HAL
open science

Étude et gestion de l'énergie électrique de l'hôpital HIRAM – Tyr

Ahmad Hassan Marwany

To cite this version:

Ahmad Hassan Marwany. Étude et gestion de l'énergie électrique de l'hôpital HIRAM – Tyr. Energie électrique. 2015. dumas-01473164

HAL Id: dumas-01473164

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01473164

Submitted on 21 Feb 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

le cnam
Liban

Institut des Sciences
Appliquées et Économiques

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS-PARIS

CENTRE ASSOCIE DU LIBAN (I.S.A.E)

Mémoire

Présenté en vue d'obtenir

Le DIPLOME d'INGENIEUR CNAM

SPECIALITE : GÉNIE ÉLÉCTRIQUE

OPTION : ELECTROTECHINQUE

Par

Ahmad Hassan MARWANY

Etude et gestion de l'énergie électrique de l'hôpital HIRAM – Tyr.

JURY

PRESIDENT: **M. S. Lefebvre**

MEMBRES: **M. K. Itani**

M. M. Oueidat

M. A. Nohra

M. M. Hamdan

Soutenu le 4 février 2015

Remerciements

Tout d'abord, grâce à Dieu, adresse mes sincères remerciements à ceux qui ont contribué à l'élaboration de mon mémoire.

Je tiens tout particulièrement à remercier Professeur Mohamad OUEIDAT, qui m'a soutenu, encouragé, durant la réalisation mon projet et avec qui j'ai établi une relation de confiance.

Je remercie Monsieur Khalid TANI, chef du département qui était à côté de moi depuis ma première année au CNAM et qui m'a dirigé dans ma vie académique et pratique.

Merci à la direction de l'hôpital Hiram représentée par Dr. Salman AIDYBA pour m'avoir assuré la facilité de suivre mon projet chez eux.

Je remercie l'administration universitaire et mes collègues qui m'ont aidé dans la réalisation du projet.

Abréviations

THD Courant	:	Taux de distorsion totale d'harmoniques de Courant (en %)
THD tension	:	Taux de distorsion totale d'harmoniques de tension (en %)
P	:	Puissance active totale en kW.
Q	:	Puissance réactive totale en kVAR
S	:	Puissance apparente totale en KVA
Cosϕ	:	Facteur de puissance.
I1	:	Courant de ligne 1 principal.
I2	:	Courant de ligne 2 principal.
I3	:	Courant de ligne 3 principal.
In	:	Calibre de disjoncteur principal
fr	:	fréquence d'accord en Hz
f1	:	fréquence du fondamental (ou industrielle, 50 Hz au Liban).
L	:	Inductance du filtre passif en mH.
C	:	Condensateur du filtre passif en µF.
r	:	Résistance interne du filtre passif en Ω
Z	:	Impédance du filtre passif en Ω
Qvar	:	La puissance réactive de compensation du filtre en Var
nr	:	Nombre de rang.
U1	:	Tension aux bornes du filtre en V
X0	:	Impédance caractéristique du filtre.
q	:	Facteur de qualité du filtre.
P1	:	pertes du filtre en W.
BP	:	Bande passante.
Pn	:	Les pertes dues aux courants harmoniques en W
N	:	Nombres des spires de la bobine
l	:	Longueur de la bobine en m.
S	:	Section de la bobine en m²

$\mu 0$	:	Perméabilité magnétique = $4\pi \times 10^{-7}$ $H.m^{-1}$
μr	:	Perméabilité relative effective du matériau magnétique.

Sommaire

Remerciements……... 3
Abréviations…… 3
Sommaire…… 5

1- Introduction…… 9
1-1 Introduction……... 9
1-1-1 Problématiques……. 13
1-1-2 Schéma de l'installation électrique de l'hôpital HIRAM…. 14
1-2 Infrastructure d'un nouvel hôpital ……. 15
1-2-1 Vers une infrastructure intelligente qui protège à la fois le bien-être de vos patients…… 15
1-2-2 Construction d'un nouvel hôpital……. 17
1-2-3 Le gage de l'intelligence en milieu hospitalier…..…… 17
1-2-4 Avantages à long terme d'une planification en amont……. 18
1-2-5 Cahier de charge du projet…… 19
1-3 Plan d'exécution…… 21

2- Alimentation électrique dans les hôpitaux……... 22
2-1 Maîtrise de l'énergie dans les établissements de santé……... 22
2-1-1 Problématique……... 22
2-1-2 Apports d'énergie internes……... 27
2-1-3 Apports d'énergie externes……... 28
2-2 Résultats attendus et stratégies de mise en œuvre…….. 29
2-2-1 Résultats techniques……. 29
2-2-2 Résultats financiers…….. 29
2-3 Consommations d'énergie dans les hôpitaux……. 30
2-3-1 Consommation et des coûts de l'énergie……. 30
2-3-2 Systèmes de consommation électrique élevée dans les hôpitaux…….. 32
2-3-3 Approches d'économie d'énergie……. 33
2-3-4 Intérieures exigences climatiques……. 34
2-4 Gestion de l'énergie dans les hôpitaux…….... 36

2-4-1 Organisation……. 36
2-4-2 Audit énergétique……. 37
2-4-3 Prioriser les mesures possibles……. 38
2-4-4 Mise en œuvre des mesures…….. 38
2-4-5 Entretien et suivi……. 39
2-4-6 Maintien du programme de gestion de l'énergie…….. 39
2-4-7 Responsabilité à tous les niveaux…….. 39
2-5 La norme électrique dans les locaux à usage médical…… 40
2-5-1 Définitions…… 40
2-5-2 Avant propos…… 43
2-5-3-Domaine d'application…… 44
2-5-4 Alimentation et structure des installations……. 44
2-5-5 Protection contre les chocs électriques……. 46
2-5-5-1 Protection par coupure automatique de l'alimentation…… 47
2-5-5-2 Protection par très basse tension de sécurité…… 48
2-5-5-3 Schéma IT médical…….. 48
2-5-5-4 Protection par dispositifs différentiels à courant différentiel résiduel (DDR) à hautes sensibilités. 49
2-5-5-5 Liaison équipotentielle supplémentaire…….. 50
2-5-6 Protection contre l'incendie…….. 51
2-5-7 Protection contre l'explosion…… 52
2-5-7-1 Locaux AIA……... 52
2-5-7-2 Autres locaux ou emplacements à risque d'explosion…….. 53
2-5-8 Limitation des perturbations électromagnétiques…… 53
2-5-9 Sources de remplacement……. 54
2-5-9-1 Généralités…….. 54
2-5-9-2 Alimentations de remplacement utilisant le réseau HT interne à l'établissement…….. 54
2-5-9-3 Choix des groupes électrogènes…… 55
2-5-9-4 Dispositifs de délestage…….. 56
2-5-9-5 Eclairage opératoire……... 56

2-5-9-6 Eclairage des locaux des niveaux 1 et 2……. 56
2-5-10 Protection des structures contre les effets de la foudre… 56
2-5-11 Vérification des installations…….. 56

3- Etude, investigation et mesure…….. 58
3-1 Appareils des mesures…… 58
3-1-1 Janitza UMG 96S La centrale de mesure universelle……. 58
3-1-2 Installation de l'appareil Janitza UMG 96S sous service… 64
3-2 Schémas électriques…… 66
3-3 Charges électriques totales……. 66
3-4 Consommation électrique…… 70
3-5 Courbes de consommation électrique……. 71
3-6 Formes des signaux électriques……... 73
3-6-1 Courants de trois phases principales et fil neutre……. 73
3-6-2 Courants des éclairages…… 74
3-6-3 Mesure de la prise de terre …….. 75
3-7 Disjoncteur principal…… 75

4- Solutions proposées…… 78
4-1 Solutions aux problèmes d'éclairage à l'hôpital…… 78
4-1-1 Solution techniques……. 79
4-1-2 Audit énergie…… 81
4-2 Conformité de la norme NF C 15-211…… 83
4-2-1 Alimentation et structure des installations…….. 83
4-2-2 Protection par coupure automatique de l'alimentation……. 83
4-2-3 Protection par très basse tension de sécurité…… 83
4-2-4 Schéma IT médical…….. 83
4-2-5 Protection par dispositifs différentiels à courant différentiel résiduel (DDR) à haute sensibilité……... 84
4-2-6 Limitation des perturbations électromagnétiques…… 84
4-2-7 Eclairage de salle d'opération…….. 85
4-2-8 Eclairage des locaux des niveaux 1 et 2……... 85

4-3 Solutions aux problèmes de climatisation……..…… 85
4-4 Charges non linéaires……. 86
4-5 Réalisation de filtre passif…….. 89
4-5-1Filtre résonnant……... 89
4-5-2 Calcul de la bobine…….. 92
4-5-3 Réalisations de la bobine…….. 92
4-5-4 Mesures après le filtre…….. 95
4-6 Résultat final…….. 96

Conclusion général……. 98
Bibliographie…… 100
Annexe A mesure des grandeurs électriques par des jours…… 103
Annexe B : les signaux électriques……. 131
Liste des figures ……. 158
Liste des tableaux…… 160
Summary…….. 161

Chapitre I Introduction

1-1 Introduction

Hôpital Hiram, hôpital privé situé à l'entrée nord de la ville de Tyr, a été inauguré en août 1997 et fournit des services de santé pour 61 villages et 3 camps palestiniens environ. Il est composé de 6 étages et près de 100 lits. Ses départements se sont répartis entre des départements d'obstétrique - soins intensifs – nouveau-nés - médecine interne - chirurgie - cliniques externes - une situation d'urgence, en plus des services de radiologie et de laboratoire, ainsi que son nouveau département de psychiatrie.

Fig.1-1 : hôpital HIRAM

Hôpital Hiram comprend 75 médecins de différentes spécialités, et un corps administratif, et de nombreux infirmiers en plus de 100 personnes spécialisez et expérimentées.

Son objectif principal est la progression continue afin de fournir le meilleur service au patient.

Cet hôpital a beaucoup de nouvelles réalisations et de futures planifications.

Premièrement : ses réalisations de l'expansion du service d'urgence de 70 m² à 280 m², et le développement d'une grande cour pour aider à trier les patients en cas de catastrophes et de guerres.

Ensuite, une autre section a été ajoutée dont le principal objectif est d'améliorer la qualité de l'hôpital par l'amélioration continue des méthodes de soins médicaux, les soins infirmiers, et le service avec un plan pour se conformer à la stratégie de l'hôpital.

Il y a aussi une section de la sécurité des patients, la section de l'évaluation de la performance professionnelle qui s'effectue à travers la consolidation du travail médical et infirmier à l'hôpital dans son ensemble ainsi que l'évaluation des conditions médicales dans le but d'offrir de meilleurs services.

Le comité de l'hôpital a commencé sa mission et son évaluation de cet hôpital en juillet 2011.

Sa première journée s'est déroulée en 14 heures de travail continu menée par 6 spécialistes dont l'objectif est de trouve un résultat d'excellence à la fin de cette enquête journalière.

Les principales sections de l'hôpital sont:

1 - services de diagnostic:

Cette section comprend une gamme d'équipements modernes de diagnostic pour diagnostiquer les maladies du système digestif, des nerfs, des voies respiratoires et des voies urinaires et le personnel qui surveille la conduite de ces essais médecins sont des spécialistes dont chacun selon sa compétence dans le domaine de diagnostic ;

2 – les laboratoires médicaux à l'hôpital sont une preuve du développement et de la modernisation depuis la création de l'hôpital, puisqu'ils cherchent à suivre le rythme de développement à travers la mise en place de l'équipement de pointe, qui a la confiance des médecins et des patients en raison de la précision des résultats fournis par, et la vitesse dans l'émission de ces résultats ;

3 - l'unité de soins intensifs fournit des soins pour les blessures et les cas chirurgicaux dangereux, son appareil est équipé en matériel nécessaire par un et médecin spécialiste avec son personnel infirmier ;

4- l'unité de soins cardiaques (CCU) est l'une des sections de base et importantes, à accorder une attention particulière aux patients qui nécessitent un suivi continu.

Et puisque que le patient est obligé de rester seul dans une section, j'ai trouvé que l'administration de l'hôpital doit assurer la confidentialité du patient, par l'attribution d'une chambre séparée pour chaque patient (première classe), quel que soit le garant responsable ;

Cette section est équipée avec les derniers équipements et de la technologie médicale, a la capacité technique, l'expérience et les compétences qui lui permettent d'assurer le suivi du patient, lui permettant un traitement rapide, précis et nécessaire ;

5 – le département des opérations accorde une grande attention à cette section qui a été fournie par des trois salles d'exposition de majeur et mineur chirurgicale équipée avec des équipements pour une anesthésie sécurisée des patient ;. de même, ce département a été également équipé par le matériel et les dispositifs tels que les dispositifs de microchirurgie chirurgicale meilleure façon de faire toutes les chirurgies majeures qui exigent des compétences et des équipements spéciaux dans toutes les spécialités médicales ;

6 – le département de la gynécologie et de l'obstétrique est situé à l'hôpital Hiram au premier étage, il est équipé par toutes les fournitures et équipements médicaux et des appareils modernes ; supervisé par un groupe de médecins et des infirmières compétentes pour offrir les soins aux patients avec les plus hauts standards de qualité internationale ;

7 – la section de traitement de maladies d'enfance est la section la plus importante dans l'hôpital en termes de services médicaux et infirmiers nécessaires pour les enfants de l'âge de mois, et jusqu'à l'âge de 12 ans ;

8 – la section d'urgence offre un service d'urgence continu à l'hôpital de sous la surveillance de médecins ayant l'expérience et un infirmier qualifié pour faire face aux urgences de toutes sortes, et se composant en 5 chambres prêtes à recevoir tous les types de situations d'urgence à la fois divisé selon les cas d'urgence et une unité spéciale de la réadaptation cardiaque équipée pour recevoir les crises graves et cardiaques aiguës en plus d'une unité spéciale pour les patients de la radiologie d'urgence et l'unité de contrôle (Observation) équipée pour accueillir les patients, l'équipe médicale et infirmière pour effectuer leur suivi médical continu ;

9 – un soin central pour le nouveau-né, une section spéciale pour suivre l'enfant par des médecins et des infirmières spécialisées très expérimentés dans le domaine des soins médicaux pour les enfants après la naissance et qui est équipée

par un grand nombre d'incubateurs à partir de laquelle pour contrôler la température et la température de l'enfant et le pourcentage d'oxygène et de l'humidité ;

10 – le département de la lithotritie à l'hôpital reçoit le patient 24 heures pour examiner tous les cas qui souffrent de gravier de différentes formes et de leurs propriétés et types, au rein ou à l'uretère, sous la direction personnelle médicale et formatrice technique et distincte dans ce domaine, où les dispositifs utilisent la fragmentation moderne à l'échelle afin de faciliter le processus de fragmentation et de la descente du gravier sous la forme de poudre, pas de granules et à l'érosion de l'apparition de la douleur, ce qui conduit à des résultats précis et efficaces dans le domaine de la fragmentation ;

11 - il n'y a pas de différence dans les services médicaux entre la classe excellente, la première et la régulière, notre devoir envers nos patients et en fonction de notre mission est de servir tous, sans discrimination sur le plan social, mais il ya des services de l'hôpital qui distinguent ces degrés de l'autre, où la privatisation de l'hôpital au troisième étage de la chambre de première classe ;

- Série A est la chambre avec un lit, pour garantir l'intimité et le confort du patient. Il ya 18 lits de première classe à l'hôpital, 18 chambres individuelles, dont 4 chambres excellentes sont dotées d'équipements et de moyens de moderne médical, où le patient peut recevoir le confort et l'intimité avec un service d'hôtel de caractère, en plus du service médical et le traitement avec les dernières machines ainsi que les meilleurs médecins ;

Cet hôpital est équipé d'une section inclinaison cœur avec un diagnostic moderne rapide pour le patient, avec une spécification meilleure. Il reçoit de même tous les patients qui ont besoin d'incliner le cœur, par exemple:

- " inclinaison des artères du cœur et des opérations ressort et ballon".

Il est à noter que le dispositif d'inclinaison du cœur, est le premier appareil de son genre dans la région et à Tyr.

On ajoute à ce qui précède que le groupe de traitement dans la section de la plupart des cardiologues en plus du personnel infirmier et l'entraîneur spécialiste

En fin de compte, l'hôpital Hiram est une institution médicale dédiée à fournir des soins de meilleure qualité aux patients en mettant l'accent sur l'excellence dans le service de santé dans le but d'assurer la sécurité des patients ainsi que les

meilleurs soins de santé à l'hôpital. C'est la nécessité première pour les patients et pour les médecins afin que cet hôpital devienne la première dans la région en raison de l'excellence dans la qualité de programmes de soins en matière d'éducation, et de devenir un superviseur dans le domaine des technologies de l'hôpital avec le matériel moderne, des équipements médicaux et des programmes de santé pour faire face à l'évolution ; c'est donc pour répondre aux besoins de santé de l'ensemble de la communauté à travers les soins aux patients et les programmes de guérison.

1-1-1 Problématiques:

Habituellement, les problèmes de l'énergie électrique consommée dans les maisons et les petites entreprises existent, mais non traités en priorité et fourrait avoir un impact négatif de la consommation de l'énergie électrique.

Si nous classons les problèmes électriques à l'hôpital du plus important au moins important, nous trouvons qu'il ya plusieurs problèmes peuvent être classés comme des problèmes fondamentaux, y compris le problème du déséquilibre dans la distribution de l'énergie électrique à l'hôpital, ce qui conduit inévitablement à la coupure de disjoncteur ainsi que la présence du niveau de la tension sur la ligne de neutre.

Un problème principal qui est le raison principal de notre présence dans l'hôpital est le déclenchement de disjoncteur principal, l'administration de l'hôpital est me demande de faire les solutions de ce problème.

