwh**

Economie 4 130 954 – 3 776 316= **354 638FCFA**

Situation avant les mesures

Equipements	Nbre	Puissance électrique en kw	Puissance frigorifique en kw	Energie kwh	Dépense Annuelle en FCFA
Splits bureaux	7	10.04	23.31	13092.16	1060465
Splits hall	5	7.47	17.41	9740.88	789011
Armoires	3	21.6	74.17	28166.40	2281478
Total	15	39.11	114.89	50999.44	4130954

Situation après les mesures

Equipements	Nbre	Période chaude		nbre	Période froide	
		P.électrique en kw	P.frigo en kw		P.électrique en kw	P.frigorifique en kw
Splits bureaux	7	10.04	23.31	10	13.55	26.32
Splits hall	3	3.51	3.01	2	3.96	14.40
Armoires	3	21.60	74.17	2	14.4	49.4
Total	13	35.15	100.49	14	31.91	90.12

Tableau résumé

	Energie en kwh	Gain en énergie en kwh	Economie en FCFA	Investis-sement en FCFa	Temps de retour
Situation avant	50999.44	0	0	0	immédiat
Situation après	46621.19	4378.25	354 638		

L'ensemble des mesures proposées en climatisation font une économie de **535179 FCFA,** pour une réduction sur la facture près de : 6.24 %

4.3.4.Cas de l'éclairage

Il s'agit de prévoir les mesures qui consisteront à adapter l'intensité de l'éclairage dans les locaux conformément aux normes et aux temps d'utilisation des appareils. Avec le luxmètre nous avons réalisé les mesures liées à la détermination du niveau d'éclairement dans les différents bureaux.

4.3.4.1.Estimation de la puissance d'éclairage

Cette estimation est faite à base de l'éclairage intérieur du bâtiment, de l'éclairage de la cour, aussi des projecteurs utilisés pour l'illumination du bâtiment.

Les résultats sont consignés dans le tableau ci dessous

Désignation	*Nombre*	*Puissance Unitaire*	*Puissance Totale*
Tube fluorescent (36w ; 1.20m)	*40*	*0.036*	*1.44*
Tube fluorescent (18w; 0.60)	*47*	*0.018*	*0.846*
Lampes incandescentes cour	*14*	*0.075*	*1.050*
Lampes fluorescentes cour	*2*	*0.018*	*0.036*
projecteurs	*8*	*0.4*	*3.20*
Lampes fluorescentes cour	*8*	*0.036*	*0.288*
Lampes incandescentes sanitaires	*8*	*0.06*	*0.48*
Lampes fluorescentes sanitaires	*8*	*0.018*	*0.144*
Panneaux de signalisation	*4*	*0.15*	*0.600*
Lampe de secours	*10*	*0.003*	*0.030*
Total (Kw)			***8.114***

Le niveau moyen d'éclairement mesuré dans le bâtiment est donné par le tableau suivant :

Désignation local	Niveau moyen D'éclairement mesuré (lux)	Niveau moyen d'éclairement recommandé (lux)		
		Bureau	Hall	Couloir
Bureau chef	230			
Chef adjoint	185	300	300	100
Crédit particulier	185			
Gros versement	275			
Bureau N° 2	250			
Bureau tri	250			
Magasin	200			
Salle machine	200			
Salle forte	190			
Guichet	530			
Hall	200			

4.3.4.2.Analyse de l'éclairage

- *Intérieur*

L'éclairage installé dans le bâtiment représente également un pourcentage (30.5 %), important dans la consommation avec des tubes fluorescents en nombres très élevés.

- *Extérieur*

Cet éclairage est caractérisé par un nombre élevé des ampoules à incandescences, qu'il faille réduire

4.3.4.3.Proposition des mesures d'économie d'énergie

Scénarios avec investissement

- Retrait de certaines lampes existantes
- Remplacement de certaines lampes existantes par celles moins consommatrices d'énergie

4.3.4.4.Examens des dits mesures

- *Retrait de certaines lampes*

Malgré le faible niveau d'éclairement dans certains bureaux, il est possible d'y réaliser les économies. En effet, certains luminaires dans les bureaux sont assez éloignés des postes de travail et le flux lumineux qu'ils émettent ne semblent pas assez utile.
Du moment ou ils sont montés en duo, nous allons retirer de ces luminaires une lampe. Quant aux luminaires proches de poste de travail, il est préférable de diminuer leur hauteur par rapport à la table de travail en les suspendant.
A cela comme moyen de suspension, nous préférerons la chaîne chromée à la tige de caoutchouc rigide pour des raisons d'esthétique.

Le coût des travaux effectués sur un luminaire est estimé comme suit :

Désignation	**Unité**	**quantité**	**Prix unitaire**	**Prix total**
Chaîne chromée	m	1.20	1500	1800
Fer plate	m	1.20	500	600
Vis de fixation	U	4	50	200
Main d'œuvre	UTH	1	1400	1400
Total				4000

Tableau quantitatif des luminaires

Local	**Type de lampe**	**Nombre de lampe à enlever**	**Nombre de luminaire à suspendre**
Bureaux individuels	Fluorescents 36w	24	12
Guichet	Fluorescents 18w	5	0

L'investissement sur les luminaires suspendus est estimé à :

12 * 4000 = 56 000 frs

L'économie générée est la suivante pour un prix moyen du Kwh 81 frs

2002 2003

Type de lampe	Nombre	Puissance W	Economie			Investisse Ment FCFA	Durée de retour
			h / an	Kwh / an	FCFA/an		
Fluorescents 36 W	24	36	1310.72	1132.462	91729	56000	6 mois
Fluorescents 18 W	5	18	1310.72	117.964	9555		
Total				1250.426	101284		

On constate que la suspension des luminaires accompagnés de la suppression de certaines lampes génère une économie de : **101 284 FCFA**

- *Remplacement des lampes*

Les huit (8) lampes fluorescentes de 36 w du couloir ancien guichet seront remplacées par des lampes fluorescentes compactes à haute efficacité lumineuse (CHEL) de 13 W, avec une durée de vie plus grande que les tubes néon pour un même niveau d'éclairement .

Nombre = 8

Prix unitaire 5000 FCFA (avec main d'œuvre)

Investissement : 8 * 5000 = 40 000 FCFA

Temps de fonctionnement = 1310.72 heures / an

Gain de puissance électrique (8 * 0.036) – (8 * 0.013) = 0.184 W

Consommation annuelle : 0.184 * 1310.72 * 8 = 1929.38 Kwh / an

Economie: = 1929.38 * 81 = 156 280 FCFA

Temps de retour = $\frac{40000}{156280}$ = 3 mois

Nombre	**Prix unitaire En Fcfa**	**Investissement En Fcfa**	**Gain en Kwh / an**	**Economie en Fcfa / an**	**Temps de retour**
8	**5000**	**40 000**	**1929.38**	**156 280**	**3 mois**

Les mesures avec investissement proposées, permettent de réaliser une économie en énergie de : 1929.38 Kwh / an

Soit 156 280 FCFA, pour un temps de retour de 3 mois.

Les mesures proposées font une économie de **257 564 FCA** au total, pour une réduction sur la facture près de 3.1 %.

Mesures à coûts nuls ou faibles

Malgré l'état non satisfaisant du niveau d'éclairement dans certains bureaux, la sensibilisation du personnel de la banque sur la nécessité d'utiliser autant que possible, l'éclairage nature s'impose. Cette sensibilisation pourra se faire avec des affiches et étiquettes aux messages invitant le personnel à s'assurer de la possibilité de travailler avec la lumière naturelle avant d'allumer toute lampe.

Compte tenu du fait que les imprimantes sont individuelles, en cas de remplacement, il faut privilégier de petites imprimantes de plus faible puissance ou imprimante à arrêt automatique. Munir l'ensemble des ordinateurs d'économiseurs d'écrans ou les activer (la régulation) s'il en a.

V. ANALYSE DE LA FACTURATION

Elle est basée sur une bonne connaissance de la tarification du fournisseur afin de ne payer l'énergie qu'à son juste prix à travers :

- La souscription d'un contrat d'abonnement optimum
- Le maintien d'un bon facteur de puissance
- Une meilleure utilisation des tranches horaires

5.1.Description du contrat d'abonnement

Il s'agit d'identifier les pénalités et de vérifier la concordance des chiffres portées sur la facture.

