

***PROJET D'EFFICACITE ENERGETIQUE ET ENERGIES
RENOUVELABLES DE L'ORPHELINAT DE LOUMBILA-
PHASE 1 : ETAT DES LIEUX ET MESURES D'ECONOMIE D'ENERGIE***

***MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER ENERGIE ET
PROCEDES INDUSTRIELS***

OPTION : ENERGIE ET PROCEDES INDUSTRIELS

Présenté et soutenu publiquement le 16 Juin 2012 par

BANDEU LEKEGBA Romuald Arnaud

Travaux dirigés par :

Docteur Yao AZOUMAH

Ingénieur Henri KOTTIN

Président du Jury

Dr Sayon SIDIBE

Membres du jury

Baptiste LAVIGNE

Eric NOUMI

Henri KOTTIN

Dédicaces

Je dédie ce mémoire

➤ *A mes parents*

Ma mère MBOSSOWENE Antoinette et mon père BANDEU David, pour l'encadrement et toute l'attention dont j'ai pu bénéficier de leur part

➤ *A tous mes frères et sœurs*

Remerciements

Je trouve ici l'occasion de prouver ma gratitude à tous ceux ou celles qui, de près ou de loin ont contribué à l'aboutissement de ce projet.

- Docteur Yao AZOUMAH, responsable de Laboratoire Energie Solaire et Economie d'Energie (LESEE) qui a bien voulu m'accepter dans son laboratoire et me mettre dans de bonnes conditions de travail ;
- Mes autres encadreurs au LESEE, Henri KOTTIN et Pauline KANKALA pour leur disponibilité, les conseils et les motivations que j'ai reçus de leur part.
- La directrice de l'orphelinat, sœur Pascaline OUEDRAOGO pour sa sympathie et ses chaleureux accueils qu'elle nous a offerts à l'orphelinat.
- Tous les membres du LESEE pour leur franche collaboration et leur soutien ;
- Tous les enseignants de 2iE, car je suis le fruit de leurs efforts
- Tous les agents du service transport de 2iE pour leur collaboration.

C'est l'occasion également pour moi de remercier mes compatriotes étudiants de 2iE, mes amis et mes camarades de classe pour leur soutien et leurs encouragements.

Conscient que plusieurs noms des personnes ne figurent pas dans ce rapport, je demande aux uns et aux autres de trouver le signe de ma gratitude et reconnaissance.

Résumé

Le coût de l'énergie électrique affecte la rentabilité aussi bien des entreprises que des ménages, mais également plombe les budgets des états d'Afrique en général, et du Burkina Faso en particulier. L'orphelinat de Loumbila, objet de notre étude, se trouve confronter à l'accroissement de ses factures l'électricité et à la problématique de la maîtrise de sa consommation d'énergie.

Ce mémoire présente les résultats d'un audit énergétique réalisé pour le compte de l'orphelinat de Loumbila. Il comporte entre autres l'analyse des factures, le bilan énergétique, le diagnostic des équipements ainsi que les voies d'économie.

A l'issue de notre audit énergétique, nous avons relevé un potentiel d'économie d'énergie. La dépense énergétique pourrait être diminuée notamment par l'utilisation de moteurs et de réducteurs performants, la construction d'un nouveau château d'eau, une meilleure gestion des lampes extérieures (lampes économiques, interrupteur crépusculaire), et une sensibilisation des usagers.

Pour finir nous avons fait une étude technico-économique qui prouve la rentabilité des mesures proposées. Des pistes d'approfondissement d'étude ont été formulées à l'endroit de 2iE et de l'orphelinat visant l'augmentation des économies.

Mots Clés :

1 – Audit énergétique

2 – Economie d'énergie

ABSTRACT

The electricity cost affects the profitability of both businesses and households, but also beating down the budgets of African states in general, and Burkina Faso in particular. The Loumbila orphanage, object of our study, is faced with the increase in electricity bills and with the problem of mastering energy consumption.

This thesis presents the results of an energy audit performed on behalf of the Loumbila orphanage. It includes among other the electricity bill analysis, the energy balance, the diagnostic of equipment and proposes energy efficiency measures.

At the end of our energy audit, we identified potential energy savings. Energy expenditure could be reduced by including the use of efficient motors and drives, building a new water tower, better management of external lamps (energy saving lamps, photoelectric lighting), and user awareness.

To finish a techno-economic study has been performed. This study proves the cost effectiveness of proposed measures. To deepen the study, some suggestions were formulated towards 2iE and Loumbila orphanage, to increase savings

Key words :

1 - Energy audit

2 - - Energy saving

LISTE DES ABREVIATIONS

2iE :	Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
BT :	Basse tension
HPL	Heure pleine
HPT	Heure de pointe
LESEE :	Laboratoire Energie Solaire et Economie d'Energie
MT :	Moyenne tension
SONABEL :	Société Nationale Burkinabé d'Electricité

SOMMAIRE

DEDICACES	I
REMERCIEMENTS	II
RESUME	III
ABSTRACT	IV
LISTE DES ABREVIATIONS	V
SOMMAIRE	VI
LISTE DES TABLEAUX	VIII
LISTE DES FIGURES	IX
INTRODUCTION	1
1 CHAPITRE I : GENERALITES	2
1.1 CONTEXTE DU PROJET	2
1.2 OBJECTIFS DU MEMOIRE.....	2
1.3 PROBLEMATIQUE	2
1.4 METHODOLOGIE DE TRAVAIL.....	3
1.4.1 <i>Etat des lieux</i>	3
1.4.2 <i>Analyse des données</i>	3
1.4.3 <i>Mesures d'économie d'énergie</i>	4
2 CHAPITRE II : ETAT DES LIEUX	5
2.1 PRESENTATION DU SITE A ETUDIER.....	5
2.2 SYNTHSE DES DONNEES DES FACTURES D'ELECTRICITE	5
2.2.1 <i>Les sources d'énergie électrique et la distribution BT</i>	5
2.2.2 <i>Le contrat de fourniture d'électricité</i>	6
2.2.3 <i>Evolution de la consommation d'énergie électrique et des factures d'électricité</i>	7
2.2.4 <i>Evolution de la puissance appelée</i>	10
2.3 ANALYSE DETAILLEE DES FACTURES D'ELECTRICITE.....	13
2.3.1 <i>Vérification du règlement</i>	13
2.3.2 <i>Répartition du coût de l'électricité suivant les postes de facturation SONABEL</i>	13
2.4 AUTRES SOURCES D'ENERGIE	17
2.5 ETUDE DE LA PUISSANCE ELECTRIQUE INSTALLEE	18
2.5.1 <i>Bilan de puissance installée</i>	18
2.5.2 <i>Analyse des équipements électriques</i>	19
2.6 ETUDE DE LA CONSOMMATION D'ELECTRICITE.....	20
2.6.1 <i>Consommation d'électricité par bâtiment</i>	21
2.6.2 <i>Consommation d'électricité par poste</i>	21
2.7 DIAGNOSTIC DE L'ECLAIRAGE	22
2.7.1 <i>Norme en matière d'éclairage des locaux</i>	23
2.7.2 <i>Valeur mesurée dans les locaux</i>	23
2.7.3 <i>Efficacité des lampes</i>	24
2.8 DIAGNOSTIC DE LA CLIMATISATION.....	24
2.8.1 <i>Coefficients de performance globale des installations frigorifiques</i>	24
2.9 DIAGNOSTIC DU FONCTIONNEMENT DES BASSINS A SPIRULINE	25

On constate que la vitesse d'agitation n'est pas uniforme pour tous les bassins, de même pour la puissance et le facteur de puissance. 26

3 CHAPITRE III : MESURES D'ECONOMIE D'ENERGIE 27

3.1 MESURES D'ECONOMIE LIEES A LA FACTURATION 27

3.1.1 *Résultat d'Analyse de la puissance du transformateur, de la puissance souscrite et des dépassements de puissance* 27

3.2 MESURES D'ECONOMIE LIEES AU FONCTIONNEMENT DES BASSINS..... 28

3.2.1 *Rapport de transmission de mouvement de rotation*..... 28

3.2.2 *Optimisation de système de transmission*..... 30

3.3 MESURES D'ECONOMIE LIEES AUX BESOINS EN EAU 32

3.4 MESURES D'ECONOMIE LIEES AU FONCTIONNEMENT DES LAMPES EXTERIEURES 33

3.4.1 *Proposition d'optimisation* 33

3.4.2 *Gestion d'éclairage*..... 35

3.5 RECAPITULATIF DES MESURES D'ECONOMIE..... 35

CONCLUSION ET PERPECTIVES..... 36

BIBLIOGRAPHIE 37

ANNEXE..... 38

LISTE DES TABLEAUX

Pages

Tableau 1 : Abonnement électrique de l’orphelinat.....	6
Tableau 2 : Principaux tarifs de la facturation MT de la SONABEL de 2003 à 2012.....	7
Tableau 3 : Répartition des heures de la journée suivant les tranches de tarification de la SONABEL [5].....	7
Tableau 4 : Comparaison entre les montants facturés par la SONABEL et les montants calculés à l’aide de l’outil Excel	13
Tableau 5 : Autres sources d’énergie e l’orphelinat.....	17
Tableau 6 : Horaire d’occupation des bâtiments.....	18
Tableau 7 : Principales défaillances constatées sur les équipements.....	20
Tableau 8 : Niveau d’éclairage moyen recommandé.....	23
Tableau 9 : Coefficients de performance minimaux recommandés pour différents climatiseurs	24
Tableau 10 : Calcul de COP théorique.....	25
Tableau 11 : Mesures des grandeurs techniques des moteurs des bassins spiruline.....	26
Tableau 12 : Puissance et vitesse d’agitation des bassins spiruline	30
Tableau 13 : Proposition d’optimisation du système de transmission	31
Tableau 14 : Remplacement des moteurs et réducteur des bassins de spiruline.....	32
Tableau 15 : Réduction de temps de pompage.....	33
Tableau 16 : Remplacement des lampes extérieures.....	34

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Evolution de la consommation d'énergie électrique et de la facture d'électricité de l'orphelinat de 2004 à 2011.....	8
Figure 2 : Evolution des puissances maximales appelées de 2004 à 2011.....	12
Figure 3 : Répartition des coûts des différents postes dans la facturation pour la période de Septembre 2003 à Août 2004.....	14
Figure 4 : Répartition des coûts des différents postes dans la facturation pour la période de Septembre 2004 à Août 2006.....	14
Figure 5 : Répartition des coûts des différents postes dans la facturation pour la période de Septembre 2006 à Décembre 2011.....	15
Figure 6 : Profil de consommation de trois dernières années.....	16
Figure 7 : Puissance électrique installée par bâtiment	19
Figure 8 : Répartition de la consommation globale	21
Figure 9 : Répartition de la consommation d'électricité (kWh) suivant les types d'équipements utilisés.....	22
Figure 10 : Réajustement de puissance à 25 kW.....	28

INTRODUCTION

Le concept de maîtrise énergétique fait aujourd'hui réellement parti des enjeux énergétiques mondiaux. L'idée de consommer de l'énergie de façon efficace et non plus énergivore a fait son apparition. Notion d'économie d'énergie. Il est devenu évident de nos jours que la société ne cesse de se développer et ainsi d'accroître sa consommation en énergie. Afin de diminuer l'impact cette consommation sur l'environnement de nombreuses mesures sont mises en place dans l'optique de développement durable.

La maîtrise énergétique est un défi qui s'inscrit dans une démarche de maîtrise de la consommation énergétique, d'utilisation rationnelle de l'énergie et de diversification des sources. L'Europe est la région du monde où les bonnes pratiques de l'efficacité se sont bien implantées de façon la plus vigoureuse. Selon les projections de la commission européenne (CE), la cible non contraignante de l'Union Européenne (UE) est d'augmenter de 20% les économies d'ici l'an 2020[1].

Les Pays Africains, comme les autres ont des potentiels significatifs d'économie énergie. L'efficacité énergétique reste globalement absente de la politique nationale, les actions d'économie sont vécues comme moins prioritaire, très peu de pays ont des initiatives en faveur de la maîtrise énergétique.

Au Burkina Faso, le coût de l'électricité affecte aussi bien la rentabilité des entreprises, les industries, le niveau de ménages que les charges budgétaires de l'Etat lui-même. Face à cette situation, le Gouvernement a initié depuis Décembre 2000, une réforme du secteur de l'énergie avec des partenaires techniques et financiers et a adopté un plan opérationnel qui a permis la mise en place du projet de développement du secteur de l'électricité (PDSE), une opportunité pour les consommateurs de réduire leurs dépenses énergétiques.

En effet, la consommation en électricité de l'orphelinat de Loumbila n'a cessé de croître et le coût représente une charge importante dans son budget, dans ce cadre qu'un accord entre ZiE et l'orphelinat de Loumbila, ZiE devra réaliser un audit des installations énergétiques du site concerné et proposer des mesures d'économie d'énergie d'une part, et des solutions utilisant les énergies renouvelables d'autre part. Dans ce mémoire, nous avons traité la première phase du projet, en l'occurrence l'audit énergétique. La première partie de ce rapport présente un diagnostic complet des installations énergétiques ; la deuxième partie présente des propositions de solutions techniques pouvant être appliquées sur les installations existantes afin de diminuer les coûts liés à leurs consommations d'énergie.

1 CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS

1.1 CONTEXTE DU PROJET

L'**Orphelinat de Loumbila**, créé en **1995**, est un centre qui accueille et accompagne plusieurs orphelins et enfants en détresse de 0 à 18 ans. Il est situé à Loumbila, à 18 km au Nord-est de Ouagadougou, la capitale du Burkina Faso.

Cet orphelinat consomme 69 MWh en 2011, dont une bonne partie est consommée dans la fabrication de la spiruline qui sert à pallier la malnutrition des nouveaux enfants arrivants. Il y a également une pizzeria qui constitue une source de revenus et contribue à l'auto prise en charge de l'Orphelinat, notamment par la vente du célèbre « pain au sésame ». Leur facture énergétique ne cessant d'augmenter, la direction de l'orphelinat a souhaité faire un audit énergétique et opter pour des solutions de production d'électricité propre et durable. C'est dans cette optique que le 21 décembre 2011, cet orphelinat a signé une convention de collaboration avec ZiE pour l'aider dans la gestion énergétique dudit centre.

1.2 OBJECTIFS DU MÉMOIRE

L'expertise technique demandée par l'orphelinat de Loumbila à ZiE comporte 3 grandes phases :

Phase 1 : Réalisation d'un diagnostic énergétique du site

Phase 2 : Proposition de solutions d'économie d'énergie pour ledit site

Phase 3 : Conception et dimensionnement d'installations utilisant les énergies renouvelables.

Notre stage a duré **4 mois**, le champ de l'étude est limité aux deux premières phases.

1.3 PROBLÉMATIQUE

L'orphelinat de Loumbila a pour objectif de réduire ses consommations et ses dépenses énergétiques. Cependant, cet orphelinat est confronté à certains problèmes de maîtrise de l'énergie. L'orphelinat de Loumbila est dépendant du point de vue de son fonctionnement énergétique, la totalité des besoins en électricité sont couverts par le réseau public d'électricité (SONABEL).

C'est dans ce cadre que la direction de l'orphelinat a opté pour une étude approfondie sur ses consommations énergétiques de toutes ses activités et pour une proposition de mix énergétique avec l'utilisation éventuelle des énergies renouvelables.

Ainsi notre travail consiste à :

- Faire un audit énergétique de l'orphelinat
- Proposer les travaux à réaliser pour réduire la consommation énergétique de l'orphelinat
- Evaluer le coût de ses travaux et le retour sur investissement
- Dimensionner une installation photovoltaïque après sélection d'un certain nombre d'équipements à alimenter par le solaire (après discussion avec les responsables de l'orphelinat)
- Préparer le dossier de consultation et d'exécution de tous les travaux et de l'installation photovoltaïque

1.4 MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL

L'audit énergétique consiste à réaliser suivant une méthode rigoureuse et systématique, une étude approfondie de la répartition des consommations d'énergie (éclairage, climatisation, chauffage...) sur un édifice. La finalité étant de :

- Etablir un bilan global des consommations énergétiques ;
- Détecter des gisements potentiels d'économie d'énergie ;
- Déterminer les actions d'investissement

La méthode se présente en trois étapes : l'état de lieux, l'analyse des données et les solutions à proposer.

1.4.1 Etat des lieux

Cette étape consiste à faire le recensement des équipements qui consomment de l'énergie. Il s'agit d'abord de déterminer quels types d'énergies sont utilisés (électricité, gaz, chaleur) et pour quels usages (chauffages, éclairage, climatisation).

Ensuite il est important de définir la gestion de ces énergies, les installations consommatrices d'énergies (type d'installation, période d'utilisation) et d'observer les gestes quotidiens du personnel.

1.4.2 Analyse des données

Cette partie porte sur l'exploitation et le traitement des données recueillies lors de l'état des lieux : calculs et interprétation de ces dernières pour mettre en évidence les améliorations à envisager.

La partie la plus importante est de faire un bilan des consommations et des factures. Pour la consommation d'électricité il faudra bien évidemment effectuer les calculs de la consommation théorique de manière à obtenir les résultats comparables au relevés. L'autre aspect de cette étape consiste, par exemple à comparer les données obtenues avec celles des années précédentes afin de déterminer les améliorations à entreprendre.

1.4.3 Mesures d'économie d'énergie

Cette étape découle des précédentes et doit permettre de répondre aux problèmes détectés dans le but de diminuer les consommations d'énergies.

Par exemple optimiser la production d'énergie (dans le cas d'un surdimensionnement des installations ou autre), réparer ou changer certaines installations défectueuses qui provoquent une perte d'énergie, installer des ampoules basse consommation, favoriser l'achat de matériels électriques labélisés (ordinateur, imprimante, congélateur, chauffe-eau sanitaire).

L'audit ne propose pas seulement des solutions pour réduire les consommations mais doit également examiner les substitutions d'énergies possibles (biomasse, solaire) notamment en recourant aux énergies renouvelables. Ces propositions doivent être chiffrées, c'est-à-dire que les coûts de ces actions et les économies engendrées doivent être estimés afin de déterminer si cela est rentable et sur quelle durée.

2 CHAPITRE II : ÉTAT DES LIEUX

2.1 PRÉSENTATION DU SITE À ÉTUDIER

Le site de l'orphelinat de Loumbila s'étend sur 13ha environ et comporte plusieurs types d'infrastructures parmi lesquelles on peut citer :

1. Les dortoirs des enfants ;
2. Les salles de classe des enfants ;
3. Le restaurant commercial et la boulangerie ;
4. Les logements des sœurs catholiques ;
5. Les logements des invités ;
6. L'usine de production de *spiruline* ;
7. Le dispensaire.