Un problème important concerne les systèmes de chauffage et de refroidissement à l'hôpital qui ne suivent pas les règlements internationaux.

D'autre part, certains dispositifs médicaux restent alimentés toute la journée et parfois la nuit en permanence, qu'il soit utilisé ou pas.

L'un des problèmes rencontrés dans la plupart des grandes institutions est le choix de la qualité des lampes utilisées et la puissance des lampes d'éclairage.

Pour toutes ces raisons, l'hôpital propose de faire une étude complète de l'installation électrique commençant par l'investigation sur site et le diagnostic des défauts afin de trouver les solutions adéquates et répondant aux normes en vigueur.

1-1-2 Schéma de l'installation électrique de l'hôpital HIRAM.

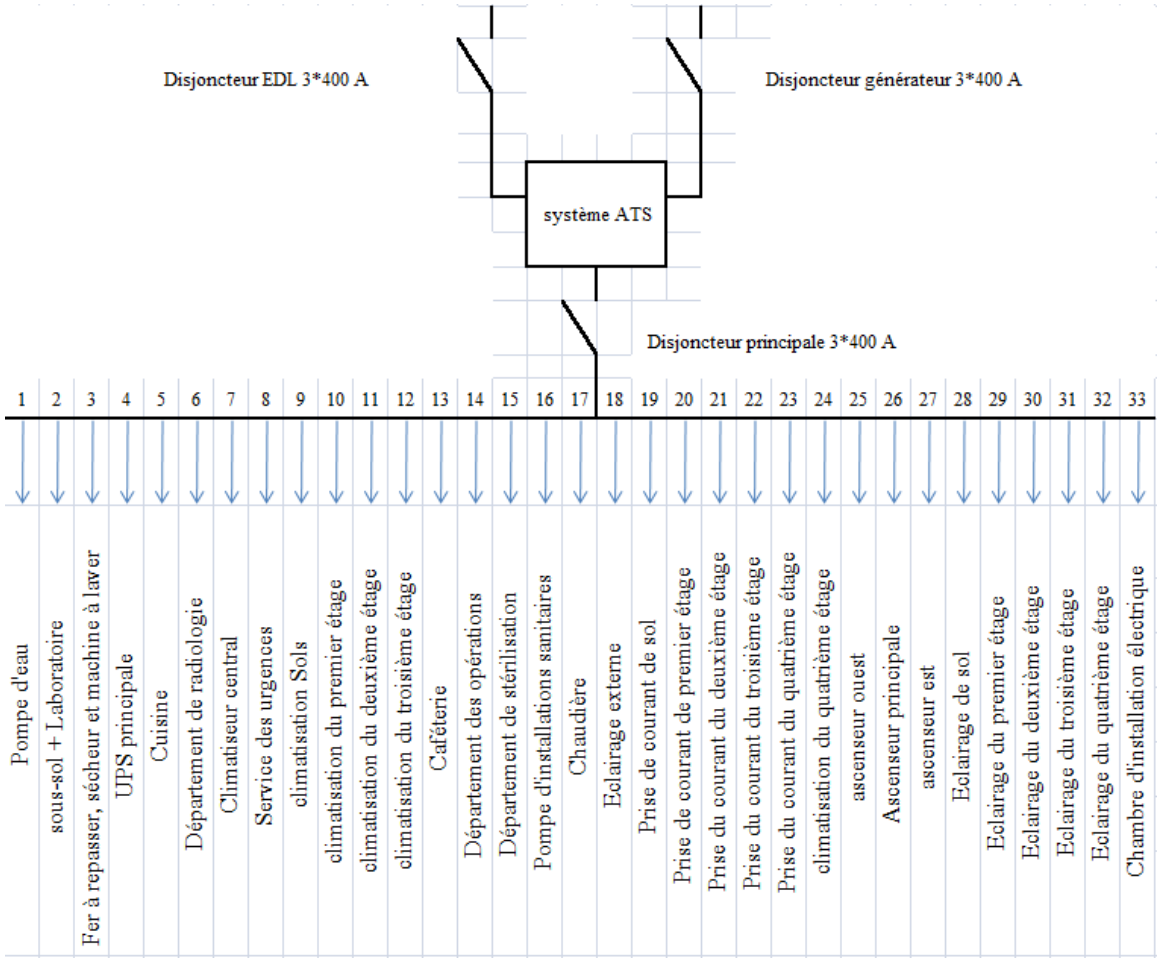


Figure I-2 : schéma de l'installation électrique de l'hôpital HIRAM.

Les dispositifs de protection électrique dans l'hôpital sont assemblés dans un local d'installation électrique dans lequel on trouve 33 disjoncteurs qui alimentent tous les appareils électriques, médicaux et éclairages dans l'hôpital regroupés comme suit :

1- les disjoncteurs des éclairages (disj. 28, 29, 30, 31,32) protègent respectivement les étages 1 à 5 de l'hôpital, tous les types des lampes dans ces étages sont des charges non linéaires ;
2- les disjoncteurs des appareils électriques (ascenseurs, chaudière, pompe électriques) ;
3- un disjoncteur principal de l'UPS qui alimente tous les appareils médicaux comme source de remplacement ;

4- les disjoncteurs de prises de courant dans les étages pour alimenter des appareils électriques (TV, réfrigérateur, lampadaire….) ;
5- il y a des disjoncteurs qui alimentent deux types en même temps comme le disjoncteur 2 qui alimente le laboratoire (appareils médicaux de laboratoires, et l'éclairage de l'étage sous-sol) ;
6- les disjoncteurs de département clinique qui alimentent l'éclairage et la climatisation dans ces département en outre, les appareils médicaux sont alimentés par l'UPS, toutes ces charges sont non linéaires ;
7- les disjoncteurs des climatisations de 5 étages ; ces climatiseurs sont des charges non linéaires ;
8- le disjoncteur 3 alimente le fer à repasser, sécheur et machine à laver.

L'hôpital est constitué de 6 étages :

- le sous- sol contient les départements cliniques ;
- le sol contient des départements cliniques et les bureaux de l'administration de l'hôpital ;
- le premier, deuxième et troisième étages comportent les chambres des patients ;
- le quatrième étage contient la cuisine, la salle de réunion, l'archive et les chambres de soins intensifs.

1-2 Infrastructure d'un nouvel hôpital:

1-2-1 Vers une infrastructure intelligente qui protège à la fois le bien-être de vos patients.

Chaque jour, des patients mettent leur vie entre vos mains. Il est primordial que votre nouvel hôpital soit à la hauteur. Vous devez prendre en compte les réglementations en vigueur, l'évolution incessante de la technologie, ainsi que les dispositions permanentes en matière de santé et de sécurité. Avant même la construction du bâtiment, on affronte en général une pression économique croissante pour optimiser même chaque centime. Il vous incombe d'améliorer à la fois les performances financières et la qualité des soins pour les années à venir. La conception et la construction d'un tel hôpital n'est pas une promenade de santé. En réalité, seules les centrales nucléaires obéissent à des normes de construction plus complexes. Cette complexité, associée aux processus de construction classiques, menace la réussite du projet tout en exposant les patients et le personnel à des risques supplémentaires liés à la qualité du bâtiment. Elle fragilise également la réputation à long terme de l'établissement. Concevoir et construire une infrastructure intelligente protège réellement le bien-être de vos patients et la santé

de votre budget. Par conséquent, une expertise est nécessaire dans les différents domaines que sont la construction et la sécurité, la distribution et la disponibilité énergétique, l'éclairage, le contrôle des salles, ainsi que la gestion des systèmes informatiques et des salles de serveurs.

Une gamme de solutions peut garantir les avantages suivants :

- intégration de plusieurs systèmes d'infrastructure pour optimiser les performances, l'efficacité énergétique et les charges d'exploitation courantes liées au bâtiment ;
- mise à disposition d'un environnement sain et sécurisé pour les patients, les visiteurs et le personnel ;
- amélioration de la satisfaction des patients et du personnel, et optimisation de la productivité opérationnelle ;
- intégration simplifiée des technologies futures et des évolutions réglementaires.

Figue I-3 : schéma propose par Schneider-électrique. **[1]**

1-2-2 Construction d'un nouvel hôpital.

La construction d'un nouvel hôpital est une opportunité unique ; le bâtiment doit réponde à diverses exigences de qualité des soins apportés aux patients, Pour cela, d'où la recherche des solutions complètes, discrètes et efficaces. Respect de la sécurité des patients et de l'hôpital, conformité réglementaire, réduction des gaspillages et maîtrise des coûts... autant de facteurs essentiels pour garantir des soins de qualité pour les patients. En outre, les hôpitaux doivent gérer l'évolution des systèmes informatiques pour assumer les technologies d'imagerie médicale, les dossiers médicaux électroniques et l'augmentation du nombre de patients du fait du vieillissement de la population.

Tous ces objectifs doivent être au cœur du projet de construction avant même sa conception. La difficulté réside toutefois dans la capacité à informer les différentes parties du projet hospitalier : les architectes, les concepteurs et tous les autres entrepreneurs et corps de métier, tels que les partenaires chargés de la construction, des travaux mécaniques et électriques, de la sécurité et des communications. La moindre faille dans le processus de définition du cahier des charges isole les fournisseurs de technologie de l'utilisateur final ou du maître d'œuvre. Ces failles menacent le bon déroulement de votre projet de construction et la qualité future des soins dispensés aux patients.

La création d'un hôpital intelligent débute dès la phase de conception préliminaire. À ce stade, la planification de l'intégration des systèmes réunit toutes les conditions pour la construction d'un bâtiment efficace, rentable et sécurisé. D'où l'intégration des points suivants :

- gestion avancée des bâtiments, y compris contrôle de l'environnement et des salles des patients ;
- distribution électrique et alimentation des équipements stratégiques ;
- gestion avancée de la sécurité ;
- gestion énergétique ;
- gestion des systèmes informatiques et des salles de serveurs. **[1]**

1-2-3 Le gage de l'intelligence en milieu hospitalier.

Les approches classiques de construction de bâtiment aboutissent à des infrastructures hospitalières caractérisées par des systèmes distincts, des câblages redondants et des communications inefficaces. Au final, elles sont synonymes de gaspillage d'énergie, de productivité, de temps et d'argent.

Cette problématique grâce peut être résolue à des solutions exclusives dédiées au secteur de la santé. Ces solutions sont des approches basées sur une architecture

ouverte qui permet de créer des bâtiments intelligents en intégrant des systèmes comme le contrôle du chauffage, de la ventilation et de la climatisation, le contrôle des accès, la gestion de la sécurité, la distribution et la surveillance électrique, la gestion informatique et le contrôle de l'éclairage. Notre solution, gestion active de l'énergie, permet à nos clients d'optimiser sensiblement leur efficacité énergétique en matière d'utilisation, de coût, de sécurité et d'impact environnemental. Cette approche s'applique aussi bien aux nouveaux hôpitaux qu'aux structures existantes. Conduisant aux atouts suivants :

- compatibilité entre tous les systèmes ;
- visualisation et suivi de la consommation énergétique pour réduire les gaspillages et optimiser l'énergie utilisée ;
- solutions modulaires, installation simplifiée et intégration des systèmes pour l'amélioration des performances de l'hôpital.

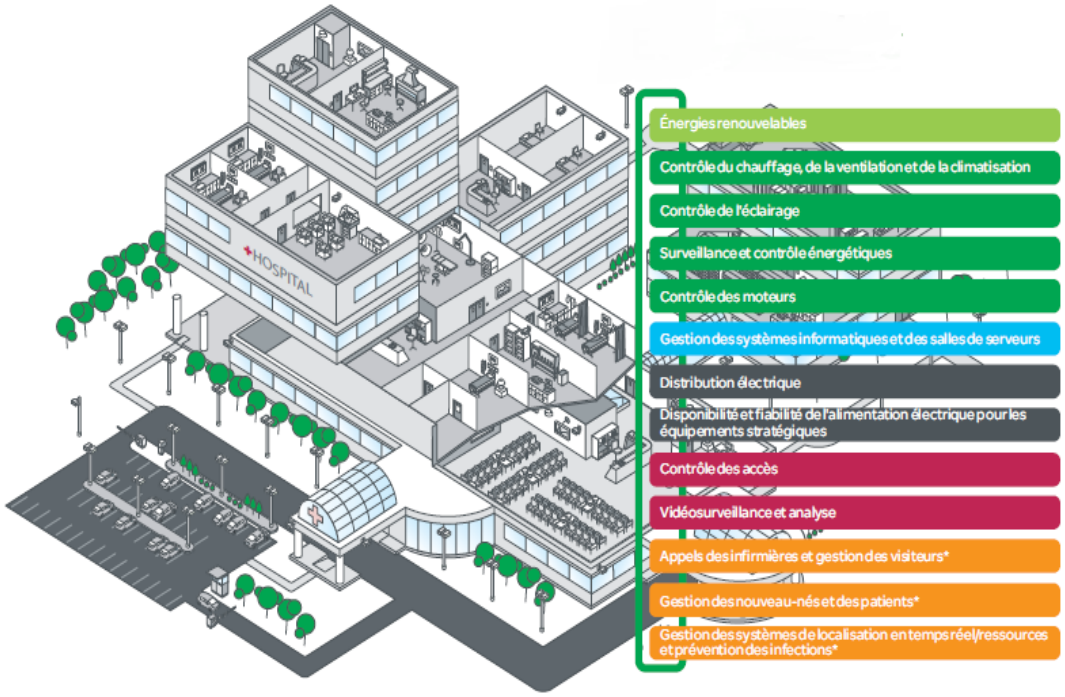


Figure I-4 : intégration a des applications tierces. **[1]**

1-2-4 Avantages à long terme d'une planification en amont.

Une bonne planification au préalable peut conduire à une réduction de la facture 30 % en matière de coûts énergétiques par rapport à un bâtiment classique. D'autre part, cette planification doit prendre en compte la conformité aux organismes de régulation et d'accréditation tout au long de la vie du bâtiment. **[1]**

Amélioration de la sécurité des patients.

- réduction des risques d'erreurs grâce à l'intégration, dans les installations, de dispositifs assurant la sécurité des patients ;
- réduction des effets secondaires évitables ;
- amélioration de la sécurité des patients, du personnel et des ressources de l'hôpital, et notamment protection contre les enlèvements d'enfants et les sorties de patients imprévues ;
- réduction des risques de coupures électriques ainsi que de blessures ou de décès de patients occasionnés par des pannes ou des incendies électriques ;
- amélioration de l'environnement de soin par la réduction des risques de maladies nosocomiales et l'intégration de systèmes au sein du bâtiment.

Augmentation de la satisfaction des patients.

- chambres conçues spécialement pour le confort et la surveillance des patients ;
- solutions exceptionnelles de gestion des visiteurs et d'appel des infirmières.

Augmentation de la productivité de l'hôpital

- mise en place d'une infrastructure informatique fiable, évolutive et à haut rendement énergétique pour prendre en charge les nouvelles initiatives d'augmentation de la productivité, comme les dossiers médicaux électroniques et les systèmes d'archivage et de transmission d'images ;
- augmentation de la productivité du personnel par des outils et des tableaux de bord conviviaux permettant d'accéder aux données appropriées en temps voulu, qu'il s'agisse de données relatives aux blocs opératoires ou d'un aperçu de l'ensemble des installations. ;
- création d'un bâtiment hospitalier plus facile à entretenir grâce à la mise en place de systèmes planifiant mieux les opérations de maintenance conditionnelle. **[1]**

1-2-5 cahier de charge de projet

Ce cahier de charge est écrit pour le projet de construire d'un nouvel hôpital mais le cahier de charge de notre projet sera fait suivant les procédures suivantes :

- maitriser l'énergie de bâtiment ;
- équipe suivi des consommations ;
- dériver des consommations ;
- cahier des charges précis et faisant appel à du matériel performant ;

- diagnostic énergétique identifier tous les postes qui peuvent diminuer leur consommation ;
- diagnostic énergétique est un bilan complet sur toutes les consommations d'un bâtiment et ses installations ;
- évaluer la consommation de chaque secteur (blanchisserie, éclairage, production de froid, chaufferie, stérilisateur ;
- ne s'agit pas seulement de connaître la puissance d'un appareil, mais aussi la fréquence et les conditions d'utilisation ;
- évaluer l'évolution des consommations et l'impact des interventions réalisées ;
- rapport annuel sur l'évolution des consommations ;
- il faut tout d'abord connaître les postes les plus gros consommateurs, puis identifier les mesures de maîtrise de l'énergie les plus appropriées ;
- les systèmes utilisant les énergies renouvelables sont donc une alternative intéressante et sont déjà très largement utilisés dans le domaine de la santé ;
- exploitant interne ou externe nécessaire pour suivre le bon fonctionnement du matériel installé. Sans un bon suivi de l'exploitant, les résultats estimés lors de l'étude pourront être différents.

1-3 Plan d'exécution.

Tâches à réaliser		Estimation du temps et date de réalisation des tâches	Durée d'exécution
	Introduction + problématique	April 2014	1 mois
Investigation et analyse des problèmes	Problèmes électriques	Mai 2014	1 mois
	Problèmes des systèmes des climatisations		
	Problèmes mécaniques		
Suggestions	Cahier de charge	Juin-Juillet 2014	2 mois
	Maitrise d'énergie		
	Norme électrique des Hôpitaux		
	Economie de l'énergie		
Etude, investigation et mesure		Août –Septembre 2014	2 mois
Solutions et validations	Exécution des solutions proposées	Octobre –Novembre 2014	2 mois
	Exécution des travaux dans l'hôpital		
	Teste en mise en service		
Rédaction du mémoire		Décembre 2014	1 mois
Total			9 mois

Chapitre II Alimentation électrique dans les hôpitaux.

2-1 Maîtrise de l'énergie dans les établissements de santé.

