



\*\*\*\*\*

UNIVERSITE ASSANE SECK DE ZIGUINCHOR  
UFR SCIENCE ET TECHNOLOGIE  
DEPARTEMENT DE PHYSIQUE  
LICENCE PROFESSIONNELLE ENERGIES  
RENOUVELABLES ET EFFICACITE ENERGETIQUE  
MEMOIRE DE STAGE

SUJET : AUDIT ENERGETIQUE DU CENTRE SECTORIEL DE  
FORMATION PROFESSIONNEL AUX METIERS DE BATIMENT ET  
DES TRAVAUX PUBLICS

**Présenté et soutenu par :** Khadim DAFE devant le jury composé de :

| Nom Prénom                 | Grade                | Qualité              | Etablissement |
|----------------------------|----------------------|----------------------|---------------|
| NDIAYE Lat Grand           | Maître de conférence | Président du jury    | UASZ          |
| DIATTA Joseph<br>Sambasene | Maître Assistant     | Rapporteur           | UASZ          |
| NDIAYE Ababacar            | Maître Assistant     | Examineur            | UASZ          |
| BA Seydou                  | Ingénieur            | Maître de stage      | CSFP-BTP      |
| TINE Modou                 | Assistant            | Directeur de mémoire | UASZ          |

Année scolaire : 2019/2020

## *Dédicaces.*

Je rends grâce à DIEU, l'OMNISCIENT, le TOUT PUISSANT de m'avoir accordé la vie sur terre, de faire de moi un être humain, de m'avoir donné la santé d'étudier et de m'avoir permis d'achever ce travail.

Ce présent travail ne serait jamais arrivé à ce stade sans l'aide que m'ont apportés certaines personnes telles que mes parents Mamadou Lamine DAFE et Sophie Thiam SECK particulièrement ma mère, elle qui ne se fatigue point de me soutenir quelques soient les circonstances. Je dédie ce travail à elle.

## *Remerciements.*

Je tiens à remercier :

- Le responsable de la licence, Dr Lat Grand NDIAYE et toutes autres personne intervenant dans cette formation, partageant son savoir avec nous apprenants et nous accompagnant ainsi dans la réussite.

- Madame la directrice du Centre Sectoriel CSFP-BTP de Diamniadio Marthe Tatiana Diatta DIEME de nous avoir accepter comme stagiaire dans son établissement.

- Monsieur Seydou BA, notre maître à qui nous devons des remerciements particuliers vu son engagement pour la réussite de cette étude.

- Dr Modou Tine mon superviseur scientifique, pour son aide et sa disponibilité.

- Le corps professoral de l'Université pour leur enseignement de qualité.

- Dr Mbaye Diagne Mbaye, mon tuteur pour son aide et son accompagnement. Je n'en ferais jamais assez pour témoigner ma gratitude et reconnaissance à son égard de même qu'à l'endroit de toute la famille.

- Tous mes condisciples pour leur soutiens, aides et encouragements.

- Messieurs les membres du jury d'avoir accepté d'examiner et juger mon travail.

- Mes camarades de classe, ces braves personnes avec qui j'ai partagé de bons moments.

# Table des matières

|  |    |
|--|----|
| <b>Introduction</b>  | 7  |
| <b>Chapitre I : Présentation de l'entreprise</b>                                 | 8  |
| I.1 Présentation : Caractéristiques et opérations du site                        | 8  |
| <b>Chapitre II : Travaux effectués, état des lieux et traitement des données</b> | 10 |
| II.1 Procédés  | 10 |
| II.2 Aménagement du site   | 12 |
| II.3 Occupation des bâtiments  | 12 |
| II.4 Enveloppe de l'édifice  | 12 |
| II.5 Description des installations électriques                                   | 12 |
| II.5.1 Alimentation électrique   | 12 |
| II.6 Equipements installés   | 13 |
| II.7 Conformité des installations électriques par rapport aux normes NFC 15-100  | 19 |
| II.8 Extensions et réaménagements prévus   | 20 |
| II.9 Analyses de l'usage de l'énergie dans l'établissement                       | 20 |
| II.9.1 Formes d'énergies   | 20 |
| II.10 Plan de qualité et indicateurs de performance                              | 23 |
| Conclusion   | 23 |
| <b>Chapitre III : Analyses des résultats, discussions et recommandations</b>     | 24 |
| III.1 Analyse des variables de la consommation énergétique                       | 24 |
| III.2 Bilan énergétique des consommations  | 24 |
| III.2.1 Consommation électrique  | 24 |
| III.2.2 Consommation de combustible  | 25 |
| III.3 Choix de l'année de référence  | 25 |
| III.4 Mesures  | 28 |
| III.5 Estimation du potentiel d'économie   | 29 |
| III.5.1 Solutions apportées  | 29 |
| III.5.2 Pistes d'économies d'énergie   | 31 |
| III.5.3 Aspect environnemental   | 33 |
| III.5.4 Aspect financier   | 34 |
| III.6 Recommandations générales  | 35 |
| III. 6.1 La formation  | 36 |
| III.6.2 La sensibilisation   | 36 |
| III.6.3 Organisation   | 36 |
| III.6.4 La maintenance   | 36 |
| III.7 Proposition de système d'énergie renouvelable                              | 36 |

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| Conclusion                 | 38        |
| <b>Conclusion générale</b> | <b>38</b> |
| Bibliographie              | 39        |
| Annexes                    | 40        |

## ***Acronyme***

CSFP-BTP : Centre Sectoriel de Formation Professionnelle aux métiers de Bâtiment et des Travaux Publics ;

AEME : Agence pour l'Economie et la Maitrise de l'Energie ;

W : Watt, unité de puissance

Wc : Watt crête unité de puissance

kW : kilo Watt ;

kWc : kilo Watt crête

kWh : kilo Watt par heure ;

EB : Electricité et Bâtiment ;

MABA : Maçonnerie Béton Armé ;

IS : Installation Sanitaire ;

VRD : Voirie et Réseau Divers ;

UME : Unité de Maitrise Energétique ;

kWh/m<sup>2</sup> : unité de mesure de la densité de consommation en kWh par unité de surface ;

## Liste des figures

|  |    |
|--|----|
| Figure 1: Localisation géographique du centre  | 8  |
| Figure 2: Image du CSFP-BTP  | 9  |
| Figure 3: Les différents étapes du travail   | 10 |
| Figure 4: Synoptique de l'installation électrique                                    | 13 |
| Figure 5: Types de lampes  | 13 |
| Figure 6: Cartographie de l'éclairage du centre                                      | 14 |
| Figure 7: Densité de l'éclairage dans les locaux                                     | 15 |
| Figure 8: Cartographie de la consommation énergétique de la climatisation            | 16 |
| Figure 9: Cartographie des équipements bureautiques                                  | 17 |
| Figure 10: Cartographie de la consommation énergétique des équipements spécifiques   | 18 |
| Figure 11: Cartographie de la consommation du système de ventilation                 | 19 |
| Figure 12: Quelques installations non conformes aux normes NFC 15-100                | 20 |
| Figure 13: Système hybride Solaire-Réseau  | 20 |
| Figure 14: Système photovoltaïque de l'hébergement 1                                 | 21 |
| Figure 15: Groupe électrogène et réservoir   | 21 |
| Figure 16: Système hybride Solaire-Eolienne-Réseau                                   | 22 |
| Figure 17: Répartition de la consommation suivant les différentes sources d'énergies | 22 |
| Figure 18 : Cartographie énergétique des consommations du centre                     | 24 |
| Figure 19: Fonctionnement du groupe électrogène                                      | 25 |
| Figure 20: Evolution des montant des factures d'électricité en TTC du centre         | 26 |
| Figure 21: répartition de la facturation   | 27 |
| Figure 22: Diagramme de Pareto   | 27 |
| Figure 23: Analyseur de réseau PEL 103   | 28 |
| Figure 24: Courbe de charge de la journée du 07/08/2018                              | 29 |
| Figure 25: Condenseur exposé au soleil   | 30 |
| Figure 26: Système de drainage mal fait  | 30 |
| Figure 27: Absence d'isolation des tuyaux assurant l'échange de chaleur              | 31 |
| Figure 28: Figure montrant les économies d'énergies réalisées                        | 32 |
| Figure 29: Economies d'énergies réalisées en kWh/an                                  | 32 |
| Figure 30: Batteries de condensateurs  | 33 |
| Figure 31: Quantités de CO2 évitée par an  | 34 |
| Figure 32: Quantité de fioul lourd préservée par an                                  | 34 |
| Figure 33: Economies réalisées en FCFA par an  | 35 |

## **Liste des tableaux**

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Tableau 1: Récapitulation de la consommation en éclairage.....</i>                                   | <i>14</i> |
| <i>Tableau 2: tableau récapitulatif des consommation de la climatisation.....</i>                       | <i>15</i> |
| <i>Tableau 3: Récapitulation de la consommation en équipement bureautique.....</i>                      | <i>16</i> |
| <i>Tableau 4: Tableau récapitulatif des puissance et consommations des équipements spécifiques.....</i> | <i>17</i> |
| <i>Tableau 5: Tableau récapitulatif des consommations des ventilateurs/brasseurs.....</i>               | <i>18</i> |
| <i>Tableau 6: Tableau comparative des normes par rapport aux installations.....</i>                     | <i>19</i> |
| <i>Tableau 7: Répartition de la consommation des sources d'énergies.....</i>                            | <i>22</i> |
| <i>Tableau 8: Avantages et inconvénients des installations.....</i>                                     | <i>23</i> |
| <i>Tableau 9: Bilan énergétique des consommations.....</i>  | <i>24</i> |
| <i>Tableau 10: Facturation.....</i>   | <i>26</i> |
| <i>Tableau 11: Eléments de la loi 80/20.....</i>  | <i>27</i> |
| <i>Tableau 12: Energie utilisée par an.....</i>   | <i>31</i> |
| <i>Tableau 13: Tableau montrant l'aspect environnemental du projet.....</i>                             | <i>33</i> |
| <i>Tableau 14: Economies réalisées par an FCFA.....</i>   | <i>35</i> |
| <i>Tableau 15: Résumé des résultats du dimensionnement.....</i>   | <i>37</i> |
| <i>Tableau 16 Eclairage de l'administration.....</i>  | <i>42</i> |
| <i>Tableau 17 Eclairage de l'UME.....</i>   | <i>43</i> |
| <i>Tableau 18:Eclairage du bloc Electricité/Bâtiment.....</i>   | <i>43</i> |
| <i>Tableau 19:Eclairage du bloc Installation Sanitaire/Plomberie.....</i>                               | <i>43</i> |
| <i>Tableau 20: Eclairage de la Cantine.....</i>   | <i>44</i> |
| <i>Tableau 21: Eclairage de la Salle des formateurs.....</i>  | <i>44</i> |
| <i>Tableau 22: Eclairage de la Salle informatique.....</i>  | <i>44</i> |
| <i>Tableau 23: Eclairage de l'infirmerie.....</i>   | <i>44</i> |
| <i>Tableau 24: Eclairage des vestiaires.....</i>  | <i>45</i> |
| <i>Tableau 25: Eclairage des zones de TP.....</i>   | <i>45</i> |
| <i>Tableau 26: Eclairage des Parkings.....</i>  | <i>45</i> |
| <i>Tableau 27: Eclairage du Magasin.....</i>  | <i>45</i> |
| <i>Tableau 28: Eclairage des Sale de cours.....</i>   | <i>45</i> |
| <i>Tableau 29: Eclairage du bloc Maçonnerie.....</i>  | <i>46</i> |
| <i>Tableau 30: Eclairage des locaux TGBT/groupe électrogène.....</i>                                    | <i>46</i> |
| <i>Tableau 31: Eclairage du bloc VRD.....</i>   | <i>46</i> |
| <i>Tableau 32: Eclairage du Magasin Assemblage.....</i>   | <i>46</i> |
| <i>Tableau 33: Eclairage des logements.....</i>   | <i>46</i> |
| <i>Tableau 34: Eclairage du local des gardiens.....</i>   | <i>47</i> |
| <i>Tableau 35:Eclairage extérieur.....</i>  | <i>47</i> |
| <i>Tableau 36: Climatisation de l'Administration.....</i>   | <i>47</i> |
| <i>Tableau 37: Climatisation des Salles formateur et Informatique et Infirmerie.....</i>                | <i>47</i> |
| <i>Tableau 38: Equipement bureautique administration.....</i>   | <i>48</i> |
| <i>Tableau 39: Equipement bureautique UME.....</i>  | <i>48</i> |
| <i>Tableau 40: Equipement bureautique de EB.....</i>  | <i>49</i> |
| <i>Tableau 41: Equipement bureautique Plomberie.....</i>  | <i>49</i> |
| <i>Tableau 42: Equipement bureautique Salles informatiques, magasin général, Maçonnerie et VRD.....</i> | <i>49</i> |
| <i>Tableau 43: Equipements spécifiques de l'administration.....</i>                                     | <i>49</i> |
| <i>Tableau 44: Equipements spécifiques de l'UME.....</i>  | <i>50</i> |
| <i>Tableau 45: Equipements spécifiques de l'EB et Plomberie.....</i>                                    | <i>50</i> |
| <i>Tableau 46: Equipements spécifiques de la Salle info, Cantine et Magasin général.....</i>            | <i>50</i> |
| <i>Tableau 47: Equipements spécifiques de VRD, Magasin Assemblage et Logements.....</i>                 | <i>51</i> |

## Introduction

La raréfaction des énergies fossiles et l'absolue nécessité de réduction des émissions de gaz à effet de serre ont conduit l'ensemble des gouvernements et institutions mondiaux à définir des stratégies visant à réduire la dépendance à l'énergie fossile.

Ainsi, au Sénégal, la politique énergétique est déclinée par les autorités à travers les différentes lettres de politique de développement du secteur de l'énergie de (LPDSE). Ces lettres sont élaborées en se référant aux orientations données à l'échelle macro-économique avec les documents nationaux de référence qui ont été successivement la Stratégie Nationale de Développement Economique et Social (SNDES) en 2012, le programme Yoonou Yokkuté la même année et le plan Sénégal Emergent (PSE) depuis 2014 [1]. Dans cette lettre, l'efficacité énergétique occupe une position importante comme solution à la problématique de la maîtrise de l'énergie.

L'efficacité énergétique, définie comme la cohérence des actions visant à réduire et maîtriser ses dépenses énergétiques de manière durable par la gestion des approvisionnements en énergie, la réduction des besoins et la maîtrise des courbes de charges, l'amélioration de la performance des équipements de production et de distribution, et l'intégration des énergies renouvelables, est le premier levier d'action tant en termes de rentabilité économique que de durabilité. C'est d'ailleurs, conscient de ce fort levier de compétitivité que s'inscrit ce présent document portant sur l'audit énergétique du Centre Sectoriel de Formation Professionnelle aux métiers du Bâtiment et des Travaux publics (CSFP-BTP) de Diamniadio. En outre des aspects d'économies d'énergie, en termes de réduction de la facture électrique, la démarche adoptée par le centre est celle de la gestion de l'environnement de manière volontaire, avec un engagement sur les moyens d'arriver à une réduction de la quantité de CO<sub>2</sub> liées à ses activités de formation. Ceci entre dans le cas des mécanismes de développement propre (MDP).

Ainsi pour mener à bien cette étude nous allons développer ce travail en trois chapitres, d'abord un premier qui parle de la présentation du centre, ensuite un deuxième qui renseigne sur les travaux effectués, l'état des lieux et traitements de données et enfin un troisième et dernier consacré aux analyses des résultats, discussions et recommandations.

# Chapitre I : Présentation de l'entreprise

## I.1 Présentation : Caractéristiques et opérations du site

Le CSFP-BTP (Centre Sectoriel de Formation Professionnelle aux métiers du Bâtiment et des Travaux publics) de Diamniadio est à km 41 de Dakar sur la route Mbour. Le centre est non loin de la mosquée de Diamniadio comme le montre la Figure 1 suivante.



Figure 1: Localisation géographique du centre

Ce centre sectoriel de formation professionnelle est destiné aux jeunes et aux professionnels du Bâtiment et des Travaux Publics.