La spiruline est une algue verte en forme de spirale très riche en éléments nutritifs. Elle est cultivée à l'orphelinat de Loumbila et sert en particulier à combattre rapidement la malnutrition chez les orphelins. Elle est également commercialisée et accessible au grand public. La spiruline et le pain de sésame sont les deux principaux produits phares fabriqués et commercialisés par l'orphelinat de Loumbila.

2.2 SYNTHÈSE DES DONNÉES DES FACTURES D'ÉLECTRICITÉ

La maîtrise de l'énergie commence par une bonne connaissance de la facturation du fournisseur. En effet, sans faire d'investigations coûteuses, l'analyse de la facturation permet de dégager des informations très utiles sur les gisements d'économies d'énergies [2]. Cette partie qui constitue la première étape de notre analyse devra aboutir à la correction et au redressement de la facturation. La maîtrise de la facturation pourrait même garantir des économies financières allant de 5 à 15% en moyenne avec les meilleurs temps de retour sur investissement (1 à 6 mois)

Pendant la première visite effectuée le 6 février 2012 à l'orphelinat de Loumbila, la directrice a mis à notre disposition les factures des années suivantes : 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011.

2.2.1 Les sources d'énergie électrique et la distribution BT

L'orphelinat de Loumbila dispose de l'énergie électrique grâce à un abonnement chez le fournisseur public SONABEL. Il n'existe pas de groupe électrogène de secours ou une autre source quelconque d'énergie électrique.

Le compteur SONABEL et le disjoncteur principal sont situés dans un local technique. Trois départs protégés par disjoncteurs et deux départs non protégés alimentent chacun une partie du site. Le schéma de distribution électrique est présenté en annexe i . Les départs « Maison des sœurs » et « Spiruline » ne sont pas équipés de disjoncteurs individuels ; en cas de défaut sur la ligne, les deux zones seront immédiatement hors service.

2.2.2 Le contrat de fourniture d'électricité

Il varie en fonction du type de raccordement d'électricité et de la puissance souscrite. Le site de Loumbila est éloigné du réseau public d'électricité (SONABEL). Son abonnement est en moyenne tension, avec poste privé.



Photographie 1 : Poste de transformation de l'orphelinat

Le tableau ci-dessous donne les informations principales du contrat d'abonnement électrique :

Tableau 1 : Abonnement électrique de l'orphelinat

Nom de l'abonné :	Association la voix de l'espérance
Type d'abonnement	Moyenne tension avec transformateur privé
N° police :	120704 B
Type d'abonné :	2489
Puissance de transformateur :	50 kVA
Puissance souscrite :	15 kW
Puissance de condensateurs installés :	5 kVAr

La grille tarifaire de décembre 2003 a été révisée en septembre 2004, ce qui a engendré l'augmentation des tarifs d'électricité. La seconde révision est intervenue en septembre 2006.

Le tableau ci-dessous présente les différentes grilles tarifaires :

Tableau 2 : Principaux tarifs de la facturation MT de la SONABEL de 2003 à 2012

Période	Tarif heures pleines (FCFA/kWh)	Tarif heure de pointe (FCFA/kWh)	Prime fixe (FCFA/kW/an)
Avant décembre 2003	51	110	53656
De septembre 2004 à août 2006	56	121	59022
Depuis septembre 2006	64	139	70826

Source : Factures d'électricité de l'orphelinat de Loumbila pour la période 2003-2012

Le coût de l'énergie consommée est fonction de la période de la journée. La journée est divisée en deux tranches horaires : 17 heures pleines et 7 heures pointe réparties comme suit :

Tableau 3 : Répartition des heures de la journée suivant les tranches de tarification de la SONABEL [3]

0h à 10h	10h à 14h	14h à 16h	16h à 19h	19h à 24h
Heures pleines	Heures de pointe	Heures pleines	Heures de pointe	Heures pleines

2.2.3 Evolution de la consommation d'énergie électrique et des factures d'électricité

L'étude de la consommation électrique permet de mieux comprendre le profil de consommation et par conséquent d'engager d'éventuelles actions qui permettront de mieux consommer et donc de diminuer le niveau de consommation de l'orphelinat [4]. Le graphique ci-dessous présente l'évolution de la consommation d'électricité et de la facture payée par l'institution :

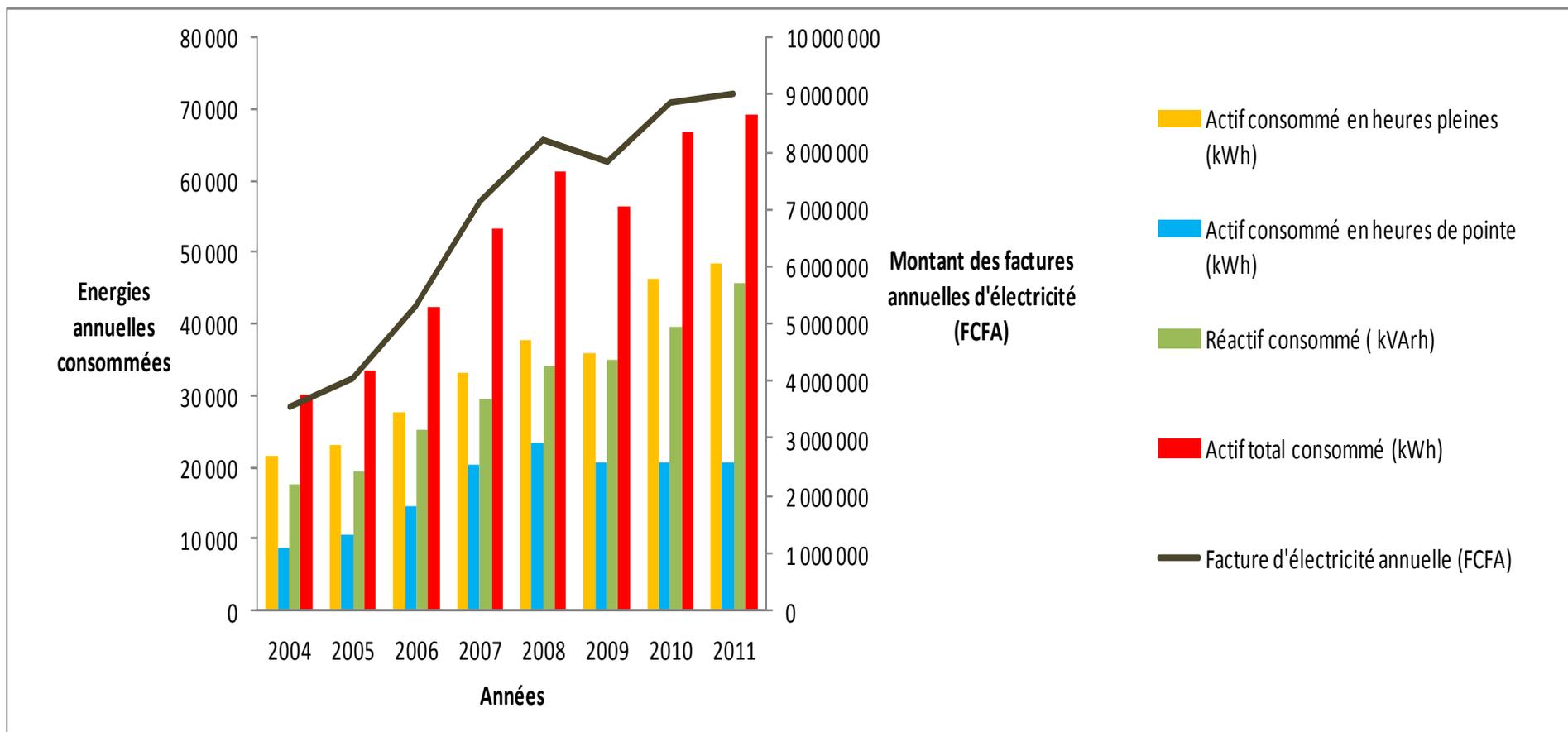


Figure 1 : Evolution de la consommation d'énergie électrique et de la facture d'électricité de l'orphelinat de 2004 à 2011

La consommation d'électricité de l'orphelinat a été de 30.123kWh en 2004 pour un montant payé de 3.533.357FCFA. Cette consommation a évolué d'année en année et a été en 2011 de 69.231kWh pour un montant payé de 9.021.860FCFA.

De façon générale, l'on constate que la consommation d'électricité de l'orphelinat a connu une forte croissance de 2004 à 2008, puis une augmentation moins sensible à partir de 2010. L'année 2009 a été marquée par un certain ralentissement des activités.

A propos de la part de la consommation en heures de pointe

On constate que depuis 2008, la part d'énergie consommée en heures de pointe (en bleu sur la figure) augmente beaucoup moins vite que celle consommée en heures pleines ; cela est très **bénéfique** pour l'institution dans la mesure où le kWh en heure de pointe coûte deux fois plus cher que celui en heure pleine (136FCFA contre 64FCFA).

A propos de la consommation d'énergie réactive

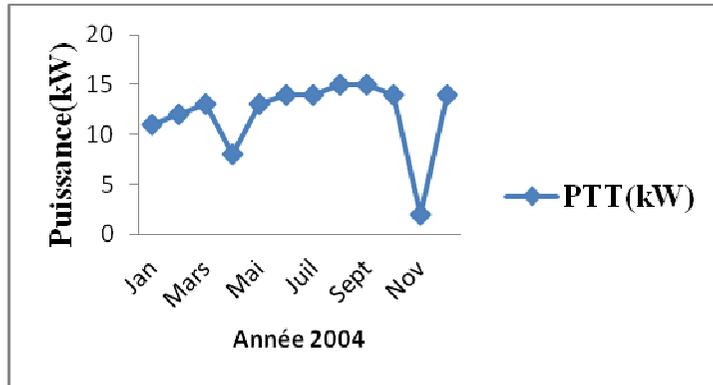
La consommation d'énergie réactive est relativement importante et évolue d'une année à une autre avec la consommation d'énergie active. Cela s'explique par la présence de nombreux récepteurs inductifs sur le site étudié (moteurs servant à l'agitation de bassin, pompes, etc.). L'étude détaillée du facteur de puissance sera faite ultérieurement dans la suite du mémoire.

A propos des factures d'électricité

Le prix moyen du kWh a été de **131,5 FCFA** pour la période 2009-2011 ; à titre de comparaison, nous noterons que le prix moyen du kWh du site K1 de 2iE à Kamboinsé a été de **113,5FCFA** [4] pour la même période. Loumbila a coûté moyen élevé par rapport au site 2iE de kamboinsé.

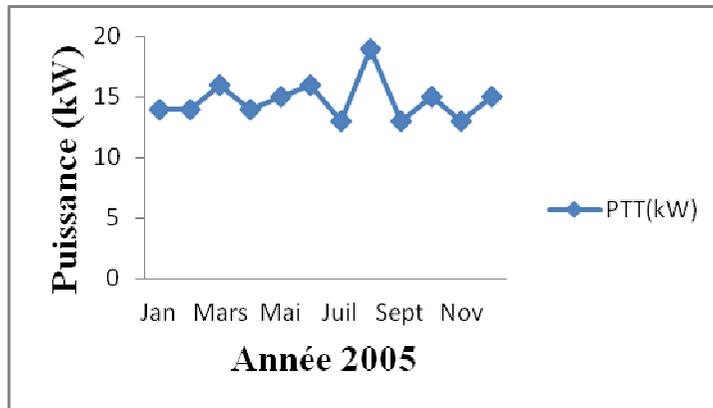
2.2.4 Evolution de la puissance appelée

2.2.4.1 Evolution en 2004



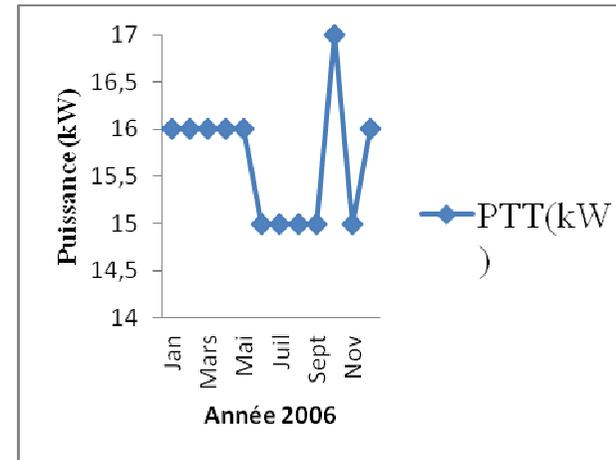
Aucun dépassement n'a été enregistré en 2004, les puissances atteintes observées correspondent bien la puissance souscrite de 15kW

2.2.4.2 Evolution en 2005



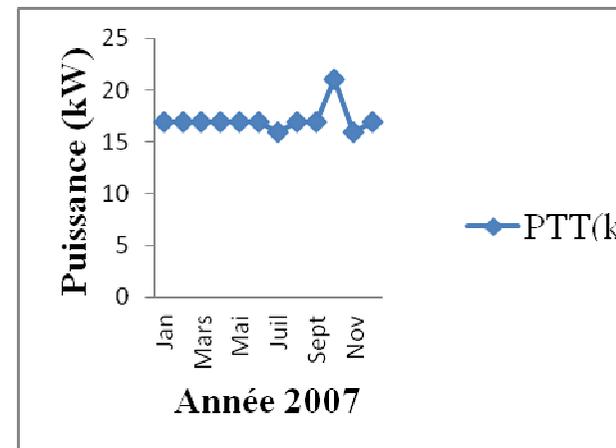
La première puissance atteinte est observée en Mars (16 kW).

2.2.4.3 Evolution en 2006

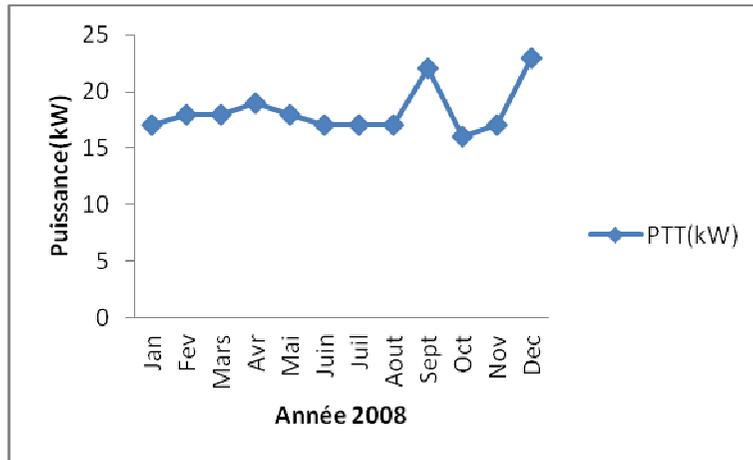


Sept Dépassements dans l'année

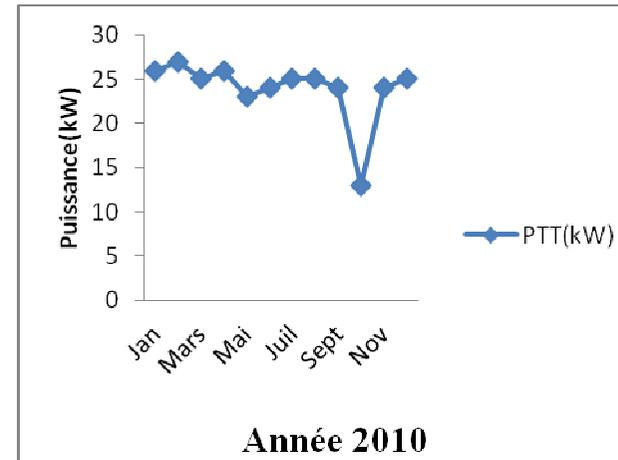
2.2.4.4 Evolution en 2007



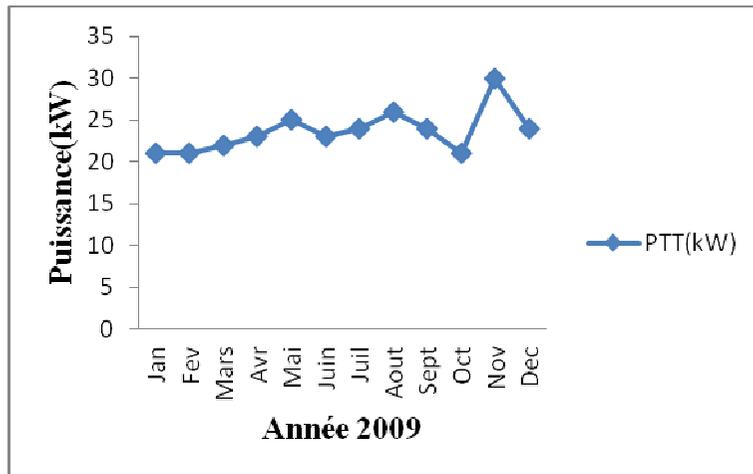
2.2.4.5 Evolution en 2008



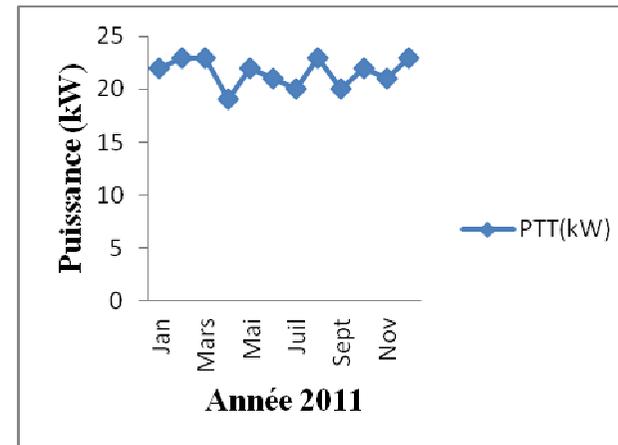
2.2.4.7 Evolution en 2010



2.2.4.6 Evolution en 2009



2.2.4.8 Evolution en 2011



Le graphique ci-dessous présente l'évolution de la puissance maximale atteinte moyenne en 2004 à 2011 (relevés du maxigraphe de puissance de la SONABEL).