2-1-1 Problématique

Les établissements de santé sont des gros consommateurs en énergie. Les divers postes spécifiques tels que la cuisine, la blanchisserie, la stérilisation, la radiologie, les laboratoires internes et les blocs opératoires consomment beaucoup d'énergie. Ainsi, l'énergie est un élément essentiel dans le fonctionnement d'un hôpital et le moindre manque peut avoir de lourdes conséquences. De ce fait, le milieu hospitalier reste un domaine difficile en termes de réduction d'énergie vis-à-vis des gestionnaires. Pourtant, de multiples solutions existent et pourraient diminuer la facture énergétique qui représente un poids non négligeable dans le budget d'un bâtiment de santé.

Les économies réalisées pourraient être affectées à d'autres utilisations comme la modernisation des équipements.

L'enjeu d'économie d'énergie est plus important dans les pays en développement que dans les pays industrialisés. Par exemple, la consommation des hôpitaux climatisés en Afrique subsaharienne dépasse les 400 kWh/m².an par rapport à une consommation moyenne de 320 kWh/m² an dans le secteur sanitaire et social en France. Cela semble évident que la question de la maîtrise de l'énergie dans les établissements de santé, principalement dans les pays en développement, est très importante ; De plus, en France, avant 2003 (année de canicule), la climatisation était réservée à des postes spécifiques (bloc opératoire,…). Depuis, la climatisation s'est étendue à tous les locaux pour améliorer le confort des patients et des soignants.

Les hôpitaux consomment de l'énergie en permanence parce qu'ils requièrent des conditions d'ambiances strictes et ils utilisent des équipements énergivores. Par conséquent, ils ont une consommation d'énergie par unité de surface très élevée (exemple : 330 à 345 kWh/m² an pour un établissement européen). Par conséquent, le coût de ces énergies représente des sommes importantes. D'une manière générale, dans les pays en développement, les consommations en énergie des grands hôpitaux nationaux et régionaux (combustible et électricité) sont estimées à environ 5 % du budget global mais peuvent atteindre 10 %.

C'est pourquoi une action de maîtrise de l'énergie permettrait de mieux utiliser l'énergie consommée, d'économiser et aussi de participer au développement durable en respectant l'environnement.

Pour mettre en place une démarche de maîtrise de l'énergie, les décideurs et les gestionnaires doivent réellement prendre en compte le poste « Énergie » et adhérer

à une action de maîtrise de l'énergie durable des consommations dans leur établissement.

Une action de maîtrise de l'énergie dans un établissement se déroule en plusieurs étapes.

Tout d'abord, pour maîtriser l'énergie d'un bâtiment, le gestionnaire doit s'engager dans cette optique et sans lui, aucune action ne sera véritablement efficace et n'aboutira à un résultat. Il doit désigner une équipe qui s'occupera de faire le suivi des consommations. À travers les dérives des consommations, il doit vérifier s'il s'agit d'un problème d'exploitation ou d'un problème de matériel vétuste. En fonction de ces données, il doit appliquer des actions correctrices :

- optimisation du matériel par un expert ;
- changement du matériel avec correction à travers un cahier des charges précis et faisant appel à du matériel performant.

L'équipe sera chargée de consulter les entreprises, de mobiliser des fonds, de suivre les travaux, etc.

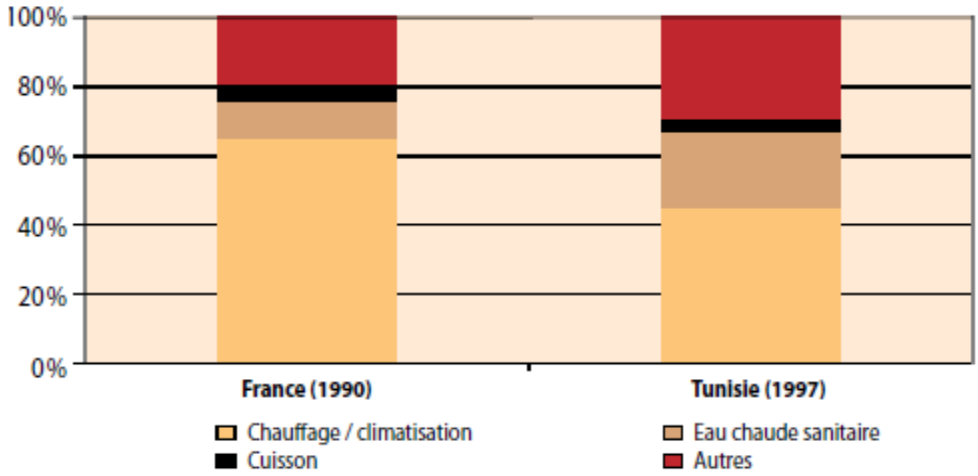
Les consommations d'un établissement de santé dans divers postes sont différentes d'un bâtiment à l'autre. C'est pourquoi un diagnostic énergétique est nécessaire avant d'identifier tous les postes qui peuvent diminuer leur consommation en énergie. On ne peut pas se baser sur des chiffres statistiques concernant les parts de l'énergie des différents postes de consommation. À titre d'exemple, un diagnostic dans un pays en développement permettra d'évaluer les postes « gros consommateurs » par rapport aux autres. **[2]**

Le diagnostic énergétique est un bilan complet sur toutes les consommations d'un bâtiment et ses installations. Il consiste à évaluer la consommation de chaque secteur (blanchisserie, éclairage, production de froid, chaufferie, stérilisateur,…) et de définir ses besoins. Pour cela, il ne s'agit pas seulement de connaître la puissance d'un appareil, mais aussi la fréquence et les conditions d'utilisation de celui-ci. La mise en place de comptage (tableau de bord) est possible sur certains postes où l'estimation des consommations est difficile. Après cette analyse, il faut ajuster ces paramètres de façon à estimer la consommation réelle des bâtiments.

Le diagnostic peut définir des actes de sensibilisation des occupants par le personnel de l'hôpital afin de réaliser des économies d'énergie ; exemple : optimisation de l'éclairage. Mais, toutes les actions préconisées ne seront pas réalisées en même temps. Cela dépend du budget disponible et du temps de retour pour les différents travaux proposés. Ainsi, une intervention dont le temps de retour sera court sera plus facilement adoptée par les gestionnaires qu'une intervention avec une rentabilité à long terme.
L'équipe technique de l'hôpital doit avoir un objectif à atteindre et doit mettre en place un plan pour diminuer la consommation en énergie du bâtiment. Ainsi, les

outils de connaissance (comptage) mis en place lors de la seconde étape (Connaître et évaluer) doivent servir en permanence pour évaluer l'évolution des consommations et l'impact des interventions réalisées.
Il sera important de réaliser un rapport annuel sur l'évolution des consommations. Des modifications pour optimiser l'efficacité des actions de maîtrise d'énergie seront parfois nécessaires même si cela demande un nouvel investissement.
La réussite d'un bon suivi nécessite que les deux acteurs que sont le service de gestion et le service technique travaillent en coordination et avec une vision partagée d'amélioration énergétique de l'hôpital à moyen et à long terme.**[2]**

En France, depuis 2003 (année de canicule), les surfaces climatisées d'un hôpital ne cessent d'augmenter. En effet, la climatisation ne concerne plus seulement les postes spécifiques mais les chambres d'un hôpital sont elles aussi climatisées.
En effet, la climatisation améliore le confort des patients et des soignants. Ce système permet également d'avoir une meilleure qualité de l'air grâce au renouvellement de l'air et l'utilisation de filtres. Ce nouveau poste, « gros consommateur », augmente fortement la consommation d'énergie des établissements de santé et principalement dans les pays du sud (figure II-1 et tableau II-1). Les hôpitaux nationaux et régionaux comportent généralement les mêmes grands postes de consommation, mais leur importance varie amplement selon les régions. Il paraît donc important d'étudier les solutions qui permettent de limiter les dépenses en climatisation.



Autres : usages spécifiques de l'électricité (éclairage, équipements de bureaux, équipements médicaux, etc.)

Source : Ademe/Enquête-estimation ANER

Figure II-1 : répartition des consommations par usage. **[2]**

USAGE	UNITES	RATIOS Tunisie	RATIOS Europe
Chauffage	kWh/m²	19*-117**	100-135
Ventilation	kWh/m²	n.d.	45-55
Air conditionné	kWh/m²	11	5-14
Éclairage	kWh/m²	n.d.	34-39
Eau chaude sanitaire	kWh/m²	15	60-90
	kWh/lit/jour	3,2	85-95
Ascenseurs	kWh /m²	n.d.	4-6
Cuisines	kWh/m²	n.d.	5-12
	kWh/repas	0,49 (cuisson)	1,3-1,65
Blanchisserie	kWh/m²	n.d.	37-70
	kWh/kg de linge	n.d.	2,5-3
Incinérateur	kWh/m²	Sans objet	13-19
Autres usages	kWh/m²	n.d.	15-16
TOTAL	**kWh/m²**	**55*-173****	**330-345**

** Établissements sans hébergement*

*** Établissements avec hébergement*

n.d.: Non disponible

Source : Électricité De France/ANER (Ratios basés sur enquête consommation totale et estimation de la répartition des consommations par postes)

Tableau II-1 : répartition des ratios de consommations d'énergie des hôpitaux **[2]**

Pour diminuer la consommation en énergie de bâtiments de santé, il faut tout d'abord connaître les postes les plus gros consommateurs, puis identifier les mesures de maîtrise de l'énergie les plus appropriées. Les mesures les plus fréquentes dans les établissements de santé sont présentées ci-après, avec un accent particulier sur les mesures liées à la climatisation, étant donné la part croissante de ce poste dans la consommation énergétique des établissements de santé.

Le tableau II-2 rappelle les mesures correctrices pour diminuer la consommation d'énergie suivant les postes.

Poste	Solutions pour réduire la consommation d'énergie
Éclairage*	Utilisation de lampes à faible consommation Éviter le sur-éclairement dans les pièces Optimiser la lumière naturelle Allumage et adaptation de l'intensité d'éclairage par automates (exemple : minuteur…)
Chauffage	Éviter le surdimensionnement des systèmes et choisir des technologies performantes (meilleur rendement) Amélioration du système de régulation Maintenance régulière Limiter les déperditions de chaleur par une bonne isolation Éviter une ventilation excessive Récupérer l'énergie gratuite (orientation du bâtiment suivant le soleil)
Eau Chaude Sanitaire	Réparation de fuites et isolation du réseau d'eau chaude Régulation optimale Utilisation de panneaux solaires ou de pompes à chaleur pour le chauffage ou le préchauffage
Blanchisserie	Remplacement des machines par du matériel à faible consommation en énergie Récupération d'énergie sur le poste lavage au niveau du dernier rinçage Récupération d'énergie sur l'air sur le poste séchage
Ventilation	Réduire le temps de fonctionnement si possible Utilisation de moteurs à vitesse variable
Production de froid	Optimiser la production de froid selon les besoins pour la climatisation et pour la cuisine Choisir des technologies performantes (meilleur rendement) ou innovantes comme le stockage du froid, la trigénération ou la production de froid par absorption
Appareils spécifiques, groupes électrogènes, ascenseurs	Difficulté à diminuer la consommation d'énergie des appareils spécifiques (radiologie, IRM) et la consommation de certains appareils est difficilement modifiable sans altérer la qualité du milieu (exemple : la stérilisation est un poste fortement consommateur d'énergie et d'eau mais dont le rôle est essentiel ; la stérilisation en heures creuses peut néanmoins permettre de réduire la facture d'électricité). Les groupes électrogènes sont des générateurs de secours, leur consommation n'est pas régulière Réduction de l'utilisation des ascenseurs en sensibilisant le comportement des travailleurs et des malades
Actions tarifaires	Le gestionnaire doit évaluer la puissance requise par son établissement et doit souscrire la puissance la plus basse possible pour que le prix de la prime fixe soit la plus faible Installation de « blocs de condensateurs » en aval du compteur électrique pour absorber l'énergie réactive (pénalité financière si celle-ci devient trop importante) Limiter les consommations en heures pleines et consommer en période creuse (coût du kWh dépend des plages horaires). Par exemple : programmer le chauffage de l'eau chaude pendant les périodes où l'électricité est au prix le plus bas

Tableau II-2 : techniques pour diminuer la consommation énergétique par poste. **[2]**

Lors de la conception d'une climatisation, plusieurs paramètres sont pris en compte pour un bon dimensionnement.
Une bonne analyse de ces paramètres permet de diminuer la consommation d'une climatisation. Dans tous les cas, un bâtiment équipé d'une climatisation consommera toujours plus qu'un bâtiment sans climatisation.

Une étude du GERES (*Groupe Energies Renouvelables, Environnement et Solidarités*) menée dans le sud de la France a clairement montré qu'un bâtiment de santé climatisé consomme en moyenne 65 kWh/m2.an de plus qu'un bâtiment non climatisé.

Aussi, cette consommation est en continuelle hausse depuis les 5 dernières années et il paraît important d'examiner les paramètres agissant sur celle-ci.

Le dimensionnement et le bon fonctionnement d'une climatisation dépendent des apports énergétiques internes et externes et aussi de la température intérieure et de l'humidité souhaitée dans le bâtiment.

Il est recommandé de se baser sur une température se situant autour de 24- 25 °C et une humidité comprise entre 40 et 60 %.
Par ailleurs, dans un hôpital, la réglementation exige une température et une humidité très spécifiques dans certains secteurs comme les salles d'opération, et il sera difficile de réduire la consommation en énergie dans ces zones-là. **[2]**

2-1-2 Apports d'énergie internes.

Un apport interne est une énergie calorifique qui est dégagée à l'intérieur d'un bâtiment par des équipements (stérilisateur, luminaire, etc.) mais aussi, par les personnes (chaque personne dégage une certaine quantité de chaleur et d'humidité suivant son activité). Les apports énergétiques apportés dans un bâtiment sont difficiles à estimer. Dans un établissement de santé, de nombreux appareils spécifiques (stérilisateur,…) consomment beaucoup d'énergie ; la chaleur qu'ils dégagent doit être comptabilisée. Mais, aussi, au niveau de l'éclairage, l'énergie calorifique apportée ne peut pas être négligée suivant le matériel utilisé :
Les occupants dégagent aussi une certaine quantité d'énergie et une quantité de vapeur d'eau qui est prise en compte pour le calcul d'une puissance de climatisation (tableau II-3).

Type d'activité	Apport d'énergie (W)	Apport de vapeur d'eau (g/h, personne)	
		A 21 °C	A 25 °C
Assis au repos (patient)	114	46	66
Debout, travail léger	174	121	156
Travail actif	230	170	216

Tableau II-3 : Apport d'énergie et de vapeur d'eau suivant l'activité d'une personne **[2]**

2-1-3 Apports d'énergie externes.

Les apports externes apportés à un bâtiment sont constitués de l'énergie calorifique apportée de l'extérieur. Ils sont principalement dus aux transferts de chaleur par les parois extérieurs et le rayonnement solaire transmis par les parois vitrées. Lors de l'étude d'un système de climatisation, il faut prendre en compte la température maximale atteinte sur le lieu pour pouvoir calculer l'énergie calorifique apportée au bâtiment par les parois.
Un bâtiment climatisé équipé de parois et de toitures bien isolées thermiquement consommera moins d'énergie qu'un bâtiment mal isolé.
En ce qui concerne le rayonnement solaire transmis par les fenêtres, l'étude concerne chaque pièce du bâtiment en fonction de son orientation par rapport au soleil en estimant les apports énergétiques. Ces derniers ne seront pas constants tout au long de la journée. De ce fait, la puissance globale du système de climatisation sera calculée à partir des apports énergétiques les plus défavorables d'une pièce.

Pour diminuer ces apports, un bâtiment climatisé devra installer ses fenêtres de pare-soleil de différentes tailles selon l'orientation du soleil. **[2]**

Lors d'une conception d'une climatisation, la puissance de celle-ci peut être diminuée grâce au renouvellement de l'air.
En optimisant les besoins en air neuf d'une pièce, on pourra ajuster le taux de recyclage de l'air et, ainsi, diminuer la puissance d'une climatisation. Il faudra tenir compte des besoins en air neuf des personnes occupants une pièce.
Le taux de brassage est l'indication du nombre de fois où le volume d'air est remplacé par heure. Il est le rapport entre le débit d'air brassé et le volume de la pièce. Un bon taux de brassage permettra une bonne homogénéité de la température de l'air.

Par contre, au niveau de l'hygiène, des secteurs comme des salles d'opération auront besoin d'une quantité en air neuf importante et un système de récupération de l'air sera impossible. **[2]**

Pour la plupart des établissements dans les zones rurales des pays en développement, la connexion réseau n'est pas envisageable en raison d'un coût élevé d'extension des lignes électriques. L'électricité doit donc être générée à partir de systèmes indépendants comme les installations photovoltaïques, les éoliennes, les groupes électrogènes à fioul ou essence. Les systèmes utilisant les énergies renouvelables sont donc une alternative intéressante et sont déjà très largement utilisés dans le domaine de la santé. Malheureusement, ces systèmes produisent une « quantité » d'énergie limitée et il est indispensable d'inclure à un projet d'électrification une réflexion sur le choix des équipements et leur usage pour consommer le moins possible. La seconde étude de cas illustre la production d'eau chaude sanitaire d'un hôpital par l'énergie solaire. **[2]**

2-2 Résultats attendus et stratégies de mise en œuvre.

2-2-1 Résultats techniques.

Sur certains postes, les gains énergétiques sont visibles rapidement alors que sur d'autres comme le chauffage ou la climatisation, la rigueur climatique de l'année influe sur leurs consommations. Par conséquent, les gains énergétiques espérés suite à des modifications peuvent être masqués par des variations climatiques saisonnières.