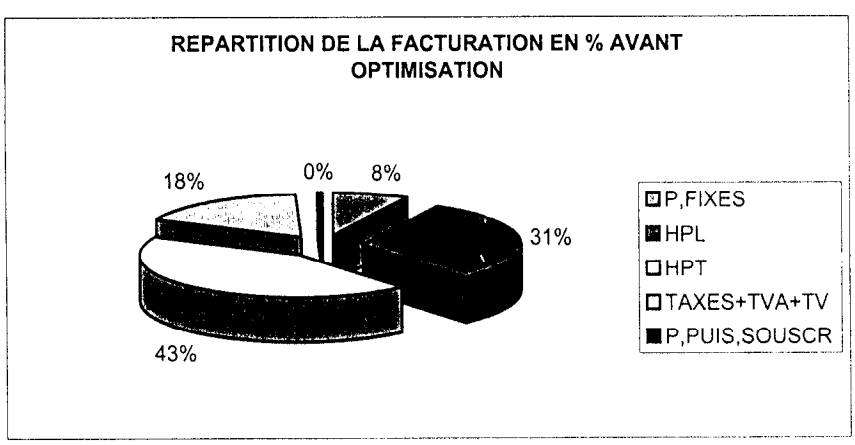
Nom de l'abonné :	Siège BOA à BOBO - Dioulasso
N° Abonné :	CC 6002001
Police d'abonnement :	255 C
Puissance souscrite :	30 kW
Puissance condensateurs :	Néant
Puissance Transformateurs :	Néant
Prime fixe:	55 235FCFA/AN/Kw
Tarif HPL:	51 FCFA/ Kwh
Tarif HPT:	110 FCFA/Kwh

5.2.Profil de consommation

Les données recueillies pour l'années de référence 2002 sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Période	Energie Active HPL	Energie Active HPT	Energie Reactive	Heure	Puissance enregistrée	Facture Mois FCFA
Janv-02	1 225	935	43	0	10	302 316
févr-02	1 790	1 151	59	0	17	377 578
Mars-02	2 524	1 908	89	0	23	535 952
Avr-02	3 844	3 113	139	0	35	843 047
Mai-02	4 894	3 700	172	0	31	991 136
Juin-02	4 247	3 154	148	0	33	870 801
Juil-02	4 003	2 841	137	0	28	793 466
Août-02	4 049	3 091	143	0	26	832 943
Sept-02	2 942	2 233	104	0	26	624 606
Oct-02	3 211	2 404	112	0	26	720 412
Nov-02	4 687	3 389	162	0	31	930 292
Déc-02	3 616	2 736	127	0	29	748 078
Moyenne	3419.33	2554.58	119.58	0	26	714 303
Total	41 032	30 655	1435	0		8 571 627

Répartition de la facturation en % avant optimisation



Au regard de ces pourcentages, on constate simplement que la consommation en heure de pointe est très élevée, alors que les pénalités dues au facteur de puissance sont presque inexistantes.

5.3.Optimisation de la facturation

Cette optimisation consiste en la réduction voire la suppression des pénalités de dépassement de puissance, de mauvais facteur de puissance.

5.3.1.Pénalité de dépassement

En rappel, l'une des clauses du contrat avec la SONABEL stipule que l'usager a droit à trois (3) dépassement annuel au maximum de la puissance souscrite.
Dans le cas contraire la société qui distribue de l'énergie électrique applique des pénalités qui peuvent grever considérablement la facture.
Autrement il est question après analyse de la facturation, de choisir la puissance à laquelle doit souscrire la BOA – BOBO.

5.3.2.Pénalités de mauvais facteur de puissance

Les pénalités sont appliquées au cas ou le facteur de puissance est mauvais, c'est à dire inférieur à 0.80. On tente pour cela d'optimiser le facteur m+1, on choisi des batteries de condensateurs capables de relever ce facteur à : 0.92

5.3.3.Règlement des factures d'électricités

La BOA – BOBO envoie les factures au service des moyens généraux à Ouagadougou, qui sont enregistrées et transmises à la direction générale. C'est la direction générale qui donne l'ordre de règlement des factures.

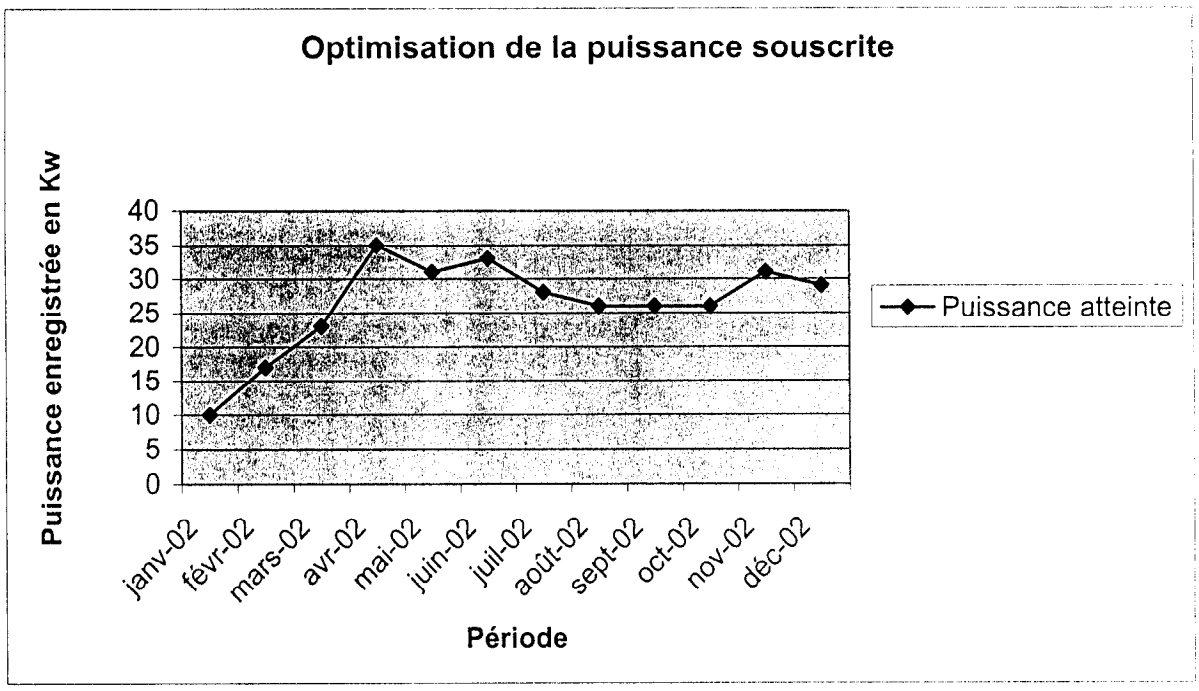
5.3.4.Situation actuelle

L'état de la facturation actuelle est caractérisé par des dépassements de puissances au cours de l'année 2002, qui ont engendré des pénalités à la hauteur

de 39 000frs pour une puissance souscrite de 30 Kw. Inexistence des pénalités dues au facteur de puissance moyen $COS\varphi = 0.99$, qui est déjà bon.

Compte tenu du fait que le client a eu quatre (4) dépassements dans l'année, en application de la réglementation de la SONABEL qui stipule que : le client a droit à trois dépassements annuels au maximum de la puissance souscrite.
A juste titre le client doit réajuster sa puissance, se faisant en éliminant les trois (3) plus grandes .
La puissance restante la plus élevée 31 Kw, est celle à laquelle le client doit souscrire.

Graphe de l'évolution de la puissance



Nous constatons que les puissances maximales atteintes sont 35, 31 et 31 Kw par conséquent nous pouvons nous souscrire à la puissance minimale atteinte parmi les trois qui est de : 31 Kw

Avec cette nouvelle valeur de puissance faisons l'hypothèse suivante :

Puissance à souscrire	**31 Kw**
Puissance condensateurs	**0 Kvar**
Tarif heures pleines	**51 FCFA / Kwh**
Tarif heures de pointe	**110 FCFA / Kwh**
Prime fixe annuelle	**24015 FCFA**
Location et entretien compteur	**5929 FCFA**

Ce qui nous donne les résultats suivant :

	Etat
Coût moyen du Kwh	**119 FCFA**
Facteur de puissance	**0.99**
Consommation Totale Apparente	**71 701Kva h**
Consommation Totale réactive	**1 434 Kvar h**
Energie réactive en franchise Tgφ =.75	**53 765 Kvar h**
Energie réactive à facturer	**Kvar h**
Durée mensuelle de fonctionnement	**700 h**
Puissance condensateurs	**0 Kvar**
Investissement à raison de 30 000frs/5Kvar	**0 FCFA**

5.3.5.Interprétation

Pour cette nouvelle puissance de 31 Kw, la situation est la suivante :

On réduit les pénalités de dépassement de puissance à la somme de 23 400frs ; pour un prix moyen du Kwh de 119 frs avec un facteur de puissance moyen CosΦ = 0.99 qui est normal.