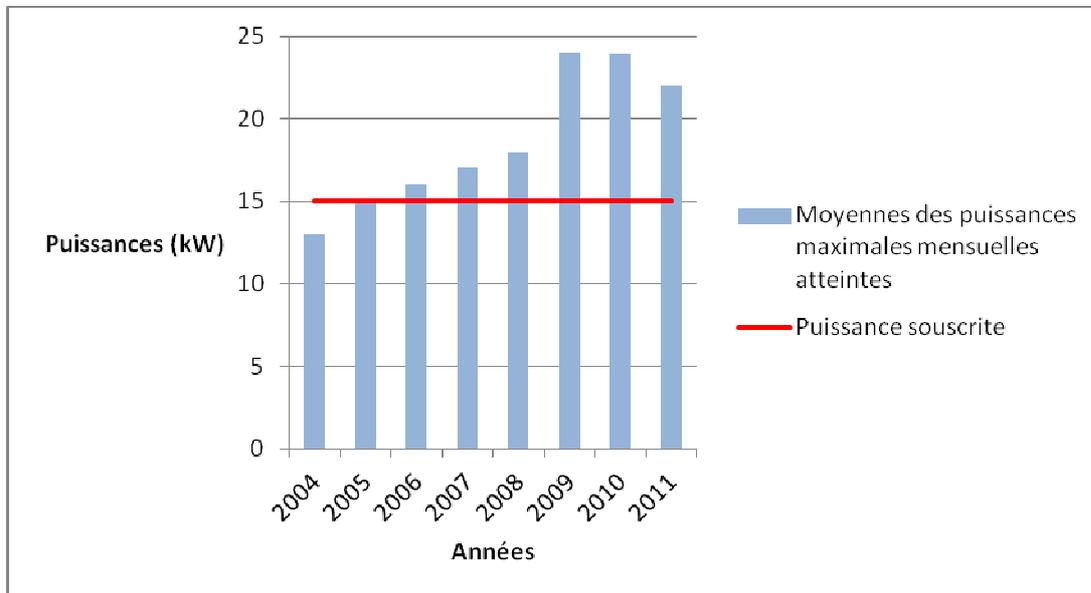


Figure 2 : Evolution des puissances maximales appelées de 2004 à 2011

La figure 2 montre que depuis 2005, la puissance maximale enregistrée par le maxigraphe de la SONABEL est nettement supérieure à la puissance souscrite. En 2011 par exemple, on a observé des puissances atteintes supérieures à la puissance souscrite durant tous les 12 mois de l'année. Cette situation fait que chaque mois l'orphelinat paye des pénalités pour dépassement de puissance. Chaque kW de dépassement équivaut à une consommation de 30 kWh au tarif en heure de pointe [6], soit la formule suivante :

$$\text{Si } PTT > PS \text{ alors Pénalité} = 30(PTT - PS) * \text{Tarif HPT} \quad (1)$$

Avec : PTT : Puissance Atteinte
 PS : Puissance souscrite
 HPT : Tarif heures de pointe

La puissance souscrite est de 15 kW. Aucun dépassement n'a été enregistré en 2004, la puissance atteinte observée correspond bien à la puissance souscrite. Le premier dépassement a été observé en mars 2005, la puissance atteinte est de 16 kW. L'abonné a le droit à trois dépassements de puissance souscrite par an au maximum. Au-delà des trois dépassements, la SONABEL ajuste systématiquement la puissance souscrite au 4^e dépassement. Entre 2006 et 2011, nous observons plus de 10 dépassements de puissance souscrite par an. En 2011 par exemple, la moyenne de puissance atteinte a été de 22kW.

2.3 ANALYSE DÉTAILLÉE DES FACTURES D'ÉLECTRICITÉ

Il est indispensable de déterminer les facteurs qui influent dans la facturation pour pouvoir mieux comprendre la facturation. Le principal outil que nous avons utilisé pour analyser les factures est le classeur Excel de G. Thiombiano [6], actualisé en tenant compte des derniers tarifs de l'électricité au Burkina Faso [3].

Cet outil Excel recalculé la facture d'électricité en fonction des consommations mesurées, et permet également de simuler l'influence de la modification de certains paramètres (tels que la puissance souscrite et la puissance des batteries de condensateurs par exemple) sur la facture.

2.3.1 Vérification du règlement

Tableau 4 : Comparaison entre les montants facturés par la SONABEL et les montants calculés à l'aide de l'outil Excel

Période	Montant total factures Sonabel (FCFA)	Montant total recalculé avec l'outil Excel (FCFA)	Différence (FCFA)
Septembre 2004 à août 2006	8 319 244	8 315 421	+3 823
Septembre 2006 à décembre 2011	43 079 049	42 632 699	+446 350

Le traitement avec l'outil d'optimisation des factures moyenne tension, a fait ressortir un surplus de quatre cent cinquante mille cent soixante-treize FCFA (450 173 FCFA), versé à la SONABEL. Les traitements des données se trouvent dans les tableaux en Annexe ii

2.3.2 Répartition du coût de l'électricité suivant les postes de facturation SONABEL

La répartition de la facturation permet de situer sur l'importation relative des éléments constitutifs dans chaque grille tarifaire. Nous rappelons ici quelques paramètres de l'abonnement de l'orphelinat :

- Puissance transformateur : 50kVA
- Puissance souscrite : 15kW
- Puissance condensateur : 5 kVAr

Les figures ci-dessous présentent les coûts relatifs de chaque poste de la facture suivant les périodes tarifaires de la SONABEL.

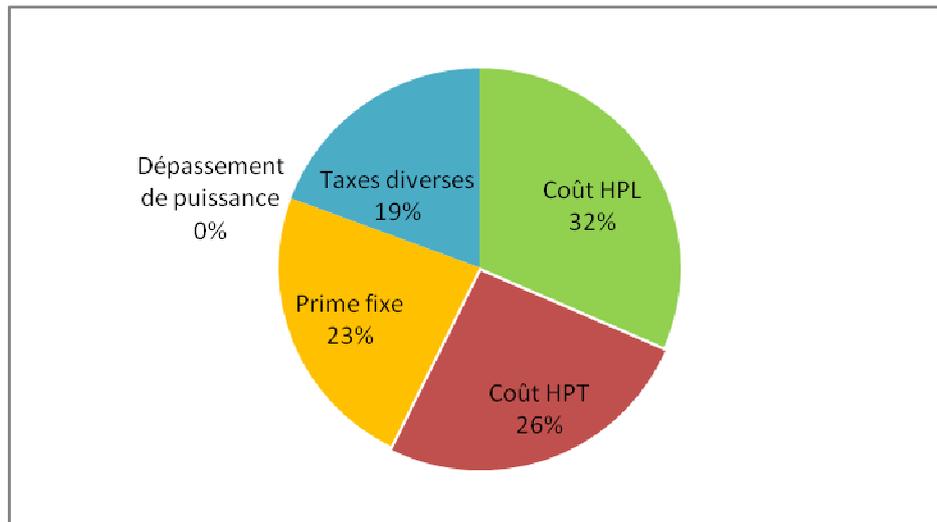


Figure 3 : Répartition des coûts des différents postes dans la facturation pour la période de Septembre 2003 à Août 2004

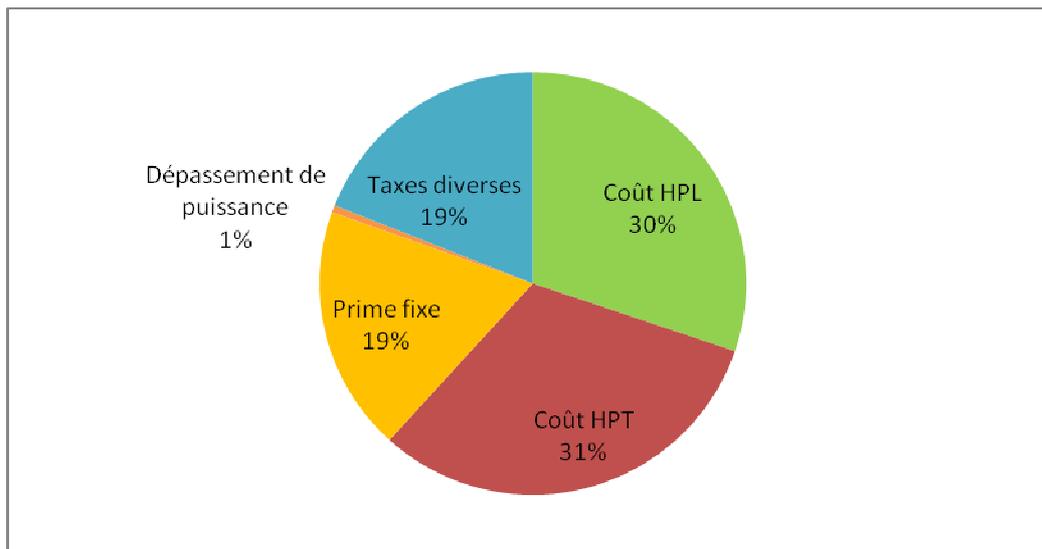


Figure 4 : Répartition des coûts des différents postes dans la facturation pour la période de Septembre 2004 à Août 2006

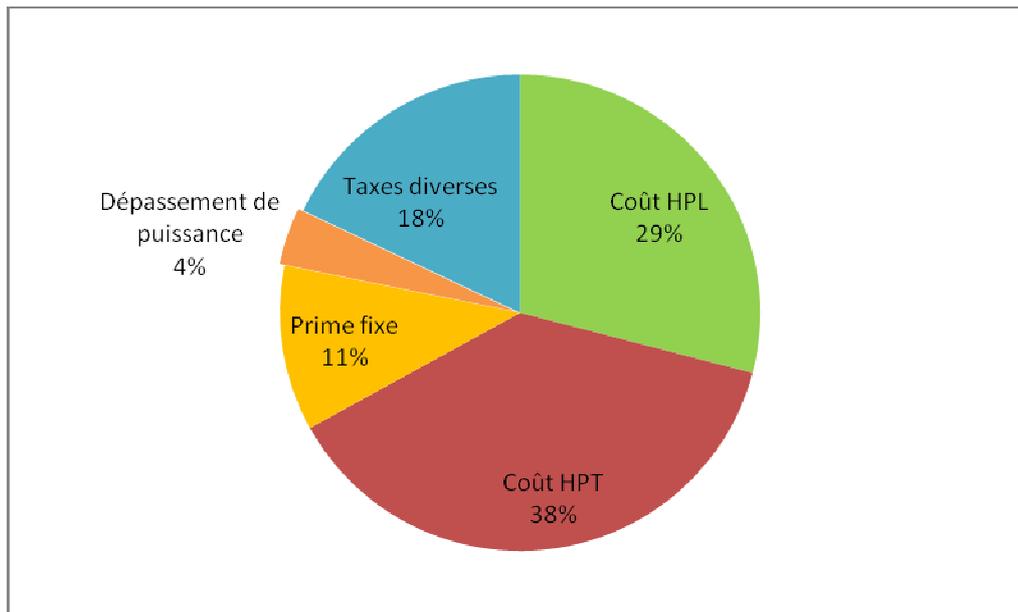


Figure 5 : Répartition des coûts des différents postes dans la facturation pour la période de Septembre 2006 à Décembre 2011

Observations :

- Les taxes diverses sont composées principalement de la TVA (18%) du coût de la consommation, et sont pratiquement constantes sur toute la période étudiée.
- La prime fixe est un montant constant que l'abonné doit payer mensuellement à la SONABEL, elle dépend uniquement de la puissance souscrite. Relativement élevée en 2003 (23%), sa part diminue progressivement jusqu'à 11% tandis qu'apparaissent des pénalités de dépassement de puissance (4%).
- La part de consommation en heures de pointe (de 10h à 14h et de 16h à 19h) a augmenté sensiblement (de 26% à 38%). Nous rappelons que chaque kWh consommé en heures de pointe coûte 2 fois plus cher qu'en heures pleines. Cependant on remarque en 2011 un équilibre entre les parts des heures pleines et celles des heures de pointe dans la facturation (33% chacune).
- Il n'y a jamais de pénalité due à un mauvais facteur de puissance grâce à l'utilisation de batteries de condensateurs de puissance suffisante (à priori).

De façon générale, les parts des différents postes suivent l'accroissement des activités de l'orphelinat (notamment les activités de production comme la boulangerie, etc.). L'augmentation de la consommation d'énergie et de la puissance appelée sur le réseau se traduit par une baisse de la part des redevances fixes (prime fixe) tandis que la part due aux kWh consommés augmente. Même avec des pénalités de dépassement de puissance, la part due à la puissance appelée sur le réseau ne présente actuellement que 15% de la facture contre 20% avant 2006.

II.1.2.3-Profil de consommation

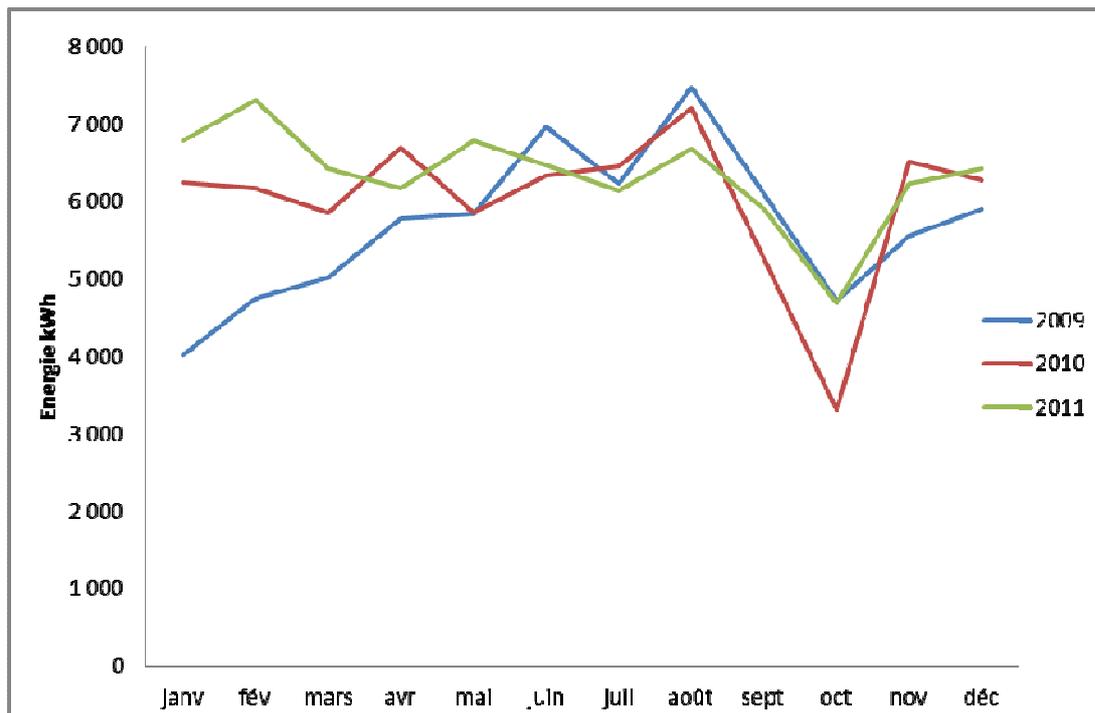


Figure 6 : Profil de consommation de trois dernières années

On constate que :

- En 2009 la consommation d'électricité du site a semblé hétérogène selon les périodes. Mais depuis 2010 on constate une consommation quasi équilibrée tout le long de l'année et comprise entre 5700 et 7300 kWh, sauf en août et septembre où elle est relativement faible (période des vacances scolaires).
- De 2008 à 2009, la consommation d'électricité a augmenté de 11% en un an ; mais depuis 2009 elle augmente régulièrement d'environ 5.5% seulement par an.

II.12.4-Evaluation de facteur de puissance

Le tableau ci-dessous résume le facteur de puissance moyen de l'installation de 2004 jusqu'à 2011.

Année	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Facteur de puissance moyen	0,950	0,995	1,000	0,998	0,998	0,990	0,970	0,963

Ces valeurs sont admises par le distributeur, d'où l'absence de pénalité relative au facteur de puissance. L'orphelinat profite du fait d'un bon facteur de puissance d'une bonification moyenne de 0,94 (autrement dit, le coût réel payé par l'orphelinat pour sa consommation

d'énergie est égal au coût théorique de l'énergie effectivement consommée multiplié par 0,94).

2.4 AUTRES SOURCES D'ÉNERGIE

La consommation énergétique de l'orphelinat n'est pas uniquement la consommation en électricité.

Tableau 5 : Autres sources d'énergie e l'orphelinat

Type de source d'énergie	Zone d'utilisation	Quantité consommée
Gaz butane	Orphelinat (restauration des orphelins)	6 bouteilles de 6kg rechargées tous les trois mois à 4000 FCFA/6kg
	Usine de fabrication de spiruline	4 bouteilles de 6 kg rechargées tous les deux mois à 4000 FCFA/6kg
	Pizzeria et restaurant commercial	7 bouteilles de 6 kg rechargées tous les un mois et demi à 4000FCFA/6kg et cuve de 500kg pour le pain à 240240 FCFA/mois
Bois de feu	Orphelinat (restauration des orphelins)	Environ 10 tonnes de bois consommé en 5 mois à 240000 FCFA pour préparer le repas des orphelins
Carburant (gasoil)		La consommation du moulin à maïs de l'orphelinat est évaluée à 7 litres de gasoil par semaine.

2.5 ETUDE DE LA PUISSANCE ÉLECTRIQUE INSTALLÉE

2.5.1 Bilan de puissance installée

A l'aide du plan de masse (annexe iii), les différents bâtiments ont pu être identifiés. Les bâtiments ne sont pas regroupés en un seul endroit mais répartis sur une surface de 13 hectares environ. Pour inventorier tous les consommateurs alimentés par le réseau SONABEL, nous avons opté pour séparer le site en quatre grandes zones : zone spiruline, zone de formation et hébergement, zone pizzeria et zone de sport.

Dans chaque bâtiment, une visite détaillée de tous les locaux a été faite afin de répertorier les informations suivantes :

- Identification du local
- Surface du local (m²)
- Type d'activité
- Type d'équipements électriques
- Mesure et /ou estimation de la puissance consommée
- Temps de fonctionnement des équipements

La nature d'activité et le temps de fonctionnement sont des paramètres pouvant peser dans le bilan énergétique. L'usage des bâtiments varie selon les zones d'activité

- Formation
- Boulangerie et restaurant
- Dispensaire
- Logement des passagers
- Production de spiruline
- Logement des sœurs

Tableau 6 : Horaire d'occupation des bâtiments

BATIMENT& ACTIVITE	JOUR	HORAIRES
BOULONGERIE PIEZZARIA	lundi à Dimanche	24h/24h
RESTAURANT PIEZZERIA	Mardi à Dimanche	10h-19h
Shalon Movimento	Lundi à samedi	8h-17h
Les petits Bassins	lundi à Dimanche	8h-17h
Château d'eau	lundi à Dimanche	8h-21h
Dispensaire	Lundi à samedi	8h-17h
Salles de classe	Lundi à samedi	8h-12h et 14h à 17h

L'analyse de puissance atteinte de l'installation a fait ressortir un dépassement important de la puissance souscrite 9 à 12 dépassements dans une année. Nous avons recensé les équipements consommateurs d'électricité afin de déterminer la puissance installée actuelle de cette manière nous allons vérifier à quels moments ces équipements sont utilisés.