Aussi, une sensibilisation des personnes sur la maîtrise de l'énergie peut avoir un impact assez important. Cela peut être réalisé par une campagne d'information sur le personnel de l'établissement en expliquant des actions simples à réaliser comme l'extinction de lampes inutiles, ou l'usage raisonnable des ascenseurs. De plus, le personnel pourrait sensibiliser les patients en leur expliquant, par exemple, de ne pas aérer leur chambre, ceci étant fait par le système de ventilation. Enfin, des messages d'indication peuvent être affichés dans le bâtiment.

Notamment, une inscription telle que « Établissement climatisé, veuillez fermer la porte » devrait être systématiquement affichée. **[2]**

2-2-2 Résultats financiers

Une économie d'énergie entraîne une économie financière. Suivant les postes, la diminution de consommation nécessite un investissement plus ou moins important. Une intervention nécessitant une étude approfondie demandera toujours un financement supérieur. Ainsi, le temps de retour sera le paramètre majeur pour décider d'investir ou non dans les travaux proposés.

Après avoir opté pour une action de maîtrise de l'énergie dans son établissement, le travail du gestionnaire et de son équipe ne s'arrête pas là. Suivant son budget, il devra choisir les travaux à réaliser le plus rapidement pour diminuer la consommation en énergie de son bâtiment et ne pas oublier l'objectif visé.
Un exploitant interne ou externe à l'établissement sera nécessaire pour suivre le bon fonctionnement du matériel installé et effectuer les éventuelles modifications. Sans un bon suivi de l'exploitant, les résultats estimés lors de l'étude pourront être différents.

La sensibilisation des occupants de l'hôpital sur la maîtrise de l'énergie sera aussi essentielle pour économiser de l'énergie.

Concernant la conception d'un nouvel établissement de santé, les choix architecturaux seront importants pour réaliser un bâtiment peu consommateur en énergie. Une bonne coordination entre l'architecte et des experts thermiciens permettra une bonne conception. De plus, l'engagement de l'exploitant sera un élément à prendre en compte lors de l'étude des éventuelles innovations à mettre en place. **[2]**

2-3 Consommations d'énergie dans les hôpitaux.

2-3-1 Consommation et des coûts de l'énergie

Les hôpitaux sont des institutions pour la prise en charge des malades et blessés fonctionnant normalement 24 heures par jour et durant toute l'année. Ils se composent généralement de grands bâtiments, et un contrôle minutieux de leur climat interne est considéré comme nécessaire. Une quantité importante de chaleur est normalement générée en interne par les occupants et l'exploitation des équipements. Un refroidissement efficace (et de chauffage en fonction des conditions climatiques extérieures) et une ventilation des systèmes combinés avec une bonne isolation de bâtiment de l'hôpital, réduisent généralement la sensibilité de l'hôpital vis-à-vis de l'extérieur .les hôpitaux exigent également des générateurs d'électricité de secours pour assurer un approvisionnement continu en énergie dans les urgences et certains services essentiels.

Le bâtiment de l'hôpital typique est conçu pour une utilisation à long terme et, dans la pratique, est souvent utilisé pour des périodes plus longues que ses constructeurs aient eu l'intention. Au cours de cette période, le bâtiment est modernisé et rénové à plusieurs reprises. Les raisons en sont la vie plus courte de l'équipement technique, le développement de nouveaux types d'équipements et d'installations de soins de santé, de nouveaux règlements, de nouvelles économies d'énergie et le vieillissement de l'immeuble lui-même.

Lors de l'examen de l'efficacité énergétique dans les hôpitaux, il est important de tenir compte de la nécessité de contrôler le climat intérieur, qui est l'une des principales exigences. Les exigences climatiques intérieures sont déterminées par les activités de l'hôpital dans le bâtiment. Ensuite, il est nécessaire de fournir la température requise, de préférence de la manière la plus économique possible. **[3]**

Les hôpitaux, comme les grands consommateurs d'énergie, ont des factures élevées d'électricité et de combustibles, même si elles peuvent représenter une petite proportion du coût total de fonctionnement de l'hôpital. Une étude des 46 hôpitaux indique que les dépenses d'énergie constituent entre 3-8% des dépenses totales.

La figure II-2 fournit la consommation d'énergie et de coût dissolution dans un hôpital type.

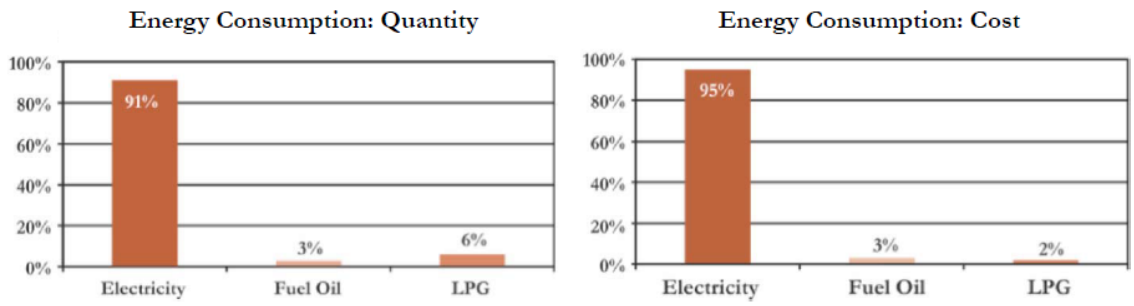


Figure II-2 la consommation d'énergie dans les hôpitaux. **[3]**

La consommation d'électricité dépend de l'ampleur et la complexité de l'équipement et des services fournis dans les hôpitaux. De nouveaux hôpitaux ont son installation de refroidissement associé, et l'expansion des systèmes de ventilation pour maintenir les installations et les normes de soins de santé. Dans les hôpitaux, énergie apportée dedans, est convertie par un certain nombre de systèmes de conversion d'énergie interne en plusieurs les cours d'eau pour répondre à chauffage, de refroidissement et d'autres exigences en matière de matériel médical, et il existe des possibilités d'économie d'énergie dans tous les flux d'énergie classés au titre.

Les principales consommations d'électricité dans un hôpital viennent des équipements de refroidissement / chauffage, de l'éclairage, des compresseurs d'air, des pompes à eau, des ventilateurs des équipements de blanchisserie, matériel de cuisine et de cantine, fours et équipements médicaux équipements de bureau tels que les ordinateurs et les photocopieurs, les services publics tels que les ascenseurs, réfrigérateurs, refroidisseurs d'eau, etc.

La vapeur est utilisée dans les cuisines et pour humidification en HVAC et le processus de stérilisation. De plus, la vapeur est utilisée pour transporter la chaleur pour des longues distances. Dans de nombreux cas, la chaleur est transportée à partir de la station de génération de chaleur sous forme de vapeur d'eau, puis convertie localement en chauffage central ou de l'eau chaude du robinet. Chaudières à gaz et au pétrole sont utilisées pour produire de la vapeur et de l'eau chaude **[3]**

L'air comprimé

Peut être divisé en deux catégories principales, à savoir l'air médical et de l'air technique. L'air comprimé médical est soumis à une norme stricte de disponibilité et de qualité. L'air comprimé technique est utilisée pour les systèmes de commande HVAC, les applications en atelier ou dans des conteneurs de tenue sous pression. **[3]**

La vapeur froide

Prend principalement la forme de l'eau glacée et est utilisé pour les systèmes de portes contrôle du climat, pour le refroidissement et le séchage de l'air de ventilation. Dans de nombreux cas, le flux froid est généré de façon centralisée par l'intermédiaire de refroidisseurs de compression. En combinaison avec la cogénération, des machines à absorption de refroidissement sont utilisés pour aider les refroidisseurs de compression. **[3]**

2-3-2 Systèmes de consommation électrique élevée dans les hôpitaux.

Système HVAC

Dans de nombreux hôpitaux, , les systèmes de climatisation centrale HVAC peuvent consommer 40% de l'électricité totale consommation. La climatisation et le système de ventilation dans les hôpitaux sont nécessaires pour:

- le maintien de la température requise à l'intérieur, la distribution de l'air et des niveaux d'humidité pour le confort thermique ;

- le maintien de la qualité de l'air intérieur, en particulier dans les domaines nécessitant la prévention de l'infection ; **[3]**

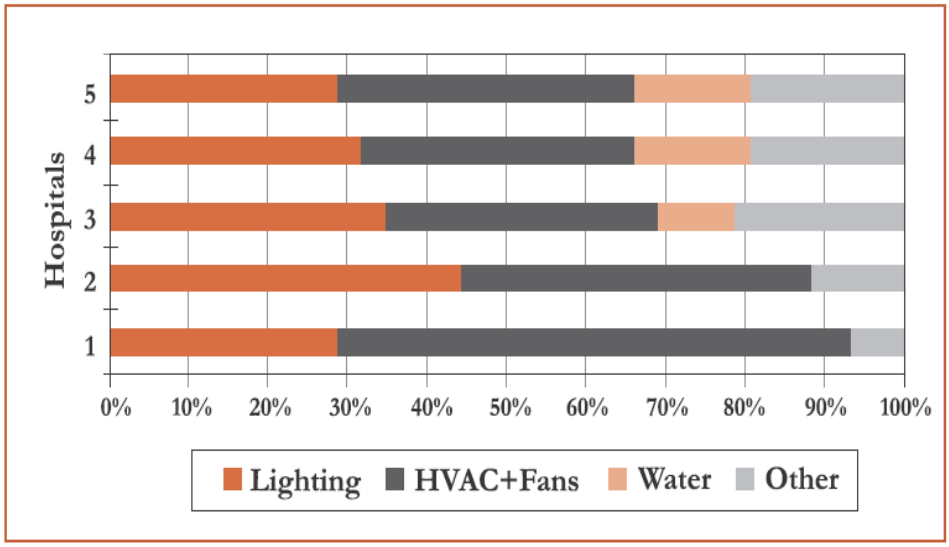
Éclairage

L'éclairage est un consommateur majeur d'électricité : le niveau d'éclairement variant de un lux pour l'éclairage de nuit dans certaines zones à 750 lux dans les salles d'opération pour les besoins généraux.

Parfois sont utilisés certain luminaires de 10 000 - 50 000 lux dans les salles d'opération.

Pompes à eau

L'eau est consommée dans les différentes sections des hôpitaux pour diverses exigences. Dans la plupart des hôpitaux, l'eau-systèmes de pompage peuvent représenter 5-15% de la consommation totale. La figure II-3 présente l'éclatement de la consommation d'électricité dans cinq hôpitaux.



*Figue II-3 : briser la consommation d'électricité dans cinq hôpitaux***[3]**

De la figure II-3, la gamme de la consommation d'électricité pour les grands utilisateurs finaux peuvent être résumées comme sous :

HVAC : 30-65%

éclairage: 30-40%

pompage de l'eau:- 10-12%

Autres:- 5-15%

Part de la consommation différente est liée à des facteurs divergents liées au service offert, l'occupation et zone climatique dans laquelle est situé l'hôpital. Cependant, en général les applications d'éclairage et de HVAC représentent environ 75% de la consommation d'électricité dans un hôpital. **[3]**

2-3-3 Approches d'économie d'énergie

Dans chacun des domaines clés d'utilisation finale, il ya trois approches de base pour économiser l'énergie.

Arrêt - Tous les équipements consommateurs d'énergie doit être éteint lorsqu'il n'est pas utilisé. Il peut s'agir de faire manuellement par le personnel de l'hôpital ou automatiquement avec des dispositifs spéciaux.

Maintenance - Un certain nombre de mesures d'efficacité énergétique peut être réalisé dans le cadre de la routine les procédures de maintenance, sans frais supplémentaires.

Rénovation - des mesures d'économie d'énergie peuvent être extrêmement rentable lors de la planification pour rénovation à l'hôpital. **[3]**

2-3-4 Intérieures exigences climatiques.

Tous les bâtiments de l'hôpital individuellement peuvent être uniques dans la conception et la taille, et les différents services spécialisés dont ils ont fournir. Leurs systèmes techniques doivent être conçus et adaptés pour répondre aux exigences des installations et des besoins de l'environnement intérieur. Beaucoup de pays ont des règlements qui décrivent comment ces exigences doivent être remplies, à travers la conception et le bon fonctionnement des installations médicales et techniques et le bâtiment lui-même. C'est principalement accompli par les règlements pour l'isolation thermique, la ventilation, l'éclairage, et les niveaux de température intérieure. **[3]**

Isolation thermique

Les propriétés thermiques de l'enveloppe du bâtiment sont très importants, comme un air de bien conditionné hôpital souvent exige un niveau de 21-22 ° C tout au long de l'année de la température, mais elle est limitée à un maximum d'environ 26 ° C pendant les mois chauds. Dans la réglementation de plusieurs pays européens sont généralement sous la forme d'obligatoire teneuse maximale pour les valeurs U (coefficients de transmission thermique) pour l'enveloppe du bâtiment, y compris murs, les fondations, le toit et les fenêtres.

Ventilation

Pour les hôpitaux, il n'est pas toujours la chaleur produite qui décide de la ventilation et de taux de refroidissement / chauffage (comme c'est normale pour les bâtiments commerciaux, tels que les bureaux), mais les considérations d'hygiène. Comme l'air intérieur est contaminés par les occupants (certains d'entre eux peuvent être patients) et les activités de l'hôpital, il doit être

renouvelé en afin d'éliminer les contaminants, les odeurs et les polluants. Dans de nombreux pays européens, les niveaux de ventilation de la pièce varie généralement de 35 à 140 m³ par personne / heure en fonction de la fonction de la pièce. Les salles d'opération sont généralement parmi les chambres ayant les exigences les plus élevées, avec des taux de ventilation autour de 30-55 m³/square mètre / heure. **[3]**

Éclairage

La lumière naturelle est de loin le type le plus souhaitable de l'éclairage pour le confort humain. Conception des zones utilisées par les patients doivent toujours fournir pour les fenêtres. Leur taille, l'orientation et la position dans les chambres doivent fournir niveaux d'éclairage suffisant, et devraient donner une vue de l'environnement extérieur et le ciel. Cela ajoute à une le sentiment du patient de contact avec le monde extérieur, ce qui est important, psychologiquement, à la guérison.
Souvent en conflit avec les avantages ci-dessus sont les effets indésirables de l'éblouissement et de surchauffe due à l'énergie solaire rayonnement. Ceux-ci, si elle n'est pas évitée, entraînent une gêne considérable pour les patients, et un besoin accru de l'énergie de refroidissement. Pour cette efficacité énergétique vitrage de la raison, des parasols et des stores doivent être montés sur le affectées les fenêtres. Une utilisation maximale de la lumière du jour est mieux assurée en ayant parasols et stores automatiquement contrôlés par des capteurs déclenchés par le soleil et le vent, mais les contrôles manuels doivent toujours être disponibles pour un réglage individuel. Les hôpitaux ont aussi généralement un nombre important de pièces aveugles, dans lequel la lumière du jour est, bien sûr, pas une solution pratique. Dans ces cas, l'éclairage artificiel, qui est économe en énergie, doit être utilisé pour maintenir le niveau de confort. **[3]**

Température

Pour maintenir le niveau de confort pour les patients, une température typique pour les chambres des patients et des chambres de récupération est de 24 - 26 ° C durant les mois d'été. Cette valeur peut être maintenue à 21-23 ° C pendant la partie plus froide de l'année.

Lorsque l'inconfort de la température est identifié, il est généralement plus efficace pour localiser les sources de gêne et traiter ceux-ci, plutôt que d'augmenter ou de diminuer la température de la pièce. Cela peut être fait, par exemple, en couvrant les parois froides, ériger des écrans contre les courants d'air des fenêtres, des

cadres de fenêtres et mal positionné bouches d'aération, et de minimiser le rayonnement solaire en installant des parasols.

Humidité de l'air intérieur

L'air intérieur ne doit être ni trop sec, ni trop humide (ce qui provoque la transpiration et augmente le risque d'apparition de moisissures). La plage de confort comprend, à l'humidité relative de 45-55%, à des températures de 24-26 °c normalement nécessaire chez les patients et les salles de réveil. Contrôles hygrométriques strictes sont souvent appliquées dans les chambres où les conditions sont plus critiques, c'est à dire dans le fonctionnement théâtres, salles de soins intensifs, etc. **[3]**

2-4 Gestion de l'énergie dans les hôpitaux.

Dans un sens plus large, la gestion de l'énergie peut être décrite comme un moyen d'améliorer le rendement énergétique dans un hôpital existant en s'efforçant en permanence vers une consommation d'énergie réduite. Cela comprend l'exploitation et l'entretien de l'hôpital d'une manière qui soutient les gains d'efficacité énergétique obtenus. Même au stade de la conception d'un bâtiment hospitalier, ainsi que compte tenu de sa conception à faible consommation d'énergie et celle de l'installation, l'attention doit également être accordée aux besoins de gestion de l'énergie d'avenir des hôpitaux. Ces besoins incluent la capacité de mesurer et de surveiller la consommation d'énergie des différentes utilisations finales de l'énergie. Un certain nombre de mesures doivent être prises pour introduire et mettre en œuvre le programme de gestion de l'énergie dans un hôpital. **[3]**

2-4-1 Organisation.

Tout programme de conservation de l'énergie doit continuer sur une longue période de temps, un gestionnaire de l'énergie devrait être nommé et chargé de la gestion de l'énergie de l'hôpital. Pour donner à la direction de l'énergie la priorité pertinente, et pour la rendre efficace, il devrait être donné la même importance que la gestion des autres centres de coûts dans l'organisation. Il convient, bien entendu, également avoir son propre budget et être tenus responsables comme les autres centres de coûts. Le budget pour la gestion de l'énergie peut normalement être affecté en tant que pourcentage des coûts énergétiques annuels. Lors de la nomination gestionnaire de l'énergie, il est naturel de regarder d'abord au sein de l'organisation existante. Si une telle personne est trouvé, il est important et

nécessaire de libérer cette personne de son / ses autres fonctions, autant que possible, car gestion de l'énergie ne doit pas être une tâche supplémentaire attribué à une personne déjà entièrement occupé.