Inexistence des pénalités dues au mauvais CosΦ, à souligner qu'il n'y a aucun investissement à faire.

Le client pourrait aussi bénéficier de la bonification puisque le facteur 1+m = 0.92, ce qui réduirait substantiellement la facture à payer à la somme de **8 527 422 FCFA,** ce qui représente près de1 % .

VI. IMPACT ENVIRONNEMENTAL

6.1.Introduction

Les divers usages des fluides frigorigènes s'accompagnes d'une augmentation progressive de leur teneur dans l'atmosphère .
Les molécules des fluides frigorigènes rejetées dans l'atmosphère peuvent entraîner des inconvénients qui résultent directement de leur robustesse et de leur activité chimique et à comme conséquence sur l'environnement : impact de l'effet de serre.
Les émissions de polluants gazeux liées à nos activités ont pris une telle ampleur que ces émissions ne sont plus négligeables au regard des stocks de gaz à effet de serre présent dans l'atmosphère. Il en découle une augmentation de la température moyenne de l'atmosphère.

La conséquence est l'élévation du niveau de la mer. L'importance que prends de nos jours le concept d'environnement nous pensons qu'il est donc souhaitable au delà de l'économie que nous faisons réaliser à la Bank Of Africa d'évaluer la diminution de ces gaz.

6.2.La combustion de ces gaz

Au cours de la combustion les éléments composants le carburant se combinent avec l'oxygène pour produire un dégagement de chaleur et aussi du $C0_2$, $S0_2$, $H_2 0$, du N2.

Les proportions de ces différents gaz sont les suivantes :

- Carbone entre 82 % à 86 %
- Hydrogène entre 11 % à 14 %
- Le souffre, l'oxygène et l'azote entre 1 % à 5 %

Pendant la combustion les éléments composants le carburant se combinent avec l'oxygène de l'air pour produire un dégagement de chaleur et aussi du gaz carbonique (CO2), du dioxyde de souffre (SO2), de la vapeur d'eau (H2O) et de l'azote (N2) selon les équations suivantes :

- Carbone : $C + O2 \rightarrow CO2$
- Hydrogène: $2H2 + 1/202 \rightarrow 2H2O$
- Souffre: $S + O2 \rightarrow SO2$

6.3.Calcul des volumes de gaz

6.3.1.Données de base

Les informations recueillies dans la documentation, nous donne les proportions des composants du fuel utilisé au Burkina faso, consignés dans le tableau suivant :

Combustible	C %	S %	H %	O %	N %	PCI(Kwh/g)
Fuel	85	2	11.5	0.7	0.8	11.3

Tableau de la composition massique des éléments du fuel (travaux de mémoire de fin de formation, juin 2000, Ouattara Tiémoko)

6.3.2.Calcul d'économies de combustibles

Connaissant la production annuelle d'énergie de la BOA BOBO-Dioulasso et le pouvoir calorifique du fuel on peut déterminer la production de combustible utilisée pour la produire .

$$QC_{(g)} = \frac{énergie\ annuelle\ calculée\ (Kwh)}{pouvoir\ calorifique\ (Kwh/g)}$$

Eclairage :

$$QC = \frac{27983.99}{11.3} = 2476.46g$$

Climatisation :

$$QC = \frac{43412.17}{11.3} = 3841.78g$$

Autres :

$$QC = \frac{20461.99}{11.3} = 1810.80g$$

Poste de consommation	Consommation annuelle En Kwh	Quantité de combustible Utilisée (kg)
Eclairage	27983.99	2.48
Climatisation	43412.17	3.84
Autres	20461.99	1.81
Total	91858.15	8.13

Tableau représentant les gains en combustible

6.3.3. Calcul d'économie des éléments de la composition massique du combustible

Eclairage :

Carbone : 2.48 * 0.85 = 2108 g/an

Hydrogène : 2.48 * 0.115 = 285.2 g/an

Soufre: 2.48 * 0.02 = 49.6 g/an

Climatisation:

Carbone: 3.84 * 0.85 = 3264g/an

Hydrogène : 3.84 * 0.115 = 441.6g/an

Soufre : 3.84 * 0.02 = 76.8 g/an

Autres:

Carbone:1.81 * 0.85 = 1538.5g

Hydrogène : 1.81 * 0.115 = 208.15g

Soufre : 1.75 * 0.02 = 36.2g

Poste de Consommation	Combustible utilisé g/an	Carbone g/an	Hydrogène g/an	Soufre g/an
Eclairage	2480	2108	285.2	49.6
Climatisation	3840	3264	441.6	76.8
Autres	1810	1538.5	208.15	36.2
Total	8130	6910.5	934.95	162.6

Tableau de gain en production de carbone, hydrogène, soufre

6.3.4. Calcul des volumes de gaz

Nous savons que :

Carbone : $C + O_2 \rightarrow CO_2$

12 kg — $22.4 m^3$

6.9105 kg — $12.90 m^3$

Hydrogène: $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$

2 kg — 18 kg

0.93495 kg — $8.4146 dm^3$

Soufre: S + O2 → SO2

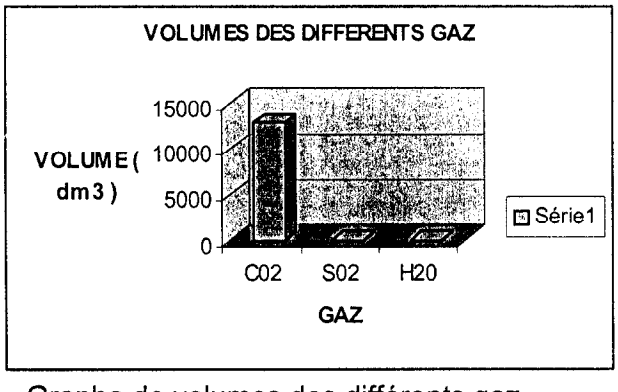
$22.4m^3$ $22.4m^3$

$78.55cm^3$ $78.55cm^3$

Gaz carbonique (m^3)	Dioxyde de soufre (cm^3)	VAPEUR D'EAU (dm^3)
12.90	78.55	8.4146

Tableau des volumes des différents gaz

Au regard des valeurs calculées il se dégage nettement que le CO2 est l'élément le plus produit donc le plus économisé.



Graphe de volumes des différents gaz

6.4.Situation après les mesures d'économie d'énergie

Eclairage :

Gain total des mesures : 1250.426 + 1929.38 = 3179.81 kwh

Nouvelle situation : 27983.99 – 3179.81 = 24804.18 kwh

Quantité de combustible : Qc = $\frac{24804.18}{11.3}$ = 2195.06 g

Climatisation :

Gain= la somme des économie réalisées sur l'ensemble des mesures

Gain total des mesures : 3228.90 + 4378.25 = 7607.15 kwh

Nouvelle situation : 43412.17 – 7607.15 = 35805.02kwh

Quantité de combustible :Qc = $\frac{35805.02}{11.3}$ = 3168.59g

Poste de consommation	Consommation annuelle en kwh	Quantité de combustible Utilisée en kg
Climatisation	35805.02	3.16859
Eclairage	24804.18	2.19506
Autres	19759.13	1.75
total	74928.02	6.64

Tableau des gains en combustible après les mesures

6.4.1.Nouvelle valeur d'économie des éléments de la composition

Climatisation :

Carbone : 3.17 * 0.85 = 2694.5 g/ an

Hydrogène : 3.17 * 0.115 = 364.55 g/ an

Soufre : 3.17 * 0.02 = 63.4 g/ an

Eclairage :

Carbone : 2.2 * 0.85 = 1870 g/ an

Hydrogène : 2.2 * 0.115 = 253 g/ an

Soufre : 2.2 * 0.02 = 44 g/ an

Poste de consommation	Combustible Utilisée en g/an	Carbone en g/an	Hydrogène en g/an	Soufre en g/an
Climatisation	3170	2694.5	364.55	63.4
Eclairage	2200	1870	253	44
Autres	1750	1487.5	201.3	35
Total	6640	6052	818.85	142.4

Tableau de gain en production de carbone, hydrogène, soufre

6.4.2.Nouveaux volumes

Carbone : $C + O_2 \rightarrow CO2$

12 kg 22.4m^3

6.052kg 11.30m^3

Hydrogène : $H2 + ½0_2 \rightarrow H_20$

2 kg 18 kg

0.81885 kg 7.37dm^3

Soufre : $S + 0_2 \rightarrow S0_2$

22.4m^3 22.4cm^3

68.79cm^3 68.79cm^3

Gaz carbonique en m^3	Dioxyde de soufre en cm^3	Vapeur d'eau en dm^3
11.30	68.79	7.37

Tableau des volumes des différents gaz

Nous constatons une diminution du volume des gaz produits après l'application des mesures.