Nous avons choisi de procéder comme suit:

- Recenser les puissances sur les plaques signalétiques
- Mesurer certaines puissances avec les appareils mis à notre disposition pince ampère métrique et/ou le consommètre

Le total de la puissance installée du site est estimé environ 110,79 kW. Cette puissance installée est deux fois plus grande que la puissance du transformateur. Les équipements recensés se trouvent dans le tableau en Annexe iv.

La répartition des puissances est présentée sur la figure ci-dessous

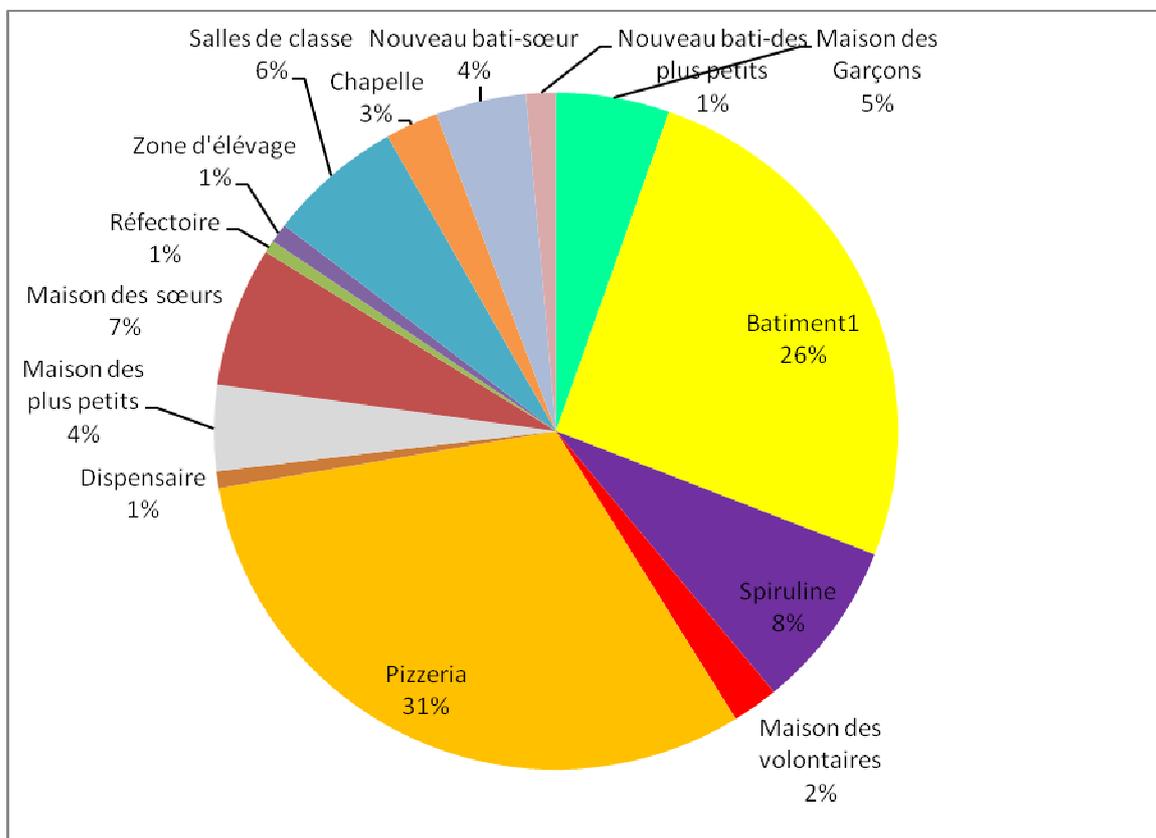


Figure 7 : Puissance électrique installée par bâtiment

On observe sur la figure, le poids important de la pizzeria à 31% qui vient en première position. Puis le bâtiment1 à 26%; hormis les deux aucun bâtiment n'a atteint une part de 10%. Le bâtiment1 est réhabilité pour accueillir les visiteurs. Aujourd'hui ce bâtiment n'est pas en activité dans le futur il va influencer sur les dépenses énergétiques.

2.5.2 Analyse des équipements électriques

Cette analyse est basée sur la classification des équipements : les équipements en service et hors service. Dans un premier temps, le recensement des appareils a été fait sur l'ensemble des équipements installés. Enfin nous avons jugé utile, de faire le bilan électrique sur les équipements en service, En classifiant les équipements, nous avons constaté qu'il y a beaucoup d'efforts à faire en matière de maintenance des équipements d'éclairage, des congélateurs et des réfrigérateurs.

Nos investigations dans tous les locaux ont permis de dresser un tableau de défaillance d'un certain fonctionnement anormal des postes consommateurs, dans une approche globale. Nous avons pu, sur cette base répertorier les anomalies sur le site comme listées ci-après :

Tableau 7 : Principales défaillances constatées sur les équipements

Identification	Défaillances	Conséquences
Chambre froide	Local trop petit (encadrement des équipements)	Fonctionnent anormal des appareils
Eclairage des locaux	A certains endroits la valeur ne respecte pas le niveau moyen d'éclairage	Impact sur la vision des usagers
Pompage d'eau	Besoin actuel largement supérieur à la capacité de stockage	La pompe travaille presque en permanence
Eau chaude sanitaire	Source d'énergie électrique	Dépense énergétique relativement importante
Moteurs de spiruline	Moteurs vétustes, réducteurs artisanaux, puissance consommée et vitesse de rotation variant fortement d'un moteur à l'autre	Rendement très variable d'un moteur à l'autre
Brasseurs chapelle	Commande interrupteur bipolaire	Vitesse non réglable
Brasseurs nouveau bâtiment-sœurs (salon)	Rhéostat placé à hauteur 2,7 m	Accès direct impossible aux personnes
L'ensemble des éclairages extérieurs	Commande interrupteur simple allumage	Intervention humaine pour établir et l'interrompre
Chauffe-eau électrique	Equipement énergivore	Gaspillage l'énergie
Cuisine de réfectoire	Source d'énergie = bois	Fumée qui couvre les lampes et les murs

2.6 ETUDE DE LA CONSOMMATION D'ELECTRICITÉ

Dans cette partie, nous nous attachons à étudier le bilan énergétique et les performances de certains équipements avec le souci de rendre la perception de sujets aussi complets que possible. L'objectif poursuivi est de :

- Dégager la corrélation entre les factures d'électricité et les consommations des appareils ;
- Diagnostiquer la consommation des équipements

2.6.1 Consommation d'électricité par bâtiment

Le bilan s'appuie sur l'occupation des bâtiments et les périodes des activités. Nous avons questionné les utilisateurs sur les postes consommateurs d'énergie. Cette phase a consisté en une série d'entretien avec les responsables, le technicien, les personnels et les orphelins, afin de déterminer les consommations des bâtiments.

Nous obtenons un bilan énergétique estimé à **59732,31 kWh/an**, soit la consommation entre 2010 et 2009 (voir annexe v).

La répartition du bilan énergétique est présentée dans la figure ci-dessous

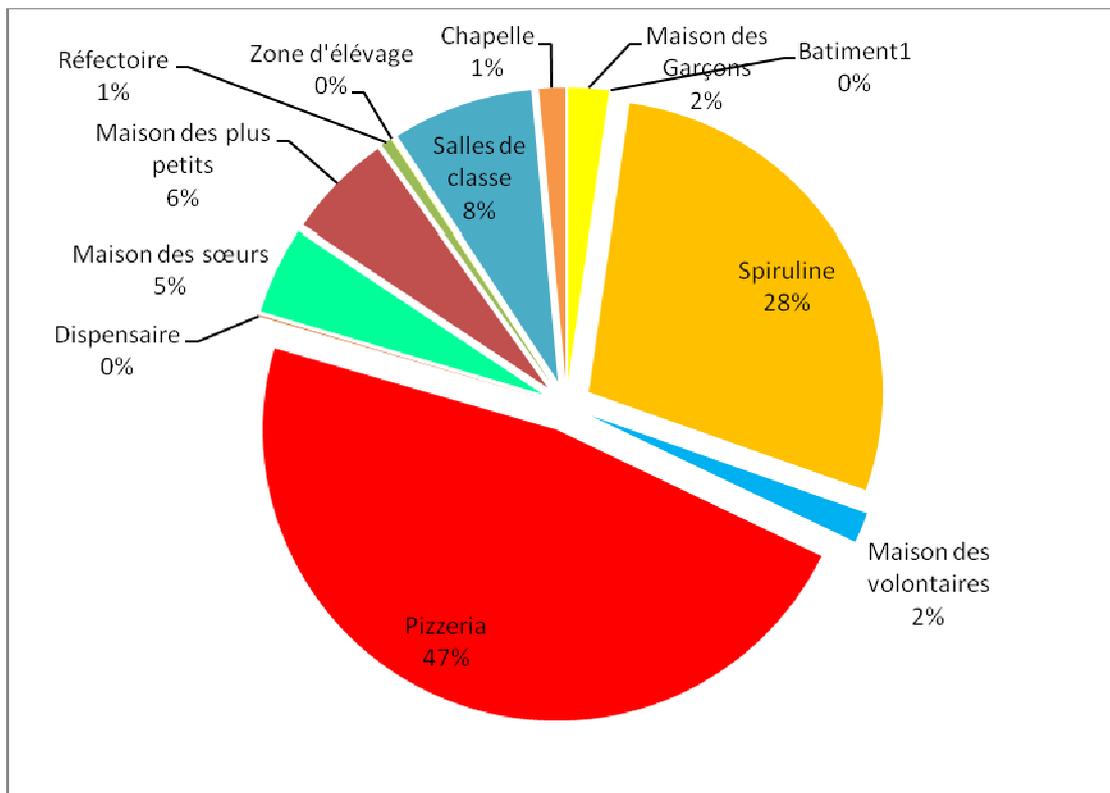


Figure 8 : Répartition de la consommation globale

On remarque que la pizzeria à 47% de consommation, la spiruline à 28% et les salles de classe 7%.Un élément important qui bouleversera demain cette répartition ce sera la consommation de bâtiment hôte (bâtiment des visiteurs).

2.6.2 Consommation d'électricité par poste

L'objectif de cette section est de faire ressortir le poids des postes consommateurs dans le bilan énergétique, puis de proposer les solutions de réduction d'énergie ainsi que la proposition d'amélioration.

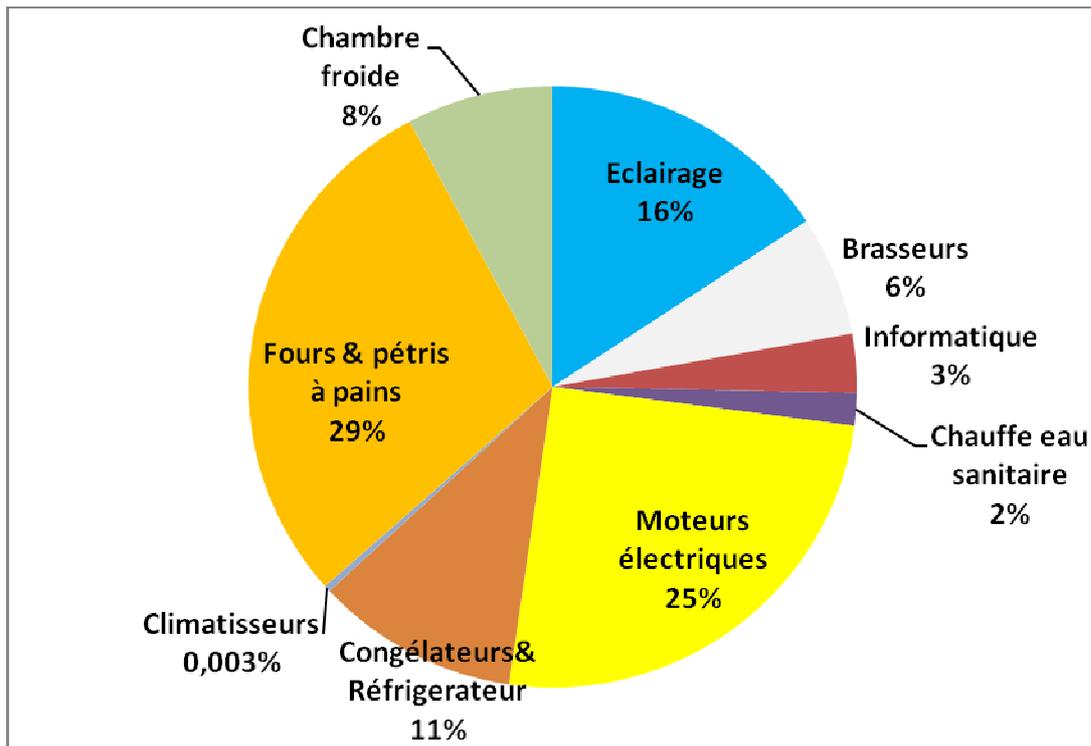


Figure 9 : Répartition de la consommation d'électricité (kWh) suivant les types d'équipements utilisés

Observations :

La plus grande part de la consommation d'électricité du site est due aux moteurs électriques :

- Ceux des pétris à pain et des brûleurs et ventilateurs des fours à pain (29%) ; il faut noter aussi l'existence d'un four à chauffage électrique (résistances chauffantes) utilisé une fois par semaine et pris en compte dans ce bilan.
- Ceux de la pompe du château d'eau et des agitateurs des bassins à spiruline (25%).

Après ce principal poste de consommation viennent l'éclairage (16%) et les congélateurs (11%).

2.7 DIAGNOSTIC DE L'ÉCLAIRAGE

L'éclairage de l'orphelinat est assuré par :

- Des lampes fluorescentes 36 W du type PHILIPS TL-36/54-765 , PHILIPS TM012 , PHILIPS TM022 et DAYLIGHT de 26 mm et longueur 1.8
- Des lampes fluorescentes 18 W du type PHILIPS TL-36/54-765, DAYLIGHT
- Applique sanitaire 18 W
- Lampes économiques 18W et 28W

Toutes lampes fluorescentes sont équipées des ballasts conventionnels.

2.7.1 Norme en matière d'éclairage des locaux

L'éclairage d'un local est la quantité de flux éclairant une surface, exprimée en lumen /m² ou lux. La mesure d'éclairage est faite à l'aide d'un luxmètre. L'éclairage diminue proportionnellement au carré de la distance.

Tableau 8 : Niveau d'éclairage moyen recommandé

Bureaux et locaux administratifs	lux
Bureau de travaux généraux	500
Dactylographie	500
Salle d'informatique	500
Salle de dessin (tables)	750 - 1000
Etablissements d'enseignement	
Salle de classe	300
Tableau	500
Amphithéâtre	300
Laboratoire	500
Salle de dessin d'art	500
Bibliothèque, salle de lecture	500
Habitations	
Activité de lecture, travail d'écolier	300
Couture	500 - 750
Chambre (éclairage localisé)	200
Préparation culinaire	300
Bricolage (suivant activité)	300

Source : *Efficacité Energétique de la Climatisation en Région tropicale, Tome 2*

2.7.2 Valeur mesurée dans les locaux

Les mesures d'éclairage ont été effectuées dans les différentes pièces des bâtiments. Les paramètres suivants ont été pris en compte :

- Type des lampes
- Nombre des lampes
- Hauteur des lampes
- Couleurs des murs

Les valeurs mesurées sont répertoriés dans les tableaux en annexe vi.

Commentaire

Les valeurs mesurées dans les salles de classe respectent 300 lux, les chambres de nouveaux bâtiments respectent aussi les 300 lux .Certains locaux ne respectent pas le niveau d'éclairage moyen recommandé. Beaucoup des lampes dans certains endroits sont en pannes d'autres sous éclairés, il est important de les renforcer. On a constaté aussi que les lampes extérieures sont commandées par des interrupteurs simples allumages.

Les valeurs d'éclairage mesurées sont données en annexe.

2.7.3 Efficacité des lampes

La mesure d'efficacité lumineuse dans le bâtiment est le rapport du flux lumineux émis par une lampe sur la puissance électrique de la lampe en lumen / watts.

Pour l'éclairage, c'est de la lumière que l'on souhaite produire. La part de l'énergie se transforme en une autre forme d'énergie comme la chaleur est donc perdue. On produit généralement la lumière à partir d'électricité, mais selon les lampes utilisées, un même éclairage nécessitera une quantité d'électricité pouvant aller de 1 à 15 lm/W

Les tubes fluorescents utilisés en majorité au sein de l'orphelinat sont d'une efficacité correcte mais il existe des améliorations possibles.

Par exemple:

- Utilisation de réglettes à tube T5 d'efficacité encore meilleure
- Utilisation de lampe de bureau (6 à 20 watts) pour les postes de travail sous éclairés
- Gestion automatique des lampes extérieures
-

2.8 DIAGNOSTIC DE LA CLIMATISATION

2.8.1 Coefficients de performance globale des installations frigorifiques

Le coefficient de performance (COP), rapport de l'énergie frigorifique produite à l'énergie électrique consommée par une installation frigorifique sert d'indicateur d'utilisation rationnelle de l'énergie. Pour juger de l'efficacité de la production frigorifique on compare le COP de la production frigorifique aux COP des installations similaires. Ci-dessous est donné quelques ordres de grandeur des COP selon les applications

Tableau 9 : Coefficients de performance minimaux recommandés pour différents climatiseurs

Type d'équipement	COP minimum recommandé [kWr/kWe]
Climatiseurs de fenêtre	2,8
Split systèmes :	
- Jusqu'à 4 kWr	2,8
- Supérieur à 4 kWr	3,0

Les besoins sont limités à des températures positives de 24 à 30°C. Le tableau ci-dessous présente les coefficients de performances théoriques calculés.

Tableau 10 : Calcul de COP théorique

Type de climatiseur	Puissance électrique	Puissance frigorifique	COP
Split Unionaire	1400	3517	2,5
Split North Air	1400	3517	2,5
Split LG	1400	3517	2,5
Split inverter	2020	5276	2,6

Les valeurs théoriques ne sont pas loin de la valeur recommandée, elles peuvent être tolérées. L'entretien des climatiseurs est aussi très important, il est donc conseillé de faire une visite. D'autre part, certains évaporateurs des climatiseurs (bâtiment 1) ont parfois au soleil, ce qui n'est pas bon pour leur performance.

Il est conseillé de mettre à l'ombre les blocs extérieurs.

2.9 DIAGNOSTIC DU FONCTIONNEMENT DES BASSINS À SPIRULINE

La spiruline est une petite algue aquatique (0,3 m) qui prospère naturellement dans les lacs salés. La spiruline a des qualités intéressantes pour l'alimentation et la santé tant bien pour les hommes que les animaux. Pour la couverture de bassin, une épaisseur de film de 0,25 mm et référence 0,5 m est recommandée. Le film (PVC, polythène, EVA, tissu induit, de qualité alimentaire et résistant contre les ultra violets).