Le gestionnaire de l'énergie doit être suffisamment qualifié et formé à cet effet, à moins que quelqu'un avec les qualifications nécessaires sont déjà employés à l'hôpital. Il doit posséder un certain nombre de compétences informatiques, une bonne compréhension des établissements hospitaliers et des systèmes énergétiques du bâtiment, de la connaissance avec les données des services publics et des structures tarifaires, le renforcement des compétences de l'enquête de l'énergie, etc.

Une attitude positive à l'égard du programme de gestion de l'énergie par la haute direction de l'hôpital est un facteur essentiel dans le succès de ce programme. L'introduction d'un programme de gestion d'énergie peut être réalisée dans de nombreuses différentes manières. Cela dépend du type et de la taille de l'hôpital, son emplacement et l'organisation existante. Cependant, avec tous les programmes de gestion de l'énergie, il est important de surveiller le rendement quotidien et de définir clairement les responsabilités de chaque niveau de la hiérarchie de gestion. Il ya un certain nombre de mesures générales à prendre qui sont applicables à tous les programmes de gestion de l'énergie. Ces étapes sont décrites ci dessous. **[3]**

2-4-2 Audit énergétique.

Le travail pratique au sein de chaque programme de gestion de l'énergie devrait commencer par un audit énergétique.

Un audit énergétique:

- identifie toutes les utilisations finales d'énergie dans les bâtiments visés par l'enquête;
- évalue combien d'énergie est utilisée par chaque utilisation finale;
- détermine la quantité d'énergie utilisée par rapport aux valeurs souhaitables.

Comme déjà mentionné, il est généralement nécessaire de nommer ou d'embaucher un spécialiste / consultant externe pour aider et participer à cet audit énergétique.

Il y a un certain nombre de questions qui sont d'intérêt pour le consultant, et qui pourraient être étudiées avant de demander un devis. Exemples:

- comment le bâtiment de l'hôpital est utilisé à savoir heures de fonctionnement, nombre d'occupants, etc.

- y a-t-il des dessins d'architecture disponibles pour obtenir une meilleure compréhension de l'enveloppe du bâtiment?

- l'électricité consommée mesurée à chaque étage, ou à un seul point ? - quel tarif ou les- tarifs de l'énergie sont utilisés?

- y a-t-il une- histoire de rénovations antérieures?

L'audit énergétique peut être réalisé à différents niveaux, chaque niveau étant plus détaillé que le précédent, et peut être résilié après chaque niveau si on le souhaite.

Indépendant du niveau auquel l'audit énergétique est effectué, la vérification aboutit toujours à une certaine quantité d'informations détaillées sur les différentes utilisations finales de l'énergie, et devrait également indiquer les possibilités d'efficacité énergétique et les économies d'énergie potentielles pour les utilisations finales. Il est important que les objectifs globaux soient fixés au début du processus de gestion de l'énergie. Ces objectifs devraient être difficiles, mais réalisables et mesurables. **[3]**

2-4-3 Prioriser les mesures possibles.

La façon la plus simple de donner la priorité des mesures de conservation de l'énergie est en rapport coût-efficacité. Lors du calcul du rapport coût-efficacité, une sorte de modèle économique est nécessaire. Il y a un certain nombre de modèles différents qui peuvent être utilisés,

Toutefois, la période de récupération simple pour tout investissement ne doit pas être trop longue.

Après avoir sélectionné et prioriser les mesures de conservation de l'énergie, une troisième décision importante doit être prise : quelles sont les mesures à mettre en œuvre? **[3]**

2-4-4 Mise en œuvre des mesures.

Lorsque les mesures de conservation de l'énergie doivent être mises en œuvre, la gestion de l'énergie se poursuit avec le travail pratique de leur mise en œuvre. A ce stade du processus, les accords avec les fabricants devraient être faits et, en fonction de la complexité de la mesure, les consultants embauchés pour aider avec le travail de conception. Si les consultants sont nécessaires à ce stade, leurs coûts auraient été pris en compte pour hiérarchiser les mesures. **[3]**

2-4-5 Entretien et suivi.

Une fois les mesures / projets ont été mises en place, il est temps de commencer l'entretien et le suivi des procédures.
L'entretien est important pour maintenir un rendement élevé et prévenir les pannes. Parfois, quand une partie du système ne fonctionne pas correctement, il est possible de masquer d'autres fonctions compensation de l'échec. Un exemple typique de cela est lorsque plus de chaleur que nécessaire est délivrée à une zone tandis que, dans le même temps, la température est contrôlée par le système de refroidissement. Cela conduit à la fois à un refroidissement excessif livré inutilement au même endroit. Le processus de gestion de l'énergie est répété dans le cycle, en mettant l'accent sur zone différente à chaque fois. Grâce à ce processus continu de gestion de l'énergie, des économies d'énergie durables pourraient être réalisées. **[3]**

2-4-6 Maintien du programme de gestion de l'énergie.

Gagner la participation de tous est essentiel si les économies d'énergie doivent être atteints et maintenus.
La plupart des économies sont sous le contrôle du personnel. Il est important de veiller à ce que tous les membres du personnel sont conscients des avantages que l'efficacité énergétique apportée à l'hôpital afin de les faire participer les avantages qui comprennent:
- un meilleur environnement pour les patients ;
- meilleures conditions de travail du personnel ;
- économies de coûts qui peuvent être dépensés sur l'amélioration des installations de soins de santé. **[3]**

2-4-7 Responsabilité à tous les niveaux.

Chaque membre du personnel doit être engagé pour rendre l'énergie de l'hôpital efficace suite à une décision approuvée par le conseil de l'hôpital. Communiquer à tous les niveaux du personnel pour améliorer la participation et la sensibilisation sur place. **[3]**

Il est important de souligner le coût de gaspiller de l'énergie, et son impact sur les ressources des hôpitaux. Motiver le personnel :

- demander leurs opinions et de les encourager à revoir leurs propres méthodes de travail pour accroître les économies d'énergie.

2-5 La norme électrique dans les locaux à usage médical.

Norme française homologuée depuis 20 août 2006, elle remplace la norme homologuée NF C 15-211, de juin 1987 et son amendement 1 de décembre 1990.

Cette norme contient les prescriptions destinées à assurer la sécurité électrique des personnes dans les locaux à usage médical, en tenant compte des risques particuliers dus aux traitements effectués dans ces locaux et des prescriptions relatives à l'alimentation électrique des locaux, il s'agit de :

l'installation électrique, Basse tension, Bâtiment public, Local de travail, Installation sanitaire, Salle de soins, Appareil électro médical, Règle de sécurité, Prévention des accidents, Mesure de protection, Alimentation électrique, Protection contre chocs électriques, Protection contre l'incendie, Protection contre l'explosion, Interférence électromagnétiques, Limite, Protection contre la foudre, Vérification, Isolation électrique, Protection électrostatique, Essai, Maintenance, Groupe électrogène.

2-5-1 Définitions.

a) Locaux à usage médical.

Locaux prévus pour accueillir des patients dans le but d'effectuer des diagnostics, des traitements (y compris des traitements esthétiques) la surveillance et les soins.

b) Patient.

Personne soumise à un examen ou à un traitement médical ou dentaire.

c) Appareil électro médical.

Matériel électrique, équipé au plus d'un moyen de raccordement à un réseau d'alimentation donné, destiné au diagnostic, au traitement ou à la surveillance du patient sous contrôle médical et à réaliser une ou plusieurs des fonctions suivantes : **[4]**

- établir un contact physique ou électrique avec le patient ;
- transférer d'énergie vers ou à partir du patient ;
- détecter un tel transfert d'énergie vers ou à partir du patient.

d) Partie appliquée.

Partie d'un appareil électro médical qui, en usage normal :

- vient nécessairement en contact physique avec le patient pour effectuer sa fonction ;
- peut venir en contact avec le patient ;
- doit être touchée par le patient ; **[4]**

e) Groupe 0

Locaux à usage médical dans lesquels aucune partie appliquée n'est destinée à être utilisée.

f) Groupe 1

Locaux à usage médical dans lesquels les parties appliquées sont destinées à être utilisées comme suit :

- extérieurement, ou ;
- invasive ment sur toute partie du corps, excepté lorsque le groupe 2 est applicable ;**[4]**

g) Groupe 2

Locaux à usage médical dans lesquels les parties appliquées sont destinées à être utilisées dans des applications telles qu'actes interventionnels, activités opératoires et traitements vitaux. [5]

h) Environnement du patient

Volume défini autour de l'emplacement destiné au patient et dans lequel un contact intentionnel ou non peut se produire entre le patient et un appareil électro médical ou d'autres personnes en contact avec de tels appareils (figure II-4).

*Cette définition est applicable si la position du patient est prédéterminée, sinon, toutes les positions possibles du patient sont considérées.***[5]**

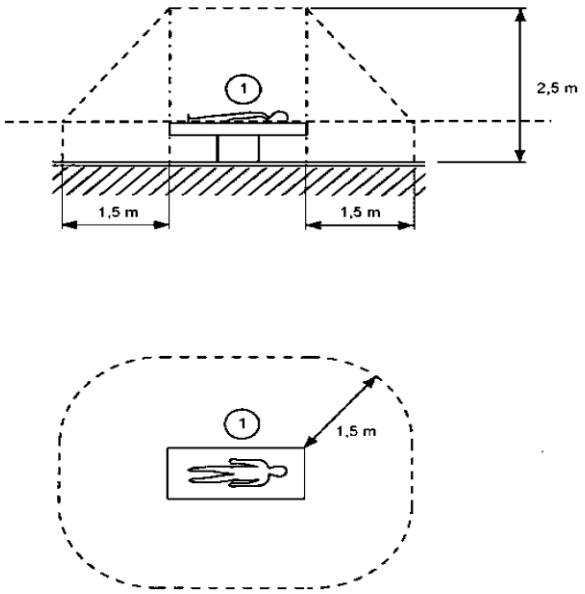


Figure II-4: exemple d'environnement de patient. **[5]**

i) **Locaux AIA.**

Locaux dans lesquels est autorisée l'anesthésie par voie pulmonaire à l'aide de produits susceptibles de former avec l'atmosphère ambiante un mélange explosif pouvant s'enflammer du fait de la présence d'étincelles ou de points chauds.

Conformément à la réglementation en vigueur, ces locaux sont repérés par marquage sur leurs portes d'accès des lettres AIA " ANESTHESIQUES INFLAMMABLES AUTORISES ". **[5]**

j) Activité interventionnelle.

Technique (cardiologie, radiologie, neuroradiologie, gastroentérologie) interventionnelle pour lesquelles le praticien non chirurgien (médecin, radiologue ou anesthésiste) va intervenir avec un dispositif médical à un endroit précis pour traiter localement. **[5]**

k) Zone de risque

Volume dans lequel des quantités même faibles de mélanges inflammables sont susceptibles d'être présents de manière temporaire ou continue **[5]**

l) Source normale

Source constituée généralement par un raccordement au réseau électrique de distribution publique haute tension ou basse tension.

m) Source de remplacement

Source délivrant l'énergie électrique permettant de poursuivre toute ou une partie de l'exploitation de l'établissement en cas de défaillance de la source normale. Durant la période d'exploitation de l'établissement, l'énergie électrique provient soit de la source normale, soit de la source de remplacement (si cette dernière existe). Cet ensemble est appelé " source normal-remplacement ". **[5]**

n) Source de sécurité

Source prévue pour maintenir le fonctionnement des matériels concourant à la sécurité contre les risques d'incendie et de panique en cas de défaillance de la source " normale- remplacement ".**[5]**

o) Temps d'intervention de la source de sécurité

Temps écoulé à partir du moment où la puissance est réclamée jusqu'au moment où elle est fournie. **[5]**

p) Alimentation normale

Alimentation provenant de la source normale.

q) Alimentation de remplacement

Alimentation provenant de la source de remplacement.

r) Alimentation électrique de sécurité (A.E.S)

Dispositif qui fournit l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement des installations de sécurité incendie afin de leur permettre d'assurer leur fonction aussi bien en marche normale lorsque l'énergie provient de la source normale remplacement qu'en marche en sécurité lorsque l'énergie provient de la source de sécurité. **[5]**

s) Procédure intracardiaque

Procédure dans laquelle un conducteur électrique est introduit à l'intérieur du cœur d'un patient, ou est susceptible d'être mis en contact avec le cœur, tout en étant accessible de l'extérieur du patient. Dans ce contexte, un conducteur électrique comprend les conducteurs isolés, ainsi que les électrodes de stimulation cardiaque et les électrodes de l'électrocardiogramme intracardiaque, ou les tubes isolés remplis de fluides conducteurs. **[5]**

2-5-2 Avant propos.

Les règles de la norme NF C 15-100 sont établies en supposant que les personnes sont en condition physiologique normale. Par contre, dans les locaux à usage médical, les personnes en traitement peuvent ne pas être en condition physiologique normale et ne pas être en mesure de réagir en présence d'un risque dû à l'électricité. C'est pourquoi il faut prévoir dans ces locaux des dispositions adaptées au niveau de sécurité recherché tout en assurant la continuité de fonctionnement.

Ces dispositions sont basées sur les considérations suivantes :

a) les personnes peuvent ne pas être aptes à réagir normalement aux effets de l'électricité (malades, inconscientes, sous anesthésie ou reliées à des appareils de diagnostic ou de traitement) ;
b) l'impédance électrique de la peau constitue dans certaines limites une protection contre les effets du courant ; cette protection disparaît lors de certains examens ou traitements médicaux (par exemple lorsqu'on insère des parties d'appareil dans le corps du patient ou lorsque la peau est traitée pour améliorer le contact patient/électrode) ;
c) plus que les autres parties du corps, le cœur est vulnérable aux courants électriques ;
d) l'appareil électro médical peut être conçu pour soutenir ou suppléer temporairement ou de façon permanente des fonctions vitales; des défaillances d'alimentation peuvent créer une situation dangereuse ;

En plus des conditions techniques d'alimentation électrique des établissements de santé publics et privés, la notion de fiabilité de l'alimentation électrique a été développée avec deux points principaux :

- l'alimentation et la structure de l'installation ;
- introduisant la notion de criticité ;
- les sources de remplacement.

D'autres points de sécurité ont été traités.

- la protection contre l'incendie ;
- la protection contre les perturbations de tension et les effets électromagnétiques ;
- la protection contre la foudre.

2-5-3 Domaine d'application.

Les locaux à usages médical sont ceux utilisés pour les examens sanitaires ou dentaires, des soins de traitement ou de surveillance des êtres humains, des installations électriques des locaux destinés à la recherche, des matériels électriques utilisés sur le corps d'une personne.

Les matériels électriques utilisés dans les locaux à usage médical doivent être conformes aux normes qui leur sont applicables.
Les présentes règles complètent, précisent ou modifient les règles générales de la norme NF C 15-100.
L'application des présentes règles ne dispense pas de respecter les règlements administratifs auxquels certaines installations sont tenues de satisfaire.

2-5-4 Alimentation et structure des installations.

a) Lors de la conception des installations électriques d'un établissement à usage médical, deux choix techniques sont essentiels en vue d'assurer la continuité de service :
   - le mode de raccordement au réseau de distribution publique (raccordement en haute tension " en coupure d'artère ", " en double dérivation " ou " en antenne ", ou en basse tension...) ;
   - le type d'architecture des installations de distribution interne.

La conception de l'architecture interne dépend de la configuration du réseau de distribution publique constituant généralement la source normale.
Des contacts doivent être établis avec le service local de distribution afin d'obtenir des informations sur cette configuration, sur les modes de raccordement possibles au réseau et sur l'historique des incidents survenus sur ce réseau. **[5][13][14][15]**

b) La conception de l'architecture et le dimensionnement des installations de distribution interne doivent être conformes aux dispositions réglementaires.

Parmi ces dispositions réglementaires, il convient de signaler :

- celles du ministère de l'intérieur relatives aux installations de sécurité incendie ;
- celles du ministère chargé de la santé relatives aux alimentations de secours à prévoir en cas de défaillance de l'alimentation normale ;
- dans les établissements recevant du public, lequel prescrit que " toutes dispositions soient prises, soit à la conception, soit à l'installation, de façon à éviter qu'un incendie survenant dans une zone définie n'interrompe le fonctionnement des installations électriques situées dans les zones non concernées par l'incendie ;
- être adaptés aux niveaux de disponibilité attendus par les différents services de l'établissement ;
- permettre la maintenance des matériels en perturbant le moins possible les activités ;
- envisager les défaillances éventuelles des matériels ou ensembles constitutifs : disjoncteurs, inverseurs, automates, groupes électrogènes, chargeurs-batteries, onduleurs, etc ;
- permettre les essais périodiques réels en charge des groupes électrogènes et autres sources autonomes, de remplacement et de sécurité.

L'évolution des techniques appliquées aux activités médicales a conduit à classer les installations médicales correspondantes en trois niveaux de criticité selon le temps de coupure admissible pour l'alimentation des activités concernées :

- niveau 1 : celles ne supportant pas de coupures ;
- niveau 2 : celles acceptant des coupures d'une durée inférieure ou égale à 15 s ;
- niveau 3 : celles pouvant accepter des coupures d'une durée supérieure à 15 s et inférieure à 30 minutes.

Le tableau II-4, sans être exhaustif, donne le niveau de criticité de certaines activités.