Il a été créé dans le cadre d'un partenariat public-privé entre le Ministère de la Formation Professionnelle, de l'apprentissage et de l'artisanat, d'une part, et les syndicats patronaux du BTP en l'occurrence, le Syndicat Professionnel des Entrepreneurs du Bâtiment et des Travaux Publics au Sénégal (SPEBTPS) et le Syndicat National des Entreprises du Bâtiment Travaux Publics (SNBTP), respectivement affiliés au Conseil National du Patronat (CNP) et à la confédération National des Employeurs du Sénégal (CNES) d'autre part.

Le centre a été financé par l'Agence Française de Développement (AFD) et de l'Etat du Sénégal.

L'objectif de ce centre est de permettre aux entreprises du secteur d'accroître leur compétitivité en leur proposant des formations qui tiennent compte des besoins actuels et de l'évolution du secteur Bâtiment et des Travaux Publics.

Les missions du centre s'articulent sur des points essentiels qui sont :

- D'apporter une réponse adaptée aux besoins de formation continue des entreprises et ces salariés ;
- D'offrir des parcours de formation tout au long de la vie ;
- De contribuer à l'insertion socioprofessionnelle des demandeurs d'emploi ;
- De développer la recherche en Ecoconstruction, Biogaz...

Ce centre est le premier établissement d'une dimension réellement professionnelle. Au sein de ce centre, les programmes d'études sont élaborés selon l'approche par compétence (APC) avec l'appui du monde professionnel. Les locaux sont équipés et les installations adaptées en constante évolution. Avec des formateurs compétents dans chaque domaine, le centre est en partenariat dynamique avec les entreprises du BTP et offre une large gamme de formations et de prestations pour répondre aux besoins des entreprises du Sénégal et de la sous-région.

Cet établissement pluridisciplinaire est composé de ces 4 départements suivants :

- Bâtiment Gros-œuvre Maçonnerie Béton Armé ;
- Travaux Publics Voirie et Réseaux Divers ;
- Plomberie Installation sanitaires ;
- Electricité Bâtiment élargie au solaire photovoltaïque.

Pour répondre aux besoins du marché face à la demande énergétique, l'Etat, avec l'appui de l'AFD a vu nécessaire de lancer une Unité de Maîtrise Energétique.

La Figure 2 ci-après montre l'image du centre.



Figure 2: Image du CSFP-BTP

## Chapitre II : Travaux effectués, état des lieux et traitement des données

Dans ce chapitre, nous allons parler de l'accomplissement des tâches nécessaires pour mener à bien ce sujet, notamment l'état des lieux.... Comme tout travail requiert un plan d'action bien ficelé qui permettra au travailleur d'effectuer les tâches d'une manière claire et organisée. Ainsi vient en premier point les procédé et planning de l'accomplissement des tâches.

### II.1 Procédés

Ce travail s'est effectué suivant une certaine démarche comme décrit par la Figure 3 ci-dessous suivant :

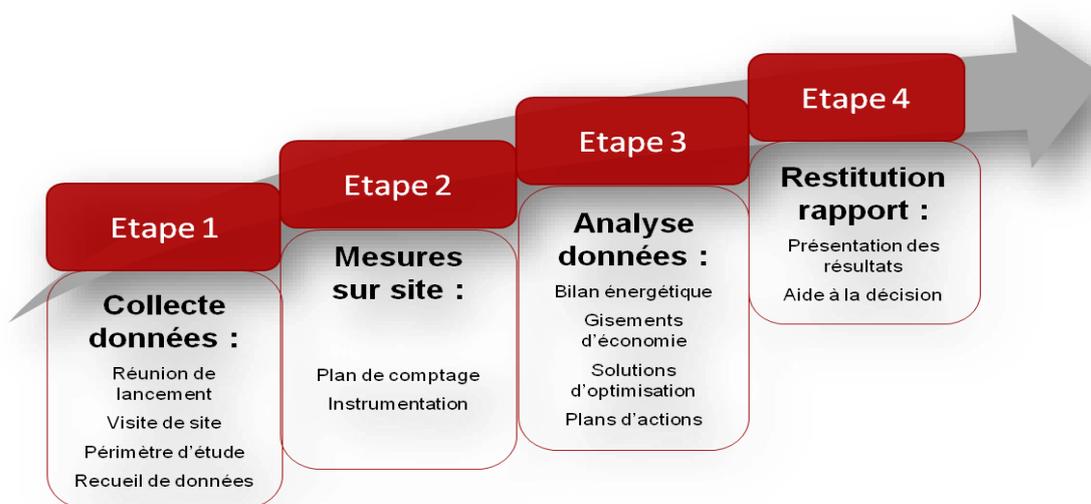


Figure 3: Les différents étapes du travail

Le planning est décrit sur le fichier de gestion de projet ci-après.

| Tâche  | Responsable    | Début<br>Date | Fin<br>Date | No.<br>De<br>Jours | %<br>Complété | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|--|----------------|---------------|-------------|--------------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|  |                |               |             |                    |               | 01-oct | 08-oct | 15-oct | 22-oct | 29-oct | 05-nov | 12-nov | 19-nov | 26-nov | 03-déc |
| <b>Description de la tâche</b>   |                |               |             |                    |               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>ANALYSE</b>   |                |               |             |                    |               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Identifier le besoin   | Chef de projet | 01-oct        | 02-déc      | 62,23              |               | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      |        |
| Elaboration des fichiers Excel pour l'état des lieux sauf l'administration | Chef de projet | 02-oct        | 03-oct      | 1,708              |               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Recherches sur le diagramme de Pareto                                      | Chef de projet | 03-oct        | 05-oct      | 2,708              |               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Week end   | Chef de projet | 05-oct        | 05-oct      |                    |               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Week end   | Chef de projet | 05-oct        | 06-oct      | 1                  |               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Travail sur la facturation avec la tarification de l'AEME de 2017          | Chef de projet | 07-oct        | 07-oct      | 0,708              |               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |





- Le système photovoltaïque autonome pour l'hébergement 1 avec une puissance de 1 kWc.
- Un groupe électrogène de 100 kVA qui assure l'alimentation du centre en cas de délestage.

La Figure 4 suivant montre l'alimentation en électricité du Centre :

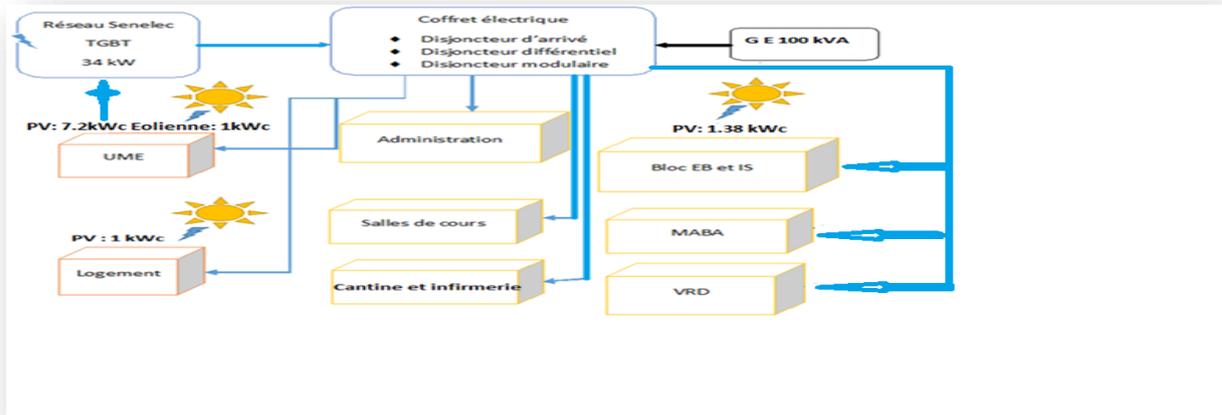


Figure 4: Synoptique de l'installation électrique

## II.6 Equipements installés

Au sein du Centre les différents points de consommations d'énergie sont :

- L'éclairage

L'éclairage du Centre est reparti selon ses différents bâtiments. Cet éclairage est assuré par des lampes leds, à incandescences et des réglottes fluorescentes. (Figure 5)



Figure 5: Types de lampes

Notons que d'une part, une grande partie de l'éclairage est prise en charge par le réseau et les sources d'énergie d'autre part, en occurrence celles du bloc EB/IS et de l'UME.

Le Tableau 1 ci-après montrent la puissance, la consommation en éclairage et la densité d'éclairage des bâtiments.

Tableau 1: Récapitulation de la consommation en éclairage

|                                | Puissances W | Consommations Wh/jour | Densité d'éclairage W/m <sup>2</sup> |
|--------------------------------|--------------|-----------------------|--------------------------------------|
| Administration                 | 1303,5       | 7821                  | 3,6                                  |
| UME                            | 1627,5       | 8151                  | 4,5                                  |
| Electricité Bâtiment           | 992          | 5952                  | 2,7                                  |
| Plomberie                      | 1092,5       | 6555                  | 3                                    |
| Cantine                        | 559,5        | 3114                  | 1,5                                  |
| Salle formateur                | 105          | 630                   | 0,3                                  |
| Salle informatique             | 383,5        | 2301                  | 1,1                                  |
| Infirmierie                    | 140,5        | 843                   | 0,4                                  |
| Vestiaires                     | 1016         | 6096                  | 2,8                                  |
| Aire de travaux pratiques      | 1134         | 6804                  | 3,1                                  |
| Parkings                       | 205          | 1230                  | 0,6                                  |
| Magasin général                | 507,5        | 3045                  | 1,4                                  |
| Salles de cours                | 1489         | 8934                  | 4,1                                  |
| Filière MABA                   | 183,5        | 1101                  | 0,5                                  |
| Locaux TBGT/Groupe Electrogène | 82           | 492                   | 0,2                                  |
| VRD                            | 441          | 2646                  | 1,2                                  |
| Magasin assemblage             | 607,5        | 3645                  | 1,7                                  |
| Logements                      | 2580         | 15480                 | 7,1                                  |
| Local des gardiens             | 44           | 264                   | ---                                  |
| Eclairage extérieur            | 90           | 540                   | ---                                  |

La Figure 6 suivante donne la représentation de l'éclairage au sein du centre.

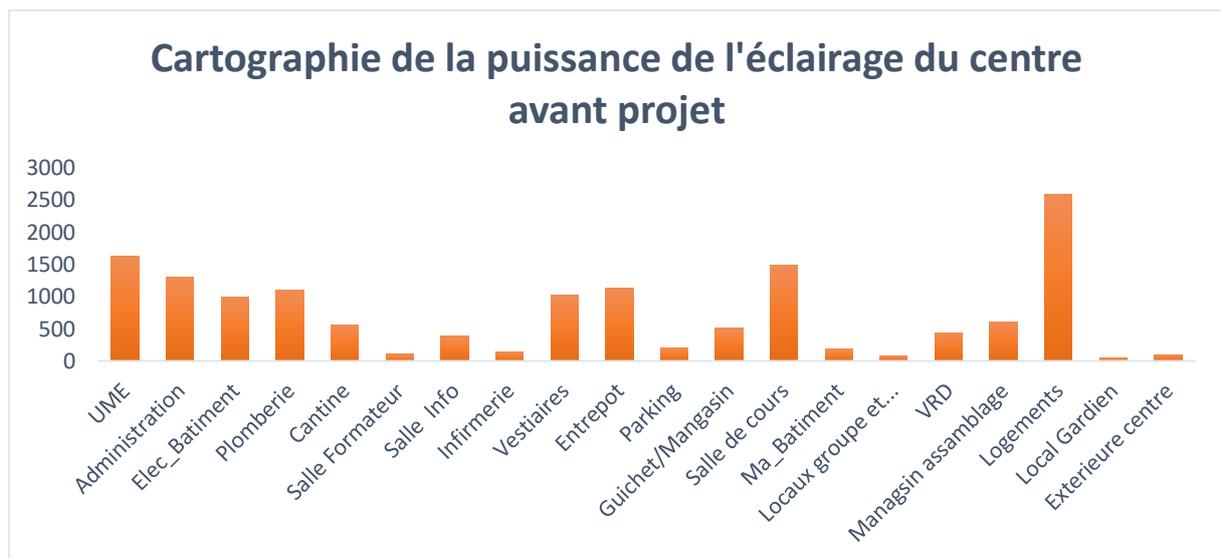


Figure 6: Cartographie de l'éclairage du centre

La Figure 6 ci-dessus montre la répartition des puissances des lampes installées suivant les locaux du centre. Ce qui renseigne sur les variations de la puissance dans les différents bâtiments. Ces variations peuvent être expliquées par un nombre élevé de lampes à caractère énergivores dans certains locaux et dans d'autres, de lampes économiques en terme de puissance telles que les led.

La Figure 7 suivante nous donne les densités d'éclairage des différents locaux.

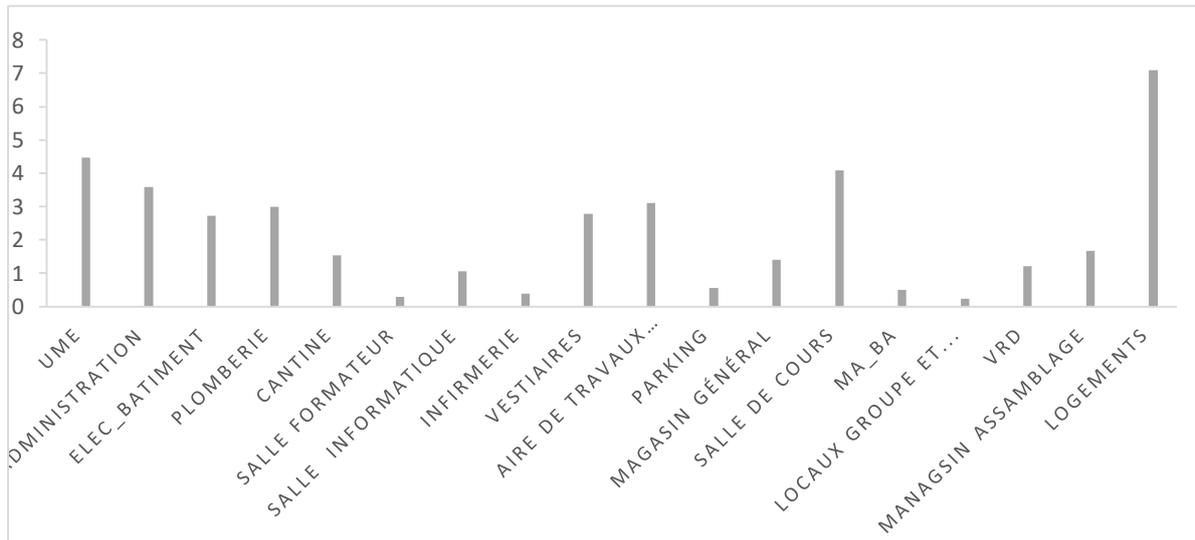


Figure 7: Densité de l'éclairage dans les locaux

La Figure 7 donne les densités de l'éclairage des bâtiments au mètre carré et on observe une forte consommation au niveau des logements. Ce qui s'explique soit par une utilisation abusive ou alors les lampes sont énergétivores.

#### ➤ La climatisation

Dans le centre, seule l'administration et certains bâtiments comme la salle des formateurs, la salle informatique et l'infirmierie sont climatisées. La climatisation est assurée par des split système avec unité extérieure.

Au terme de cette collecte de données nous avons établi ci-dessous (Tableau 2) le tableau récapitulatif des puissances des consommations énergétiques de la climatisation dans les locaux ci-dessus.

Tableau 2: tableau récapitulatif des consommation de la climatisation

| Locaux             | Puissance W | Consommation Wh/jour |
|--------------------|-------------|----------------------|
| Administration     | 36878       | 221258               |
| Salle Informatique | 2600        | 15600                |
| Salle formateur    | 12800       | 76800                |
| Infirmierie        | 3200        | 19200                |

La Figure 8 ci-après montre la cartographie des consommations de la climatisation.