En absence de toute protection sur le bassin, une bonne agitation est recommandée. L'agitation des bassins de Loumbila est constituée d'un moteur asynchrone récupéré sur les machines à laver et d'un réducteur artisanal comme indique la photo ci-dessous.



Photographie 2 : système d'agitation des bassins spiruline

L'agitation des bassins n'a pas été conçue à la base pour faire des économies d'énergie. Au préalable, il est important de disposer des grandeurs permettant de situer les points délicats des agitations. Les résultats des mesures sont consignés dans le tableau ci-dessous

Tableau 11 : Mesures des grandeurs techniques des moteurs des bassins spiruline

Moteur	Vitesse d'agitation (tr/min)	Puissance Mesurée(W)	cos
Moteur1	12	302	0,92
Moteur2	27	302	0,92
Moteur3	15	301	0,90
Moteur4	20	303	0,92
Moteur5	25	302	0,92
Moteur 6	30	277	0,90
Moteur7	38	303	0,092
Moteur8	29	167	0,88
Moteur9	12	315	0,901

On constate que la vitesse d'agitation n'est pas uniforme pour tous les bassins, de même pour la puissance et le facteur de puissance.

3 CHAPITRE III : MESURES D'ECONOMIE D'ENERGIE

3.1 MESURES D'ÉCONOMIE LIÉES À LA FACTURATION

Le principal outil que nous avons utilisé pour analyser les factures est le classeur Excel de G. Thiombiano [5], actualisé en tenant compte des derniers tarifs de l'électricité au Burkina Faso [2].

Ce classeur permet de réaliser les calculs suivants :

- Calcul de la facture d'électricité mensuelle (en FCFA) en fonction des données suivantes : énergies actives et réactives consommées, puissance souscrite, nombre d'heures de fonctionnement, puissance maximale appelée, coefficients de perte du transformateur.
- Analyse de l'impact d'un changement de puissance de batteries de condensateurs ou de puissance souscrite sur la facture.

3.1.1 Résultat d'Analyse de la puissance du transformateur, de la puissance souscrite et des dépassements de puissance

La puissance souscrite de l'orphelinat est 15 kW.

L'inventaire des équipements électriques de l'orphelinat nous a permis d'évaluer la puissance installée de 110,79 kW.

En 2011, nous avons 12 dépassements et la puissance atteinte moyenne est de 22kW.

Prime fixe moyenne tension non industriel est de 70826 /kW/An

$$Prime \frac{fixe}{mois} = Prime \text{ fixe unitaire} \times PS \times \frac{1}{12} \times m \quad (2)$$

Avec m (Majoration ou Minoration)

Tenant compte des dépassements et de la puissance atteinte, si nous réajustons la puissance souscrite à 25 kW, le graphique ci-dessous montre le résultat du réajustement.

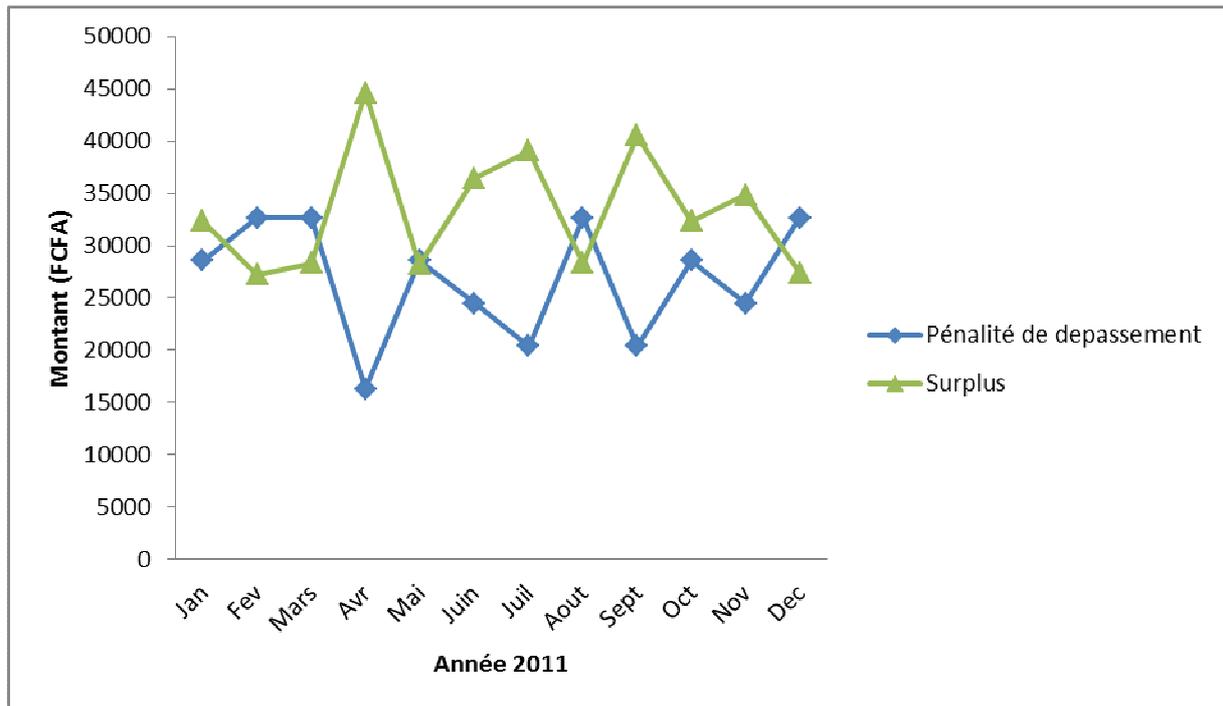


Figure 10 : Réajustement de puissance à 25 kW

Ce réajustement donnerait un surplus financier moyen de 333310 FCFA/mois. Maintenant la puissance souscrite de 15 kW, celle-ci présente un poste de l'économie financière. Il est avantageux de continuer à payer la pénalité de dépassement plutôt de souscrire à nouvelle puissance.

Nous pouvons par observation proposer quelques pistes pour réduire la consommation :

- Le chauffe-eau électrique peut être remplacé par le chauffe-eau solaire ;
- Les moteurs de spiruline et certains congélateurs peuvent être remplacés par les équipements performants ;
- Le pompage d'eau aux heures pointes peut être déplacé sur les heures pleines.

3.2 MESURES D'ÉCONOMIE LIÉES AU FONCTIONNEMENT DES BASSINS

Les mesures d'économie des bassins d'agitation passent par une bonne connaissance du mécanisme de transmission.

3.2.1 Rapport de transmission de mouvement de rotation

On définit le rapport de transmission comme étant le rapport des vitesses du mouvement de sortie sur le mouvement d'entrée.

Dans le cas d'une transmission de puissance, l'objectif est généralement de limiter les pertes. On définit alors le rendement :

$$\eta = \frac{\text{Travail de sortie}}{\text{Travail d'entrée}} = \frac{E_s}{E_e} = \frac{\text{Puissance de sortie}}{\text{Puissance d'entrée}} = \frac{P_s}{P_e} \quad (3)$$

Un engrenage classique a un rendement supérieur à 95% (0,95).

Il s'agit, le plus souvent d'une transmission du mouvement de rotation. Dans ce cas particulier on obtient :

$$R = \frac{N_s}{N_e} = \frac{\omega_s}{\omega_e} \quad (4)$$

De plus, si on considère la définition des puissances d'entrée et de sortie, à savoir :

$$P_e = \omega_e \cdot C_e \quad (5)$$

$$P_s = \omega_s \cdot C_s \quad (6)$$

C_e est le couple imposé en entrée, on obtient alors une expression du rapport à partir des efforts transmis :

$$P_s = \eta \cdot P_e = \omega_s \cdot C_s = \eta \cdot \omega_e \cdot C_e \quad (7)$$

d'où

$$R = \frac{\omega_s}{\omega_e} = \eta \frac{C_e}{C_s} \quad (8)$$

Pour déterminer les autres paramètres nous supposons :

- ✓ 40 W la puissance utile de tous les moteurs
- ✓ 30% Rendement de réduction

Tableau 12 : Puissance et vitesse d'agitation des bassins spiruline

Moteur	Vitesse axe (tr/m)	Vitesse de rotation (Tr/min)	Rapport	Puissance sur axe (W)
Moteur1	12	440	0,027	12
Moteur2	27	440	0,061	
Moteur3	15	400	0,038	
Moteur4	20	400	0,050	
Moteur5	27	440	0,027	
Moteur 6	30	440	0,068	
Moteur7	38	440	0,086	
Moteur8	29	440	0,066	
Moteur9	12	440	0,027	

3.2.2 Optimisation de système de transmission

Les moteurs et les réducteurs artisanaux peuvent être remplacés avantageusement par des moteurs réducteurs qui sont beaucoup plus silencieux et souvent plus efficaces que les cultivateurs de spiruline généralement utilisés.

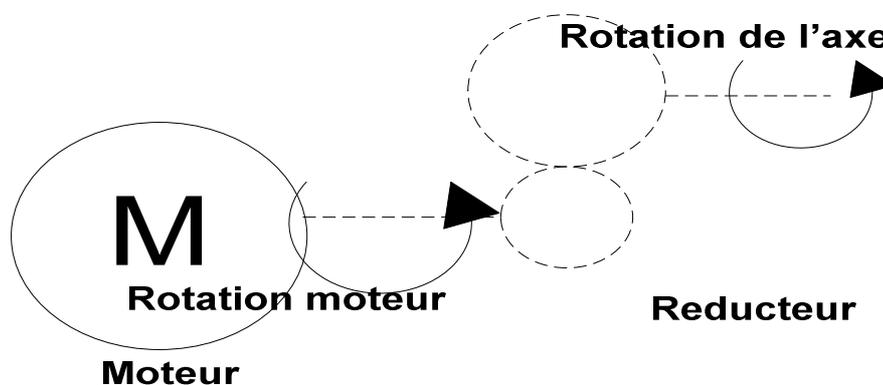
Les paramètres R , $P_u(W)$, V_s , η_m , η_r doivent être trouvés

R : Rapport de réduction

P_u : Puissance utile

Vitesse : Rotation d'axe (Valeur recommandée 20tr/min)

η_m, η_r : Rendement moteur et réducteur



Système de transmission

Tableau 13 : Proposition d'optimisation du système de transmission

Vitesse axe (tr/m)	Vitesse de rotation (Tr/min)	Puissance utile(W)	η_r	η_m	Puissance absorbée
25 à 40	440	40	0,95	0,8	50

Le tableau ci-dessus nous situe qu'un investissement dans un équipement plus performants permettra de réduire la puissance de 1/6, ainsi nous proposons le moteur monophasé RS components :



Photo non contractuelle.

Moteur 220 Vdc Sd8	
REF COMMANDE	717354
CONDITIONNEMENT	la pièce
FABRICANT	RS Components
REFERENCE	SD8220V+SGEARHEAD
COMMANDER	<input type="text" value="1"/> <input type="button" value="Ajouter au panier"/>

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Couple de sortie maximum	2.94 Nm	2,94Nm
Diamètre d'arbre	9mm	9mm
Gamme de puissance	35 W	35 W
Largeur	96mm	96
Longueur	180mm	18mm
Longueur d'arbre	29mm	29mm
Phase	Monophasé	Monophasé
Profondeur	106mm	106mm
Rotation	Réversible	Réversible
Tension d'alimentation	240 V c.a.	240 V
Type de moteur		V c.a. Asynchrone
Type de tête de réduction		Vis sans fin
Vitesse de sortie		35 tr/min
Rendement		0.75

L'étude technico économique de notre solution permet d'évaluer le gain financier par jour ainsi le délai de rentabilité du capital investi. Le résultat est présenté dans le tableau suivant

Tableau 14 : Remplacement des moteurs et réducteur des bassins de spiruline

Moteur référence SD8220 V	
Tension	240 V
Rendement moteur %	70
Puissance	35
Vitesse Moteur (tr/min)	440
Vitesse après réducteur (tr/min)	35
Puissance absorbée	57
Energie consommé Moteur1	24
Energie consommée Moteur 2	0,457142857
Coût en HPL kWh/FCFA	64
Economie d'énergie (kWh/jr)	23,54285714
Gain à réaliser /Moteur/jour	1507
Investissement	109765
Retour sur investissement HT	2 mois et 12 jours
Investissement total(9 moteur) FCFA	987 888

L'installation de moteur réducteur demande un coût d'investissement 109765 FCFA. Le gain par moteur s'élève à 1507 FCFA /Jour soit 549960 FCFA/An. A cela s'ajoute le gain au bruit, ce moteur est silencieux au fonctionnement.

3.3 MESURES D'ÉCONOMIE LIÉES AUX BESOINS EN EAU

Les besoins en eau du site ont beaucoup augmenté, la capacité du château est trop petite pour satisfaire les besoins journaliers. La Pompe fonctionne tous les jours de 8h à 18h. Ce fonctionnement détruit la pompe tous les deux ans. Le pompage en heures de pointe représente 60% du temps de fonctionnement ; ainsi nous proposons de réduire ce temps à un tiers sur les heures pleines. Cette solution nous amène d'agrandir la capacité du château à 15 m².

La marge de gain obtenue par réduction de temps fonctionnement est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 15 : Réduction de temps de pompage

Puissance de la pompe (kW)	2,2
Durée avant l'économie (heure)	10
Durée après (heure)	3,33
Energie Consommée (kWh/an)	8030
Economie d'énergie (kWh/an)	2 674
Gain d'énergie (kWh/an)	5 356
Coût moyen FCFA/kWh	125
Montant (FCFA/an)	669 501

Il est important d'insister sur la réduction de temps de fonctionnement qui n'a pas seulement pour conséquence, de réaliser de gain financier. Elle engendrera une durée de vie relativement plus importante pour la pompe aussi elle limitera la consommation pendant les heures de pointes. Ce gain financier annuel est déjà suffisant pour investir dans le château à moyen terme.

3.4 MESURES D'ÉCONOMIE LIÉES AU FONCTIONNEMENT DES LAMPES EXTÉRIEURES

3.4.1 Proposition d'optimisation

La meilleure façon de faire des économies d'énergie est de ne pas la consommer. Les temps de fonctionnement des lampes extérieures sont importants et constants tout le long de l'année. Il est possible de remplacer les lampes de puissance de 36 W par celles de 28W. Ceci permet une diminution importante de la puissance installée.



Photographie 3 : lampe économique

Caractéristique technique :

- Puissance : 28 W
- Durée de vie : 8000h
- Type de ballast : Electronique
- Prix : 4000 FCFA

Le tableau suivant présente le résultat de cette optimisation.

Tableau 16 : Remplacement des lampes extérieures

Désignation	Nombre	Durée/jour	Inversement (FCFA)	Gain réalisé (FCFA/an)	Retour sur investissement (année)
Lampadaires de PIZZERIA	6	3942	30 000	15 137	2,0
Eclairage extérieur (PIZZERIA)	3	804	15 000	1 544	9,7
Eclairage extérieur (Maison des volontaires)	3	329	15 000	631	23,8
Eclairage extérieur (Maison des plus petits)	6	986	30 000	3 784	7,9
Lampadaire de maison des garçons	2	3216	10 000	4 116	2,4
Eclairage extérieur des salles de classe	15	2920	75 000	28 032	2,7
Eclairage extérieur (Maison des sœurs)	1	1168	5 000	748	6,7
Total			180 000	53 992	

Il est important de constater que le remplacement des lampes de 36 W permet de réaliser des économies financière de 53 992 FCFA/An.

La présence du ballast conventionnel est très inductive et sa consommation est équivalentement à 15 % de la lampe. Avec le ballast électronique, la puissance absorbée diminue et le gain est forcément réalisé. .

3.4.2 Gestion d'éclairage

Le système gestion d'éclairage des lampes extérieures le plus répandu est l'interrupteur crépusculaire. Ce système permet d'établir la nuit et d'interrompre le jour, le circuit sans intervention humaine. Pour éviter l'intervention humaine pour commander les interrupteurs simples allumages et obtenue une gestion rigoureuse, l'installation de tel détecteur (interrupteur crépusculaire) est nécessaire.

Le petit geste et le changement de mauvaises habitudes qui permettent de réaliser les plus grandes économies.

Le coût unitaire d'un interrupteur crépusculaire de 1000W est de 10000 FCFA sur le marché burkinabè.

3.5 RECAPITULATIF DES MESURES D'ECONOMIE

<i>Désignation</i>	<i>Investissement (FCFA)</i>	<i>Economie réalisée(FCFA)</i>
Moteur réducteur spiruline	987 888	4 949 640/an
Eclairage extérieur	180 000	53 992/an
Construction de château		669 501/an
Surplus de la facturation SONABEL		450 173

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ce projet nous a permis de comprendre les aspects relatifs à la réalisation d'audit énergétique. En outre ce projet a été pour nous un champ pratique qui nous a permis d'utiliser l'ensemble des connaissances que nous avons acquises jusqu'à présent dans le domaine d'audit et de maîtrise énergétiques.

Sur plan étude, ce projet permet de rendre compte d'un énorme potentiel en économie d'énergie. Le diagnostic des factures que nous avons réalisé, nous montre que depuis 2009 l'évolution de consommation est de 5,5% d'une année à une autre avec une croissance des activités pendant les heures de pointe pour 10 dépassements en moyenne dans une année. Dans cette optique, nous avons proposé trois solutions. La première est la réduction du temps de fonctionnement de pompage qui fait un gain financier annuel 6695010 FCFA, la seconde est l'utilisation de moteur réducteur pour les bassins spirulines cette solution permettra de réaliser une économie annuelle de 361127 FCFA par moteur la dernière est la conservation de puissance souscrite de 15 kW qui a fait ressortir un potentiel d'économie financier mensuel de 333310 FCFA.

A cela s'ajoute le remplacement et la gestion des lampes extérieures. Nous avons proposé la lampe économique, le coût d'investissement s'élève à 180000 FCFA et permet de faire gain annuel de 53992 FCFA.

La durée de stage étant assez courte et le site audité est vaste celle-ci nous limite de dimensionner le générateur photovoltaïque. En plus des économies réalisées, il existe d'autres potentiels significatifs d'économie d'énergie en plus de ceux qu'on a relevés. Une étude peut être faite sur les consommations d'énergie (des fours, congélateurs, chambre froide et réfrigérateur), une autre étude pourrait se faire sur la production de biogaz à base des déchets (restaurant, boulangerie, WC, d'élevage, moulin à maïs, les feuilles mortes) également sur le foyer performants à rendement 25%, en vue de mieux cerner le volet de dépense énergétique et d'augmenter le potentiel d'économie d'énergie de l'orphelinat.