	C02 en m^3	S02 en cm^3	H_20 en dm^3
Situation avant mesures	12.90	78.55	8.4146
Situation après mesures	11.30	68.79	7.37

Tableau comparatif des proportion des différents gaz

De l'analyse de ce tableau, il ressort que le taux d'émission du $C0_2$ et de H_20 a diminué de 12 % après l'application des mesures d'économies d'énergie

VII. RECOMMANDATIONS

Au niveau de la climatisation

- *Mesures avec investissement*
  - Réparation du split système (Samsung) donnant accès aux caisses guichets.
  - La pose des films réfléchissants sur le vitrage des façades Nord et Sud de l'immeuble

- *Mesures à coûts nuls ou faibles*
  - Faire fonctionner un nombre minimal de compresseurs simultanément, mettre en place une régulation en cascade en fonction des besoins.
  - Différer le démarrage des groupes de climatisation pour éviter les pointes d'intensités.
  - Nettoyer périodiquement les filtres et condenseurs
  - Veiller au strict suivi du programme d'entretien préventif
  - Sensibiliser le personnel, fermer les portes des locaux climatisés

Au niveau de l'éclairage

- Mesures avec investissement
  - Remplacement des lampes à incandescence par les lampes fluorescentes.

- Mesures à coûts nuls ou faibles
  - Installer les systèmes de climatisation à l'ombre, sur des surfaces gazonnées, ou les placer en hauteur, les protéger par un auvent de l'impact du soleil sans gêner l'évacuation de la chaleur.
  - Rapprochement de certaines luminaires de table de travail
  - Implanter un programme de maintenance préventive des installations
  - Faire une campagne de sensibilisation à l'aide d'étiquettes autocollantes et d'affiches: éteindre les lumières, tirer les rideaux, énergie chère

Au niveau de la facturation

- *Mesures à coûts nuls ou faibles*
  - Relèvement de la puissance souscrite

VIII. CONCLUSION

La fiabilité et l'évolution technique mais aussi les mentalités évolutives des usagers ont permis le développement de la climatisation dans l'industrie, le bâtiment et dans le transport.

L'installation de climatisation doit avant tout assurer un certain confort à l'usager, aussi bien du point de vue thermique qu'acoustique.
La mauvaise utilisation des appareils de climatisation dans les lieux publics et privés reste le principal ennemi de cet instrument de bien être. Il est cependant nécessaire de se livrer à une analyse quantitative détaillée pour juger de la convenance d'un système de conditionnement de l'air donné dans un édifice donné.
Ce n'est qu'à ce moment là que toutes les implications du bâtiment et de ses charges deviennent évidentes.

Dans le cas d'un bâtiment à construire, le choix d'un système approprié de climatisation, ventilation et de conditionnement d'air (CVCA) requiert un bilan thermique de climatisation. Les différentes méthodes de calculs (CARRIER. AIRWELL, YORK, FORFAITAIRE) doivent absolument être adaptées aux conditions climatiques des pays tropicaux pour éviter le surdimensionnement et donc la surconsommation énergétique. L'enveloppe et l'éclairage du bâtiment, doivent être étudier de manière à réduire les charges thermiques dans le local à climatiser.

Dans le cas d'un bâtiment existant, l'audit énergétique permet de faire l'inventaire des mesures susceptibles de réduire les consommations énergétiques et de mettre sur pied un système de contrôle de la consommation d'énergie.
Les économies d'énergie résultant de la mise en œuvre des solutions techniques présentées peuvent s'élever jusqu'à 30% de la consommation totale du bâtiment.
Dans notre cas ces mesures s'élèvent à 9.84 % de la consommation totale du bâtiment

ANNEXES

Sommaire

1. CALCUL DES CONSOMMATIONS DES APPAREILS 1
2. BILAN FRIGORIFIQUE PAR LA METHODE DE YORK 2
3. BILAN FRIGORIFIQUE PAR LA FEUILLE EXCEL 3
4. BILAN FRIGORIFIQUE DE LA PERIODE FROIDE 4
5. REPARTITION HORAIRE JOURNALIERE ET CALCUL DU PRIX MOYEN 5
6. TABLEAU DES FETES LEGALES AU BURKINA FASO EN 2002 6
7. CALCUL DES VOLUMES 7
8. CALCUL DES APPORTS SOLAIRE 8
9. PLAN D'OCCUPATION DES EQUIPEMENTS CLIMATIQUES 9
10. FICHES D'ANALYSES DE LA FACTURATION 10
11.FICHE DES SPECIFICATIONS ELECTRIQUE DES ARMOIRES CLIMATIQUES 11

Designation	Nbre	P (KW)	Nbre d'heures de fonctionnement	Consommation annnuelle(KWh)
Climatisation				
Armoire airwell 1900	3	7,2	1043	22528,80
Splits samsug hall	3	1,17	1043	3660,93
Splits Delchi hall	2	1,98	1043	4130,28
Splits Delchi bureaux	2	1,98	1304	5163,84
Split Acson bureaux	1	1,4	1304	1825,6
Splits samsung bureaux	4	1,17	1304	6102,72
TOTAL				**43412,17**
Eclairage				
Lampes fluorescentes intérieures (1,20 m; 36w)	40	0,036	2038	2934,72
Lampes fluorescentes intérieures(0,60 ; 18w)	47	0,018	2038	1724,15
Lampes incandescentes extérieures	14	0,075	4368	4586,40
lampes fluorescentes extérieures	2	0,018	4368	157,25
Projecteurs	8	0,4	4368	13977,60
Lampes fluorescentes extérieures	8	0,036	4368	1257,98
Lampes incandescentes sanitaires	8	0,06	742	356,16
Lampes fluorescnentes sanitaires	8	0,018	742	106,85
Lampe de secours	10	0,003	8736	262,08
Panneaux de signalisation	4	0,15	4368	2620,80
Total				**27983,99**
Autres				
Réfrigérateur zanussi	1	0,12	742	89,04
Onduleur de 20 KVA	1	0,16	8736	1397,76
serveur legrand	1	1	8736	8736,00
Ordinateur Dell	11	0,124	1304	1778,66
Ordinateur IBM	1	0,066	1304	86,06
Alarme incendie	6	0,04	8736	2096,64
Détecteur de feu	15	0,03	8736	3931,20
Calculatrice électronique	10	0,0124	742	92,01
Photocopieuse canon	1	0,75	742	556,50
Appareil photo badge	1	0,005	119,6	0,60
caméra de surveillance	2	0,004	8736	69,89
Fax xenox	1	0,48	454	217,92
imprimante type 4026	1	0,32	1304	417,28
Imprimante lexmark grand model	1	0,275	1304	358,60
Imprimante lexmark petit model	4	0,052	1304	271,23
Broyeur de document	1	0,8	454	363,20
TOTAL				**20461,99**
TOTAL GENERAL				**91858,15**

Bilan frigorifique simplifié méthode de York

Client: BANK OF AFRICA - BOBO	Date	N° du projet
Téléphone:		
Adresse:		

Validité du calcul: rafraichissement de 8°c/ exemple: Extérieur 35°c BS - Intérieur 27°c BS