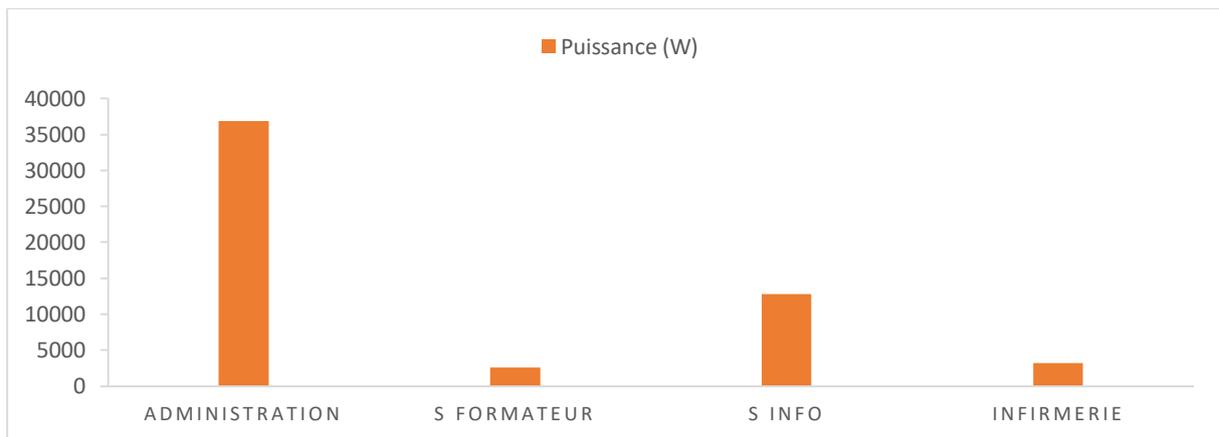


Figure 8: Cartographie de la consommation énergétique de la climatisation

La puissance relevée au niveau de l'administration (Figure 8) montre une forte utilisation des climatiseurs, ce qui par ailleurs s'accompagne d'une perte d'énergie causée par l'exposition des condenseurs sous le soleil et l'isolation des conduites frigorifiques qui s'est détériorée par l'effet des rayons solaires.

➤ Equipements bureautiques

Les équipements bureautiques sont indispensables dans la gestion des données d'une structure comme celle-ci. La bureautique représente dans notre cas les ordinateurs fixes et portables, les modems, les scanners et photocopieuses que l'on retrouve dans les bureaux.

Le Tableau 3 et la Figure 9 suivante représentent les récapitulatifs de la consommation électrique des équipements bureautiques :

Tableau 3: Récapitulation de la consommation en équipement bureautique

| Locaux               | Puissance W | Energie Wh/jour |
|----------------------|-------------|-----------------|
| Administration       | 3737        | 17526           |
| UME                  | 3438        | 18837           |
| Electricité Bâtiment | 455         | 3000            |
| Plomberie            | 510         | 2910            |
| Salle des formateurs | 155         | 1200            |
| Salle Informatique   | 2590        | 15540           |
| Guichet/Magasin      | 90          | 540             |
| Maçonnerie           | 350         | 1950            |
| VRD                  | 422         | 2436            |

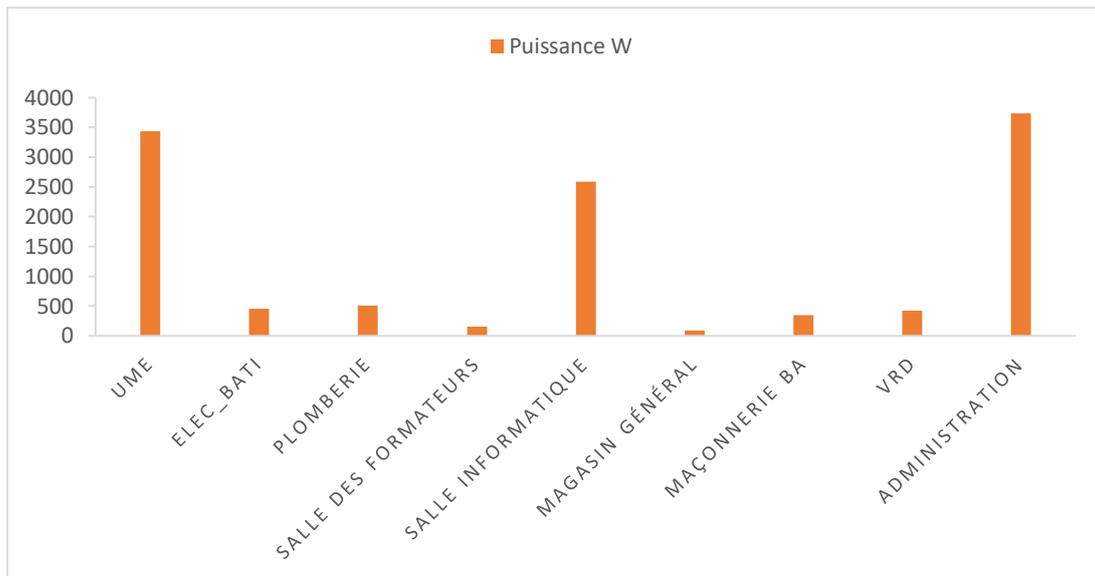


Figure 9: Cartographie des équipements bureautiques

On observe dans cette courbe que l'UME, l'Administration et la Salle informatique occupent de grandes puissances dans la bureautique. Ceci se matérialise par le fait que la bureautique est fortement utilisée et présente en grande nombre dans ces locaux énumérés.

#### ➤ Equipements Spécifiques

Les équipements spécifiques sont en générales les matériels de travaux pratiques des différentes filières du centre pour permettre aux apprenants de s'acquitter d'une bonne formation.

A travers la collecte et l'exploitations des données, un tableau récapitulatif (Tableau 4) des puissances des consommations énergétique journalière est dressé pour ainsi montrer l'énergie utilisée dans chaque compartiment par les équipements spécifiques.

Tableau 4: Tableau récapitulatif des puissance et consommations des équipements spécifiques

| Locaux             | Puissance W | Consommation Wh/jour |
|--------------------|-------------|----------------------|
| Administration     | 8080        | 33480                |
| UME                | 21257       | 63497                |
| Elec_Bâti          | 9388        | 22776                |
| Plomberie          | 352342      | 1046088              |
| Cantine            | 5450        | 16300                |
| Salle Informatique | 4200        | 25200                |
| Guichet et Magasin | 67500       | 67500                |
| VRD                | 5800        | 10100                |
| Magasin Assemblage | 10100       | 20200                |
| Logements          | 110         | 440                  |

La Figure 10 suivante montre le bilan de puissance des équipements spécifiques présents au sein du centre.

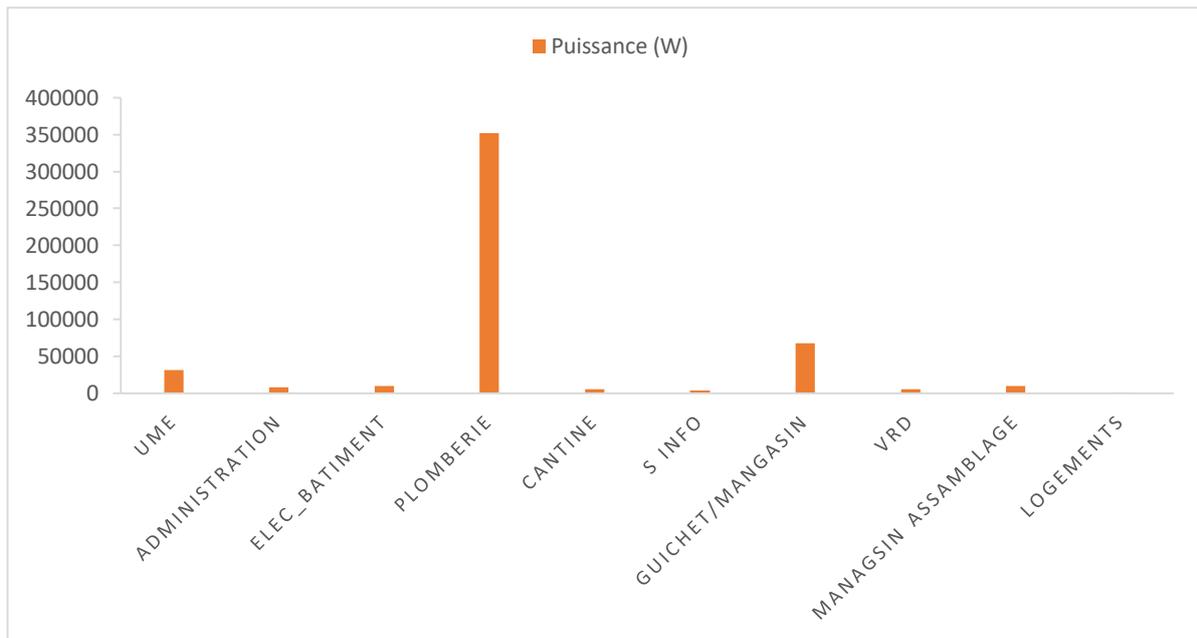


Figure 10: Cartographie de la consommation énergétique des équipements spécifiques

Dans la Figure 10, on constate que la puissance des équipements spécifiques de la filière plomberie est considérablement élevée par rapport aux autres. Ceci se justifie par la présence de matériels de grandes puissances assurant les travaux pratiques.

➤ Le système de ventilation

Vu la nature du climat dans le site, un système de ventilation des locaux s'avère être une nécessité pour le confort des travailleurs. La ventilation est assurée par des brasseurs d'airs et des ventilateurs.

Dans le Tableau 5 ci-après sont mentionnés les récapitulatifs en termes de puissances des consommations liées à ce système.

Tableau 5: Tableau récapitulatif des consommations des ventilateurs/brasseurs

| Locaux                | Puissance W | Energie Wh/jour |
|-----------------------|-------------|-----------------|
| Administration        | 600         | 3600            |
| UME                   | 275         | 1650            |
| Maçonnerie Béton Armé | 55          | 330             |
| VRD                   | 110         | 660             |
| Logements             | 1375        | 8250            |
| Plomberie             | 275         | 1650            |
| Cantine               | 330         | 1980            |
| Salles de classes     | 330         | 1980            |
| Guichet/Magasin       | 55          | 330             |
| Electricité Bâtiment  | 110         | 990             |

La Figure 11 ci-après renseigne sur les puissances de la ventilation dans les différents bâtiments.

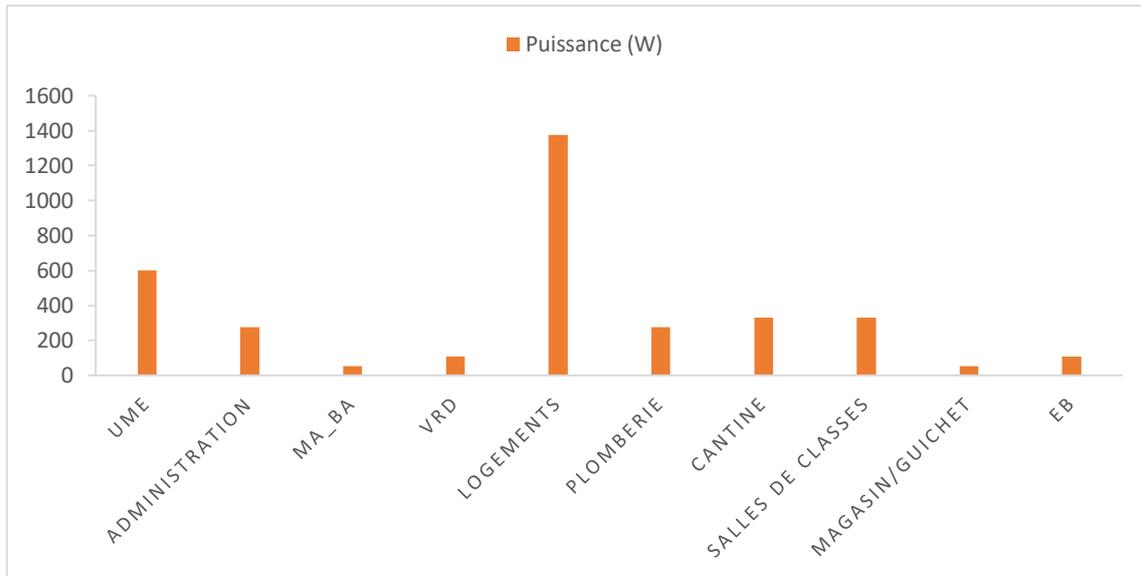


Figure 11: Cartographie de la consommation du système de ventilation

On constate que la ventilation au niveau des logements est très importante par rapport aux autres locaux. Ceci est due au nombre élevé de ventilateurs de puissances considérables et du temps d'utilisations par les occupants.

## II.7 Conformité des installations électriques par rapport aux normes NFC 15-100

La totalité des installations électriques du centre obéissent à des plans bien définis. La collecte de données faite au sein de l'établissement renseigne sur la conformité des installations dans certains bâtiments et le contraire dans d'autres d'après les normes NFC 15-100.

Ces normes sont des lois définies et à respecter pour la protection des matériels et des personnes dans une structure usager du courant électrique.

Le Tableau 6 ci-dessous montre les anomalies notées non conformes à ces normes.

Tableau 6: Tableau comparative des normes par rapport aux installations

|                          | Non conformités aux normes NFC 15-100   |
|--------------------------|---|
| Arrivé du réseau         | Phases non équilibrées  |
| Installation éclairage   | Absence de dispositif de connexion lumineaire<br>Absence d'accessoires de repérage ou d'identification des circuits<br>Coffrets de protection sans portes |
| Installations des prises | Absence d'étanchéité des prises par rapport aux murs<br>Absence de protection des socles  |

Nous ne pouvons pas lister toutes les anomalies des installations présentes dans le centre du fait que l'on retrouve les problèmes dans la plupart des installations mais juste nous avons essayé de cerner l'essentiel comme l'indique le tableau ci-dessus.

Ces anomalies notées sont parfois à l'origine de nombreux incendies dans certaines structures.

Ainsi, certaines installations comme celles représentées par la Figure 12 ci-après sont à éviter.



Figure 12: Quelques installations non conformes aux normes NFC 15-100

## II.8 Extensions et réaménagements prévus

Dans le cadre de l'élargissement de l'espace pédagogique, le centre prévoit une extension pour en faire des salles de classes. Le bâtiment est en cours de construction et compte six salles avec chacune trois points lumineux et les toilettes. La puissance électrique prévue pour cette extension n'est pas encore connue, mais les types de consommations qui y seront présentes pourraient être en éclairage, ventilation et la bureautique.

## II.9 Analyses de l'usage de l'énergie dans l'établissement

### II.9.1 Formes d'énergies

Comme décrit précédemment, le centre s'alimente par des différentes sources d'énergies. Parmi ces sources :

- ◆ Le réseau de la Senelec occupe une place importante avec 34 kW de puissance souscrite et 250 kVA de puissance réactive et un facteur de puissance instable.
- ◆ Le système hybride 1 (Solaire-Réseau) en couplage AC du bloc EB/IS d'une puissance de 1,38kWc qui prend en charge tout l'éclairage, les ventilateurs et brasseurs dans ces deux départements et une partie des équipements bureautiques de l'EB.



Figure 13: Système hybride Solaire-Réseau

- ◆ Le système photovoltaïque avec stockage de l'hébergement 1 de l'UME de 1 kWc de puissance. (Figure 14)



*Figure 14: Système photovoltaïque de l'hébergement 1*

- ◆ Groupe électrogène de 100 kVA. (Figure 15)



*Figure 15: Groupe électrogène et réservoir*

- ◆ Le système hybride 2 (Solaire-Eolienne-Réseau) en couplage DC de l'UME : 7,2kWc issus du photovoltaïque et 1kWc de l'éolienne avec stockage pour chacun d'eux (Figure 16)



Figure 16: Système hybride Solaire-Eolienne-Réseau

Notons que parmi ces formes d'énergie, le réseau conventionnel est majoritairement utilisé comme le montre le Tableau 7 suivant :

Tableau 7: Répartition de la consommation des sources d'énergies

|                          | Puissance | Energie Wh/jour | Pourcentage |
|--------------------------|-----------|-----------------|-------------|
| Réseau conventionnel     | 34 kW     | 1 717 181,5     | 97%         |
| Système hybride 1        | 1,38 kWc  | 18 147          | 1%          |
| Système hybride 2        | 7,2 kWc   | 30 588          | 1,7%        |
| Système PV Hébergement 1 | 1 kWc     | 3 594           | 0,2%        |

La Figure 16 ci-après donne la part de chaque source d'énergétique du centre.