En ce qui concerne le niveau 1 de criticité, il convient de noter que, pour une activité médicale donnée, tous les équipements électriques des locaux renfermant cette activité n'exigent pas l'absence de coupure, les autorités médicales doivent donc préciser, au cas par cas, les équipements électriques pour lesquels les niveaux 2 ou 3 de criticité de l'alimentation électrique sont suffisants. **[5][13][14][15]**

Activités	Niveaux 1	2	3
Bloc opératoire			
Salle d'opération	X		
Salle surveillance post-interventionnelle		X	
Bloc obstétrical	X		
Salle d'accouchement		X	
Anesthésie	X		
Réanimation	X		
Unité de soins intensifs	X		
Service de prématurés		X	
Hémodialyse		X	
Imagerie interventionnelle	X		
Explorations fonctionnelles		X	
Imagerie médicale			
Salle de radiologie conventionnelle			X
Salle d'angiographie		X	
Salle de coronarographie	X		
Salle de scanographie	X*	X	
Salle d'imagerie par résonance magnétique	X*	X	
Médecine nucléaire			
Salle de scintigraphie	X*	X	
Ventilation		X	
Radiothérapie			X
Laboratoires			
Automates d'analyses	X		
Pharmacie			
Chambre froide pour la conservation des produits sanguins		X	
Unités d'hospitalisation			X

* pour les équipements informatiques des dispositifs médicaux

Tableau II-4 : niveaux de criticité de certaines activités. **[5][13][14][15]**

Les niveaux du tableau II-4, guident pour le choix de la nature et de l'emplacement des sources de remplacement à prévoir. **[5][13][14][15]**

Pour déterminer l'architecture et le dimensionnement des installations de distribution interne, il est nécessaire de connaître, outre la typologie des activités médicales pratiquées dans l'établissement :

- les dispositifs médicaux et équipements électriques indispensables pour permettre la poursuite des activités médicales ;
- la puissance électrique nécessaire propre à chaque activité médicale recensée ;
- l'évolution future de l'activité de l'établissement et la puissance électrique à envisager. **[5][13][14][15]**

2-5-5 Protection contre les chocs électriques.

Les- mesures de protection destinées à empêcher que les personnes en examen ou en traitement puissent être soumises à des tensions de contact dangereuses, compte tenu des conditions physiologiques dans lesquelles elles se trouvent.

Certaines de ces mesures dépendent du groupe du local concerné.
Le tableau II-5 donne des exemples de classement des locaux à usage médical.**[6]**

	Groupes		
Activités	**0**	**1**	**2**
Bloc opératoire et bloc obstétrical			
Salle d'opération			X
Salle surveillance post-interventionnelle		X	
Salle d'accouchement		X	
Anesthésie		X	
Réanimation			
Poste de réanimation		X*	X*
Unité de soins intensifs		X	
Service de prématurés		X	
Hémodialyse		X	
Imagerie interventionnelle			X
Explorations fonctionnelles		X	
Imagerie médicale			
Salle de radiologie conventionnelle		X	
Salle d'angiographie		X	
Salle de coronarographie		X	
Salle de scanographie		X	
Salle d'imagerie par résonance magnétique		X	
Médecine nucléaire			
Salle de scintigraphie		X	
Radiothérapie		X	
Unités d'hospitalisation		X	
Autres locaux à usage médical	X		

* Le classement en groupe 1 ou 2 sera fait sous la responsabilité du chef d'établissement.

Tableau II-5- : exemples de classement des locaux à usage médical. **[6]**

2-5-5-1 Protection par coupure automatique de l'alimentation.

Les installations électriques des locaux à usage médical doivent faire l'objet de la mesure de protection par coupure automatique de l'alimentation qui doit être réalisée conformément à la norme NF C 15-100.

Lorsque l'installation est réalisée suivant le schéma TN, le conducteur de protection doit toujours être distinct du conducteur neutre, ce qui exclut l'utilisation du schéma TN-C dans les bâtiments renfermant des locaux à usage médical, en aval du tableau principal. **[6]**

2-5-5-2 Protection par très basse tension de sécurité.

La mesure de protection par très basse tension de sécurité (TBTS) doit répondre aux règles de la norme NF C 15-100.

Lorsque cette mesure de protection est utilisée dans les locaux à usage médical du groupe 1 ou du groupe 2, la tension nominale du circuit secondaire ne doit pas être supérieure à 25 volts en courant alternatif et à 60 volts en courant continu.
La protection contre les contacts directs doit être assurée soit par isolation, soit par barrières ou enveloppes. **[6]**

2-5-5-3 Schéma IT médical. [4]

Le schéma IT médical doit répondre aux exigences ci-après.

a) Dans les locaux à usage médical du groupe 2, le schéma IT médical doit être utilisé pour les circuits alimentant les matériels électriques médicaux et les systèmes destinés à la survie et aux applications chirurgicales, et les autres matériels situés dans l'environnement du patient.
Il doit être prévu au moins un transformateur par salle d'opération ou par local d'intervention concerné.

b) Les circuits énumérés ci-après peuvent ne pas être alimentés par le schéma IT médical, ils doivent alors être protégés individuellement par des dispositifs différentiels résiduels à haute sensibilité.
- circuits alimentant les équipements de radiologie, circuits alimentant les matériels d'utilisation installés à poste fixe dont la puissance assignée est supérieure à 5kVA ;
- circuits alimentant les matériels d'utilisation installés à poste fixe et situés de telle manière que tout contact volontaire ou fortuit entre le patient et ces matériels ne puissent se produire.

En pratique, les matériels d'utilisation situés à plus de 2,50 m au-dessus du sol peuvent être reliés directement à l'installation électrique de l'établissement.

Si l'équipement de radiologie n'est pas alimenté par une prise de courant raccordée au schéma IT médical, cette dernière doit être d'un modèle différent de celui d'autres prises de courant installées dans le local ou porter l'inscription *Réservé exclusivement à l'appareil de radiologie.* **[4]**

c) Les transformateurs doivent être conformes à la norme NF EN 61558-2-15 (C 52-558-2-15)

La puissance assignée de sortie de tels transformateurs n'est pas supérieure à 10 kVA. S'il y a lieu, il convient de répartir les circuits à alimenter sur plusieurs transformateurs ne fonctionnant, en aucun cas, en parallèle.
Si l'alimentation de charges triphasées est nécessaire, un transformateur dédié doit être prévu à cet effet avec une tension composée au secondaire ne dépassant pas 250 V.
Les circuits alimentant des transformateurs de schéma IT médical ne doivent pas être protégés contre les surcharges, mais uniquement contre les courts-circuits.
La surveillance des surcharges et des élévations de température des transformateurs doit être assurée. Un exemple de surveillance peut être un relais thermique et des capteurs de température, actionnant une alarme située dans le même emplacement que l'alarme CPI prescrite en d.
Les transformateurs doivent être mis en œuvre le plus près possible, à l'intérieur ou à l'extérieur, de l'emplacement médical. **[4]**

d) Chaque schéma IT médical doit être équipé d'un contrôleur permanent d'isolement conforme à la norme NF EN 61557 -8 (C 42-198-8) et spécialement prévu pour usage dans un schéma IT médical. *Un CPI* spécialement prévu pour usage médical doit satisfaire les conditions suivantes :

- la résistance interne en courant alternatif doit être au moins égale à 100 kΩ ;
- la valeur de la tension d'essai ne doit pas être supérieure à 25 V en courant continu ;
- la valeur du courant d'essai, même dans des conditions de défaut, ne doit pas dépasser 1 mA en courant continu ;
- l'indication doit avoir lieu lorsque la résistance d'isolement devient inférieure à 50 k Ω.

Le principe de mesure du CPI doit être adapté à la nature des récepteurs, notamment en cas de présence de composantes continues (charges électroniques, etc.).

Ce contrôleur permanent d'isolement doit être réglé à une valeur supérieure ou égale à 150 kΩ.
La valeur de réglage de 150kΩ permet de signaler une résistance d'isolement inférieure à 100 kΩ.
Pour chaque schéma IT médical, une alarme sonore et visuelle doit être prévue dans le local concerné pour alerter le personnel médical, cette alarme est reportée dans un emplacement surveillé en permanence. **[4]**

2-5-5-4 Protection par dispositifs différentiels à courant différentiel résiduel (DDR) à haute sensibilité.

Une protection par DDR à haute sensibilité doit être prévue pour :

- les locaux à usage médical des groupes 0, en tête de chaque circuit alimentant des socles de prises de courant de courant assigné au plus égal à 32 A ;
- les locaux à usage médical des groupes 1, en tête de chaque circuit alimentant des socles de prises de courant de courant assigné au plus égal à 32 A, le nombre de socles de prises de courant par circuit étant limité à trois.

Les circuits alimentés par le schéma IT médical et notamment ceux alimentant les socles de prises de courant ne doivent pas être protégés par des DDR.
Dans les locaux des groupes 1 et 2, les dispositifs différentiels résiduels doivent être de type A ou B et à immunité renforcée.**[6]**

2-5-5-5 Liaison équipotentielle supplémentaire.

Dans tout local à usage médical des groupes 1 et 2, une liaison équipotentielle supplémentaire doit être réalisée conformément aux règles de la norme NF C 15-100, afin d'égaliser les différences de potentiel dans l'environnement du patient.
Cette liaison équipotentielle doit être réalisée à l'aide de conducteurs isolés.
Dans les locaux où la position du patient peut être définie, la liaison équipotentielle supplémentaire peut être limitée aux éléments situés dans l'environnement du patient.

Cette mesure consiste à relier par un ceinturage d'équipotent alité tous les éléments conducteurs - tels que canalisations d'eau, de chauffage, de gaz, de fluides médicaux, de vide et tous autres éléments conducteurs présentant une surface conductrice d'au moins 2 dm² ou pouvant être saisis à la main - à une borne à laquelle est également relié le conducteur de protection de l'installation.

Il n'est pas nécessaire de relier à cette liaison équipotentielle les éléments conducteurs situés à l'intérieur des parois, tels que les structures métalliques du bâtiment, s'ils ne comportent aucune liaison avec des éléments conducteurs accessibles.
Dans les locaux à usage médical du groupe 2, la résistance des conducteurs, y compris la résistance des connexions, entre les bornes de terre des socles de prises de courant ou des matériels fixes ou des éléments conducteurs et le ceinturage d'équipotent alité ne doit pas dépasser 0,2Ω. **[6]**

	Groupe 0	Groupe 1	Groupe 2
Protection par coupure automatique	*Circuits TNC interdits dans tout bâtiment renfermant des locaux à usage médical en aval du tableau principal*		
TBTS	*Règles communes définies dans la NF C 15-100*	*Tension limitée à 25 V en courant alternatif à 60 V en courant continu* *Protection contre les contacts directs par isolation ou enveloppe*	
IT médical	-	-	*Schéma IT médical pour alimenter les équipements médicaux*
DDR HS	*DDR HS en tête de chaque circuit terminal alimentant des socles de prises de courant de courant assigné ≤ à 32 A*	*DDR HS de type A ou B et à immunité renforcée en tête de chaque circuit terminal alimentant au plus trois socles de prises de courant de courant assigné ≤ à 32 A*	*DDR HS de type A ou B et à immunité renforcée en tête de chaque circuit non alimenté par IT médical* *DDR HS interdits sous IT médical*
Liaison équipotentielle supplémentaire	-	*Liaison équipotentielle supplémentaire obligatoire (ancienne mesure P2)*	*Liaison équipotentielle supplémentaire obligatoire* *Résistance ne dépassant pas 0,20 Ω (ancienne mesure P3)*

Tableau II-6 : récapitulation des mesures de protection contre les chocs électriques dans les locaux à usage médical. **[6]**

2-5-6 Protection contre l'incendie.

Les installations électriques dans les locaux à usage médical doivent respecter :

- les règles générales de protection contre l'incendie de la norme NF C 15-100 ;
- les règles de protection des conducteurs contre les surintensités de la norme NF C 15-100 ;
- les règles complémentaires s'appliquant aux locaux à risques d'incendie de la norme NF C 15-100.

Les locaux à risques d'incendie dans les établissements sanitaires sont désignés principalement dans le règlement de sécurité contre l'incendie des établissements recevant du public.

Les règles complémentaires éventuellement imposées par la réglementation, la réglementation comprend notamment le règlement de sécurité contre l'incendie dans les établissements recevant du public et le règlement de sécurité contre l'incendie dans les immeubles de grande hauteur. **[6]**

2-5-7 Protection contre l'explosion.

2-5-7-1 Locaux AIA

a) Dans les locaux où sont utilisés des produits anesthésiques inflammables, les zones de risque des salles d'opération et d'anesthésie comprennent en l'absence d'indications (figure II-5) :

1) le volume a limité par :

- la table d'opération ou le support du patient en position haute ;
- la surface conique circonscrite à la table d'opération ou au support du patient et présentant, par rapport à ces derniers, un angle de 30° avec la vertical et le sol ;

2) la zone sphérique de 25 cm de rayon centrée sur la bouche du patient;

3) la zone sphérique de 25 cm de rayon centrée sur le raccordement du système d'extraction des gaz d'anesthésie. **[4]**

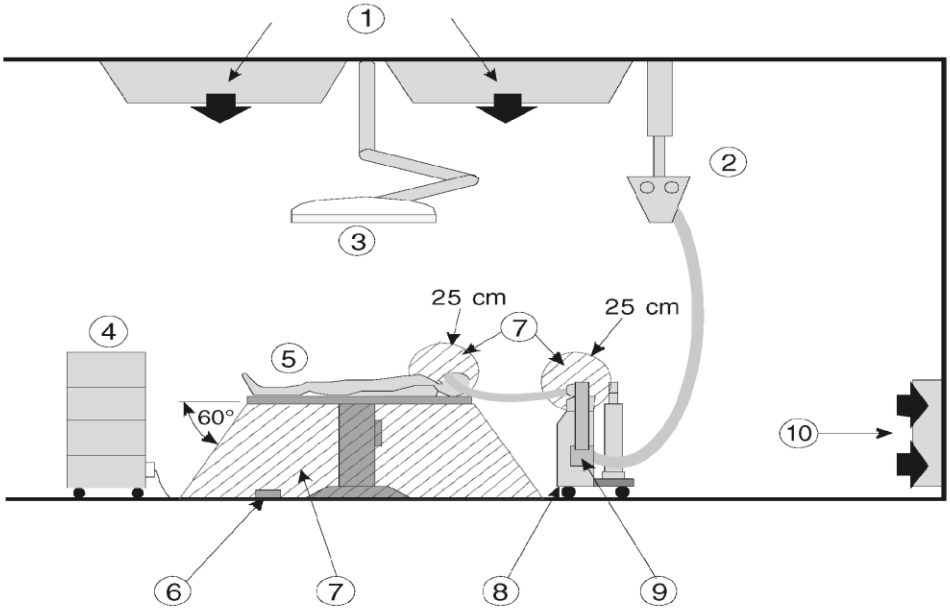


Figure II-5 : zones à risques d'explosion dans une salle d'opération ou d'anesthésie.**[4]**

1. Soufflerie
2. Suspension avec bornes d'alimentation électrique, distribution de gaz, de vide et aspiration pour les appareils électro médicaux
3. Eclairage opératoire
4. Appareil électro médical
5. Table d'opération ou support du patient
6. Pédale

7. Zones de risque
8. Appareil d'anesthésie
9. Système d'extraction des gaz d'anesthésie
10. Extraction **[4]**

b) Dans les zones de risque d'explosion, les appareils électro médicaux utilisés doivent être du type AP ou APG conformément à la norme NF EN 60601-1 (C 74-011). Un appareil de type AP est conçu pour éviter l'apparition de sources d'inflammation dans un mélange anesthésique inflammable avec de l'air.

Un appareil de type APG est conçu pour éviter l'apparition de sources d'inflammation dans un mélange anesthésique inflammable avec de l'oxygène ou du protoxyde d'azote.

Les matériels électriques doivent être choisis suivant la norme NF C 15-100 pour les risques d'explosion.
Dans les zones de risques, les socles de prises de courant sont interdits. **[4]**

c) Le revêtement des sols des locaux comportant des zones de risque doit présenter une résistance au plus égale à 25 mégohms (sol antistatique). **[4]**

2-5-7-2 Autres locaux ou emplacements à risque d'explosion

Les conditions de la norme NF C 15-100 s'appliquent. **[6]**

2-5-8 Limitation des perturbations électromagnétiques.

Dans les locaux médicaux, le fonctionnement des appareils électro médicaux risque d'être perturbé par des rayonnements électriques ou magnétiques.

Parmi les mesures de limitation des perturbations, les précautions suivantes peuvent être prises :

- l'éloignement des matériels perturbateurs ;
- le blindage des parois, sols et plafonds ;
- la mise en œuvre de filtres.

Le choix de câbles avec écran mis à la terre pour les canalisations électriques pénétrant dans ces locaux. Les locaux dans lesquels il peut être nécessaire de prendre des mesures de protection précédentes sont notamment les suivants :

- salles d'examens spécialisés (EEG, ECG, EMG,...) ;
- salles de réanimation et de surveillance intensive ;
- salles de cathétérisme ;
- salles d'angiographie ;
- Salles d'opérations. **[6]**

2-5-9 Sources de remplacement.

2-5-9-1 Généralités

a) Dans les établissements de santé, on doit pouvoir garantir la fiabilité de l'alimentation électrique de certaines activités médicales. Ces activités sont répertoriées dans le tableau II-4 où est précisé, pour chacune, le niveau de criticité caractérisant le temps de coupure maximal admissible pour leur alimentation.

Pour assurer cette fiabilité, il est nécessaire de prévoir, dans chaque établissement, une ou plusieurs sources autonomes de remplacement. **[6]**

b) Les sources de remplacement comprennent principalement des groupes électrogènes, des batteries d'accumulateurs associées ou non à des onduleurs, des alimentations sans interruption (ASI).

Le choix de la nature des sources de remplacement, de leur emplacement et de leur nombre, de leur autonomie et de leurs caractéristiques électriques diverses, dépendent notamment des paramètres suivants :

- importance et activités de l'établissement ;
- caractéristiques de l'alimentation électrique normale, généralement assurée par une ou plusieurs alimentations issues du réseau public d'électricité ;
- niveaux de criticité des activités ;
- puissance et nature des charges à alimenter ;
- autonomie souhaitée.