Charges thermiques		paramètres	x	Facteur	=	Puissance
Vitrages	à l'ombre	0 m2	x	50	=	0
	ensoleillés sans stores extérieurs	32,196 m2	x	180	=	5795,28
	ensoleillés avec stores intérieurs	3,625 m2	x	135	=	489,375
	ensoleillés avec stores extérieurs	0	x	90	=	0
Murs Extérieurs	ensoleillés, isolés	0 m2	x	9	=	0
	ensoleillés, non isolés	304,037m2	x	23	=	6992,85
	non ensoleillés, isolés	0 m2	x	7	=	0
	non ensoleillés, non isolés	0 m2	x	12	=	0
PAROIS INTERIEURES		0 m2	x	10	=	0
Plafond ou Toît	isolé	0 m2	x	5	=	0
	non isolé	0 m2	x	12	=	0
	sous toît isolé	0 m2	x	10	=	0
	sous toît non isolé	0 m2	x	24	=	0
Plancher	isolé	0 m2	x	7	=	0
	non isolé	0 m2	x	10	=	0
Renouvellement d'air		6000 m3/h	x	4,5	=	27000
occupants		313 pers	x	144	=	45072
Appareils électriques, éclairages, en foctionnemer		13566,275	x	1	=	13566,3
PUISSANCE FRIGORIFIQUE A INSTALLER						98915,781

Données **CALCUL DES CHARGES DE CLIMATISATION D'UN LOCAL**

L	l	h	TeM	Tem
33,37 m	20,4	3,3 m	39	28 °c
Ti	He	Hi	heure	Mois
24 °c	30%	60%	14	Avril

Calculs des a

Murs	*suf. en m²*	*K*	*ΔT*	*gain*
S	90,857	2,09	15	2848,36695
O	74,094	2,09	15	2322,8469
N	82,422	2,09	15	2583,9297
E	56,664	2,09	15	1776,4164
Plafond	620,085	1,7	0	0
Plancher	620,085	1,7	0	0
Total des gains par conduction par les murs				**9531,55995**
Vitrages	*surf. en m²*	*K*	*ΔT*	*gain*
S	6,976	5,8	15	606,912
O	3,126	5,8	15	271,962
N	13,024	5,8	15	1133,088
E	10,656	5,8	15	927,072
Total des gains de conduction par les fenêtres				**2939,034**
Calcul des a ***Porte***	17,975	3,94	15	**0**

Murs+portes closes	*surf en m²*	*K*	*ΔT fictif*	*gain*
S	90,857	2,09	6,09	1156,436982
O	74,094	2,09	21,78	3372,773699
N	82,422	2,09	14,24	2453,010595
E	56,664	2,09	15,929	1886,435789
toit	620,085	1,7	0	0
Total des apports solaires par les murs				**8868,657065**
vitrages	*Surface*	*F1*F2*	*Flux*	*gain*
S	6,976	1	44	306,944
O	3,126	1	327	1022,202
N	13,024	1	46	599,104
E	10,656	0,275	44	128,9376
Calcul des a **Total des apports solaires par les fenêtres**				**2057,1876**

Nature	*Apport Unit*	*Nombre*	*ΔT*	*gain*
occupants	61	313	1	19093
Eclairage	16	95	1	1520
Moteurs	0	0	1	0
divers App.	6111,275	1	1	6111,275
infiltration	0,29	30,22	11	96,4018
renouvellement	0,29	6260	11	19969,4
Calcul des a **Total des gains sensibles internes**				**46790,0768**

Nature	*Apport Unit*	*Nombre*	*Δx*	*gain*
occupants	52	313	1	16276
infiltration	0,71	30,22	1,8	38,62116
renouvellement	0,71	6260	1,8	8000,28
Machines	0	1	1	0
Total des gains latents				**24314,90116**
FCS				
TOTAL DES GAINS DU LOCAL				**94501,41657**

CALCUL DES CHARGES DE CLIMATISATION D'UN LOCAL(période froide)

Données

L	l	h	TeM	Tem
33,37m	20,4m	3,3m	33,9°	19,9°
Ti	**He**	**Hi**	**heure**	**Mois**
24°	30%	60%	14h	Décembre

Calculs des apports par conduction

Murs	*suf. en m²*	*K*	*ΔT*	*gain*
S	90,857	2,09	9,9	1879,922187
O	74,094	2,09	9,9	1533,078954
N	82,422	2,09	9,9	1705,393602
E	56,664	2,09	9,9	1172,434824
Plafond	620,085	1,7	0	0
Plancher	620,085	1,7	0	0
Total des gains par conduction par les murs				**6290,829567**
Vitrages	*surf. en m²*	*K*	*ΔT*	*gain*
S	6,976	5,8	9,9	400,56192
O	3,126	5,8	9,9	179,49492
N	13,024	5,8	9,9	747,83808
E	10,656	5,8	9,9	611,86752
Total des gains de conduction par les fenêtres				**1939,76244**
Porte	17,975	3,94	9,9	**0**

Calcul des apports solaires

Murs+portes closes	*surf en m²*	*K*	*ΔT fictif*	*gain*
S	90,857	2,09	3,57	677,9113341
O	74,094	2,09	11,4	1765,363644
N	82,422	2,09	12,35	2127,435453
E	56,664	2,09	18,97	2246,574607
toit	620,085	1,7	0	0
Total des apports solaires par les murs				**6817,285038**
vitrages	*Surface*	*F1*F2*	*Flux*	*gain*
S	6,976	1	44	306,944
porte	3,126	1	327	1022,202
N	13,024	1	46	599,104
E	10,656	0,275	44	128,9376
Total des apports solaires par les fenêtres				**2057,1876**

Calcul des apports sensibles internes

Nature	*Apport Unit*	*Nombre*	*ΔT*	*gain*
occupants	61	313	1	19093
Eclairage	16	95	1	1520
Moteurs	0	0	1	0
divers App.	6111,275	1	1	6111,275
infiltration	0,29	30,22	11	96,4018
renouvellement	0,29	6260	11	19969,4
Total des gains sensibles internes				**46790,0768**

Calcul des apports latents internes

Nature	*Apport Unit*	*Nombre*	*Δx*	*gain*
occupants	52	313	1	16276
renouvellement	0,71	30,22	2,1	45,05802
infiltration	0,71	6260	2,1	9333,66
Total des gains latents				**25654,71802**
FCS				
TOTAL DES GAINS DU LOCAL				**89549,85947**

5. Répartition horaire journalière et calcul du prix moyen

- *Répartition Horaire Journalière*

La facturation de la consommation d'un abonné par la SONABEL obéit à une répartition horaire journalière, établit selon les plages suivantes :

	00 H à 10 H
17 heures pleines / jour	14 H à 16 H
	19 H à 24 H
7 heures de pointe / jour	10 H à 14 H
	16 H à 19 H

Pour MT / HTA :

Tarif HPL = 51 Fcfa / Kwh

Tarif HPT = 110 fcfa / Kwh

- *Calcul du prix moyen:*

Etant donné la tranche horaire de travail au niveau de cette institution qui est de 8 heures / jour (7 h à 12 h, 15 h à 18 h), on constate simplement que:

de 7h à 12h : il y a 2heures de HPT et 3heures de HPL

de 15h à 18h : il y a 2heures de HPT et 1heure de HPL.

Ce qui donne un prix moyen de :

Prix moyen du Kwh = $\frac{110+51}{2}$ = 81 Fcfa

6. Tableau des fêtes légales au Burkina faso en 2002

Mois	Jours et dates	Nature du congé
Janvier	Mardi 1er Jeudi 3	Nouvel an Avènement de la 2e république
Février	Samedi 23	tabaski
Mars	Vendredi 8 Samedi 30	Journée de la femme Journée du pardon
Avril	Lundi 1er	Lundi de pâque
Mai	Mercredi 1er Jeudi 9 Vendredi 24	Fête du travail Ascension Mouloud
Août	Lundi 5 Jeudi 15	Indépendance Assomption
Octobre	Mardi 15	Avènement de la 3e république
Novembre	Vendredi 1er	Toussaint
Décembre	Mercredi 11 Mardi 17 Mercredi 25	Proclamation de la république Ramadan Noèl

De ce tableau, nous déduisons le temps global des journées fériées qui ont eux lieu au Burkina Faso en 2002.