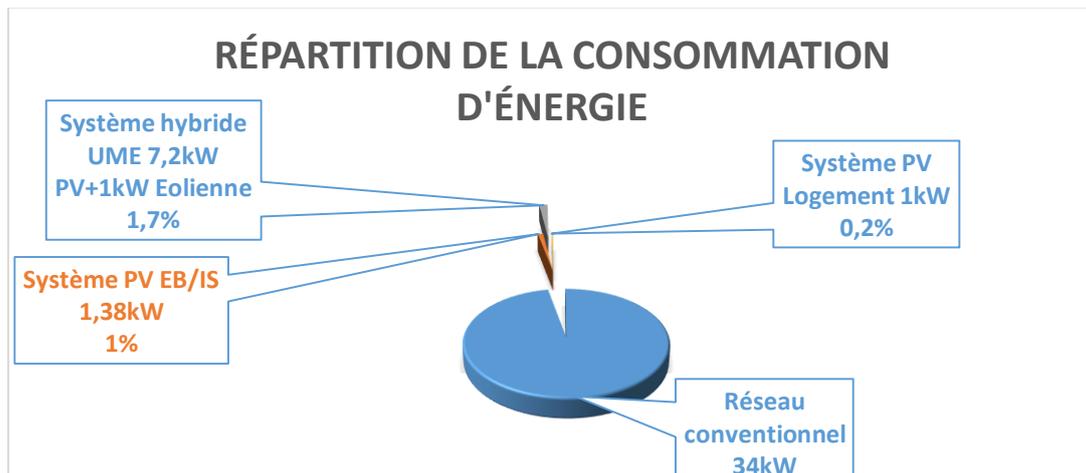


Figure 17: Répartition de la consommation suivant les différentes sources d'énergies

Notons que (Figure 17) l'utilisation du réseau conventionnel est largement supérieure aux autres systèmes de production d'énergie. Cette utilisation majoritaire du réseau conventionnel est en effet dû à la production faible des autres systèmes d'énergie. Cette faible production émane du sous dimensionnement de ces systèmes et la défectuosité de certains éléments au sein de ces derniers. De ces défectuosités on note parmi les installations photovoltaïques des panneaux qui

ne débitent pas, comme celui du bloc EB/IS dont un des modules est défectueux et celui de l'UME qui compte 12 modules non fonctionnels.

## II.10 Plan de qualité et indicateurs de performance

La qualité et la performance de l'énergie distribuée sont sans doute les critères primordiaux pour une bonne gestion et durabilité des installations. Ainsi les différentes installations des sources d'énergies trouvées dans le centre présentent des avantages et des inconvénients selon le Tableau 8 suivant.

*Tableau 8: Avantages et inconvénients des installations*

| Formes d'énergies   | Avantages  | Inconvénients   |
|---|--|---|
| Réseau conventionnel<br>34kW, 250kVA  | Energie disponible   | Délestage momentanés ;<br>Facteur de puissance instable ;                           |
| Systèmes photovoltaïques<br>EB/IS : 1.38 kW<br>UME : 7.2 kWc PV et 1kWc<br>Eolienne<br>Logements : 1kWc | Energie disponible ;<br>Amoindri le cout de l'électricité ;<br>Réduit les émissions de gaz à effet de serre ;<br>Energie vert, positive, propre. | Forte dépendance du changement climatique<br>Nécessite une maintenance quotidienne  |
| Groupe électrogène 100kVA   | Energie disponible   | Pollution avec l'utilisation du gasoil.<br>Pollution sonore avec le bruit du moteur |

### Conclusion

Cette première partie essentiellement consacrée à l'état des lieux des installations des équipements et aux sources d'énergies, a permis de savoir les puissances installées et les consommations énergétiques des différents points de consommations présentes dans l'établissement. Elle a permis aussi d'estimer l'apport énergétique des sources de production d'énergie et celui du réseau conventionnel de la Sénélec par rapport au besoin du centre au quotidien. Cette partie a décrit et ressorti les indices de performances des installations des sources de productions d'énergies, leurs avantages et inconvénients de même les non conformités des installations des équipements selon les normes NFC 15-100[2].

Ainsi, partant des informations fournies par ce chapitre, vient celui-ci suivant visant à analyser les profils de charges de la consommation et apporter des solutions et recommandations dans l'optique permettre au centre de maîtriser et consommer l'énergie de manière rationnelle

## Chapitre III : Analyses des résultats, discussions et recommandations

### III.1 Analyse des variables de la consommation énergétique

L'état des lieux effectué nous conduit à déterminer deux types de variables dans la consommation énergétique :

- ◆ Les variables dépendantes de l'activité de l'établissement : ce sont en général toutes les consommations électriques du centre et en particulier l'éclairage des salles de classes, des logements, les équipements de travaux pratiques qui ne sont utilisés qu'en période d'enseignement. Ce qui en réalité se fait ressentir sur les dépenses.
- ◆ Les variables indépendantes : ces variables sont souvent d'ordres climatiques et parfois dans une certaine mesure les durées et fréquences des délestages, des problèmes de maintenances de systèmes photovoltaïques et du groupe électrogène et à l'augmentation du nombre d'apprenants.

### III.2 Bilan énergétique des consommations

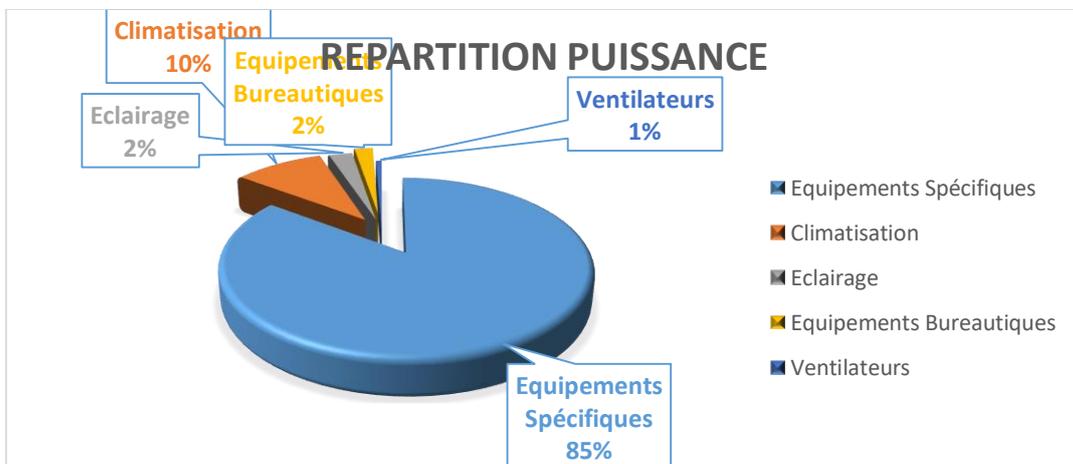
#### III.2.1 Consommation électrique

Le tableau 9 suivant montre le bilan énergétique de la consommation électrique du centre :

*Tableau 9: Bilan énergétique des consommations*

| Consommations            | Puissances kW | Energies journalières kWh/jour | Pourcentages | Densités moyennes W/m <sup>2</sup> |
|--------------------------|---------------|--------------------------------|--------------|------------------------------------|
| Eclairage                | 14,583        | 85,887                         | 2%           | 2,48                               |
| Climatisation            | 55,478        | 332,868                        | 10%          | 0,615                              |
| Equipements bureautiques | 11,747        | 63,939                         | 2%           | Pas calculée                       |
| Equipements spécifiques  | 494,127       | 1 335,281                      | 85%          | Pas calculée                       |
| Ventilation              | 3,57          | 21,42                          | 1%           | 0,006                              |

La Figure 18 ci-après montre la répartition de la puissance suivant les différents points de consommations.



*Figure 18 : Cartographie énergétique des consommations du centre*

La répartition de puissance des points de consommations (Figure 18) nous renseigne que les équipements spécifiques occupent un pourcentage largement supérieur à ceux des autres points de consommations. Ce pourcentage peut s'expliquer du fait que les équipements spécifiques sont des machines de grandes puissances et en nombres considérables.

### III.2.2 Consommation de combustible

Le centre dispose d'un groupe électrogène de 100kVA qui, en cas de délestage, prend en charge toutes les consommations.

L'énergie fournie par le groupe en kWh pendant les cinq dernières années est représentée sur la Figure 19 suivante.

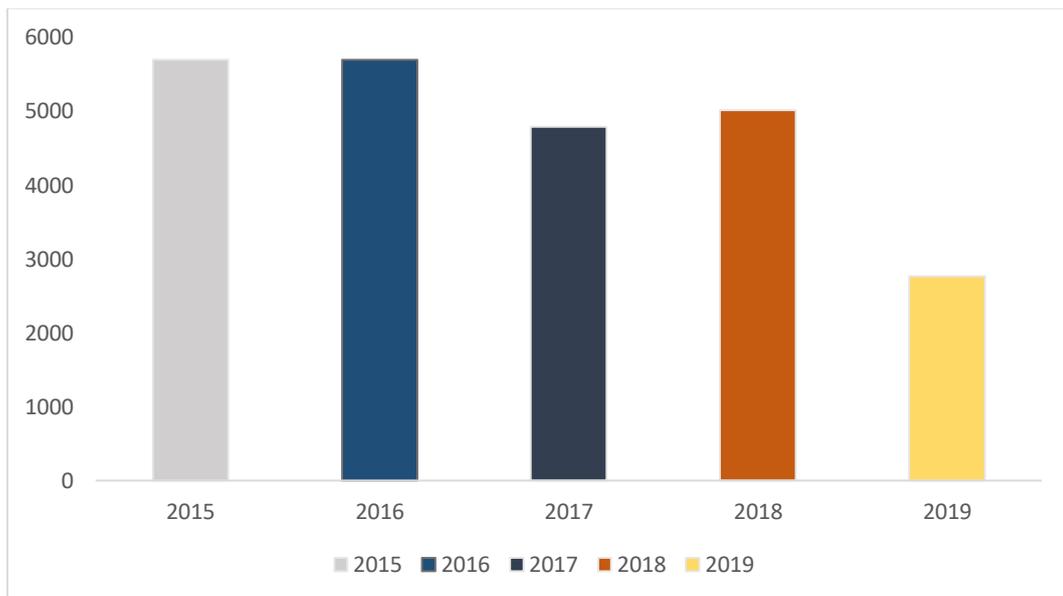


Figure 19: Fonctionnement du groupe électrogène

Les observations faites sur cette figure révèlent qu'en 2015 et 2016 le fonctionnement du groupe est quasiment constante à une même valeur de l'énergie. En 2017, l'intégration des systèmes d'énergies renouvelables a favorisé la chute de la productivité énergétique du groupe.

La diminution remarquable de la fréquence d'utilisation du groupe électrogène est justifiée par la disponibilité de l'énergie conventionnelle (Sénélec) et les installations des systèmes d'énergie renouvelable. Ce qui en effet entraîne la baisse des émissions de gaz à effet de serre.

### III.3 Choix de l'année de référence

Dans cette partie, l'étude faite sur les factures d'électricité de 2018 et les 7 premiers mois de l'année 2019 ont servi à ressortir l'évolution de la consommation comme l'indique la Figure 20 suivante.

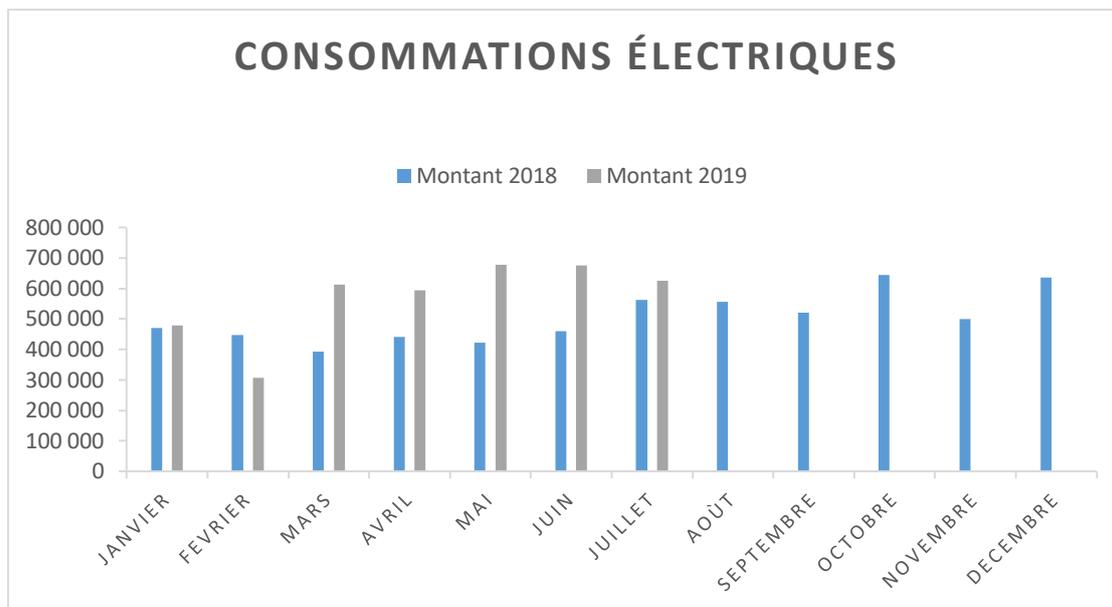


Figure 20: Evolution des montant des factures d'électricité en TTC du centre

Cette figure ci-dessus nous montre l'évolution des factures d'électricité annuelles du centre. On constate que durant les trois premiers mois de l'année de référence (2018), les montants diminuent. Entre Avril et Juin, on note une légère augmentation des montants des dépenses électriques. De Juillet en Décembre l'augmentation remarquable des montant des factures peut s'expliquer par l'effet des travaux pratiques pendant cette période.

En partant de cette étude, nous avons pu établir de manière détaillée les différents paramètres de la facturation.

De ce fait, nous avons fait une analyse des factures de l'année de référence comme indiqué sur le Tableau 10 ci-dessous.

Tableau 10: Facturation

|                   | Montants annuels<br>En FCFA | Pourcentages % |
|-------------------|-----------------------------|----------------|
| Prime fixe        | 1 627 465                   | 27%            |
| Applications cosφ | 856 956                     | 14%            |
| Consommations     | 2 445 670                   | 40%            |
| TVA et Redevance  | 589 785                     | 19%            |

La Figure 21 ci-après donne ainsi la part de ces différents paramètres dans la facturation de l'électricité.