Les groupes électrogènes à démarrage automatique permettent généralement de répondre aux exigences des niveaux de criticité 2 et 3. Des alimentations continues doivent être prévues pour les installations de niveau 1, les sources - alimentations sans interruption (ASI), par exemple - devant être installées au plus près des installations sensibles. **[6]**

c) Lorsqu'une source de remplacement comprend plusieurs sources en parallèle, il est nécessaire qu'en cas de défaillance de l'une d'entre elles, la puissance encore disponible soit suffisante pour assurer le démarrage et le fonctionnement de l'ensemble des activités nécessitant une alimentation de remplacement.

Toute défaillance de l'une des sources ne doit pas affecter le fonctionnement des autres sources. **[6]**

2-5-9-2 Alimentations de remplacement utilisant le réseau HT interne à l'établissement.

Une source de remplacement peut réalimenter les circuits à haute tension HTA internes à l'établissement à condition que chaque poste de transformation soit alimenté par deux câbles soit en double dérivation, soit en coupure d'artère,

empruntant des parcours différents, et qu'il comporte au moins deux transformateurs redondants. **[6][10][11]**

2-5-9-3 Choix des groupes électrogènes.

a) Cas général

Les groupes électrogènes utilisés comme sources de remplacement doivent être choisis selon les critères suivants :

- la puissance doit être définie pour un fonctionnement continu puissance qu'un groupe électrogène est capable de fournir, en service électrique continu, pendant un nombre illimité d'heures par an, entre les intervalles normaux de maintenance et dans des conditions ambiantes définies; la puissance maximale disponible est la puissance qu'un groupe électrogène est capable de fournir, sous charge variable, pendant un nombre illimité d'heures par an ;
- la classe d'application doit être La classe G3 qui est définie pour des applications dans lesquelles le matériel alimenté nécessite des exigences sévères de stabilité et de niveau en fréquence, tension et forme d'onde ;
- la capacité de prise de charge doit être définie et adaptée aux nécessités du site ;
- les courants de court-circuit délivrés par le ou les groupes doivent être suffisants pour assurer le fonctionnement des protections dans l'ensemble de l'installation ;
- les caractéristiques du ou des alternateurs doivent garantir un taux de distorsion de la tension compatible avec les exigences de qualité requises malgré la présence des charges déformantes. **[7][12]**

b) Source de remplacement utilisée comme source de sécurité

Si une source de remplacement est constituée par un groupe électrogène, elle peut également être utilisée comme source de sécurité incendie, sous réserve :

- que sa puissance et la réserve d'énergie soient déterminées de telle façon qu'elles permettent le démarrage et le fonctionnement de tous les équipements de sécurité dans les conditions les plus défavorables ;
- que les différentes installations de sécurité soient alimentées depuis le tableau général par des circuits distincts protégés sélectivement de telle façon que toute surintensité ou tout défaut d'isolement survenant sur l'un quelconque des circuits n'ait aucune incidence sur l'alimentation des autres circuits.

Si la source de remplacement comprend plusieurs groupes électrogènes, il convient, en outre, qu'en cas de défaillance de l'un d'eux, la puissance encore disponible reste suffisante pour assurer le démarrage et le fonctionnement de tous les équipements de sécurité. **[7]**

2-5-9-4 Dispositifs de délestage

Si des délestages sont mis en œuvre, la reprise de l'installation doit être possible manuellement dans le cas où les systèmes de délestage automatiques seraient défaillants. **[6]**

2-5-9-5 Eclairage opératoire.

L'éclairage opératoire des salles d'opération doit être alimenté, en cas de défaillance de l'alimentation normale et de celle de remplacement, par une source de remplacement dédiée dont le délai de mise en service automatique ne doit pas être supérieur à 0,5 s et ayant une autonomie de fonctionnement d'au moins 1 heure.

Si une source alimente l'éclairage opératoire de plusieurs salles d'opération, les circuits alimentant chaque éclairage opératoire doivent être sélectivement protégés. [6]

2-5-9-6 Eclairage des locaux des niveaux 1 et 2.

Dans les locaux des niveaux 1 et 2, il est recommandé de mettre en œuvre un ou plusieurs bloc(s) autonome(s) d'éclairage de sécurité conforme(s) aux normes de la série des NF C 71-800 permettant d'assurer la continuité de l'éclairage pendant le démarrage de la source de remplacement. Dans les locaux du niveau 1, il est recommandé de prévoir deux circuits d'éclairage. **[4]**

2-5-10 Protection des structures contre les effets de la foudre.

Lorsqu'un paratonnerre est mis en œuvre, cette mise en œuvre doit respecter les dispositions des normes NF C 17- 100 ou NF C 17-102.

Il peut être procédé à une évaluation du risque de foudroiement des structures par la foudre, conformément au guide UTE C 17-100-2. Pour la protection contre les surtensions d'origine atmosphérique, on applique la norme NF C 15- 100. **[6][8][9].**

2-5-11 Vérification des installations.

Les installations électriques des locaux à usage médical doivent faire l'objet des vérifications suivantes :

- vérification des liaisons équipotentielles supplémentaires ;
- contrôle de l'isolement des installations alimentées par le schéma IT médical ;
- résistance des sols antistatiques. **[6]**

Une maintenance régulière des matériels et équipements participant à la garantie de la fiabilité de l'alimentation électrique doit être assurée.

Cette maintenance doit respecter les dispositions spécifiques des normes et les notices des constructeurs, relatives aux différents éléments constitutifs des installations électriques.
Parmi les éléments constitutifs précédents, il y a notamment, selon la composition des installations :

- les cellules hautes tension ;
- les sources de remplacement (groupes électrogènes, batteries d'accumulateurs, onduleurs, etc..) ;
- les dispositifs de commutation de réseaux ou de sources ;
- les sources auxiliaires diverses ;
- les systèmes de supervision.

Des essais périodiques des sources de remplacement et des dispositifs de commutation doivent être réalisés.
En ce qui concerne les groupes électrogènes, les essais doivent être réalisés dans les conditions réelles de fonctionnement de l'alimentation électrique de remplacement en l'absence de l'alimentation normale.

Chapitre III

Etude, investigation et mesure

3-1 Appareils des mesures.

3-1-1 Janitza UMG 96S – La centrale de mesure universelle

Figure III-1 : l'appareil JANITZA UMG 96.

Les centrales de mesure de la famille UMG 96S sont principalement utilisées pour les réseaux basse et moyenne tension. Grâce aux nombreuses valeurs mesurées disponibles, les appareils de mesure analogiques peuvent être remplacés. Des fonctions additionnelles telles que la mesure d'harmoniques, l'enregistrement des

valeurs, les entrées et sorties numériques / analogiques ou l'horodatage des données font de l'UMG 96S un outil efficace pour l'analyse des défauts et pour la surveillance de la qualité de l'énergie. Les interfaces et protocoles 'Modbus, Profibus, M-Bus) permettent la communication des données mesurées et l'intégration de ces centrales de mesure dans un système de gestion de l'Energie.

Champs d'application

• Affichage et contrôle des paramètres électriques

• Collection des données pour gestion des coûts
• Gestion de seuils (surtension ou consommation électrique par ex.)
• Surveillance d'harmoniques
• Collecteur de données pour une gestion automatisée des consommations par exemple.

UMG 96S avec interface et bus de terrain permet de réaliser des systèmes intelligents de gestion de l'énergie.

Au cours des dernières années, la technologie des équipements de gestion de l'énergie a basculé vers les appareils numériques. Les avantages sont évidents : coûts à la baisse pour plus d'information et de fonctionnalités.
Les appareils de mesure numériques sont aussi plus précis sur toute leur durée de vie. L'avantage du coût résulte aussi d'un coût de fabrication de l'armoire réduit dû à moins de câblage et moins de découpe en comparaison avec les instruments analogiques.

Les centrales de mesure de la famille UMG 96S sont principalement utilisées pour les réseaux basse et moyenne tension. En plus du grand nombre de valeurs mesurées, les centrales de mesure UMG 96S offrent un horodatage des données ou une protection par mot de passe par exemple. La possibilité de communiquer via de nombreux bus de terrain permet l'intégration de ces appareils dans des systèmes complexes de gestion de l'énergie ainsi que la connexion avec des automates. L'analyse d'harmoniques intégrée est de plus en plus importante avec l'augmentation de la pollution du réseau (valeurs THD-U).

Fonctions principales

• Interfaces RS232 / RS485

• Bus terrain : Modbus, Profibus, M-Bus
• Affichage des harmoniques
• E/S numériques et sorties analogiques
• Alarmes
• Haute fiabilité et longue durée de vie.

Applications

L'UMG 96S est une centrale de mesure pour la mesure, l'enregistrement et la supervision des paramètres électriques (TRMS) dans les réseaux basse et moyenne tension.

La mesure s'effectue sur des réseaux monophasés et triphasés avec neutre. L'une des caractéristiques de cette centrale de mesure est le format compact (96x96 mm) et la mesure des tensions et courants harmoniques pour chaque phase. Afin d'atteindre le même niveau de mesures disponibles, il faudrait installer environ 15 appareils analogiques tels qu'un ampèremètre, un voltmètre, des commutateurs, un compteur de puissance (kW, kVA, kVAR, cos phi), un compteur d'énergie active et réactive (kWh/kVARh), un analyseur d'harmoniques et un convertisseur de mesure. Cela implique donc une baisse des coûts de planification, d'installation, de câblage et de stockage comparé à des appareils analogiques.

Mémoire

Jusqu'à 160 000 valeurs ou événements peuvent être stockés dans la mémoire interne (en option). Quatre profils prédéfinis peuvent être utilisés pour enregistrer les valeurs et événements.

L'UMG 96S basique sans mémoire ni horloge enregistre seulement la consommation globale et les valeurs minimum et maximum (sans horodatage).

Affichage des valeurs mesurées et rotation automatique de l'affichage.

Les valeurs mesurées sont calculées toutes les secondes et peuvent être affichées sur l'affichage de la centrale. Deux méthodes sont disponibles pour visualiser les informations :

• une présentation avec rotation des valeurs désirées qui changent automatiquement selon la période définie (0…60 secondes) ;
• la sélection des valeurs mesurées en appuyant sur les touches de la centrale de mesure.
Il y a quatre profils d'affichage disponibles et chaque profil peut être configuré en fonction des besoins de l'utilisateur via un ordinateur.

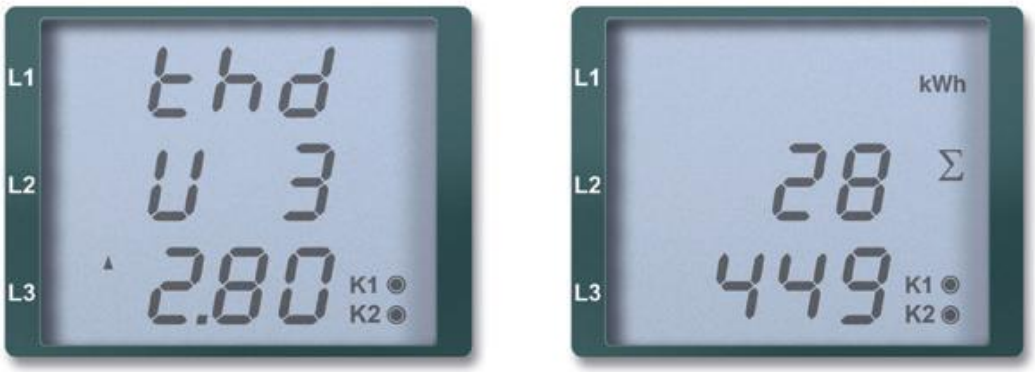


Figure III-2 : exemples de meures de JANITZA UMG 96

Contraste LCD

Le contraste de l'affichage LCD peut être modifié par l'utilisateur. Afin d'obtenir le contraste optimal durant toute l'opération, le paramétrage se fait automatiquement en fonction de la température.

Compteur d'heure de fonctionnement

Le compteur d'heure de fonctionnement commence à mesurer (intervalles de 6 minutes) une fois que la centrale de mesure est opérationnelle et ne peut pas être remis à zéro. Parallèlement, six temps d'exécution peuvent être programmés en utilisant les 6 comparateurs et le temps global d'exécution est enregistré via le résultat des comparateurs. Les valeurs mesurées, limites et conditions (>=<) sont disponibles comme paramètres. Les temps d'exécution peuvent être individuellement remis à zéro.

Communication dans le milieu industriel – interface et bus de terrain

Afin de pouvoir récupérer et analyser le nombre important des données générées, celles-ci sont transférées et collectées via les moyens de communication correspondant. L'incorporation de l'UMG 96S dans des systèmes complexes de gestion de l'énergie est aussi possible. L'UMG 96S propose ainsi de nombreuses interfaces (RS232, RS485, M-Bus) et différents protocoles (Modbus, Profibus, M-Bus). L'UMG 96S se distingue avec une communication fiable et un taux de transfert des données élevé.

Sorties analogiques

Les variantes avec sorties analogiques peuvent être configurées comme sorties analogiques, sorties d'impulsion ou sorties de commutation. Les paramètres suivants sont disponibles pour chaque sortie analogique : valeur mesurée, valeur de départ (4mA) et valeur de fin (20mA).

Entrées/sorties numériques

Les sorties numériques peuvent être utilisées comme sorties d'impulsion (max. 10Hz) pour la consommation d'énergie et réactive ou comme sorties de commutation. Les sorties numériques peuvent être programmées afin de surveiller les valeurs mesurées. Jusqu'à 3 comparateurs (A, B et C) peuvent être alloués à chaque sortie numérique et le résultat transmis par la sortie numérique. Le résultat du comparateur peut aussi être récupéré via Modbus RTU. Les sorties de commutation peuvent aussi être configurées via Profibus.

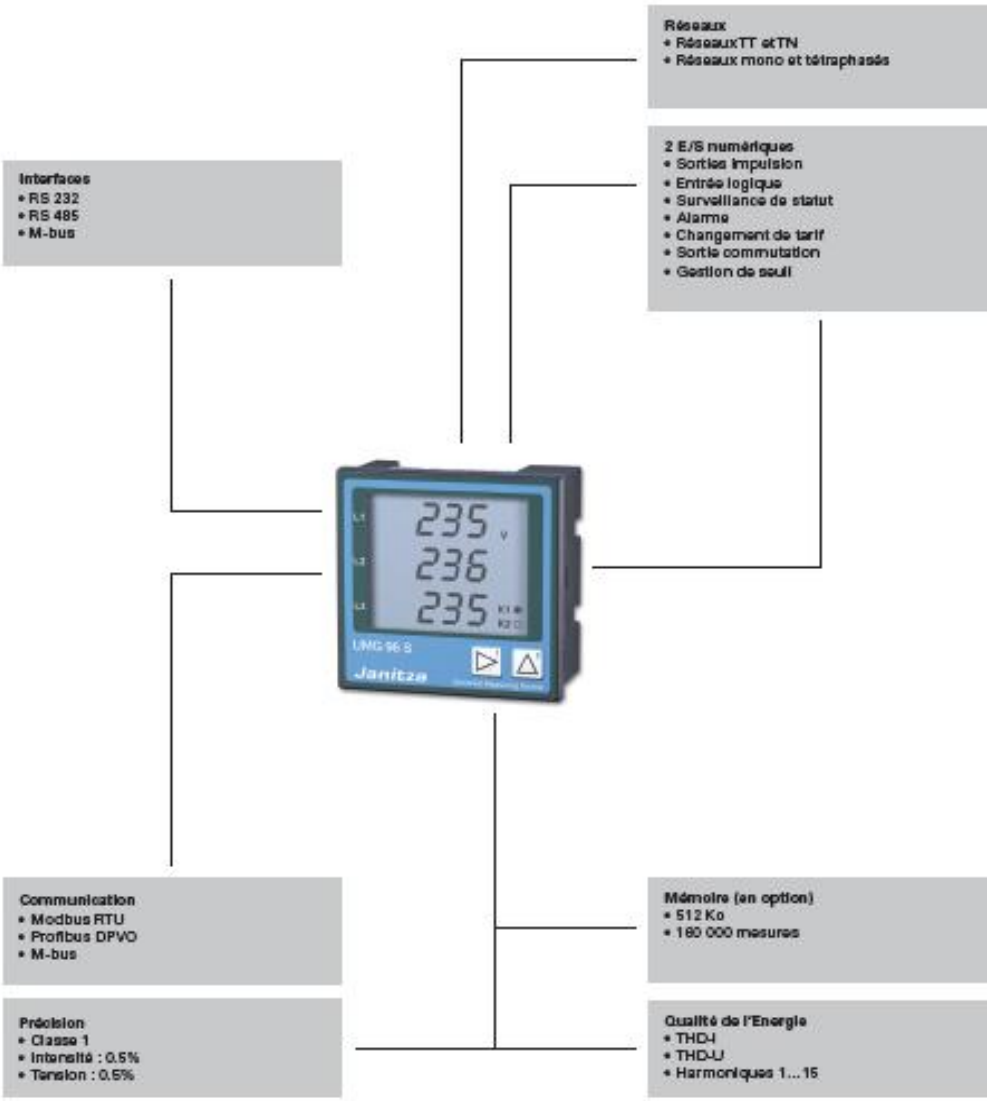


Figure III-3 : caractéristiques de l'appareil JANITZA UMG 96 S

Plage de mesure

Tension L-N, AC (sans transformateur de tension)		Voir ci-dessus
Tension L-L, AC (sans transformateur de tension)		Voir ci-dessus
Intensité (transformateur : x/1 et x/5A)		0,01...6A
Fréquence		45...65Hz
Régimes de neutre		TN,TT
Mesure dans réseaux monophasés/multiphasés		1ph, 2ph, 3 ph et jusqu'à 3 x 1ph