Janvier = 16 heures
Février = 5 heures
Mars = 13 heures
Avril = 8 heures
Mai = 24 heures
Août = 16 heures
Oct = 8 heures
Nov = 8 heures
Déc = 24 heures

Pour un total de : 122 heures

7. Calcul des volumes

Carbone : C + 02 → C02

Volume de C02 :

On sait que : 12 kg carbone → 22.4m^3 C02

6.9105 kg carbone → x = 12.90 m^3

Volume d'oxygène :

22.4 m^3 C02 → 22.4 m^3 d'oxygène

12.90 m^3 C02 → x = 12.90 m^3

Volume de H20 : H_2 + ½02 → H_2O

Si 2 kg d'hydrogène → 18 kg H_2O

0.93495 kg d'hydrogène → x = 8.4146kg

Avec ρ_{H20} = 1 kg /dm^3, on a

$$V_{H20} = \frac{8.4146}{1} = 8.4146 \text{ dm}^3$$

Volume de S02 : S + 02 → S02

22.4 m^3 de soufre → 22.4 m^3

78.55 cm^3 de soufre → 78.55 cm^3

Volume oxygène :

Si 22.4 m^3 de soufre → 22.4 m^3 de oxygène

78.55 cm^3 de soufre → 78.55 cm^3 de oxygène

8. Calcul des apports solaire

NB : le calcul des apports est fait pour chaque orientation, chaque heure de la journée, en considérant les valeurs les plus élevée d'apport effectifs solaire sur un vitrage ordinaire non protégé selon les mois de l'année (Annexe V : tableau 2.2.11, page 57 du cours calcul de charges frigorifiques).

Nombre d'heures : 13 heures
Durée annuelle : 365 jours

Vitrage Sud:

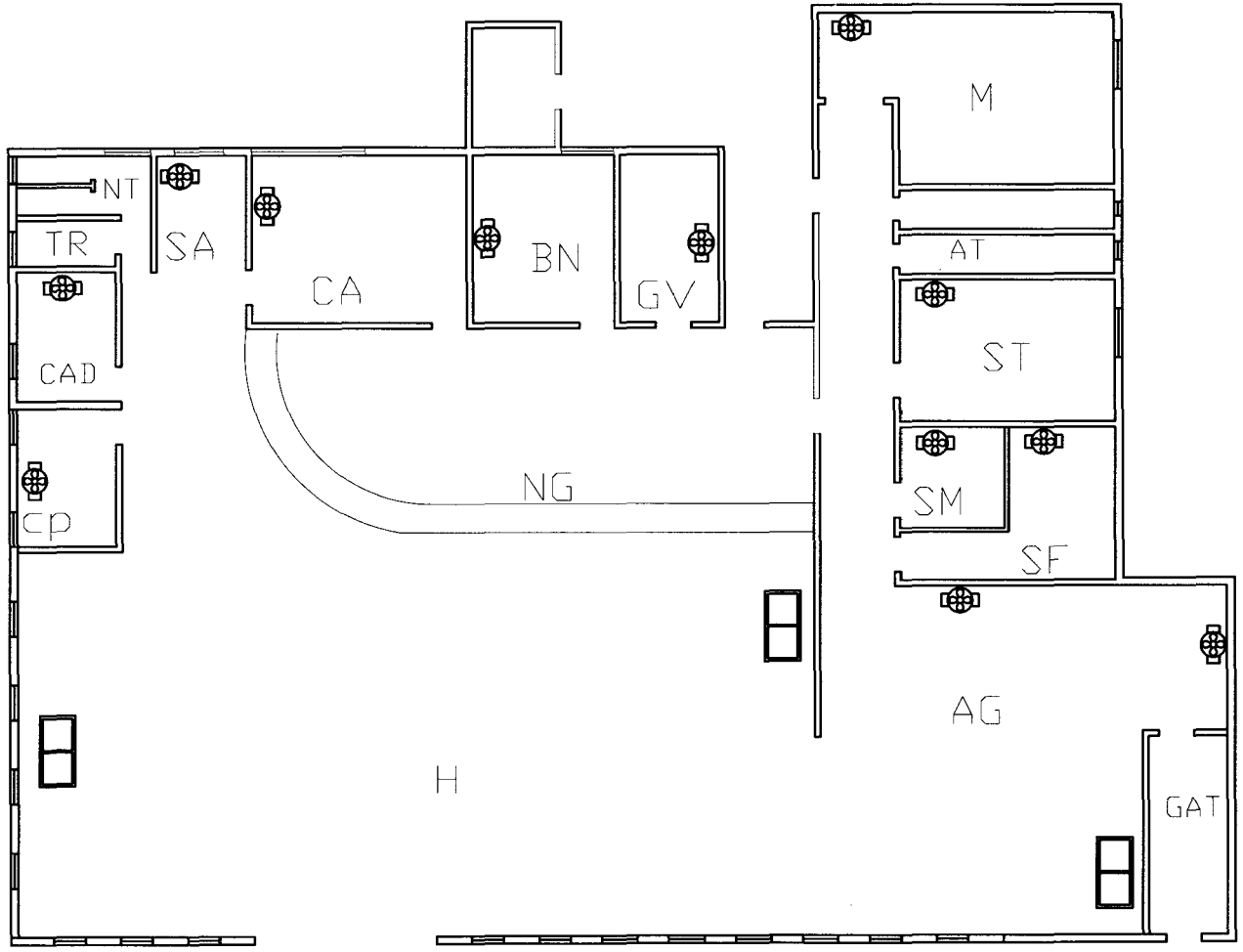
Apport solaire = 247.6 w/ m^2
Surface vitrage = 6.976 m^2
Energie reçue = surface vitrage * apport solaire * nombre d'heure * durée annuelle

Energie reçue = 13 * 0.2476 * 6.976 * 365 = 8195.837 Kwh
Energie économisée : énergie reçue * pouvoir calorifique du film
Energie économisée : 8195.837 * 0 .86 = 7048.42 Kwh
Energie reçue effectivement : 8195.837 – 7048.42 = 1147.42 kwh

Vitrage Nord:

Apport solaire = 125 w/ m^3
Surface vitrage = 13.024 m^2
Energie reçue : 13 * 0.125 * 365 * 13.024 = 7724.86 Kwh
Energie économisée : 7724.86 * 0.86 = 6643.38 Kwh
Energie effectivement reçue : 7724.86 – 6643.38 = 1081.48 Kwh

Plan d'occupation des équipements climatiques



Entrée principale

LEGENDE

- Armoire à climatisation
- Split-systèmes
- H Hall
- CA Chef agence
- NG Nouveau guichet
- CP Crédit particulier
- CAD Chef adjoint
- TR Tableau divisionnaire
- SA Salle d'attente
- GV Gros versement
- BN Bureau 2
- ST Bureau tri
- NT Nouvelles toilettes
- SM Salle machine
- SF Salle forte
- AT Anciennes toilettes
- AG Ancien guichet
- GAT guichet automatique

ETUDE FACTURATION COMPTAGE FORCE MOTRICE

HAGE METAL

PERIODE :	**janv-02**	**à**	**déc-02**
ABONNE (Adm = [1]) :			**2**
PRIME FIXE PAR kW :			***24015*** **FCFA**
TARIF HEURES PLEINES :			***70*** **F CFA/kWh**
TARIF HEURES DE POINTE :			***130*** **F CFA/kWh**
PUISSANCE SOUSCRITE :			**30 kW**
LOCATION COMPTEUR :			**5929 FCFA**

PERIODE	ENER. ACTIVE H.PL kWh	H.PT kWh	TOTAL ACT Wa kWh	REAC. Wr kVArh	PUIS. ATT. kW	PENA. COS PHI FCFA	P.FIXE FCFA	F.H.PL FCFA	F.H.PT. FCFA	DEP. PUISS FCFA	TAXES& TV FCFA	TVA FCFA	FACT. CALCULEE FCFA	FACT. SONABEL FCFA
janv-02	1 225	935	2 160	0	10	0	55 235	78 890	111 826	0	10 249	46 116	**302 315**	**303 316**
févr-02	1 790	1 151	2 941	10	17	0	55 269	115 347	137 744	0	11 811	57 631	377 802	377 578
mars-02	2 524	1 908	4 432	0	23	0	55 235	162 546	228 197	0	14 793	82 939	543 708	535 952
avr-02	3 844	3 113	6 957	6	35	0	55 243	247 592	372 373	19 500	19 843	128 619	843 171	843 047
mai-02	4 894	3 700	8 594	3	31	0	55 238	315 194	442 548	3 900	23 117	151 199	**991 196**	**991 136**
juin-02	4 247	3 154	7 401	3	33	0	55 239	273 527	377 246	11 700	20 731	132 920	**871 362**	**870 801**
juil-02	4 003	2 841	6 844	3	28	0	55 239	257 814	339 811	0	19 617	121 046	**793 527**	**793 466**
août-02	4 049	3 091	7 140	11	26	0	55 250	260 828	369 787	0	20 209	127 093	**833 167**	**832 943**
sept-02	2 942	2 233	5 175	34	26	0	55 300	189 690	267 385	0	16 279	95 158	**623 812**	**624 606**
oct-02	3 211	2 404	5 615	3	26	0	55 240	206 808	287 546	0	17 159	102 016	**668 769**	**720 412**
nov-02	4 687	3 389	8 076	7	31	0	55 243	301 890	405 388	3 900	22 081	141 930	**930 433**	**930 292**
déc-02	3 616	2 736	6 352	4	29	0	55 241	232 897	327 263	0	18 633	114 126	**748 160**	**748 078**
TOTAL	**41 032**	**30 655**	**71 687**	**84**		**0**	**662 970**	**2 643 023**	**3 667 113**	**39 000**	**214 522**	**1 300 793**	**8 527 422**	**8 571 627**
MOYENNE					**26**	**0**	**55 248**	**220 252**						
REPARTITION MONTANT FACTURE:						**0,0%**	**7,8%**	**31,0%**	**43,0%**	**0,5%**	**2,5%**	**15,3%**		