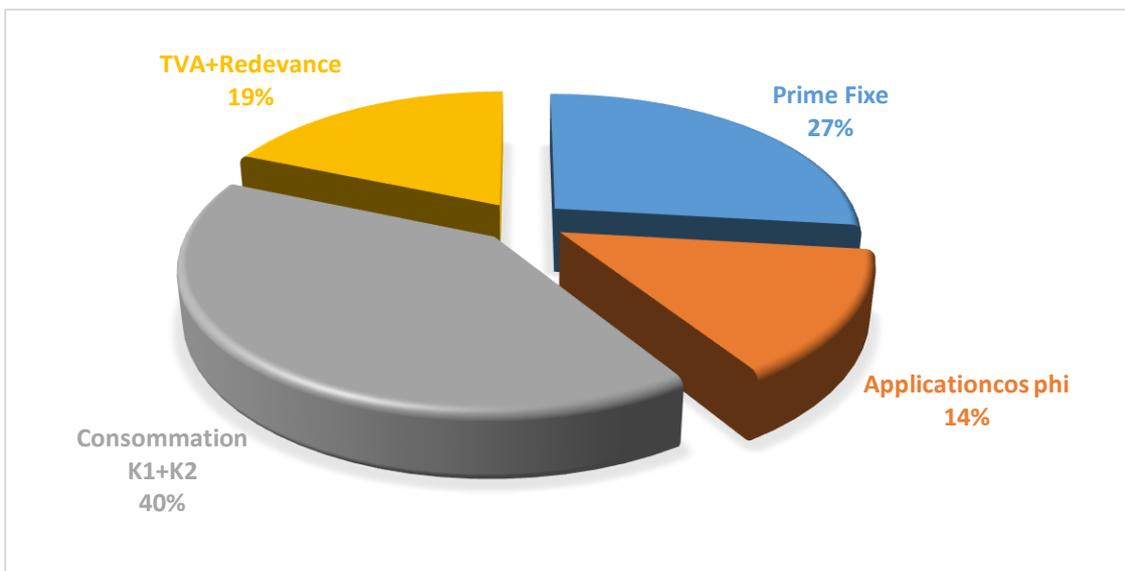


Figure 21: répartition de la facturation

Partant de ce diagramme on constate que les pénalités (prime fixe et application cosφ) représentent 41% dans la facture d'électricité de l'année de référence 2018.

Ainsi, en utilisant la loi des 80/20, nous allons pouvoir identifier 20% des paramètres engendrant 80% du montant des factures d'électricités.

Le Tableau 11 suivant montre les éléments de la loi des 80/20.

Tableau 11: Eléments de la loi 80/20

|                   | Montants annuels En FCFA | Pourcentages % |                   | Pourcentages cumulés % |
|-------------------|--------------------------|----------------|-------------------|------------------------|
|                   |                          | Prime fixe     | Applications cosφ |                        |
| Prime fixe        | 1 627 465                | 27%            | 40%               | 40%                    |
| Applications cosφ | 856 956                  | 14%            | 27%               | 67%                    |
| Consommations     | 2 445 670                | 40%            | 19%               | 86%                    |
| TVA et Redevance  | 589 785                  | 19%            | 14%               | 100%                   |

La Figure 22 suivante montre le diagramme de Pareto, la loi des 80/20 :

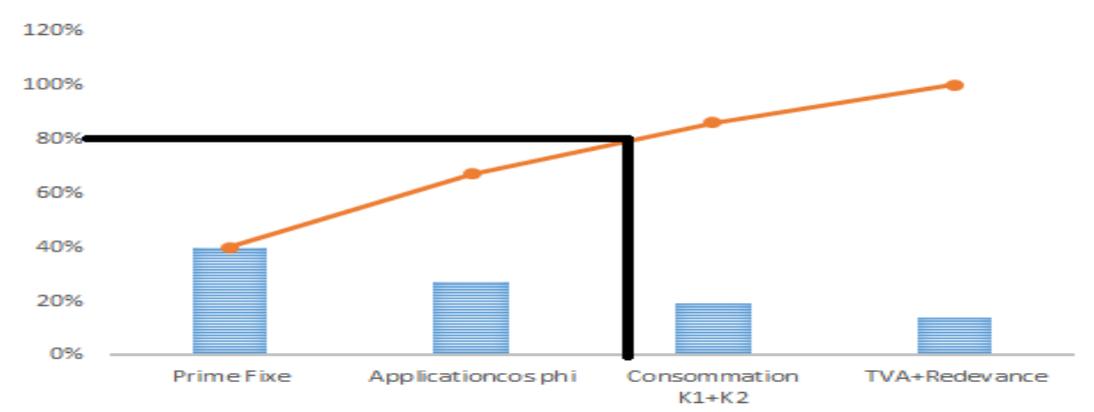


Figure 22: Diagramme de Pareto

Ce diagramme montre que les primes fixes et les applications liées au facteur de puissance occupent 20% des éléments qui font payer 80% du montant total des dépenses électriques.

### III.4 Mesures

Dans cette partie, il s'agit d'une campagne de mesures effectuée par les agents de l'AEME en 2018, l'année de référence. Lors de ces mesures, les professionnelles de l'AEME se sont servies d'un appareil analyseur de réseau. Cet appareil connu sous le nom de PEL 103 de Chauvin Arnoux, enregistre les différentes grandeurs électriques (les puissances actives, réactives et apparente, le voltage, le courant, la fréquence et le facteur de puissance) présentes et mesurables dans le réseau conventionnel de la Sénélec.

Cette campagne de mesure a été réalisée pendant la semaine du 31/07/2018 au 07/08/2018.

La Figure 23 ci-après montre l'appareil PEL 103 et ses accessoires.



Figure 23: Analyseur de réseau PEL 103

Cet appareil fonctionne comme une multivoies, les modes de branchements sont identiques. Il s'agit pour cet appareil d'identifier les phases, les entrées courants et tensions pour ainsi relier ces différentes voies à l'appareil. L'appareil est relié soit par Bluetooth ou bien via le Wifi à une tablette qui va permettre de récupérer les données pour ainsi avoir le profil de charge. [5]

Les mesures effectuées nous ont renseigné sur l'évolutions des grandeurs électriques du réseau conventionnel comme : les puissances active  $P$ , réactive  $Q$  et apparente  $S$  ainsi que le facteur de puissance  $\cos\phi$ . Ainsi tenant compte des mesures faites dans la journée du 07/08/2018, nous avons obtenu la courbe de charge suivante comme le montre la Figure 24 suivante.

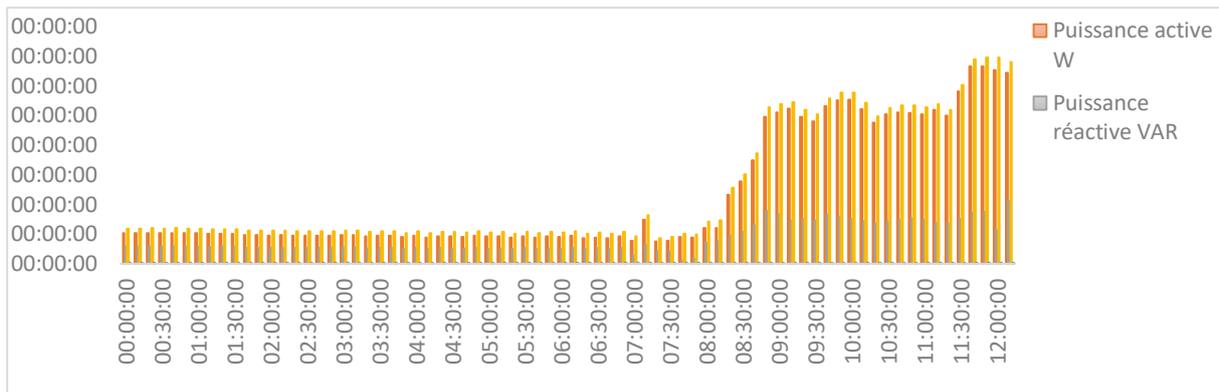


Figure 24: Courbe de charge de la journée du 07/08/2018

Ce profile de charge obtenu montre l'évolution des puissances active, réactive et apparente de même que du facteur de puissance. A travers cette figure on constate une zone (00h-7h) dans laquelle les puissances sont quasi-constantes ; il en est de même pour le facteur de puissance. Ce qui pourrait s'expliquer par la présence de la puissance de veille des équipements durant cette période. On note qu'à partir de 8h une augmentation des valeurs des puissances mesurées et du facteur de puissance, qui peut être relative aux activités du centre notamment l'utilisation des matériels de grandes puissances destinés aux travaux pratiques.

Ainsi à partir de ces mesures faites durant la période du 31/07/2018 au 07/08/2018, on effectue une extrapolation pour connaître l'évolution des puissances et celle du facteur de puissance pendant toutes l'année.

### III.5 Estimation du potentiel d'économie

Les analyses des données obtenues montrent que les potentiels d'économie sont importants comme illustrés par le diagramme de Pareto tracé ci-dessus.

A cela s'ajoute l'état de certains lieux qui fait constater un manque de critère technique assurant la viabilité des installations mais aussi des équipements. Ainsi nous avons pensé à suggérer une série de recommandations qui pourrait engendrer des économies.

#### III.5.1 Solutions apportées

Dans l'objectif de maximiser les potentiels d'économies, les investigations faites et soigneusement étudiées nous ont permis de proposer les solutions suivantes.

- L'enveloppe de l'édifice
  - Isolation des bâtiments ;
  - Faire des tests d'étanchéité ;
  - Mettre sur les fenêtres des doubles vitrages ou teintés ;
  - Réduire les infiltrations des parois.
  - Mettre des compteurs enregistreurs de puissances dans chaque département.
- Eclairage
  - Revoir les installations du système d'éclairage ;
  - Remplacer les réglettes double par réglettes led plus économiques en termes de consommation ;
  - Profiter de la lumière du jour ;
  - Installer des briques de verres sur les façades sud afin d'éviter les rayons solaires ;

- Mettre des détecteurs de présence ;
- Diminuer la hauteur des lampes pour avoir un maximum d'éclairage ;
- Sensibiliser le personnel par le biais d'une formation si nécessaire, par une campagne de sensibilisation ou à travers des affiches aux endroits fréquentés ;
- Dresser un planning de maintenance.

➤ Climatisation

- Rationaliser la durée d'utilisation des climatiseurs ;
- Remplacer les climatiseurs par les technologies de climatisation inverter ;
- Installer des ferme-portes dans les endroits climatisés ;
- Régler les températures des locaux à  $23^{\circ}\text{C} \pm 1$  ;
- Dresser un planning de maintenance ;
- Ne pas exposer les condenseurs au soleil, ceci peut causer les dommages comme le montre la Figure 25 suivante.

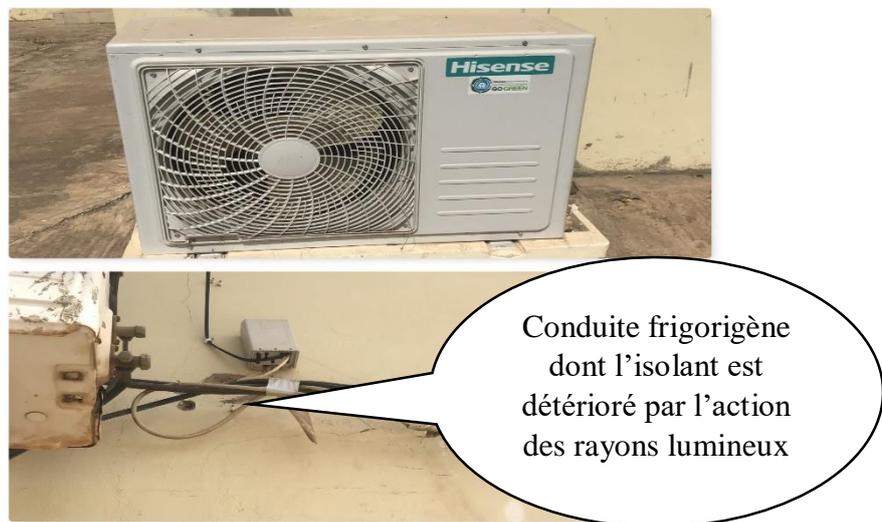


Figure 25: Condenseur exposé au soleil

- Mettre un système de drainage des condensats afin d'éviter les dommages de l'enveloppe du bâtiment comme le montre la Figure 26 ci-après :

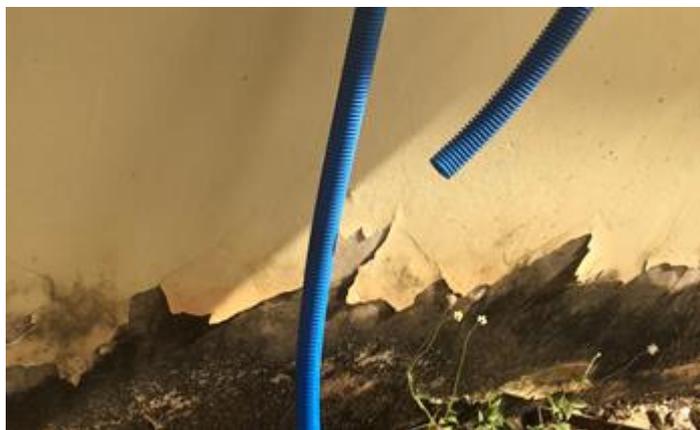


Figure 26: Système de drainage mal fait

- Isoler les conduites frigorifiques reliant l'unité intérieure (évaporateur) et l'unité extérieure (condenseur) afin d'éviter l'échange thermique du fluide frigorigène avec le milieu extérieur et minimiser les pertes d'énergie.
- Penser à mettre en place un programme de remplacement des matériels défectueux ou en voie de détérioration comme le montre la Figure 27.



Figure 27: Absence d'isolation des tuyaux assurant l'échange de chaleur

- Equipements bureautiques et spécifiques.
  - Rationaliser le fonctionnement de ces équipements ;
  - Eviter de mettre ces équipements sous puissance de veille ;
  - Eteindre les équipements après utilisations ;
  - Débrancher si possible après utilisation ;
  - Ne pas laisser les équipements non utilisés sous-tension.
  - Privilégier les équipements les moins énergivores
- Facturation de la consommation du réseau de la Senelec
  - Optimiser de la puissance souscrite ;
  - Redresser du facteur de puissance ;
  - Changer d'option tarifaire si possible ;
  - Equilibrer les phases.

### III.5.2 Pistes d'économies d'énergie

- Consommations électriques

Après un état des lieux étudié et en se référant aux solutions proposées, nous avons identifié les pistes d'économies d'énergies montrées par le Tableau 12 suivant :

Tableau 12: Energie utilisée par an

|               | Energie consommée kWh/an |              | Economie réalisée kWh/an |
|---------------|--------------------------|--------------|--------------------------|
|               | Avant-projet             | Après projet |                          |
| Eclairage     | 85.887                   | 21.382       | 14 475. 670              |
| Climatisation | 332.864                  | 86.916       | 64 931. 152              |
| Ventilations  | 21.420                   | 17.645       | 903.1                    |
| Autres        | Pas d'économie           |              |                          |

La Figure 28 suivante montre l'énergie utilisée avant et après projet en kWh par an.

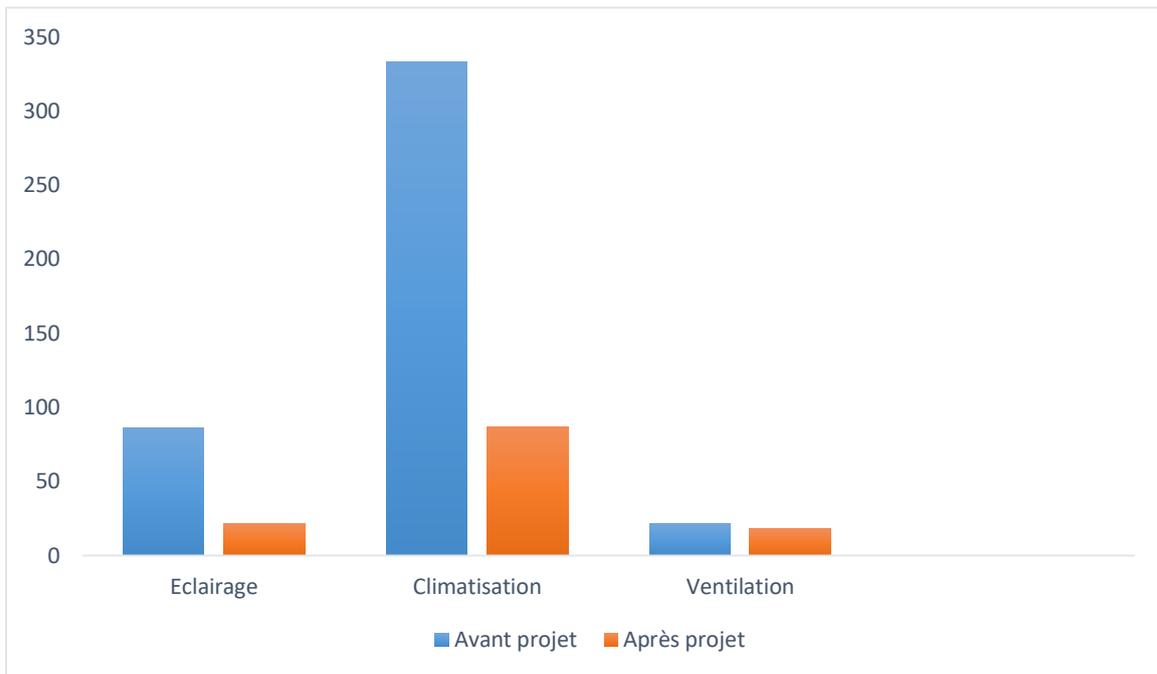


Figure 28: Figure montrant les économies d'énergies réalisées

Les données ainsi représentées sont obtenues en mettant en pratiques les solutions apportées pour une bonne gestion de l'énergie. En effet le remplacement des lampes énergivores est un pilier majeur qui a permis d'arriver à la réalisation de ces économies.