Bibliographie

- [1] Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF). Mesures européennes pour l'efficacité énergétique « Planification énergétique sectorielle », Fiche n°8

- [2] KEMAJOU A. *Guide du diagnostic énergétique*. Communication présentée lors de la formation continue « Développer son expertise pour économiser l'énergie dans les bâtiments climatisés », Fondation ZiE, Ouagadougou, 30p., 2009

- [3] Grille des tarifs 2006 de la SONABEL

- [4] DABILGOU D. *Contribution à la mise en œuvre d'une politique d'efficacité énergétique à ZiE : site de Kamboinsé*. Mémoire pour l'obtention du master spécialisé en énergétique. Soutenu à ZiE en Septembre 2010, 90p.

- [5] Association Bretonne des Entreprises Agroalimentaires. *Guide pratique du marché de l'électricité*. 18p., 2010, disponible en ligne sur

- [5] THIOMBIANO G. Communication sur l'optimisation de la facturation de l'énergie électrique, présentée durant la formation « Développer son expertise pour économiser l'énergie dans les bâtiments climatisés », Fondation ZiE, Ouagadougou, 27p., 2009.

- [7] Efficacité Énergétique de la Climatisation en Région tropicale, Tome 1, 150p., disponible en ligne sur le site de l'institut de l'énergie et de l'environnement de la francophonie .

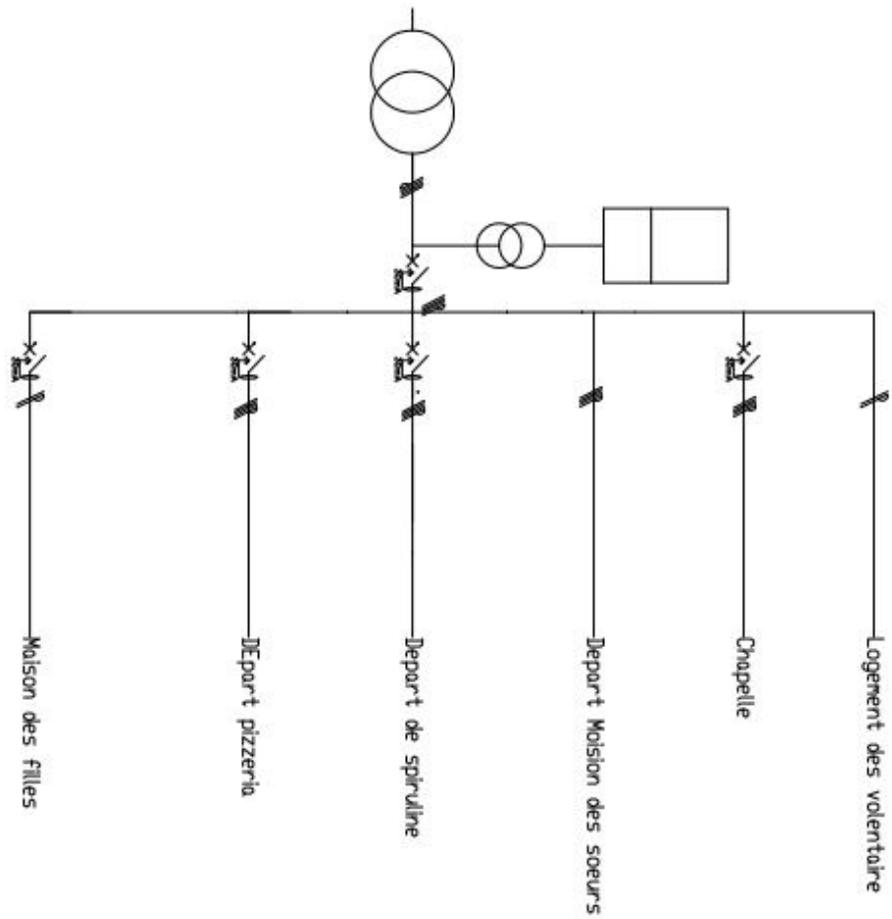
SITE INTERNET

www.ademe.fr

www.iepf.org

ANNEXE

ANNNE I : Schéma de distribution de loubila



ANNEXE III : Résultats de traitement des factures d'électricité

PUISSANCE DES TRANSFORMATEURS : 50 kVA
 PUISSANCE SOUSCRITE : 15 kW
 PUISSANCE CONDENSATEURS : 5 kVAr
 TARIFICATION :
 TARIF HEURES PLEINES : 51 FCFA/kWh
 TARIF HEURES DE POINTE : 110 FCFA/kWh
 PRIME FIXE ANNUELLE : 53 656 FCFA/kW/AN
 LOCATION ET ENTRETIEN COMPTEUR : 5 929 FCFA

PERIODE	ENER. ACTIVE		ENER. REAC.	HEURES	PUIS. ATTEINT	PROD. REAC.	CONDOCOND		PENAL. COS phi	PENAL. PUIS.S	PRIME FIXE	MONTANT ELEC			TAXES TV&TVA	FACT. Calculée	FACT. SONABEL	
	HPL kWh	HPT kWh					MINI	MAX				FCFA	FCFA	FCFA				FCFA
dec-03	960	394	1 038	648	8	3 240	0	0	0	0	61 704	50 111	44 427	38 676	194 918	194 918		
janv-04	1 154	457	1 338	672	11	3 360	0	0	0	0	61 704	59 635	50 904	42 187	214 430	214 430		
fevr-04	1 633	632	1 584	744	12	3 720	0	0	0	0	61 704	83 095	69 322	51 334	265 455	265 455		
mars-04	1 648	533	1 376	720	13	3 600	0	0	0	0	61 704	83 893	58 494	49 316	253 407	253 407		
avr-04	99	30	76	720	8	3 600	0	0	0	0	61 704	9 666	6 376	21 625	99 371	99 371		
mai-04	2 442	807	2 048	1 415	13	7 075	0	0	0	0	61 704	126 590	90 169	65 590	344 053	344 053		
juin-04	2 102	666	1 484	595	14	2 975	0	0	0	0	61 704	104 819	71 650	56 810	294 983	294 983		
juil-04	2 233	835	1 452	912	14	4 560	0	0	0	0	61 704	112 983	91 181	62 662	328 530	328 530		
août-04	2 089	908	1 559	719	15	3 595	0	0	0	0	61 704	104 632	98 164	62 158	326 658	326 658		
sept-04	1 950	917	1 633	690	15	3 450	0	0	0	0	61 704	97 687	99 075	60 744	319 210	319 210		
TOTAL	16 310	6 179	13 588	7 835	12	3 918	0	0	0	0	617 040	833 111	679 762	511 102	2 641 015	2 641 015		
MOY.	1 631	618	1 359	784	12	3 918	0	0	0	0	61 704	83 311	67 976	51 110	264 102	264 102		
REPARTITION MONTANT FACTURE :											0%	0%	23%	32%	26%	19%		
PENALITES DIVERSES											0	FCFA	SOIT	0,0%	DE LA FACTURE			
COÛT MOYEN DU kWh											108	FCFA						
FACTEUR DE PUISSANCE MOYEN											0,595							
COS PHI=											0,595							
CONSUMMATION TOTALE APPARENTE											41 131	kVAh						
CONSUMMATION TOTALE REACTIVE											-33 051	kVARh						
ENERGIE REACTIVE EN FRANCHISE T _{gphi} =,75(kVARh/AN) Bn=											18 355	kVARh						
ENERGIE REACTIVE A FACTURER (kVARh/AN) Fact=											0	kVARh						
PUISSANCE DE BATTERIES DE CONDENSEURS (KVAR) =											0							
DIFFERENCE DE FACTURATION											0	FCFA						

NATURE DEL'ABONNEMENT **MT**
 PUISSANCE DES TRANSFORMATEURS **50 kVA**
 PUISSANCE SOUSCRITE **15 kW**
 PUISSANCE CONDENSATEURS **5 kVAr**
 TARIFICATION
 TARIF HEURES PLEINES : **56 FCFA/kWh**
 TARIF HEURES DE POINTE : **121 FCFA/kWh**
 PRIME FIXE ANNUELLE : **59 022 FCFA/kW/AN**
 LOCATION ET ENTRETIEN COMPTEUR: **7 115 FCFA**

PERIODE	ENER. ACTIVE		ENER REAC.	HEURES	PUIS. kW	PROD. kWAr	CONDOCONDC	PENAL. MINI	PENAL. MAX	COS phi	PENAL. PUIS.S	PRIME FIXE	MONTANT ELEC			TAXES TV&TVA	TOTAL/ MOIS	FACT. SONABEL	
	HPL kWh	HPT kWh											FCFA	FCFA	FCFA				
oct-04	1 608	740	1 496	809	14	4 045	0	0	0	0	0	67 875	90 057	89 613	58 979	306 524	306 524		
nov-04	2 038	875	1 618	688	2	3 440	0	0	0	0	0	67 875	112 004	103 973	66 824	350 676	350 676		
déc-04	2 556	1 171	1 906	401	14	2 005	0	0	0	0	0	69 572	140 681	139 320	80 487	430 060	430 060		
janv-05	1 519	668	1 329	1 125	14	5 625	0	0	0	0	0	67 875	87 636	83 267	57 155	295 933	295 933		
févr-05	1 664	930	1 765	647	14	3 235	0	0	0	0	0	67 875	91 654	110 763	63 595	333 887	333 887		
#####	1 795	815	1 565	688	16	3 440	0	0	0	0	3 630	67 875	99 124	97 294	63 225	331 148	331 148		
avr-05	2 228	894	1 712	671	14	3 355	0	0	0	0	0	67 875	121 999	105 754	69 439	365 067	365 067		
mai-05	2 623	877	1 749	814	15	4 070	0	0	0	0	0	67 875	144 101	104 084	74 094	390 154	390 154		
juin-05	2 768	1 040	1 887	648	16	3 240	0	0	0	0	3 630	67 875	150 335	122 118	79 784	423 742	423 742		
juil-05	2 134	965	1 881	785	0	3 925	0	0	0	0	0	67 875	117 620	114 994	70 309	370 798	370 798		
août-05	1 879	1 122	1 899	836	19	4 180	0	0	0	0	14 520	67 875	104 070	134 252	73 738	394 455	394 455		
TOTAL	22 812	10 097	18 807	8 112								0	21 780	748 322	1 259 281	1 205 432	757 629	3 992 444	3 992 444
MOY.	2 074	918	1 710	737	13	3 687	0	0	0	0	0	0	1 980	68 029	114 480	109 585	68 875	362 949	362 949

REPARTITION MONTANT FACTURE:

PENALITES DIVERSES

COÛT MOYEN DU KWh

FACTEUR DE PUISSANCE MOYEN

CONSUMMATION TOTALE APPARENTE

CONSUMMATION TOTALE REACTIVE

ENERGIE REACTIVE EN FRANCHISE T_{gphi}=75(kVARh/AN) Bn=

ENERGIE REACTIVE A FACTURER (kVARh/AN) Fact=

SUPPLEMENT DE BATTERIES DE CONDENSEURS(KVAR) =

DIFFERENCE DE FACTURATION

0	21 780	748 322	1 259 281	1 205 432	757 629	3 992 444	3 992 444
0	1 980	68 029	114 480	109 585	68 875	362 949	362 949
0,0%	0,5%	18,7%	31,5%	30,2%	19,0%		
21 780	FCFA	SOIT	1%	DE LA FACTURE			
114	FCFA						
0,958							
36 716	kVAh						
-10 550	kVARh						
26 381	kVARh						
0	kVARh						
0							
0	FCFA						

NATURE DEL'ABONNEMENT **MT**
 PUISSANCE DES TRANSFORMATEURS **50 kVA**
 PUISSANCE SOUSCRITE **15 kW**
 PUISSANCE CONDENSATEURS **5 kVAr**
 TARIFICATION
 TARIF HEURES PLEINES : **56 FCFA/kWh**
 TARIF HEURES DE POINTE : **121 FCFA/kWh**
 PRIME FIXE ANNUELLE : **59 022 FCFA/kW/AN**
 LOCATION ET ENTRETIEN COMPTEUR: **7 115 FCFA**

PERIODE	ENER. ACTIVE		ENER REAC.	HEURES	PUIS. kW	PROD. kWAr	CONDOCONDC	PENAL. MINI	PENAL. MAX	COS phi	PENAL. PUIS.S	PRIME FIXE	MONTANT ELEC			TAXES TV&TVA	FACT. Calculée	FACT. SONABEL	
	HPL kWh	HPT kWh											FCFA	FCFA	FCFA				
oct-05	4 706	2 004	3 708	1 440	15	7 200	0	0	0	0	0	67 875	257 652	237 112	126 500	689 139	689 139		
déc-05	1 847	1 081	1 922	648	15	3 240	0	0	0	0	0	67 875	101 288	128 018	69 242	366 423	366 423		
janv-06	1 981	1 186	1 952	863	16	4 315	0	0	0	0	3 630	67 875	109 583	141 822	74 546	397 456	397 456		
févr-06	2 131	1 158	2 142	617	16	3 085	0	0	0	0	3 630	68 023	116 379	136 663	75 051	399 746	403 569		
mars-06	2 181	1 103	2 186	735	16	3 675	0	0	0	0	3 630	67 875	119 629	130 690	74 575	396 399	396 399		
avr-06	2 532	1 158	2 490	911	16	4 555	0	0	0	0	3 630	67 875	139 413	137 814	80 475	429 207	429 207		
mai-06	2 533	1 093	2 348	551	16	2 755	0	0	0	0	3 630	69 498	140 426	130 851	79 380	423 785	423 785		
juin-06	2 344	1 078	2 086	817	15	4 085	0	0	0	0	0	67 875	128 903	128 129	75 500	400 407	400 407		
juil-06	2 183	1 084	1 905	692	15	3 460	0	0	0	0	0	67 875	119 475	128 129	73 371	388 850	388 850		
août-06	2 274	1 335	1 899	475	15	2 375	0	0	0	0	0	68 834	124 402	157 824	80 505	431 565	431 565		
TOTAL	24 712	12 280	22 638	7 749								0	18 150	681 480	1 357 150	1 457 052	809 145	4 322 977	4 326 800
MOY.	2 471	1 228	2 264	775	16	3 875	0	0	0	0	0	0	1 815	68 148	135 715	145 705	80 915	432 298	432 680

REPARTITION MONTANT FACTURE:

PENALITES DIVERSES

COÛT MOYEN DU KWh

FACTEUR DE PUISSANCE MOYEN

CONSUMMATION TOTALE APPARENTE

CONSUMMATION TOTALE REACTIVE

ENERGIE REACTIVE EN FRANCHISE T_{gphi}=75(kVARh/AN) Bn=

ENERGIE REACTIVE A FACTURER (kVARh/AN) Fact=

SUPPLEMENT DE BATTERIES DE CONDENSEURS(KVAR) =

DIFFERENCE DE FACTURATION

0	18 150	681 480	1 357 150	1 457 052	809 145	4 322 977	4 326 800
0	1 815	68 148	135 715	145 705	80 915	432 298	432 680
0%	0%	16%	31%	34%	19%		
18 150	FCFA	SOIT	0,4%	DE LA FACTURE			
110	FCFA						
0,995							
39 476	kVAh						
-3 928	kVARh						
29 459	kVARh						
0	kVARh						
0							
3 823	FCFA						

PERIODE	ENER. ACTIVE		ENER REAC.	HEURES	PUIS. ATIENT	PROD. REAC.	CONDONCO		PENAL. COS phi	PENAL. PUIS.S	PRIME FIXE	MONTANT ELEC		TAXES TV&TVA	TOTAL/ MOIS	FACT. SONABEL	
	HPL	HPT					MINI	MAX				HPL	HPT				
	kWh	kWh	kVArh	H	kW	kVAr	kVAr	kVAr	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA			
sept-06	2 326	1 340	1 924	840	15	4 200	0	0	0	0	81 450	145 905	182 613	93 087	503 055	503 055	
oct-06	2 017	1 256	1 668	696	17	3 480	0	0	0	8 340	81 450	126 180	170 592	87 862	474 424	474 424	
nov-06	2 578	1 271	2 123	692	15	3 460	0	0	0	0	81 450	160 330	171 615	94 079	507 474	507 474	
déc-06	2 680	1 433	2 423	864	16	4 320	0	0	0	4 170	81 450	167 572	194 633	100 992	548 817	548 817	
janv-07	2 903	1 772	2 641	649	17	3 245	0	0	0	8 340	82 778	182 093	241 475	114 285	628 971	628 971	
févr-07	2 799	1 820	2 696	669	17	3 345	0	0	0	8 340	82 778	175 810	248 233	114 245	629 406	629 406	
#####	2 809	1 698	2 758	760	17	3 800	0	0	0	8 340	82 070	175 670	230 647	110 698	607 425	607 425	
avr-07	3 227	1 628	2 829	828	17	4 140	0	0	0	8 340	81 450	200 310	219 570	113 896	623 566	623 566	
mai-07	3 173	1 747	2 868	625	17	3 125	0	0	0	8 340	83 663	200 733	240 117	118 135	650 988	650 988	
juin-07	3 264	1 857	2 848	718	17	3 590	0	0	0	8 340	82 601	204 394	252 501	121 359	669 195	669 195	
juil-07	3 141	1 924	2 711	766	16	3 830	0	0	0	4 170	81 715	194 938	259 417	119 878	660 118	660 118	
TOTAL	30 917	17 746	27 489	8 107						0	66 720	902 855	1 933 935	2 411 413	1 188 516	6 503 439	6 503 439
MOY.	2 811	1 613	2 499	737	16	3 685	0	0	0	0	6 065	82 078	175 812	219 219	108 047	591 222	591 222

REPARTITION MONTANT FACTURE :	0,0%	1,0%	13,9%	29,7%	37,1%	18,3%
PENALITES DIVERSES	66 720	FCFA	SOIT	1%	DE LA FACTURE	
COÛT MOYEN DU KWh	127	FCFA				
FACTEUR DE PUISSANCE MOYEN			1,000			
CONSUMMATION TOTALE APPARENTE			S=	51 274	kVAh	
CONSUMMATION TOTALE REACTIVE			Q=	-1 025	kVARh	
ENERGIE REACTIVE EN FRANCHISE Tgphi=.75(kVARh/AN)			Bn=	38 456	kVARh	
ENERGIE REACTIVE A FACTURER (kVARh/AN)			Fact=	0	kVARh	
SUPPLEMENT DE BATTERIES DE CONDENSEURS(KVAR)			=	0		
DIFFERENCE DE FACTURATION				0	FCFA	

NATURE DE L'ABONNEMENT	MT
PUISSANCE DES TRANSFORMATEURS	50 kVA
PUISSANCE SOUSCRITE	15 kW
PUISSANCE CONDENSATEURS	5 kVAr
TARIFICATION	
TARIF HEURES PLEINES :	64 FCFA/kWh
TARIF HEURES DE POINTE :	139 FCFA/kWh
PRIME FIXE ANNUELLE :	70 826 FCFA/kWAN
LOCATION ET ENTRETIEN COMPTEUR:	8 538 FCFA