PRIX MOYEN DU KWh: **119** **FCFA**

FACTEUR DE PUISSANCE MOYEN **COS PHI=** **1,00**

CONSOMMATION TOTALE APPARENTE **71 687** **kVAh**

CONSOMMATION TOTALE REACTIVE **84** **kVARh**

	Tg(phi)	Minor. 1+m	Minor max. 1+m	Major. 1+m
-1001	0,00	0,920	0,920	1,000
224	0,00	0,921	0,921	1,000
7756	0,00	0,920	0,920	1,000
124	0,00	0,920	0,920	1,000
60	0,00	0,920	0,920	1,000
561	0,00	0,920	0,920	1,000
61	0,00	0,920	0,920	1,000
224	0,00	0,920	0,920	1,000
-794	0,01	0,921	0,921	1,000
-51643	0,00	0,920	0,920	1,000
141	0,00	0,920	0,920	1,000
82	0,00	0,920	0,920	1,000

OPTIMISATION DE LA FACTURATION

PRIME FIXE PAR kW:	24015	FCFA
TARIF HEURES PLEINES:	70	F CFA/kWh
TARIF HEURES DE POINTE:	130	F CFA/kWh
PUISSANCE SOUSCRITE:	31	kW
LOCATION COMPTEUR	5929	FCFA

1.AJUSTEMENT PUISSANCE SOUSCRITE A: 31 kW

2. AMELIORATION POUR SUPPRIMER LES PENALITES: Tg PHI<=0.75 ou COS PHI>=0.8

PERIODE	ENER. ACTIVE H.PL kWh	H.PT kWh	TOTAL ACTI Wa kWh	REAC. Wr kVArh	PUIS. ATT. kW	PENA. COS PHI FCFA	P.FIXE FCFA	F.H.PL FCFA	F.H.PT. FCFA	DEP. PUISS FCFA	TAXES& TV FCFA	TVA FCFA	*TOTAL /MOIS FCFA*	*FACT. SONABEL FCFA*
janv-02	1 225	935	2 160	1 620	10	0	62 039	85 750	121 550	0	10 249	50 326	*329 914*	*302 315*
févr-02	1 790	1 151	2 941	2 206	17	0	62 039	125 300	149 630	0	11 811	62 780	*411 560*	*377 802*
mars-02	2 524	1 908	4 432	3 324	23	0	62 039	176 680	248 040	0	14 793	90 279	*591 831*	*543 708*
avr-02	3 844	3 113	6 957	5 218	35	0	62 039	269 080	404 690	15 600	19 843	138 825	*910 077*	*843 171*
mai-02	4 894	3 700	8 594	6 446	31	0	62 039	342 580	481 000	0	23 117	163 572	*1 072 308*	*991 196*
juin-02	4 247	3 154	7 401	5 551	33	0	62 039	297 290	410 020	7 800	20 731	143 618	*941 498*	*871 362*
juil-02	4 003	2 841	6 844	5 133	28	0	62 039	280 210	369 330	0	19 617	131 615	*862 811*	*793 527*
août-02	4 049	3 091	7 140	5 355	26	0	62 039	283 430	401 830	0	20 209	138 151	*905 659*	*833 167*
sept-02	2 942	2 233	5 175	3 881	26	0	62 039	205 940	290 290	0	16 279	103 419	*677 966*	*623 812*
oct-02	3 211	2 404	5 615	4 211	26	0	62 039	224 770	312 520	0	17 159	110 968	*727 456*	*668 769*
nov-02	4 687	3 389	8 076	6 057	31	0	62 039	328 090	440 570	0	22 081	153 500	*1 006 280*	*930 433*
déc-02	3 616	2 736	6 352	4 764	29	0	62 039	253 120	355 680	0	18 633	124 105	*813 577*	*748 160*
TOTAL	**41 032**	**30 655**	**71 687**	**53 765**		**0**	**744 465**	**2 872 240**	**3 985 150**	**23 400**	**214 522**	**1 411 160**	*9 250 937*	*8 527 422*
MOYENNE					**26**	**0**								
REPARTITION MONTANT FACTURE:						*0,0%*	*8,0%*	*31,0%*	*43,1%*	*0,3%*	*2,3%*	*15,3%*		

PRIX MOYEN DU KWh: **129 FCFA**

FACTEUR DE PUISSANCE MOYEN COS PHI= **0,80**

CONSOMMATION TOTALE APPARENTE S= **89 609 kVAh**

CONSOMMATION TOTALE REACTIVE Q= **53 765 kVARh**

OPTIMISATION DE LA FACTURATION : BONIFICATION MAXIMALE

1.AJUSTEMENT PUISSANCE SOUSCRITE: **31 kW**

2. AMELIORATION POUR BENEFICIER DE LA BONIFICATION (1+m=0.92) ou COS PHI#1.0

PERIODE	ENER. ACTIVE H.PL kWh	H.PT kWh	TOTAL ACTI Wa kWh	REAC. Wr kVArh	PUIS. ATT. kW	PENA. COS PHI FCFA	P.FIXE FCFA	F.H.PL FCFA	F.H.PT. FCFA	DEP. PUISS FCFA	TAXES& TV FCFA	TVA FCFA	*TOTAL /MOIS FCFA*	*FACT. SONABEL FCFA*
janv-02	1 225	935	2 160	43	10	0	57 282	79 176	112 231	0	10 249	46 609	*305 547*	*302 315*
févr-02	1 790	1 151	2 941	59	17	0	57 282	115 694	138 158	0	11 811	58 130	*381 076*	*377 802*
mars-02	2 524	1 908	4 432	89	23	0	57 282	163 135	229 024	0	14 793	83 562	*547 796*	*543 708*
avr-02	3 844	3 113	6 957	139	35	0	57 282	248 451	373 664	15 600	19 843	128 671	*843 511*	*843 171*
mai-02	4 894	3 700	8 594	172	31	0	57 282	316 316	444 123	0	23 117	151 351	*992 189*	*991 196*
juin-02	4 247	3 154	7 401	148	33	0	57 282	274 498	378 585	7 800	20 731	133 001	*871 898*	*871 362*
juil-02	4 003	2 841	6 844	137	28	0	57 282	258 727	341 015	0	19 617	121 795	*798 437*	*793 527*
août-02	4 049	3 091	7 140	143	26	0	57 282	261 700	371 023	0	20 209	127 839	*838 054*	*833 167*
sept-02	2 942	2 233	5 175	104	26	0	57 282	190 151	268 034	0	16 279	95 714	*627 462*	*623 812*
oct-02	3 211	2 404	5 615	112	26	0	57 282	207 538	288 560	0	17 159	102 697	*673 236*	*668 769*
nov-02	4 687	3 389	8 076	162	31	0	57 282	302 936	406 793	0	22 081	142 037	*931 130*	*930 433*
déc-02	3 616	2 736	6 352	127	29	0	57 282	233 714	328 411	0	18 633	114 847	*752 888*	*748 160*
TOTAL	**41 032**	**30 655**	**71 687**	**1 434**		**0**	**687 389**	**2 652 035**	**3 679 622**	**23 400**	**214 522**	**1 306 254**		
MOYENNE					**26**	**0**							*8 563 222*	*8 527 422*
REPARTITION MONTANT FACTURE:					*0,0%*	*0,0%*	*8,0%*	*31,0%*	*43,0%*	*0,3%*	*2,5%*	*15,3%*	*100%*	