Ainsi on observe une baisse de l'énergie consommée à l'après projet comme l'illustre la Figure 29 suivante.

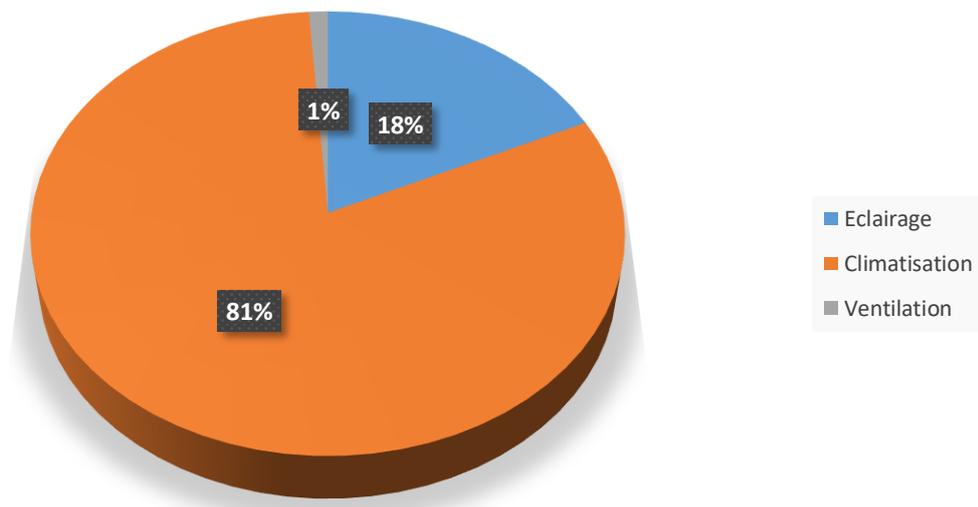


Figure 29: Economies d'énergies réalisées en kWh/an

Les économies d'énergies réalisées au niveau des points de consommations sont remarquables du fait de l'application des recommandations énumérées ci-dessus. Cette économie d'énergie favorisera la baisse des couts de l'électricité et participera à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, l'intérêt de l'efficacité énergétique.

➤ Le facteur de puissance

Comme identifié sur les factures d'électricité de l'année de référence, le facteur de puissance représente 14% des montants du fait de son instabilité (valeurs fluctuantes entre 0.36 et 0.75). Ainsi, le redressement du facteur de puissance de 0.618 (valeur moyenne du facteur de puissance calculée à partir des données de l'année de référence) à 0.99 voire 1 pourrait permettre au centre de bénéficier d'une minoration de 3 à 3.75% du montant de la facture. Pour se faire nous recommandons fortement au centre de mettre des batteries de condensateur.

Ceci va alléger les montants des factures.

La Figure 30 ci-dessous montre à quoi ressemble les batteries de condensateurs.



Figure 30: Batteries de condensateurs

### III.5.3 Aspect environnemental

Cette étude n'est seulement pas axée sur les économies d'énergie et de dépenses, mais aussi englobe l'aspect environnemental à travers les calculs faits sur les réductions de gaz à effet de serre.

Le Tableau 13 ci-dessous montre la quantité de CO<sub>2</sub> à éviter de même que celle fioul lourd à préserver en mettant en œuvre les solutions proposées pour les consommations.

Tableau 13: Tableau montrant l'aspect environnemental du projet

|               | Quantité de CO <sub>2</sub> évitée en kg/an | Quantité de fioul lourd préservée en kg/an |
|---------------|---|--|
| Eclairage     | 9 471.77                                    | 1 744.78                                   |
| Climatisation | 54 754.66                                   | 6 386.61                                   |
| Ventilation   | 761.55                                      | 81.64                                      |
| Autres        | Pas d'économie                              |  |
| TOTAL         | 65 017.98                                   | 8 123.03                                   |

La Figure 31 et 32 ci-après donnent les quantités de CO<sub>2</sub> évitée et celles de fioul lourd préservée mentionnées dans le tableau 14 ci-dessus.

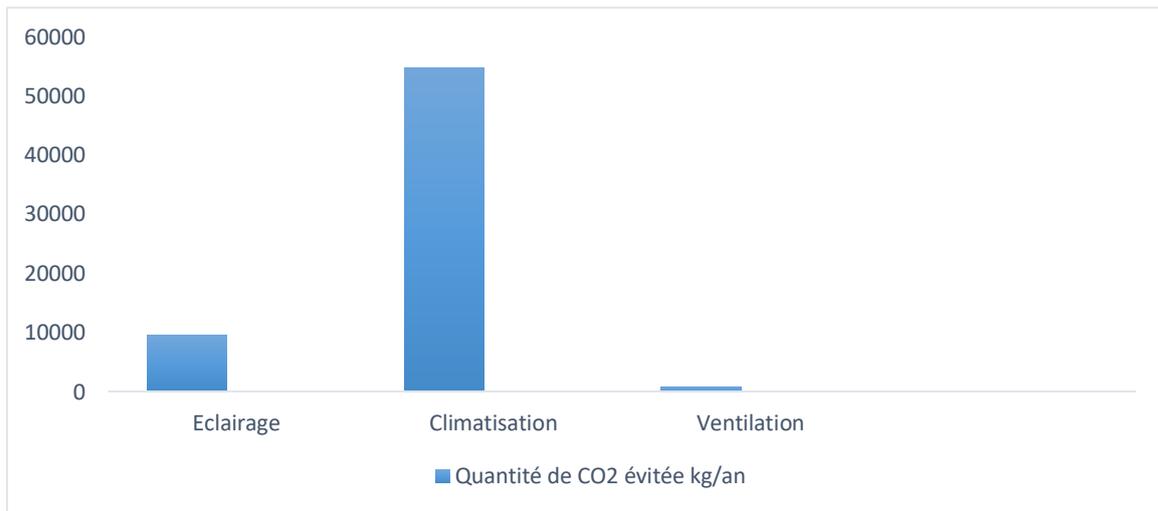


Figure 31: Quantité de CO2 évitée par an

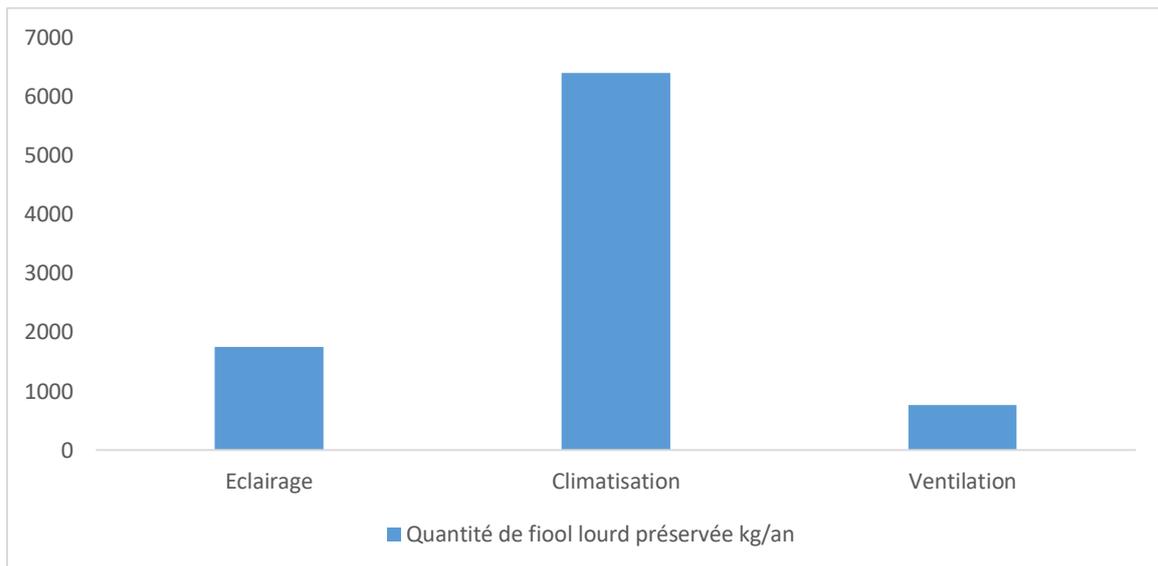


Figure 32: Quantité de fioul lourd préservée par an

A travers ces figures ci-dessus on constate qu'une grande quantité de CO<sub>2</sub> est évitée de même que le fioul lourd, ce qui est obtenu grâce aux économies annuelles d'énergies réalisées. Ces économies sont par ailleurs établies par la différence des consommations énergétiques d'avant et d'après projet qui nous ont permis d'évaluer les émissions de GES et les quantités de fioul lourd utilisées. Ce qui est par essence l'intérêt de l'efficacité énergétique.

#### III.5.4 Aspect financier

En outre des aspects d'économie d'énergies et environnementaux, nous avons établi à travers ce projet un volet financier c'est-à-dire des économies de dépenses réalisées suivant différents types de consommations comme montrées par le Tableau 14 suivant.

Tableau 14: Economies réalisées par an FCFA

|                          | Coût de l'énergie en FCFA/an |              | Economie réalisée<br>FCFA/an |
|--------------------------|------------------------------|--------------|------------------------------|
|                          | Avant-projet                 | Après projet | Après projet                 |
| Eclairage                | 2 212 515                    | 547 813      | 1 664 702                    |
| Climatisation            | 10 105 872                   | 2 638 790    | 7 467 082                    |
| Ventilation              | 550 275                      | 446 418      | 103 856                      |
| Equipements bureautiques | 1 706 338                    | 1 691 107    | 15 230                       |
| Equipements spécifiques  | 35 425 786                   | 33 898 900   | 1 526 885                    |
| Total                    | 50 000 786                   | 39 223 028   | 10 777 755                   |

La Figure 33 qui va suivre révèle les économies engendrées par ce projet au profit du centre.

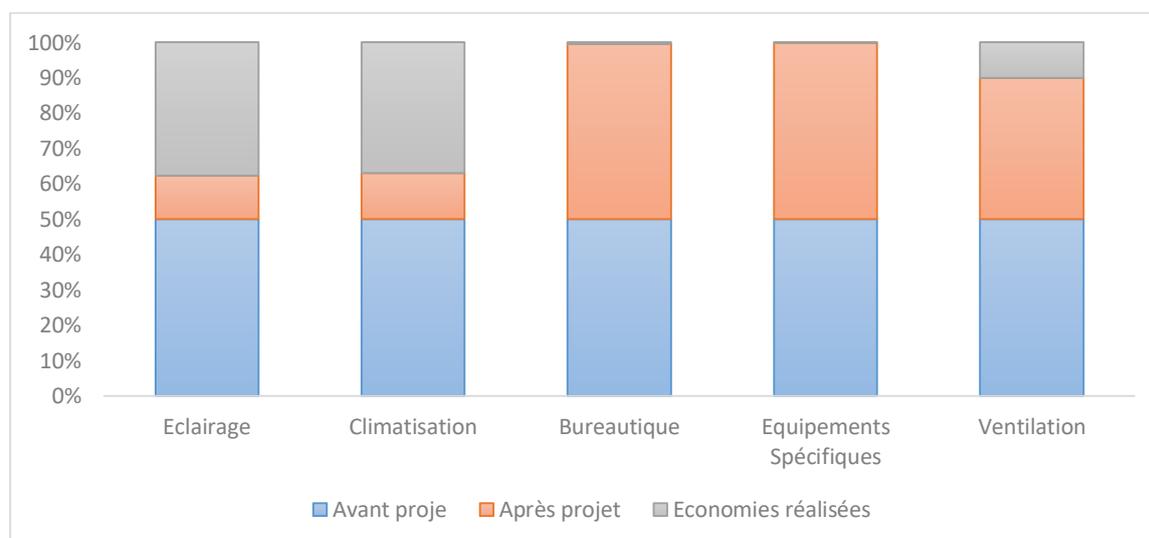


Figure 33: Economies réalisées en FCFA par an

On constate une baisse considérable des dépenses à l'après projet et des gisements d'économies issues de l'application de l'efficacité énergétique c'est-à-dire la mise en pratique des solutions apportées. Ces gisements d'économies vont ainsi permettre au centre de faire les investissements nécessaires pour le programme de remplacements des lampes énergivores et certains climatiseurs en état défectueux.

Ainsi l'investissement pour le remplacement des 206 réglettes fluorescentes 1m20 de 36W par des led de 16W et des autres de 60cm par des led de 8W de même que les 11 lampes à incandescence par des led de 9W s'élève environ **un million huit cent quatre-vingt-sept mille huit cent soixante-quinze** hormis les frais de livraison. La commande peut se faire en ligne [4].

### III.6 Recommandations générales

Les recommandations générales portent sur quatre points :

- La formation ;
- La sensibilisation ;
- L'organisation ;
- La maintenance.

### III. 6.1 La formation

Un établissement comme celui-ci regroupe en son sein des installations de spécialités diverses : l'électricité, la climatisation, la plomberie... Toutes ces installations requièrent des compétences bien définies, ce qui s'avère alors impossible pour une seule personne d'assurer les tâches de ces différentes spécialités en cas de besoin.

De ce fait nous pensons que pour une bonne maîtrise de l'énergie et d'exploitation des installations, la Direction devrait mettre en place ou engager des techniciens formés en matière de fonctionnement, de maintenance et d'exploitations des installations.

### III.6.2 La sensibilisation

Il est certain qu'un audit énergétique ou étude d'économie d'énergie est voué à l'échec si les utilisateurs ne sont pas sensibilisés.

D'un fort constat, il est clair que les spécialistes avec qui nous avons eu à travailler ensemble sur cet audit sont sensibilisés, alors il faudrait porter le message à l'endroit de toute personne menant ses activités au sein du centre.

Pour ce faire des étiquettes et autocollants de sensibilisations sont disponible et livrées à la demande.

### III.6.3 Organisation

L'aspect organisation, dans le cadre d'une gestion de l'énergie revêt d'une importance capitale. Ainsi nous pensons qu'une politique de management de l'énergie serait avantageux pour le centre. Ceci sera un comité composé de :

- Le/La responsable de filière de l'UME qui assumera la présidence ;
- Un représentant des services financiers qui se chargera d'informer le comité sur la disponibilité des moyens pour la réalisation de projets... ;
- Les responsables de toutes les spécialités du centre qui veilleront à ce que les mesures prises par le comité soient appliquées dans leurs départements ;
- Un conseiller en économie d'énergie qui se chargera d'évaluer le potentiel d'économie d'énergie de même que la rentabilité des opportunités mises en application.

### III.6.4 La maintenance

C'est une notion souvent pas très respectée et qui pourtant devrait être une priorité absolue. Une bonne maintenance des équipements assure la pérennité et la performance des équipements. Dans cet établissement, de l'ensemble des équipements visités, l'absence de maintenance s'observe. Alors la nécessité d'une maintenance préventive s'impose mais aussi le renouvellement des équipements défectueux.

Il est de même aussi pour chaque bâtiment de mettre un compteur enregistreur de données et contrôlable à distance, de ce fait la personne chargée de la maintenance pourra avoir les consommations en temps réel et en cas de dysfonctionnement la panne sera facile à détecter.