PERIODE	ENER. ACTIVE		ENER REAC.	HEURES	PUIS. ATIENT	PROD. REAC.	CONDONCO		PENAL. COS phi	PENAL. PUIS.S	PRIME FIXE	MONTANT ELEC		TAXES TV&TVA	FACT. Calculée	FACT. SONABEL	
	HPL	HPT					MINI	MAX				HPL	HPT				
	kWh	kWh	kVArh	H	kW	kVAr	kVAr	kVAr	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA			
sept-07	2 774	1 989	2 302	695	17	3 475	0	0	0	8 340	81 450	171 459	267 013	116 962	645 224	645 224	
oct-07	2 648	1 910	2 321	743	21	3 715	0	0	0	25 020	81 450	164 157	257 167	116 403	644 197	644 197	
nov-07	3 096	2 000	2 831	671	16	3 355	0	0	0	4 170	83 043	194 624	273 020	122 542	677 399	677 399	
déc-07	3 198	2 029	2 801	744	17	3 720	0	0	0	8 340	82 158	199 260	274 495	124 580	688 833	688 833	
janv-08	3 056	2 032	2 813	834	17	4 170	0	0	0	8 340	81 450	189 476	273 663	122 247	675 176	675 176	
févr-08	3 112	2 123	3 002	602	18	3 010	0	1	0	12 510	84 106	197 539	292 623	128 592	715 370	715 370	
mars-08	3 228	2 008	2 954	831	18	4 155	0	0	0	12 510	81 715	200 609	271 092	124 943	690 869	690 869	
avr-08	3 475	2 139	3 082	432	19	2 160	0	2	0	16 680	85 699	223 213	298 302	136 111	760 005	760 005	
mai-08	3 472	1 959	3 020	961	18	4 805	0	0	0	12 510	81 450	215 795	264 456	126 963	701 174	701 174	
juin-08	3 523	1 935	3 135	836	17	4 180	0	0	0	8 340	82 158	219 929	262 370	126 718	699 515	699 515	
juil-08	3 011	1 832	2 812	600	17	3 000	0	0	0	8 340	83 840	190 794	252 209	118 359	653 542	653 542	
août-08	3 040	1 851	2 811	601	17	3 005	0	0	0	8 340	83 663	192 205	254 172	119 050	657 430	657 430	
TOTAL	37 633	23 807	33 884	8 550						0	133 440	992 182	2 359 060	3 240 582	1 483 470	8 208 734	8 208 734
MOY.	3 136	1 984	2 824	713	18	3 563	0	0	0	0	11 120	82 682	196 588	270 049	123 623	684 061	684 061

REPARTITION MONTANT FACTURE :	0%	2%	12%	29%	39%	18%
PENALITES DIVERSES	133 440	FCFA	SOIT	1,6%	DE LA FACTURE	
COÛT MOYEN DU KWh	127	FCFA				
FACTEUR DE PUISSANCE MOYEN			0,998			
CONSUMMATION TOTALE APPARENTE			S=	64 546	kVAh	
CONSUMMATION TOTALE REACTIVE			Q=	4 507	kVARh	
ENERGIE REACTIVE EN FRANCHISE Tgphi=.75(kVARh/AN)			Bn=	48 313	kVARh	
ENERGIE REACTIVE A FACTURER (kVARh/AN)			Fact=	0	kVARh	
PUISSANCE DE BATTERIES DE CONDENSEURS (KVAR)			=	0		
DIFFERENCE DE FACTURATION				0	FCFA	

NATURE DE L'ABONNEMENT : MI
 PUISSANCE DES TRANSFORMATEURS : 50 kVA
 PUISSANCE SOUSCRITE : 15 kW
 PUISSANCE CONDENSATEURS : 5 kVAr
 TARIFICATION :
 TARIF HEURES PLEINES : 64 FCFA/kWh
 TARIF HEURES DE POINTE : 139 FCFA/kWh
 PRIME FIXE ANNUELLE : 70 826 FCFA/kW/AN
 LOCATION ET ENTRETIEN COMPTEUR : 8 538 FCFA

PERIODE	ENER. ACTIVE		ENER. HEURES PUIS.		PROD. CONDOCONDO		PENAL.		PENAL.		PRIME		MONTANT ELEC		TAXES		TOTAL/		FACT. SONABEL
	HPL	HPT	REAC.	ATTENT	REAC.	MINI	MAX	COS phi	PUS.S	FIXE	HPL	HPT	TV&TVA	MOIS	SONABEL				
	kWh	kWh	kVArh	H	kW	kVAr	kVAr	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA
sept-08	3 123	2 024	2 672	924	22	4 620	0	0	0	29 190	81 450	194 186	273 407	126 986	705 219	705 219			
oct-08	2 812	1 883	2 403	604	16	3 020	0	0	0	4 170	82 512	175 544	255 210	114 808	632 244	632 244			
nov-08	3 153	1 952	2 758	603	17	3 015	0	0	0	8 340	83 486	198 739	267 266	123 068	680 899	680 899			
déc-08	2 855	1 635	2 761	766	23	3 830	0	0	0	33 360	81 893	178 192	221 663	113 967	629 075	629 075			
janv-09	2 572	1 441	2 662	936	21	4 680	0	0	0	25 020	81 450	161 449	196 552	103 778	568 249	578 348			
févr-09	2 920	1 825	3 024	683	21	3 415	0	0	0	25 020	83 486	184 919	251 012	119 824	664 261	676 011			
#####	3 154	1 864	3 201	499	22	2 495	0	2	0	29 190	85 877	203 809	261 570	126 881	707 327	719 654			
avr-09	3 566	2 209	3 924	743	23	3 715	0	1	0	33 360	84 991	229 233	308 513	142 434	798 531	812 792			
mai-09	3 761	2 076	4 012	744	25	3 720	0	1	0	41 700	85 168	242 270	290 435	143 211	802 784	817 196			
juin-09	4 453	2 511	4 336	788	23	3 940	0	1	0	33 360	84 991	285 512	349 613	162 851	916 327	933 477			
juil-09	3 872	2 358	3 888	671	24	3 355	0	1	0	37 530	85 257	248 808	329 021	151 514	852 130	867 458			
août-09	4 679	2 793	4 230	797	26	3 985	0	1	0	45 870	84 371	297 458	385 611	174 850	988 160	1 006 540			
TOTAL	40 920	24 571	39 871	8 758					0	346 110	1 004 932	2 600 119	3 389 873	1 604 172	8 945 206	9 058 913			
MOY.	3 410	2 048	3 323	730	22	3 649	0	1	0	28 843	83 744	216 677	282 489	133 681	745 434	754 909			

REPARTITION MONTANT FACTURE :

0,0% 3,9% 11,2% 29,1% 37,9% 17,9%

PENALITES DIVERSES

346 110 FCFA SOIT 4% DE LA FACTURE

COÛT MOYEN DU KWh =

130 FCFA

FACTEUR DE PUISSANCE MOYEN

COS PHI= 0,990

CONSOMMATION TOTALE APPARENTE

S= 69 289 kVAh

CONSOMMATION TOTALE REACTIVE

Q= 9 607 kVArh

ENERGIE REACTIVE EN FRANCHISE T_{gphi}=75(kVArh/AN)

Bn= 51 447 kVArh

ENERGIE REACTIVE A FACTURER (kVArh/AN)

Fact= 0 kVArh

SUPPLEMENT DE BATTERIES DE CONDENSEURS (KVAR) =

0

DIFFERENCE DE FACTURATION

113 707 FCFA

NATURE DE L'ABONNEMENT : MI
 PUISSANCE DES TRANSFORMATEURS : 50 kVA
 PUISSANCE SOUSCRITE : 15 kW
 PUISSANCE CONDENSATEURS : 5 kVAr
 TARIFICATION :
 TARIF HEURES PLEINES : 64 FCFA/kWh
 TARIF HEURES DE POINTE : 139 FCFA/kWh
 PRIME FIXE ANNUELLE : 70 826 FCFA/kW/AN
 LOCATION ET ENTRETIEN COMPTEUR : 8 538 FCFA

PERIODE	ENER. ACTIVE		ENER. HEURES PUIS.		PROD. CONDOCONDO		PENAL.		PENAL.		PRIME		MONTANT ELEC		TAXES		FACT.		FACT. SONABEL
	HPL	HPT	REAC.	ATTENT	REAC.	MINI	MAX	COS phi	PUS.S	FIXE	HPL	HPT	TV&TVA	Calculée	SONABEL				
	kWh	kWh	kVArh	H	kW	kVAr	kVAr	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	FCFA
oct-09	2 899	1 816	2 419	1 097	21	5 485	0	0	0	25 020	81 450	181 998	247 576	118 426	654 470	666 334			
nov-09	3 935	1 616	3 302	689	30	3 445	0	0	0	62 550	83 929	249 605	222 695	135 153	753 932	767 629			
janv-10	4 438	1 814	3 780	746	26	3 730	0	1	0	45 870	84 371	282 759	251 025	145 013	809 038	824 451			
févr-10	4 097	2 078	3 672	739	27	3 695	0	1	0	50 040	84 283	260 772	287 284	148 127	830 506	845 731			
mars-10	3 832	2 027	3 597	7	25	35	0	421	0	41 700	88 533	250 688	288 008	144 616	813 545	805 413			
avr-10	4 325	2 366	4 324	622	26	3 110	0	2	0	45 870	86 319	280 550	333 392	160 795	906 926	923 342			
mai-10	4 016	1 838	3 924	570	23	2 850	0	3	0	33 360	86 496	261 305	259 655	139 796	780 612	794 987			
juin-10	4 528	1 806	3 852	590	24	2 950	0	2	0	37 530	85 699	291 608	252 689	145 770	813 296	828 837			
juil-10	4 661	1 788	3 566	862	25	4 310	0	0	0	41 700	82 955	292 764	243 945	145 062	806 426	822 368			
août-10	5 117	2 084	3 686	791	25	3 955	0	0	0	41 700	83 486	322 099	284 830	159 579	891 694	909 418			
TOTAL	41 848	19 233	36 122	6 713					0	425 340	847 521	2 674 148	2 671 099	1 442 337	8 060 445	8 188 510			
MOY.	4 185	1 923	3 612	671	25	3 357	0	43	0	42 534	84 752	267 415	267 110	144 234	806 045	818 851			

REPARTITION MONTANT FACTURE :

0% 5% 11% 33% 33% 18%

PENALITES DIVERSES

425 340 FCFA SOIT 5,3% DE LA FACTURE

COÛT MOYEN DU KWh =

129 FCFA

FACTEUR DE PUISSANCE MOYEN

COS PHI= 0,979

CONSOMMATION TOTALE APPARENTE

S= 65 065 kVAh

CONSOMMATION TOTALE REACTIVE

Q= 13 372 kVArh

ENERGIE REACTIVE EN FRANCHISE T_{gphi}=75(kVArh/AN)

Bn= 47 774 kVArh

ENERGIE REACTIVE A FACTURER (kVArh/AN)

Fact= 0 kVArh

PUISSANCE DE BATTERIES DE CONDENSEURS (KVAR) =

0

DIFFERENCE DE FACTURATION

128 065 FCFA

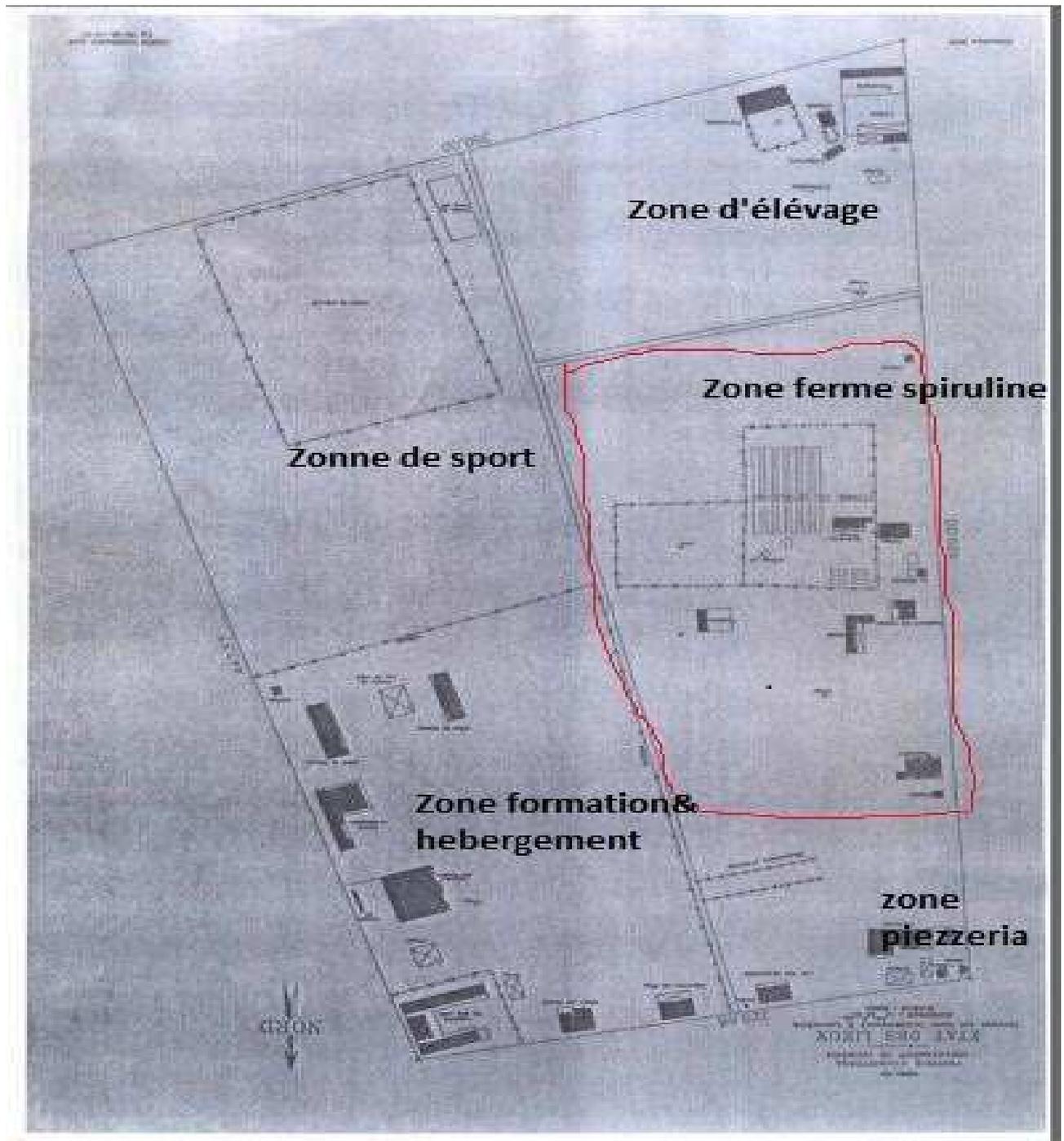
NATURE DE L'ABONNEMENT MT
 PUISSANCE DES TRANSFORMATEURS 50 kVA
 PUISSANCE SOUSCRITE 15 kW
 PUISSANCE CONDENSATEURS 5 kVAr
 TARIFICATION
 TARIF HEURES PLEINES : 64 FCFA/kWh
 TARIF HEURES DE POINTE : 139 FCFA/kWh
 PRIME FIXE ANNUELLE : 70 826 FCFA/kW/AN
 LOCATION ET ENTRETIEN COMPTEUR: 8 538 FCFA

PERIODE	ENER ACTIVE		ENER REAC.	HEURES PUIS.		PROD. REAC.	CONDONCO		PENAL. COS phi	PENAL. PUIS.S	PRIME FIXE	MONTANT ELEC		TAXES TV&TVA	TOTAL/ MOIS	FACT. SONABEL	
	HPL kWh	HPT kWh		H	ATTEINT		MINI	MAX				FCFA	FCFA				HPL FCFA
oct-10	2 321	988	2 306	712	13	3 560	0	0	0	0	81 450	145 257	134 274	83 352	444 333	452 633	
nov-10	4 579	1 935	3 354	719	24	3 595	0	0	0	37 530	83 486	288 241	264 513	147 387	821 157	837 191	
déc-10	4 447	1 821	3 362	838	25	4 190	0	0	0	41 700	82 601	278 138	247 313	142 524	792 276	807 769	
TOTAL	11 347	4 744	9 022	2 269							0	79 230	247 537	711 636	646 100	2 057 766	
MOY.	3 782	1 581	3 007	756	21	3 782	0	0	0	0	26 410	82 512	237 212	215 367	685 922	699 198	
REPARTITION MONTANT FACTURE:											0,0%	3,9%	12,0%	34,6%	31,4%	18,1%	
PENALITES DIVERSES											79 230	FCFA	SOIT	#REF!	DE LA FACTURE		
COÛT MOYEN DU kWh											#REF!	FCFA					
FACTEUR DE PUISSANCE MOYEN																	
COS PHI=											0,998						
CONSOMMATION TOTALE APPARENTE											S=	16 910	kVAh				
CONSOMMATION TOTALE REACTIVE											Q=	1 013	kVARh				
ENERGIE REACTIVE EN FRANCHISE T _{gphi} = .75(kVARh/AN)											Bn=	12 657	kVARh				
ENERGIE REACTIVE A FACTURER (kVARh/AN)											Fact=	0	kVARh				
SUPPLEMENT DE BATTERIES DE CONDENSEURS (KVAR)											=	0					
DIFFERENCE DE FACTURATION												39 827	FCFA				

PUISSANCE DES TRANSFORMATEURS 50 kVA
 PUISSANCE SOUSCRITE 15 kW
 PUISSANCE CONDENSATEURS 5 kVAr
 TARIFICATION
 TARIF HEURES PLEINES : 64 FCFA/kWh
 TARIF HEURES DE POINTE : 139 FCFA/kWh
 PRIME FIXE ANNUELLE : 70 826 FCFA/kW/AN
 LOCATION ET ENTRETIEN COMPTEUR: 8 538 FCFA