		AVANT	APRES	
PRIX MOYEN KWh		**119**	**129**	**119**
FACTEUR DE PUISSANCE MOYEN		**1,00**	**0,80**	**1,00**
CONSOMMATION TOTALE APPARENTE (kVAh/AN)	**S=**	**71 687**	**89 609**	**71 701**
CONSOMMATION TOTALE REACTIVE (kVARh/AN)	**Q=**	**84**	**53 765**	**1 434**
ENERGIE REACTIVE EN FRANCHISE Bn=		**53 765**	**53 765**	**53 765**
ENERGIE REACTIVE A FACTURER (kVARh/AN)	**Fact=**	**-53 681**	**0**	**0**
DUREE MENSUELLE DE FONCTIONNEMENT(heures)		**700**	**700**	**700**
PUISSANCE CONDENSATEURS (kVAR)		**0**	**0**	**0**
INVESTISSEMENT	*I0:*	*0*	*0*	*250*
GAIN BRUT ANNUEL	*GN:*	*0*	*-723 515*	*-35 800*
BENEFICE REALISABLE A L'ANNEE 1:Bf:		*0*	*-723 515*	*-36 050*

Tg (phi)	Minor. 1+m	Minor max. 1+m	Major. 1+m	
0,750	1,000	1,000	1,000	
0,750	1,000	1,000	1,000	-33 758
0,750	1,000	1,000	1,000	-48 123
0,750	1,000	1,000	1,000	-66 906
0,750	1,000	1,000	1,000	
0,750	1,000	1,000	1,000	
0,750	1,000	1,000	1,000	
0,750	1,000	1,000	1,000	
0,750	1,000	1,000	1,000	
0,750	1,000	1,000	1,000	
0,750	1,000	1,000	1,000	
0,750	1,000	1,000	1,000	

0,750

Tg(phi)	Minor. 1+m	Minor max. 1+m	Major. 1+m
0,020	0,923	0,923	1,000
0,020	0,923	0,923	1,000
0,020	0,923	0,923	1,000
0,020	0,923	0,923	1,000
0,020	0,923	0,923	1,000
0,020	0,923	0,923	1,000
0,020	0,923	0,923	1,000
0,020	0,923	0,923	1,000
0,020	0,923	0,923	1,000
0,020	0,923	0,923	1,000
0,020	0,923	0,923	1,000
0,020	0,923	0,923	1,000

0,020

8 Spécifications électriques

8.1 Alimentation

Type d'appareil		Modèle X 1100				Modèle X 1900			
Type d'alimentation		3 ~230 V* - 50 Hz		3N ~400 V - 50 Hz		3 ~230 V* - 50 Hz		3N ~400 V - 50 Hz	
Modèles		AR	AO	AR	AO	AR	AO	AR	AO
• Froid + Ventilation (VS/FV)**									
- Puissance absorbée nominale	kW	4,2/4,4	3,8/4	4,2/4,4	3,8/4	6,7/7,2	5,5/6	6,7/7,2	5,5/6
- Intensité nominale	A	14,8/15,5	12,1/12,8	9,7/10,4	7,8/8,5	21,6/23,9	17,8/20,1	14,1/16,4	11,2/13,5
- Intensité maximale	A	22/23	18/19	13/14	11/12	33/36	28/31	21/24	17/20
- Intensité démarrage	A	60/61	58/59	38/39	37/38	106/110	103/107	60/64	57/61
- Calibre fusible aM	A	25	20	16	12	40	32	25	20
- Section de câble	mm²	4 x 2,5	4 x 2,5	5 x 1,5	5 x 1,5	4 x 6	4 x 4	5 x 2,5	5 x 2,5
• Chauffage électrique + Ventilation (VS/FV)**									
- Puissance absorbée nominale	kW	9,4/9,6	9,4/9,6	9,4/9,6	9,4/9,6	12,5/13	12,5/13	12,5/13	12,5/13
- Intensité nominale	A	25,5/26,2	25,5/26,2	15,5/16,2	15,5/16,2	33,7/34,2	33,7/34,2	20,4/20,9	20,4/20,9
- Intensité maximale	A	30/31	30/31	19/20	19/20	40/43	40/43	24/27	24/27
- Intensité démarrage	A	60/61	58/59	38/39	37/38	106/110	103/107	60/64	57/61
- Calibre fusible aM	A	32	32	20	20	40/45	40/45	25/32	25/32
- Section de câble	mm²	4 x 4	4 x 4	5 x 2,5	5 x 2,5	4 x 10	4 x 10	5 x 4	5 x 4
• Froid + ventilation (VS/FV)** + Chauffage électrique									
- Puissance absorbée nominale	kW	13,2/13,4	12,8/13	13,2/13,4	12,8/13	18,7/19,2	17,5/18	18,7/19,2	17,5/18
- Intensité nominale	A	38,4/39,1	35,7/36,4	23,3/24	21,4/22,1	53,1/55,4	49,3/51,6	32,3/34,6	29,4/31,7
- Intensité maximale	A	49/50	45/46	29/30	27/28	70/73	64/67	42/45	38/41
- Intensité démarrage	A	87/88	85/86	54/55	53/54	142/145	140/143	81/84	78/81
- Calibre fusible aM	A	50	45	32	32	80	80	45	40/45
- Section de câble	mm²	4 x 10	4 x 6	5 x 4	5 x 4	4 x 16	4 x 16	5 x 10	5 x 10

* * VS : Ventilation Standard – FV : Forte Ventilation

8.2 Liaisons avec l'unité extérieure (modèle AR)

Type d'appareil		Modèle X 1100		Modèle X 1900	
Type d'alimentation		3 ~ 230 V* - 50 Hz	3N ~ 400 V - 50 Hz	3 ~ 230 V* - 50 Hz	3N ~ 400 V - 50 Hz
• Puissance unitaire Unité extérieure		~ 230 V - 50 Hz	~ 230 V - 50 Hz	~ 230 V - 50 Hz	~ 230 V - 50 Hz
- Puissance absorbée nominale	kW	160	160	295	295
- Intensité nominale	A	0,9	0,9	1,6	1,6
- Intensité maximale	A	1	1	2	2
- Intensité démarrage	A	1,5	1,5	3	3
- Section de câble	mm²	5 x 1,5	5 x 1,5	5 x 1,5	5 x 1,5

* TRI 230 V : Installation réglementée en France.

IMPORTANT :

Ces valeurs sont données à titre indicatif, elles doivent être vérifiées et ajustées en fonction des normes en vigueur; elles dépendent du mode de pose et du choix des conducteurs.

BIBLIOGRAPHIE

- Formation d'experts conseils en efficacité énergétique pour le secteur industriel (Sénégal), septembre 1998, brochure.
- Memotech génie énergétique: P. Dal Zotto - J.M Larre - A. Merlet - L. Picau Editions Casteilla, 1996
- Pratique des installations frigorifiques: Montage- Entretien-Conservation-Dépannage H. NOACK - R. Seidel - J.L Cauchepin, 3e édition
- Audit énergétique de l'EIER: NGAYE YANKOISSET Privat P, travaux de fin d'études, EIER Ouagadougou 1998
- Climatisation et conditionnement d'air moderne par l'exemple: F. Reinmuth (Tome1: calculs)
- Efficacité énergétique de la climatisation en région tropicale (Tome 1 et 2)
- Calculs de charges frigorifiques, cours Novembre 2002: YEZOUMA coulibaly
- Itinéraire du frigoriste, manuel d'intervention: Jacques Bernier - Fréderic Martin, Pyc édition (France), 1995
- Production du froid, cours mars 1992: T. DJIAKO
- Guide technique de la climatisation individuelle: Comité Scientifique et Technique des Industries Climatiques (COSTIC)
- Techniques de climatisation , cours Mai 2002: SEMPORE jean Francis
- Schémas et études d'équipements génie électrique, P. BOYE – A. BIANCIOTTO G. AUGEREAU, collection espaces Technologiques.
- Application des recommandations pour l'éfficacité énergétique d'un bâtiment : cas de l'immeuble Postel, travaux de fin d'études, EIER Ouagadougou juin 2000 : Ouattara TIEMOKO