### III.7 Proposition de système d'énergie renouvelable

Dans le centre, il y'a une diversité de système de production d'énergie. Cependant certains manquent de maintenance et rencontrent des anomalies qui font que la productivité n'est pas satisfaisante par rapport aux besoins énergétiques. Ainsi, en allant dans le sens d'optimiser

l'énergie et les dépenses, nous proposons de par les revenus engendrés par ce projet, un système d'autoconsommation sans batterie qui assurera l'alimentation pendant la journée.

Sur le site Sunny design, nous avons fait le dimensionnement qui sera joint sur ce document en Annexes. A travers ce fichier, le centre pourra voir à combien ce système participe à l'autosuffisance en énergie, les investissements à faire, de même que les économies que peuvent engendrées ce système d'énergie renouvelable à l'avenir.

Les résultats du dimensionnement sont récapitulés dans le tableau suivant :

-Puissance totale de l'installation : 45 kWc

-Puissance onduleur réseau triphasé : 50 kVA

*Tableau 15: Résumé des résultats du dimensionnement*

| Nombres                      | Entrée 1 | Entrée 2 |  | Entrée 3 | Entrée 4 | Entrée 5 |
|------------------------------|----------|----------|--|----------|----------|----------|
| String :                     | 02       | 02       |  | 01       | 02       | 01       |
| Panneaux :                   | 20       | 20       |  | 20       | 20       | 10       |
| Puissance Crête :            | 12 kWc   | 12 kWc   |  | 06 kWc   | 12 kWc   | 03 kWc   |
| Tension PV caractéristique : | 659 V    | 659 V    |  | 659 V    | 659 V    | 329 V    |
| Tension PV min :             | 623 V    | 623 V    |  | 623 V    | 623 V    | 312 V    |
| Tension DC min :             | 150 V    | 150 V    |  | 150 V    | 150 V    | 150 V    |
| Tension PV max :             | 931 V    | 931 V    |  | 931 V    | 931 V    | 466 V    |
| Tension DC max :             | 1000 V   | 1000 V   |  | 1000 V   | 1000 V   | 1000 V   |
| Courant générateur PV        | 16.4A    | 16.4A    |  | 8.2A     | 16.4A    | 8.2A     |

Le tableau suivant montre le devis de l'installation.

| DESIGNATION  |   | QTE | P.U       | P.T                 |
|--|---|-----|-----------|---------------------|
| Panneau solaire 300 Watts 24 volts                             | u | 150 | 120 000   | 18 000 000          |
| ONDULEUR Hybride triphasé 50 kVA / 230V                        | u | 1   | 5 100 000 | 5 100 000           |
| Support panneaux solaires                                      | u | 150 | 20 000    | 3 000 000           |
| Accessoires installation( câbles, dispositif de protection...) | u | 1   | 1 702 685 | 1 702 685           |
| <b>TOTAL HTVA</b>  |   |     |           | <b>27 802 685</b>   |
| <b>TVA 18%</b>   |   |     |           | <b>5 004 483,3</b>  |
| <b>TOTAL TTC</b>   |   |     |           | <b>32 807 168,3</b> |

#### TERMES ET CONDITIONS

Arrêté le présent devis à la somme de:

**Trente-deux millions huit cent sept mille cent soixante-huit et trois FR CFA**

Ce présent devis ne tient pas compte de la charge du main d'œuvre.

Pour plus de détails, le document ci-joint donne le dimensionnement du système fait avec le site Sunny Design [3].

### Conclusion

Cette partie est le résumé de l'ensemble des analyses et discussions faites pour remédier aux problèmes d'ordres énergétiques du centre. C'est dans cette portion du travail qu'est traitée la facturation et l'influence de certains composants de la facture en occurrence les primes fixes et les pénalités sur le coût de l'électricité. A travers cette partie, le centre pourra se rendre compte des économies que peuvent engendrées cette étude en mettant en pratique l'ensemble des recommandations suggérées. En outre des aspects d'économies d'énergie et de dépense, cette partie à développer aussi le volet environnemental avec les quantités de CO<sub>2</sub> à éviter et celles de fioul lourd à préserver. Et enfin cette partie a fait l'objet d'une intégration d'une source d'énergie renouvelable à travers la proposition d'un système d'autoconsommation sans stockage. Ce système va dans le cadre de la rationalisation et de l'utilisation de l'énergies d'une manière optimale.

### Conclusion générale

En définitive il est notoire que cette étude a permis de déterminer le bilan de puissance des différents points de consommations du centre de même elle a permis aussi d'estimer l'apport énergétique des sources de production d'énergie et celui du réseau conventionnel de la Sénélec par rapport au besoin du centre au quotidien. Nous avons aussi décrit et ressorti les indices de performances des installations des sources de productions d'énergies, leurs avantages et inconvénients de même les non conformités des installations des équipements selon les normes NFC 15-100. A cela s'ajoute l'analyse des factures d'électricité de l'année de référence, les séries de recommandations suivant les points de consommations, les aspects économiques, environnementaux et la proposition d'un système d'énergie renouvelable. Ainsi, par le respect des différentes solutions apportées aux problèmes énergétiques, le centre pourrait être autonome en terme d'énergie en réalisant le système photovoltaïque proposé, il pourrait aussi bénéficier d'un profit s'élevant environ 10 millions par année en mettant en pratique l'ensemble des recommandations suggérées.

A travers ce stage, nous avons bénéficié d'un certain nombre de savoir-faire dans le domaine des énergies renouvelables en particuliers l'audit et l'efficacité énergétique. Ceci fut un surplus de savoirs dont je me suis bénéficié. Cet audit du centre m'a aussi donné l'opportunité de pouvoir continuer à persévérer dans ce domaine en tant que technicien supérieur en efficacité énergétique et de devenir à l'avenir un ingénieur voire un formateur dans cette branche des énergies renouvelables.

En perspective, la réalisation du système proposé serait été pour moi une expérience et l'occasion de tester mes connaissances en installation photovoltaïque. Il en est de même que la campagne de mesure avec l'utilisation des différents appareils nécessaires pour réussir un audit proprement dit. A cela s'ajoute l'installation des batteries de condensateurs.

## Bibliographie

[1] : Kits de diagnostics établis par l'Agence pour l'Economie et la Maitrise de l'Energie AEME

[2] : Normes NFC 15-100 <https://www.legrand.fr/pro/normes-et-reglementations/norme-nf-c-15-100/norme-nf-c-15-100-suivez-le-guide>

[3] : Sunny Design <https://www.sunnydesignweb.com/sdweb/#/Home>

[4] : <https://www.eclairage-pro.fr/index.php>

[5] : <https://www.youtube.com/watch?v=aWwGhHGA18M>

## Annexes

### ***Résumé exécutif***

| État des lieux ou Avant-projet   |              |                 |              |                         |             |
|--|--------------|-----------------|--------------|-------------------------|-------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Forte usage de l'éclairage</li> <li>◆ Mauvaise gestion de la régulation de la climatisation</li> <li>◆ Absence de management de l'Energie</li> <li>◆ Absence de maintenance</li> <li>◆ Installations électriques problématiques</li> </ul>              |              |                 |              |                         |             |
|  | Eclairage    | Climatisation   | Bureautique  | Equipements Spécifiques | Ventilation |
| Puissance en kW  | 14,583       | 55,478          | 11,747       | 494,127                 | 3,57        |
| Energie en kWh/j   | 85,887       | 332,868         | 63,939       | 32046,756               | 21,42       |
| Recommandations  |              |                 |              |                         |             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ L'enveloppe du bâtiment</li> <li>◆ L'éclairage</li> <li>◆ La climatisation</li> <li>◆ Bureautique</li> <li>◆ Ventilation</li> <li>◆ Les équipements spécifiques</li> <li>◆ La mise en place de Système de Management de l'Energie</li> </ul>            |              |                 |              |                         |             |
| APRES PROJET   |              |                 |              |                         |             |
| Types de consommations   | Eclairage    | Climatisation   | Bureautique  | Equipements Spécifiques | Ventilation |
| Puissance en kW  | 5,632        | 16,688          | 11,747       | 494,127                 | 3,24        |
| Energie en kWh/j   | 21,382       | 89,916          | 63,337       | 32046,756               | 17,647      |
| <p>2. MISE EN GARDE :</p> <p>Il arrive que les affiches de sensibilisation ne soient pas posées aux bons endroits ; cela pourrait créer l'effet contraire de celui attendu.</p> <p>Certains cas isolés de refus d'application des mesures apparaissent souvent sur lesquels il faut insister</p> |              |                 |              |                         |             |
| 3. ECONOMIES : Pour améliorer les économies estimées (en éclairage et en climatisation surtout)  |              |                 |              |                         |             |
| ECONOMIES ANNUELLES  |              | INVESTISSEMENTS |              | TRI                     |             |
| CONS. (kWh)  | COUTS(F.CFA) |                 | LES AFFICHES |                         |             |
| Eclairage : 14 475,67  | 1 664 705    |                 | 500 000      |                         |             |

|  |           |  |  |
|--|-----------|--|--|
| Climatisation :  | 7 467 082 |  |  |
| 64 931,159   | 15 230    |  |  |
| Bureautique : 132,44   |           |  |  |
| Equipements  | 1 526 885 |  |  |
| spécifiques : 000  | 103 856   |  |  |
| Ventilation : 1026,3   |           |  |  |
| 4. Impact environnemental (toutes les consommations incluses)                  |           |  |  |
| ◆ Réduction de la quantité de CO2 kg/an émise dans l'atmosphère de : 65 539,07 |           |  |  |
| ◆ Réduction de la quantité de fioul lourd kg/an utilisée de : 7 301,42         |           |  |  |

Document de dimensionnement : [Autoconsommation sans stockage\(2\).pdf](#).

➤ **Occupation des Bâtiments**

○ Administration

| Locaux                             | Occupants en temps plein | Temps d'utilisation journalière |
|------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| Bureau Secrétariat Administratif   | 3                        | 8h-16h                          |
| Bureau Secrétariat de la Direction | 2                        | 8h-16h                          |
| Bureau Directeur                   | 1                        | 8h-16h                          |
| Bureau du Comptable                | 1                        | 8h-16h                          |
| Bureau du Chargé de développement  | 1                        | 8h-16h                          |
| Bureau du responsable de formation | 1                        | 8h-16h                          |

○ Blocs Electricité Bâtiments (EB), Installations Sanitaire/Plomberie (IS), Maçonnerie Béton Armé (MaBa) et Voirie et Réseaux Divers (VRD)

| Locaux                   | Occupants en temps plein | Temps d'utilisation |
|--------------------------|--------------------------|---------------------|
| Salle des formateurs EB  | 4                        | 8h-16h              |
| Salle de cours 1 EB      | 16                       | ---                 |
| Salle de cours 2 EB      | 16                       | ---                 |
| Salle des formateurs IS  | 4                        | 8h-16h              |
| Salle technologie/dessin | 16                       | ---                 |
| Laboratoire hydrologie   | 16                       |                     |
| Bureau Formateur MaBa    | 2                        | 8h-16h              |
| Salles de cours 1 à 6    | 16                       | ---                 |
| Salle des formateurs     | 3                        | 8h-16h              |

○ Salle Informatique (SI), Infirmerie (I), Cantine (C), salles des formateurs, Magasin/Guichet

| Locaux                    | Occupation | Temps d'utilisation |
|---------------------------|------------|---------------------|
| Salle de cours SI         | 16         | ---                 |
| Bureau du gestionnaire SI | 1          | 8h-16h              |
| Salle de service I        | 1          | 8h-16h              |
| Cantine                   | 16         | 13h-15              |
| Salle des formateurs      | 10         | ---                 |
| Bureau magasinier         | 1          | 8h-16h              |

○ Unité de Maitrise Energétique

| Locaux                           | Occupation | Temps d'utilisation journalière |
|----------------------------------|------------|---------------------------------|
| Bureau des formateurs            | 2          | 8h-16h                          |
| Bureau du responsable de filière | 1          | 8h-16h                          |
| Bureau de la Secrétariat         | 1          | 8h-16h                          |
| Salle informatique               | 16         | ---                             |
| Salle de formation               | 16         | ---                             |

➤ **Eclairage**

◆ Administration

Tableau 16 Eclairage de l'administration

| Locaux                          | Type de lampes         | Quantité              |
|---------------------------------|------------------------|-----------------------|
| Hall/Accueil                    | Réglettes 1m20         | 5x36W                 |
| Couloirs                        | Réglettes 1m20         | 6x36W                 |
| Secrétariat administratif       | Réglettes 1m20/60cm    | 1x36W<br>1x18         |
| Secrétariat de la Direction     | Réglettes 1m20/60cm    | 1x36W<br>1x18W        |
| Bureau Directeur                | Réglettes 1m20/60cm    | 1x1m20<br>1x60cm      |
| Local Serveur                   | Réglettes 1m20         | 1x36W                 |
| Toilettes et Vestiaires         | Réglettes 60cm         | 8x18W                 |
| Bureau Chargé développement     | Réglettes 1m20         | 1x36W                 |
| Salle de Réunion                | Spot Hitachi           | 14x9W<br>3x8W<br>1x6W |
| Bureau Responsable de Formation | Réglettes 1m20         | 1x36W                 |
| Extérieur                       | Réglettes 60cm/ autres | 2x18W<br>3x11W        |

◆ Unité de Maitrise Energétique

Tableau 17 Eclairage de l'UME

| Locaux                  | Types de Lampes                  | Quantité       |
|-------------------------|----------------------------------|----------------|
| Hall                    | Hublot                           | 4x8W           |
| Salle formateur         | Hublot                           | 1x8W           |
| Bureau Resp Filière     | Hublot                           | 1x8W           |
| Bureau Secrétaire       | Hublot                           | 1x8W           |
| Salle informatique      | Hublot                           | 8x8W           |
| Couloirs et escaliers   | Hublot/Hitachi<br>Réglattes 1m20 | 6x8W<br>2x6W   |
| Salle formation         | Hublot                           | 8x8W           |
| Toilettes et Vestiaires | Réglattes<br>1m20/autres         | 5x15W<br>4x36W |
| Espace TP et Labo       | Réglattes<br>1m20                | 10x36<br>2x8   |
| Locaux Techniques       | Réglattes<br>1m20/autres         | 8x36W<br>5x15W |

◆ Electricité Bâtiment

Tableau 18: Eclairage du bloc Electricité/Bâtiment

| Locaux           | Types de lampes               | Quantité        |
|------------------|-------------------------------|-----------------|
| Salle Formateur  | Réglattes 1m20/Hublot         | 1x36W<br>3x8W   |
| Salle de cours 7 | Réglattes 1m20/               | 4x36W           |
| Salle de cours 8 | Réglattes 1m20/               | 4x36W           |
| Magasin          | Hublot                        | 1x15W           |
| Couloirs         | Réglattes 1m20/               | 3x36W           |
| Box TP           | Réglattes 60cm/ Hublot<br>Led | 12x18W<br>24x9W |

**NB :** Dans ce bâtiment, notons l'apport du système PV qui prend en charge la totalité de l'éclairage.

◆ Plomberie

Tableau 19: Eclairage du bloc Installation Sanitaire/Plomberie

| Locaux          | Types de lampes   | Quantité                |
|-----------------|---|-------------------------|
| Salle formateur | Réglatte 1m20   | 1x36W                   |
| Vestiaires      | Petite réglatte<br>Réglatte 1m20<br>Lampe à incandescence | 1x40W<br>2x36W<br>4x60W |
| Labo Hydrologie | Réglatte 1m20   | 2x36W                   |
| Aire de TP      | Réglatte 1m20   | 4x36W                   |

|                             |                       |       |
|-----------------------------|-----------------------|-------|
|                             |                       |       |
| Magasin                     | Réglette 1m20         | 2x36W |
| Salle Technologie et Dessin | Réglette 1m20         | 4x36W |
| Box Soudage                 | Lampe led             | 3x15W |
| Box TP                      | Lampe à incandescence | 5x60W |

◆ Cantine

*Tableau 20: Eclairage de la Cantine*

| locaux           | Types de Lampes | Quantité |
|------------------|-----------------|----------|
| Salle de service | Réglette 1m20   | 8x36W    |
| Cuisine          | Réglette 1m20   | 4x36W    |
| Extérieur        | Lampe led       | 3x11W    |