PERIODE	ENER ACTIVE		ENER REAC.	HEURES PUIS.		PROD. REAC.	CONDONCO		PENAL. COS phi	PENAL. PUIS.S	PRIME FIXE	MONTANT ELEC		TAXES TV&TVA	FACT. Calculée	FACT. SONABEL	
	HPL kWh	HPT kWh		H	ATTEINT		MINI	MAX				FCFA	FCFA				HPL FCFA
janv-11	5 050	2 258	4 117	574	23	2 870	0	2	0	33 360	85 877	325 113	315 637	164 757	924 744	942 628	
févr-11	4 486	1 946	3 809	895	23	4 475	0	0	0	33 360	83 221	282 993	266 546	145 892	812 012	827 928	
mars-11	4 320	1 848	3 123	699	19	3 495	0	0	0	16 680	83 221	271 201	252 043	137 432	760 577	775 769	
avr-11	4 704	2 073	6 016	658	22	3 290	0	5	0	29 190	88 533	313 216	299 823	158 252	889 014	905 655	
mai-11	4 523	1 951	4 178	809	21	4 045	0	1	0	25 020	84 726	289 703	271 367	146 799	817 615	833 592	
juin-11	4 303	1 842	3 918	524	20	2 620	0	3	0	20 850	86 585	279 661	259 921	141 595	788 612	803 669	
juil-11	4 788	1 892	3 973	654	23	3 270	0	2	0	33 360	85 257	307 051	263 564	150 541	839 773	856 177	
août-11	4 279	1 626	4 409	808	20	4 040	0	1	0	20 850	85 611	277 506	229 040	135 020	748 027	762 630	
sept-11	3 248	1 443	3 286	789	22	3 945	0	0	0	29 190	83 221	205 928	198 734	114 816	631 889	643 557	
oct-11	4 438	1 792	4 427	594	21	2 970	0	3	0	25 020	87 205	290 993	255 210	143 885	802 313	811 936	
nov-11	4 430	1 991	4 561	667	23	3 335	0	3	0	33 360	86 762	289 453	282 520	150 438	842 533	858 319	
TOTAL	48 569	20 662	45 817	7 671						0	300 240	940 219	3 132 818	2 894 405	1 589 427	8 857 109	
MOY.	4 415	1 878	4 165	697	22	3 487	0	2	0	27 295	85 474	284 802	263 128	144 493	805 192	820 169	
REPARTITION MONTANT FACTURE:											0%	3%	11%	35%	33%	18%	
PENALITES DIVERSES											300 240	FCFA	SOIT	3,4%	DE LA FACTURE		
COÛT MOYEN DU kWh											125	FCFA					
FACTEUR DE PUISSANCE MOYEN																	
COS PHI=											0,963						
CONSOMMATION TOTALE APPARENTE											S=	74 987	kVAh				
CONSOMMATION TOTALE REACTIVE											Q=	20 219	kVARh				
ENERGIE REACTIVE EN FRANCHISE T _{gphi} = .75(kVARh/AN)											Bn=	54 159	kVARh				
ENERGIE REACTIVE A FACTURER (kVARh/AN)											Fact=	0	kVARh				
PUISSANCE DE BATTERIES DE CONDENSEURS (KVAR)											=	0					
DIFFERENCE DE FACTURATION												164 751	FCFA				

ANNEXE III: Plan de masse de l'orphelinat Sainte Thérèse de Loumbila



ANNEXE III : bilan des équipements électriques

Désignation/Dispensaire	Appareils	Quantité	PU (kW)	PT (kW)	Duréeh/an	Energie(kWh/AN)
Accueil	Régllette 1,2m	1	0,045	0,045	36,5	1,6425
	Brasseur	2	0,075	0,15	73	10,95
Magasin	Régllette 1,2m	1	0,045	0,045	36,5	1,6425
	Brasseur	1	0,075	0,075	0	0
Toilette 1et 2	Lampe	1	0,018	0,018	36,5	0,657
Couloir	Régllette0,6m	1	0,018	0,018	36,5	0,657
Salle de Mise en observation	Régllette 1,2m	1	0,045	0,045	73	3,285
Salle de consultation	Ventilateur	1	0,055	0,055	73	4,015
	Régllette 1,2m	1	0,045	0,045	73	3,285
Salle de soin	Régllette 1,2m	1	0,045	0,045	73	3,285
	Brasseur	1	0,075	0,075	73	5,475
Dépôt	Régllette 1,2m	1	0,045	0,045	73	3,285
	Brasseur	1	0,075	0,075	73	5,475
	congélateur	1		0	0	0
Salle de garde	Unité centrale	1	0,12	0,12	0	0
	Ecran	1	0,072	0,072	0	0
	Régllette 1,2m	1	0,045	0,045	73	3,285
Zone d'élevage						
Maison des personnels	Lampe économie d'énergie	1	0,018	0,018	0	0
Magasin de stockage	Lampe économie d'énergie	1	0,018	0,018	0	0
porcherie				0		0
Poulailler	Régllette1,2m	2	0,045	0,09	182,5	16,425
extérieur	Lampadaire	1	0,108	0,108	0	0
				0		0
Maison des filles						
Dortoir	Régllette1,2m	4	0,045	0,18	0	0
	Brasseur	4	0,075	0,3	0	0
extérieur	Régllette1,2m	2	0,045	0,09	0	0
	Régllette1,2m	2	0,028	0,056	0	0
				0		0

	<i>Appareils</i>	<i>Quantité</i>	<i>PU (kW)</i>	<i>PT (kW)</i>	<i>Durée/an</i>	<i>Energie(kWh/AN)</i>
ZONE SPIRULINE						
Local technique	Réglette 1,2m	1	0,045	0,045	0	0
	Ventilateur	1	0,055	0,055	146	8,03
	Interrupteur Horaire	5	0,0704	0,352	3613,5	1271,952
	Moteur SHIMG	1	0,25	0,25	657	164,25
	Pompe	1	0,3	0,3	657	197,1
Bureau de gestionnaire	Réglette 1,2m	2	0,036	0,072	219	15,768
	Unité centrale	1	0,12	0,12	365	43,8
	Ecran	1	0,088	0,088	365	32,12
	Imprimante	1	0,05	0,05	9,6	0,48
	Brasseur	1	0,075	0,075	438	32,85
Salle de séchage	Réglette 1,2m	1	0,045	0,045	48,6	2,187
	Moulin	1		0	172,8	0
	Ventilateur	1	0,055	0,055	438	24,09
	Séchoir à gaz	1		0		0
extérieur	Réglette 1,2m	2	0,036	0,072	328,5	23,652
Chaine de spiruline	Moteur1	1	0,31	0,3091	2409	744,6219
	Moteur2	1	0,33	0,33	2409	794,97
	Moteur3	1	0,33	0,327067	2409	787,9036
	Moteur4	1	0,30	0,2992	2409	720,7728
	Moteur5	1	0,30	0,3	2409	722,7
	Moteur 6	1	0,27	0,265467	2409	639,5092
	Moteur7	1	0,30	0,302867	2409	729,6058
	Moteur8	1	0,19	0,187	2409	450,483
	Moteur9	1	0,31	0,309467	2409	745,5052
Château d'eau	Pompe ASIA	1	4,72	4,719	1752	8267,688
CHAPELLE						
Chapelle	Réglette 1,2m	21	0,045	0,945	259,2	244,944
	Lampe chargeable 1,2m	4	0,02	0,08	12	0,96
	Brasseur	17	0,07	1,19	324	385,56
Local Penderie	Réglette 1,2m	2	0,045	0,09	324	29,16
	Brasseur	1	0,07	0,07	324	22,68
Extérieur	Réglette 1,2m	1	0,045	0,045	3504	157,68
	Réglette 1,2	8	0,045	0,36	10	3,6

Local	Appareils	Quantité	PU (kW)	PT (kW)	Durée/an	Energie(kWh/AN)
BATIMENT1						
Salon	Réglette 1,2m	2	0,045	0,09		
	Split système	1	1,4	1,4		
	Télévision	1	0,102	0,102		
	DVD	1	0,5	0,5		
	Magnéscope	1	0,065	0,065		
Chambre1	Réglette 1,2m	2	0,045	0,09		
	Brasseur	1	0,075	0,075		
	Split système	1	1,4	1,4		
Douche1	Réglette 0,6m	1	0,018	0,018		
	Applique	1	18	18		
Chambre2	Réglette 1,2m	2	0,045	0,09		
	Réglette 1,2m	2	0,036	0,072		
	Split système	1	1,4	1,4		
Douche2	Réglette 0,6m	1	0,018	0,018		
	Applique	1	0,018	0,018		
				0		
Chambre3	Réglette 1,2m	2	0,045	0,09		
	Réglette 1,2m	2	0,036	0,072		
	Ballon eau chaude	1	1,5	1,5		
	Split système	1	1,4	1,4		
Douche3	Réglette 0,6m	1	0,018	0,018		
	Applique	1	0,018	0,018		
Chambre4	Réglette 1,2m	2	0,036	0,072		
	Applique	1	0,018	0,018		
	Split système	1	1,4	1,4		
Douche4	Réglette 0,6m	1	0,018	0,018		
	Applique	1	0,018	0,018		
Angars	Réglette 1,2m	4	0,045	0,18		
Eclairage extérieur	Réglette 1,2m	4	0,045	0,18		
Magasin	Réglette 1,2m	2	0,045			
Moulin	Moteur Diesel	1	7500			

Local	Appareils	Quantité	PU (kW)	PT (kW)	Duréeh/an	Energie(kWh/AN)
SALLES DE CLASSE						
Classe1	Réglette 1,2 m	6	0,045	0,27	652,8	176,256
	Brasseur	6	0,075	0,45	489,6	220,32
Classe2	Réglette 1,2 m	6	0,045	0,27	652,8	176,256
	Brasseur	6	0,075	0,45	489,6	220,32
Classe3	Réglette 1,2 m	6	0,045	0,27		
	Brasseur	6	0,075	0,45		
Exterieur	Réglette 1,2 m	4	0,045	0,18	489,6	88,128
Classe4	Réglette 1,2 m	5	0,045	0,225	652,8	146,88
	Brasseur	6	0,075	0,45	489,6	220,32
Classe5	Réglette 1,2 m	6	0,045	0,27	0	0
	Brasseur	6	0,075	0,45	489,6	220,32
Classe6	Réglette 1,2 m	6	0,045	0,27	652,8	176,256
	Brasseur	6	0,075	0,45	489,6	220,32
Exterieur	Réglette 1,2 m	5	0,045	0,225	2920	657
Classe7	Réglette 1,2 m	6	0,045	0,27	652,8	176,256
	Brasseur	6	0,075	0,45	489,6	220,32
Classe8	Réglette 1,2 m	6	0,045	0,27	652,8	176,256
	Brasseur	6	0,075	0,45	489,6	220,32
Classe9	Réglette 1,2 m	6	0,045	0,27	652,8	176,256
	Brasseur	6	0,075	0,45	489,6	220,32
extérieur	Réglette 1,2 m	6	0,045	0,27	2920	788,4
NOUVEAU BATIMENT DES PLUS PETITS						
ACCUEIL	Réglette 1,2m	3	0,045	0,135		
	Brasser	2	0,075	0,15		
Cuisine	Réglette 1,2m	1	0,045	0,045		
Chambre1	Réglette 1,2 m	4	0,045	0,18		
	Brasseur	4	0,075	0,3		
Chambre2	Réglette 1,2 m	4	0,045	0,18		
	Brasseur	1	0,075	0,075		
Chambre3	Réglette 1,2 m	1	0,045	0,045		
	Brasseur	1	0,075	0,075		
Toilette1	Réglette1,2m	1	0,045	0,045		
Local Penderie	Brasseur	1	0,075	0,075		
	Réglette 1,2m	1	0,045	0,045		
Toilette2	Réglette 1,2m	1	0,045	0,045		
extérieur	Réglette 1,2m	2	0,045	0,09		

ANNEXE IV : bilan énergétique globale

Désignation	Puissance (kW)	Energie (kWh)/an
Maison des Garçons	5,95	1292,85
Batiment1	28,32	0,00
Spiruline	8,93	16420,04
Maison des volontaires	2,42	981,31
Pizzeria	34,49	27556,71
Dispensaire	0,88	40,37
Maison des sœurs	7,38	2795,42
Maison des plus petits	4,53	3374,01
Salles de classe	7,11	4500,50
Réfectoire	0,68	340,00
Zone d'élevage	1,01	16,43
Nouveau bâtiments-des plus petits	1,56	
Nouveau bâtiments-sœur	4,7432	1570,11
Chapelle	2,78	844,58
Totale	110,79	59732,31
Année 2011		69231
Année 2010		66906
Année 2009		56320
Année 2008		61233
année 2007		53406
Année 2006		42 255
Année 2005		42 255
Année 2004		30123

ANNEXE VI : Mesures de l'éclairage des locaux

Local	Type de lampe	Nombre	Eclairage(Lux)	Dimension (L (m)x l (m)x H(m))
PIZZERIA				
comptable PIZZERIA	Réglette 1,2m	1	530	3,2x1,75x2,9
Local des congélateurs	Réglette 1,2m	2	70	3,5x3,7x2,9
Caisse PIZZERIA	Réglette 1,2m	1	310-225	3,5x3,7x2,9
Salle de réunion	Réglette 1,2m	6	220-225	9,8x8,2x2,9
Magasin	Réglette 1,2m	1	25	3,2x2,7x2,9
Poste de garde	Réglette0,6m	2	121	3,7X3,38X 2,8
Maison des volontaires				
Appartement1				
Douche			170	2,2X2,2X3
Chambre1	Réglette 1,2m	1	120	2,10x4,10x3
Chambre2	Réglette 1,2m	1	120	2,10x4,10x3
Appartement2				
Douche			170	2,2X2,2X3
Chambre1	Réglette 1,2m	1	120	2,10x4,10x3
Chambre2	Réglette 1,2m	1	120	2,10x4,10x3
Appartement3				
Douche			170	2,2X2,2X3
Chambre1	Réglette 1,2m	1	120	2,10x4,10x3
Chambre2	Réglette 1,2m	1	120	2,10x4,10x3
Logement des plus petits				
Chambre1	Réglette1,2m	1	40	10x5,3x2,8
Chambre 2	Réglette1,2m	2	40	10x5,3x2,8
Toilette	Réglette1,2m	1	20	5,5x5,3x2,8
Cuisine en trois pièces	Réglette0,6m	1	52,6	3,1x3x2,8
	Réglette0,6m	1	36,6	3x1,9x2,8
	Réglette0,6m	1	40	3x1,9x2,8
Chambre3	Réglette1,2m	1	40	5,5x5,3x2,8
Chambre 4	Réglette 1,2m 28w	1		
	Réglette1,2m	1	150	7,2x5x2,8
chambre5 de grande fille	Réglette1,2m	1	121	7,2x5x2,8
Garde robe	Réglette0,6m	1	57	3,8x1,5x2,8
Toilette2	Réglette1,2m	1		
	Lampe hublot(18w)	1	57	2,4x1,5x2,8

Local	Type de lampe	Nombre	Eclairage(Lux)	Dimension (L (m)x l (m)x H(m))
Maison des Garçons				
Chambre 7	Régllette0,6m	2	87	4,9x4,26x2,9
Chambre6	Lampe QATA 18	1	87	4,9x4,26x2,9
Chambre6	Régllette0,6m	2	87	4,9x4,26x2,9
Chambre5	Régllette0,6m	2	87	4,9x4,26x2,9
Chambre3	Régllette1,2m	1	87	4,9x4,26x2,9
Chambre2	Régllette0,6m	1	87	4,9x4,26x2,9
Chambre1	Régllette0,6m	1	87	4,9x4,26x2,9
Bibliothèque	Régllette0,6m	2	210	4,9x4,26x2,9
Salle de loisir	Régllette0,6m	2	210	4,9x4,26x2,9
Bureau de comptable	Régllette1,2m	1	121	4,6x2,9x2,8
Salle Informatique	Régllette1,2m	2	130	4,6x2,7x2,8
Salle de fourniture	Régllette 1,2	1	180	4,6x2,8x2,9
DISPENSAIRE				
Accueil	Régllette 1,2m	1	310	4x4,5x2,9
Magasin	Régllette 1,2m	1	560	4x4x2,9
Couloir	Régllette0,6m	2	220	
Salle de Mise en observation	Régllette 1,2m	2	350	5,9x3,1x2,9
Salle de soin	Régllette 1,2m	1	230	4x3,10x2,9
Dépôt	Régllette 1,2m	1	310	4x4x2,9
Salle de garde	Régllette 1,2m	1	115	3,3x3,3x2,9
SPIRULINE				
Local technique	Régllette 1,2m	1	50	4,9x4,26x2,9
Bureau de gestionnaire	Régllette 1,2m	1	166- 62	6x4,5x2,8
Salle de séchage	Régllette 1,2m	1	50	4,9x4,26x2,9
SALLES DE CLASSE				
Classe1	Régllette 1,2m	6	300	7,9x6,9x2,9
Classe2	Régllette 1,2m	6	300	7,9x6,9x2,9
Classe3	Régllette 1,2m	6		7,9x6,9x2,9
Classe4	Régllette 1,2m	5	300	7,9x6,9x2,9
Classe5	Régllette 1,2m	6	300	7,9x6,9x2,9
Classe6	Régllette 1,2m	6	300	7,9x6,9x2,9
Classe7	Régllette 1,2m	6	410	8,2x7,3x2,9
Classe8	Régllette 1,2m	6	416	8,2x7,3x2,9
Classe9	Régllette 1,2m	6	416	8,2x7,3x2,9
BATIMENT1				
Salon	Régllette 1,2m	1	110	5,3x4,9x2,8
Chambre1	Régllette 1,2m	1	292	3,2x3,42,8
Chambre2	Régllette 1,2m	1	256	3,2x3,42,8
Chambre3	Régllette 1,2m	1	236-114	3,2x3,42,8
Chambre4	Régllette 1,2m	1	254-165	3,2x3,42,8

Local	Type de lampe	Nombre	Eclairage(Lux)	Dimension (L (m)x l (m)x H(m))
CHAPELLE				
Chapelle	Régllette 1,2m	21	266-260-400	7x7x2,9
	Lampe chargeable1,2m	4		
Local Penderie	Régllette 1,2m	2	651-200-649	8x7x2,6
NOUVEAU BATIMENT DES SŒUR				
Entrée du salon	Régllette 1,2m	1	350 -250	2,95x1x2,8
salle de prière	Régllette1,2m	4	250-288	5,5x3x2,8
Salon	Régllette 1,2 m	4	338-285	6,3x4,8
Chambre1	Régllette 1,2 m	1	184-270	4x3,8x2,8
Chambre2	Régllette 1,2 m	1	184-270	4x3,8x2,8
Chambre3	Régllette 1,2 m	1	184-270	4x3,8x2,8
Chambre4	Régllette 1,2 m	1	184-270	4x3,8x2,8
Chambre5	Régllette 1,2 m	1	184-270	4x3,8x2,8
Couloir	Régllette 0,6 m	2	80-170	19x1x2,8
Local des Lessives	Régllette 1,2m	1	184-270	4,3x2,35x2,8
Salle à Manger	Régllette 1,2m	2	310-250	4,7x3,25x2,8
Cuisine	Régllette 1,2 m	2	350-280	4,5x3,9x2,8