◆ Salles des formateurs

*Tableau 21: Eclairage de la Salle des formateurs*

| Locaux       | Types de lampes | Quantité |
|--------------|-----------------|----------|
| Grande salle | Réglette 1m20   | 2x36W    |
| Petite salle | Lampe led       | 1x11W    |
| Toilettes    | Lampe led       | 1x11W    |
| Extérieur    | Lampe led       | 1x11W    |

◆ Salle Informatique

*Tableau 22: Eclairage de la Salle informatique*

| Locaux                              | Types lampes   | Quantité |
|-------------------------------------|----------------|----------|
| Salle de cours                      | Réglettes 1m20 | 6x36W    |
| Bureau gestionnaire et toilette int | Réglette       | 1x36W    |
|                                     | Hublot         | 1x60W    |
|                                     | Linolite       | 1x410    |

◆ Infirmerie

*Tableau 23: Eclairage de l'infirmerie*

| Locaux           | Types de lampes | Quantité |
|------------------|-----------------|----------|
| Salle de service | Réglette 1m20   | 1x36W    |
| Toilette         | Lampe led       | 1x11W    |
|                  | Lampe led       | 1x11W    |

◆ Vestiaires

Tableau 24: Eclairage des vestiaires

| Locaux     | Types de lampe        | Quantité |
|------------|-----------------------|----------|
| Vestiaires | Lampe à incandescence | 4x60W    |
|            | Linolite              | 1x40W    |
|            | Réglettes 1m20        | 8x36W    |
|            | Lampe led             | 12x11W   |

◆ Aire de travaux pratiques

Tableau 25: Eclairage des zones de TP

| Locaux       | Types de lampes | Quantité |
|--------------|-----------------|----------|
| Maçonnerie   | Réglettes 1m20  | 12x36W   |
| Ferraillerie | Réglettes 1m20  | 12x36W   |
| Coffrage     | Réglettes 1m20  | 12x36W   |

◆ Parkings

Tableau 26: Eclairage des Parkings

| Locaux          | Types de lampes | Quantité |
|-----------------|-----------------|----------|
| Parking engin   | Lampe led       | 1x11W    |
|                 | Réglettes 60cm  | 3x18W    |
| Parking voiture | Réglettes 1m20  | 3x36W    |
|                 | Lampe led       | 1x11W    |

◆ Magasin général

Tableau 27: Eclairage du Magasin

| Locaux              | Types de lampes | Quantité |
|---------------------|-----------------|----------|
| Local des matériels | Réglettes 1m20  | 10x36W   |
| Bureau              | Réglettes 1m20  | 1x36W    |
| Toilette            | Lampe led       | 1x11W    |
|                     | Linolite        | 1x40W    |
| Extérieur           | Lampe led       | 1x11W    |

◆ Salle de cours

Tableau 28: Eclairage des Sale de cours

| Locaux    | Types de lampes | Quantité |
|-----------|-----------------|----------|
| Intérieur | Réglettes 1m20  | 36x36W   |
| Extérieur | Lampe led       | 1x11W    |
|           | Projecteur      | 1x20W    |

◆ Maçonnerie Béton Armé

Tableau 29: Eclairage du bloc Maçonnerie

| Locaux     | Types de lampes | Quantité |
|------------|-----------------|----------|
| Bureau     | Réglettes 1m20  | 1x36W    |
| Vestiaires | Hublots         | 2x11W    |
|            | Linolite        | 1x40W    |
| Magasin    | Réglettes 1m20  | 2x36W    |

◆ Locaux groupe électrogène et TGBT

Tableau 30: Eclairage des locaux TGBT/groupe électrogène

| Locaux             | Types de lampes | Quantité |
|--------------------|-----------------|----------|
| TGBT               | Réglettes 60cm  | 2x18W    |
| Groupe électrogène | Réglettes 60cm  | 2x18W    |

◆ VRD

Tableau 31: Eclairage du bloc VRD

| Locaux                | Types de lampes | Quantité |
|-----------------------|-----------------|----------|
| Bureau et magasin int | Réglettes 1m20  | 4x36W    |
| Vestiaires            | Lampe led       | 4x11w    |
|                       | Réglettes 1m20  | 2x36W    |
|                       | Linolite        | 1x40W    |
| Extérieur             | Lampe led       | 3x11W    |
| Magasin               | Réglettes 1m20  | 2x36W    |

◆ Magasin d'assemblage

Tableau 32: Eclairage du Magasin Assemblage

| Locaux              | Types de lampes | Quantité |
|---------------------|-----------------|----------|
| Salle de cours 1    | Réglettes 1m20  | 3x36W    |
| Zone d'assemblage   | Réglettes 1m20  | 4x36W    |
| Zone machine à bois | Réglettes 1m20  | 4x36W    |
| Salle de cours 2    | Réglettes 1m20  | 3x36W    |
| Couloires           | Réglettes 1m20  | 2x36W    |

◆ Logements

Tableau 33: Eclairage des logements

| Locaux    | Types de lampes | Quantité |
|-----------|-----------------|----------|
| Chambres  | Lampe led       | 25x15W   |
|           | Linolite        | 1x40W    |
| Couloires | Hublot          | 10x15W   |

|           |                |        |
|-----------|----------------|--------|
|           | Réglettes 60cm | 80x18W |
| Toilettes | Lampes led     | 25x15W |

◆ Local des gardiens

Tableau 34: Eclairage du local des gardiens

| Locaux    | Types de lampes | Quantité |
|-----------|-----------------|----------|
| Intérieur | Lampe led       | 2x11W    |
| Extérieur | Lampe led       | 2x11W    |

◆ Eclairage extérieur du centre

Tableau 35: Eclairage extérieur

| Locaux    | Types de lampes | Quantité |
|-----------|-----------------|----------|
| Extérieur | Projecteur      | 2x20W    |
|           | Projecteur      | 1x50W    |

➤ **Climatisation**

◆ Administration

Tableau 36: Climatisation de l'Administration

| Locaux                         | Types de climatiseurs | Quantité |
|--------------------------------|-----------------------|----------|
| Bureau 1                       | Clim Samsung          | 1x3200   |
| Bureau 1                       | Clim Samsung          | 1        |
| Bureau Directeur               | Clim Samsung          | 1        |
| Local serveur                  | Clim Samsung          | 1        |
| Bureau Comptable               | Clim Samsung          | 1        |
| Salle de réunion               | Armoire               | 2        |
| Bureau Chargé du Développement | Clim Samsung          | 1        |
| Bureau resp formation          | Clim Samsung          | 1        |

Notons que l'administration est l'endroit le plus climatisé du centre.

◆ Salles Informatique, formateur et infirmerie

Tableau 37: Climatisation des Salles formateur et Informatique et Infirmerie

| Locaux               | Types de climatiseurs | Quantité |
|----------------------|-----------------------|----------|
| Salle de cours       | Clim Samsung          | 3        |
| Bureau gestionnaire  | Clim Samsung          | 1        |
| Salle des formateurs | Clim Samsung          | 1        |
| Infirmerie           | Clim Samsung          | 1        |

➤ **Equipements Bureautiques**

◆ Administration

Tableau 38: Equipement bureautique administration

| Locaux                          | Types d'équipements | Quantité |
|---------------------------------|---------------------|----------|
| Bureau secrétaire administratif | Ordinateur fixe     |          |
|                                 | Photocopieuse       |          |
| Bureau secrétariat              | Ordinateur fixe     |          |
|                                 | Imprimante          |          |
| Bureau Directeur                | Ordinateur fixe     |          |
|                                 | Imprimante          |          |
|                                 | ordinateur portable |          |
| Local Serveur                   | Ordinateur fixe     |          |
|                                 | Modem               |          |
| Bureau Comptable                | Ordinateur fixe     |          |
|                                 | Imprimante          |          |
| Bureau Chrg Développement       | Ordinateur fixe     |          |
|                                 | Imprimante          |          |
|                                 | Ordinateur portable |          |
| Bureau resp formation           | Ordinateur portable |          |

◆ UME

Tableau 39: Equipement bureautique UME

| Locaux                        | Types d'équipements        | Quantité |
|-------------------------------|----------------------------|----------|
| Salle formateur               | Vidéo projecteur Epson 940 | 1x337W   |
|                               | Vidéo projecteur Epson 504 | 1x277W   |
|                               | Ordinateur portable        | 3x70W    |
| Salle formation               | Vidéo projecteur Epson 504 | 1x277W   |
|                               | Ordinateur portable        | 1x70W    |
| Salle informatique            | Ordinateur fixe            | 17x90W   |
| Secrétariat                   | Ordinateur fixe            | 1x90W    |
| Bureau responsable de filière | Ordinateur fixe            | 1x90W    |
|                               | Imprimante                 | 1x570W   |
| Couloire                      | Modem                      | 1x15W    |

◆ Electricité Bâtiment

Tableau 40: Equipement bureautique de EB

| Locaux                | Types d'équipements | Quantité |
|-----------------------|---------------------|----------|
| Salle formateur       | Ordinateur fixe     | 1x90W    |
|                       | Ordinateur portable | 3x70W    |
|                       | Modem               | 1x15W    |
| Salle de cours 7 et 8 | Ordinateur fixe     | 1x90W    |

◆ Plomberie

Tableau 41: Equipement bureautique Plomberie

| locaux          | Types d'équipements | Quantité |
|-----------------|---------------------|----------|
| Salle formateur | Ordinateur fixe     | 1x90W    |
|                 | Ordinateur portable | 3x70W    |
|                 | scanner             | 1x50W    |

- Salles formateur et informatique, Magasin général, Maçonnerie béton armé et VRD

Tableau 42: Equipement bureautique Salles informatiques, magasin général, Maçonnerie et VRD

| Locaux   | Types d'équipements | Quantité |
|--|---------------------|----------|
| Salle formateur  | Ordinateur portable | 2x70W    |
|  | Modem               | 1x15W    |
| Salle Informatique :<br>salle de cours et bureau<br>gestionnaire | Ordinateur fixe     | 28x90W   |
|  | Ordinateur portable | 1x70W    |
| Magasin général  | Ordinateur fixe     | 1x90W    |
| Maçonnerie béton armé  | Ordinateur portable | 3x70W    |
|  | Ordinateur fixe     | 1x90W    |
|  | Scanner             | 1x50W    |
| VRD  | Ordinateur fixe     | 2x90W    |
|  | Ordinateur portable | 3x70W    |
|  | Imprimante          | 1x32W    |

- **Equipements spécifiques**

◆ Administration

Tableau 43: Equipements spécifiques de l'administration

| Locaux        | Types d'équipements | Quantité |
|---------------|---------------------|----------|
| Bureau 1      | Réchaud             | 1x2000W  |
| Bureau 2      | régulateur          | 1x1000W  |
| Local Serveur | Onduleur/bureau     | 1x4000W  |

|                             |            |        |
|-----------------------------|------------|--------|
| Bureau resp Formation       | Régulateur | 1x360W |
| Bureau Chargé Développement | Régulateur | 1x360W |
| Bureau Comptable            | Régulateur | 1x360W |

◆ UME

Tableau 44: Equipements spécifiques de l'UME

| Locaux          | Types d'équipements | Quantité |
|-----------------|---------------------|----------|
| Salle formateur | réchaud             | 1x2200W  |
| Laboratoire     | Presse BTP          | 1x1000W  |
|                 | Etuve ventilé       | 1x3250W  |
|                 | Projecteurs         | 2x1000W  |
| Atelier         | Cribleur            | 1x1300W  |
|                 | Bétonnière          | 1x2200W  |
|                 | Malaxeur 1          | 1x2200W  |
|                 | Moteur élévateur    | 2x1260W  |
|                 | Banc AEV            | 1x1100W  |
|                 | Malaxeur 2          | 1x1400W  |
| Local technique | Extracteur          | 1x50W    |
|                 | Ventilateurs        | 2x63W    |
|                 | Pompe               | 1x1111W  |

◆ Electricité Bâtiment et Plomberie

Tableau 45: Equipements spécifiques de l'EB et Plomberie

| Locaux                                | Types d'équipements | Quantité  |
|---------------------------------------|---------------------|-----------|
| Salle formateur et couloire Elec_Bâti | Régulateur          | 1x1000W   |
|                                       | Réchaud             | 1x1500W   |
|                                       | Rallonge triphasée  | 1x5888W   |
| Salle formateur                       | Perceuses           | 8x1100W   |
| Laboratoire hydrologie                | Suppresseurs        | 3x64W     |
|                                       | Chauffe-eaux        | 2x1800W   |
| Aire de travaux pratiques             | Postes soudages     | 3x112000W |
|                                       | Aspirateurs         | 3x1100W   |
|                                       | Adoucisseur         | 1x18.75W  |
|                                       | Fontaine            | 1x432W    |

◆ Cantine, Salle informatique et Guichet/Magasin

Tableau 46: Equipements spécifiques de la Salle info, Cantine et Magasin général

| Locaux  | Types d'équipements | Quantité |
|---------|---------------------|----------|
| Cuisine | Frigo 1             | 1x500W   |
|         | Frigo 2             | 1x850W   |
|         | Micro-onde          | 1x1100W  |

|                    |                   |           |
|--------------------|-------------------|-----------|
|                    | Four              | 1x300W    |
| Salle informatique | Onduleur/bureau   | 1x4200W   |
| Guichet et Magasin | Catcheur          | 1x580000W |
|                    | Compresseur à air | 1x1100W   |
|                    | Chargeur batterie | 1x6400W   |
|                    | Réchaud           | 1x1000W   |

◆ VRD, Magasin assemblage, Logements

Tableau 47: Equipements spécifiques de VRD, Magasin Assemblage et Logements

| Locaux                | Types d'équipements | Quantité |
|-----------------------|---------------------|----------|
| Bureau et magasin VRD | Réchaud             | 1x1500W  |
|                       | Clipper             | 1x2200W  |
|                       | Bétonnière 1        | 1x600W   |
|                       | Bétonnière 2        | 1x1500W  |
| Magasin assemblage    | Rabot électrique    | 1x4300W  |
|                       | Coupeur             | 1x1800W  |
|                       | Machine à bois      | 1x4000W  |
| Logements             | Téléviseur          | 1x55W    |

➤ **Ventilateurs**

- Administration

Tableau 1 : Ventilateurs/Brasseurs de l'administration

| Locaux                      | Types de ventilateurs | Quantité |
|-----------------------------|-----------------------|----------|
| Secrétariat administratif   | Brasseur              | 1x55W    |
| Secrétariat de la Direction | Brasseur              | 1x55W    |
| Bureau Directeur            | Brasseur              | 1x55W    |
| Chargé du Développement     | Brasseur              | 1x55W    |
| Responsable de formation    | Brasseur              | 1x55W    |

- UME

Tableau 2 : Ventilateurs/Brasseurs de l'UME

| Locaux                        | Types de ventilateurs | Quantité |
|-------------------------------|-----------------------|----------|
| Salle des formateurs          | Eternal               | 1x55W    |
| Bureau responsable de filière | Eternal               | 1x55W    |
| Secrétariat                   | Eternal               | 1x55W    |
| Salle informatique            | Eternal               | 3x55W    |
| Laboratoire                   | Eternal               | 2x55W    |
| Hall                          | Brasseurs             | 2x55W    |

○ Autres locaux

*Tableau 3 : Ventilateurs/Brasseurs des autres locaux*

| Locaux               | Types de ventilateurs | Quantité |
|----------------------|-----------------------|----------|
| MaBa                 | Evernal               | 1x55W    |
| VRD                  | Evernal               | 1x55W    |
|                      | Brasseur              | 1x55W    |
| Logements            | Brasseurs             | 25x55W   |
| Plomberie            | Brasseurs             | 5x55W    |
| Cantine              | Brasseurs             | 6x55W    |
| Salles de classes    | Brasseurs             | 6x55W    |
| Guichet/Magasin      | Brasseur              | 1x55W    |
| Electricité Bâtiment | Brasseurs             | 2x55W    |
|                      | Evernal               | 1x55W    |