Valeurs mesurées

Paramètre mesuré	Plage d'affichage	Plage de mesure avec facteur d'échelle 1	L1	L2	L3	Somme	Valeur minimum	Valeur moyenne *1	Valeur maximum	Précision de la mesure
Intensité	0.01 .. 60.0 kA	0.01 .. 6 A	•	•	•		•	•	•	+-0.5 %
Intensité N calculé	0.01 .. 180.0 kA	0.01 .. 18 A				•	•	•	•	+-1.5 %
Tension L-N	0.0 .. 34 kV	50 .. 300 V	•	•	•		•	•	•	+-0.5 %
Tension L-L	0.0 .. 60 kV	87 .. 520 V	•	•	•		•	•	•	+-1.0 %
Fréquence (U	45.00 .. 65.00 Hz	45.00 .. 65.00 Hz	•							+-0.1 %
Puissance active par phase	0.1 W .. 99.9 MW	0.1 W .. 1.8 kW	•	•	•			•	•	+-1.0 %
Puissance apparente par phase	0.1 VA .. 99.9 MVA	0.1 VA .. 1.8 kVA	•	•	•			•	•	+-1.0 %
Puissance réactive par phase	0.1 var .. 99.9 Mvar	0.1 var .. 1.8 kvar	•	•	•			•	ind.	+-1.0 %
Puissance active, somme	1.0 W .. 99.9 MW	1.0 W .. 5.4 kW				•		•	•	+-1.0 %
Puissance apparente, somme	1.0 VA .. 99.9 MVA	1.0 VA .. 5.4 kVA				•		•	•	+-1.0 %
Puissance réactive, somme	1.0 var .. 99.9 Mvar	1.0 var .. 5.4 kvar				•		•	ind.	+-1.0 %
cos-phi	0.00 kap. .. 1.00 .. 0.00 ind.	0.00 kap. .. 1.00 .. 0.00 ind.	•	•	•	•		•		+-1.0 degree
Energie active, consommée	0 .. 999,999,999 kWh					•				Classe 1(5A) 2 (1A)
Energie réactive, inductive	0 .. 999,999,999 kvarh					•				Classe 1(5A) 2 (1A)
Compteur d'heures de service	0 .. 999,999,999 h					•				+-2 min par jour

Figure III-4 : plage de mesure et valeurs mesurées de l'appareil GANITZA UMG 96 S

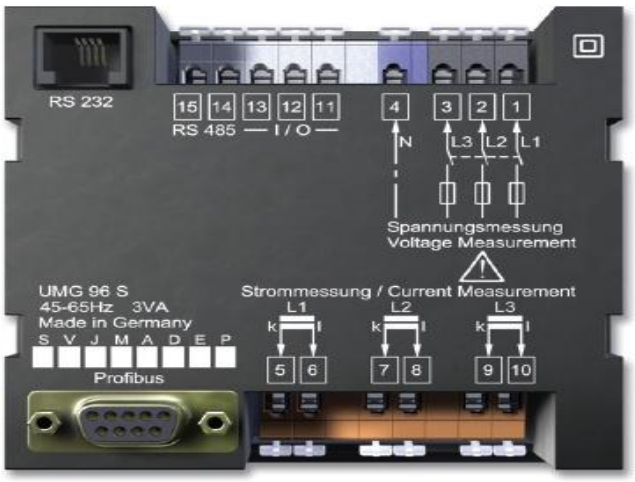


Figure III-5 : illustration de la connexion de l'appareil GANITZA UMG 96 S

3-1-2 Installation de l'appareil Janitza UMG 96S sous service.

L'appareil Janitza UMG 96S est utilisé pour mesurer toutes les grandeurs électriques : courants, tensions, puissances (actives, réactives et apparentes), facteur de puissance, THD courants et THD tensions. En outre, comme les courants maximaux mesurés dans ce circuit ne dépassent pas la valeur de 400 A par phase, on a installé trois transformateurs de courants TI de rapport 400/5.

Afin de surveiller les variations des charges à l'hôpital, on installe un système d'enregistrement des grandeurs électriques en effectuant une lecture toutes les cinq minutes pour l'enregistrer dans un fichier sur l'ordinateur. Pour cela, on réalise ce système en circuit programmable avec un microcontrôleur PIC 16F876 assurant une interface entre le Janitza UMG 96S et l'ordinateur ; on utilise la connexion d'interface RS 485comme le montre le schéma suivant :

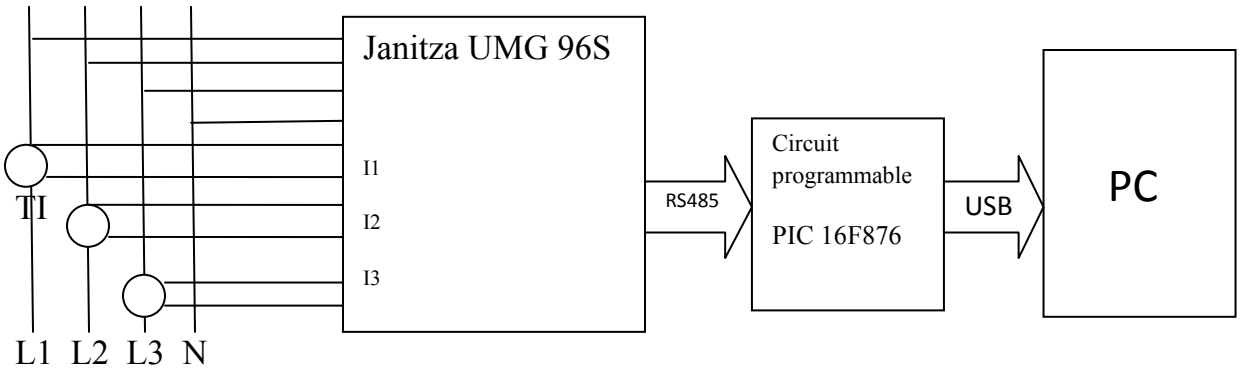
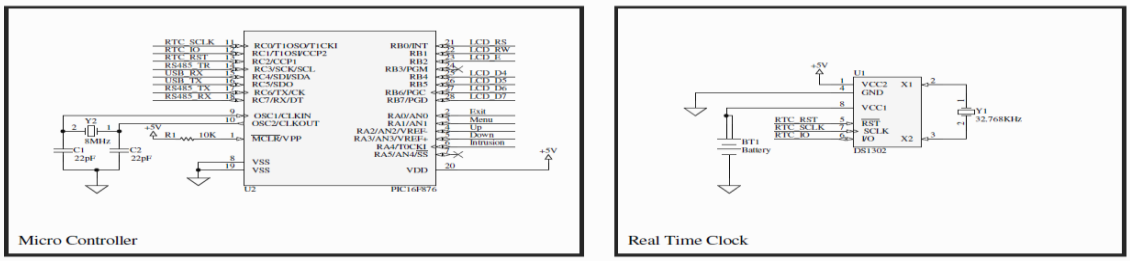


Figure III-6 : schéma block de l'interface entre l'appareil JANITZA UMG 96 S et l'ordinateur.

Le circuit programmable PIC 16F876 s'occupe de transformer les codes modbus de l'interface RS 485 en code série (USB), le circuit lit les données et les affiche en même temps sur l'écran du multimètre UMG 96S, puis il enregistre ces lectures dans la mémoire du microcontrôleur.

Les schémas de l'interface sont représentés sur la figure III-7



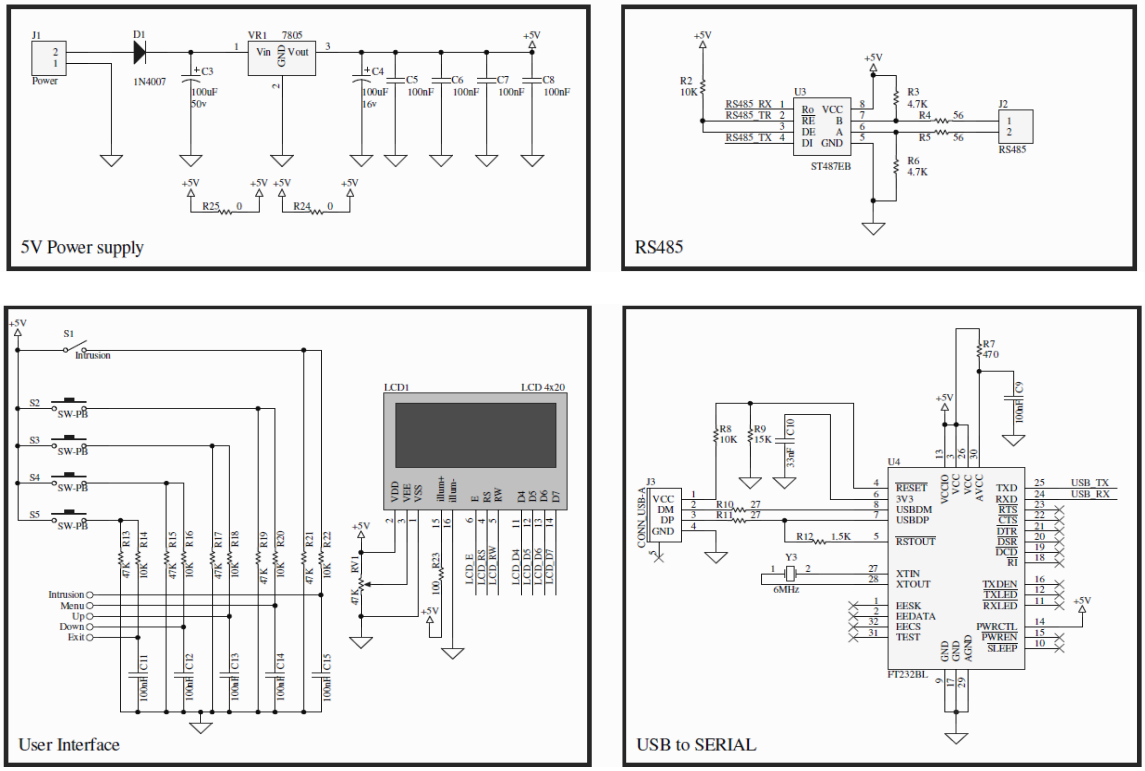


Figure III-7 : le circuit de l'interface

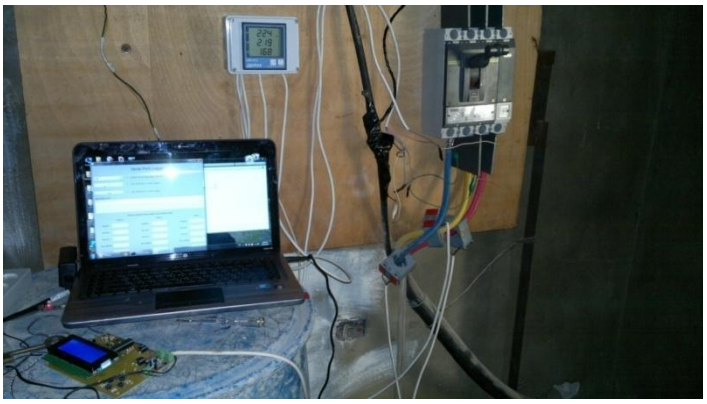


Figure III-8 : Installation de système de mesure sous service.

Les lectures de grandeurs électriques sont stockées dans la mémoire de PIC mais nous avons besoin de stocker ces données dans notre ordinateur, c'est pourquoi nous avons réalisé un programme en JAVA assurant cette procédure.

Ce programme transforme les données stockées dans la mémoire à l'ordinateur et crée un fichier Excel sous forme de tableau de ces données.

Enfin, nous allons établir des mesures réelles enregistrées sur notre ordinateur et à travers le temps d'utilisation d'énergie électrique par jour.

3-2 Schémas électriques.

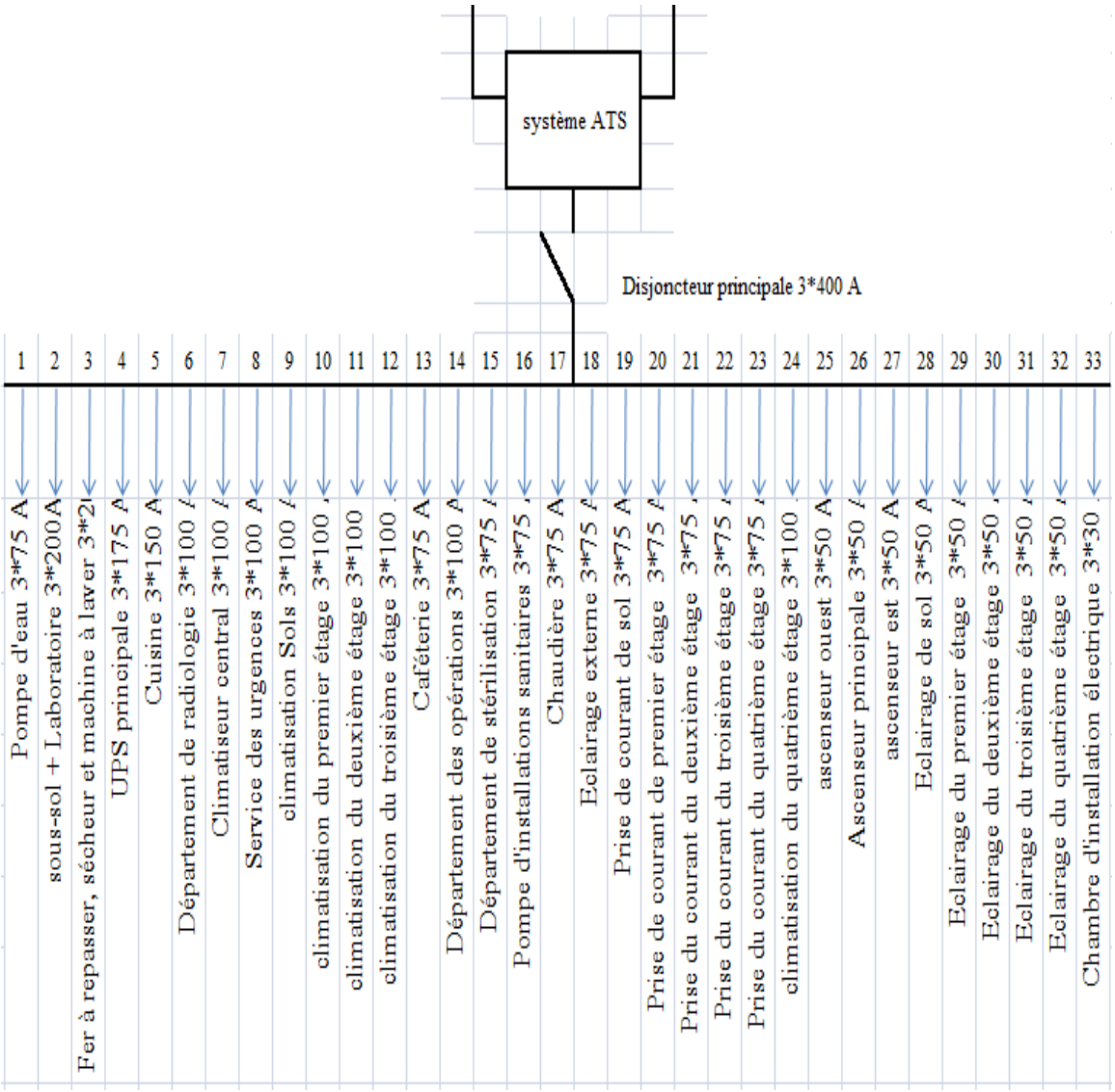


Figure III-9 : schéma électrique total de l'hôpital.

3-3 Charges électriques totales.

Les charges électriques totales sont les appareils électriques, cliniques et éclairages qui se trouvent à l'hôpital.

L'objectif principal de compter les différentes consiste en l'étude et la détermination de la raison de la coupure de disjoncteur principal de l'hôpital.

Le tableau III-1 indique les charges totales de chaque département à l'hôpital :

Département	L1	L2	L3
Pompe d'eau	4	4	4
Sous-sol + Laboratoire	13	10	15
Fer à repasser, sécheur et machine à laver	32	30	34
UPS principale	60	60	60
Cuisine	5	8	18
Département de radiologie	30	20	35
Climatiseur central	75	75	75
Service des urgences	15	10	6
Climatisation Sols	23	22	30
Climatisation de premier étage	20	20	30
Climatisation de deuxième étage	25	20	30
Climatisation de troisième étage	30	18	32
Caféterie	8	5	15
Département des opérations	30	30	30
Département de stérilisation	10	12	30
Pompe d'installations sanitaires	6	6	6
Chaudière	0	0	5
Eclairage externe	4	4	4
Prise de courant de sol	3	3	3
Prise de courant de premier étage	4	3	4
Prise de courant de deuxième étage	5	4	8
Prise de courant de troisième étage	5	5	5
Prise de courant de quatrième étage	5	5	5
Climatisation de quatrième étage	20	10	25
Ascenseur ouest	14	14	14
Ascenseur médial	14	14	14
Ascenseur est	14	14	14
Eclairage de sol	30	10	25
Eclairage de primaire étage	12	8	20
Eclairage de deuxième étage	12	10	18
Eclairage de troisième étage	10	8	22
Eclairage de quatrième étage	12	10	18
Chambre d'installation électrique	5	8	12
Somme de charge total	**555**	**480**	**666**

Tableau III-1 : les Chagres maximales dans l'hôpital

	L1	L2	L3
Climatisation	193	165	222
Département clinique	158	142	176
Eclairage	80	50	107
Département de service	50	51	84
Ascenseurs	42	42	42
prises du courant	22	18	20
Pompes électriques	10	10	10

Tableau III-2 : les charges maximales d'après les departements.

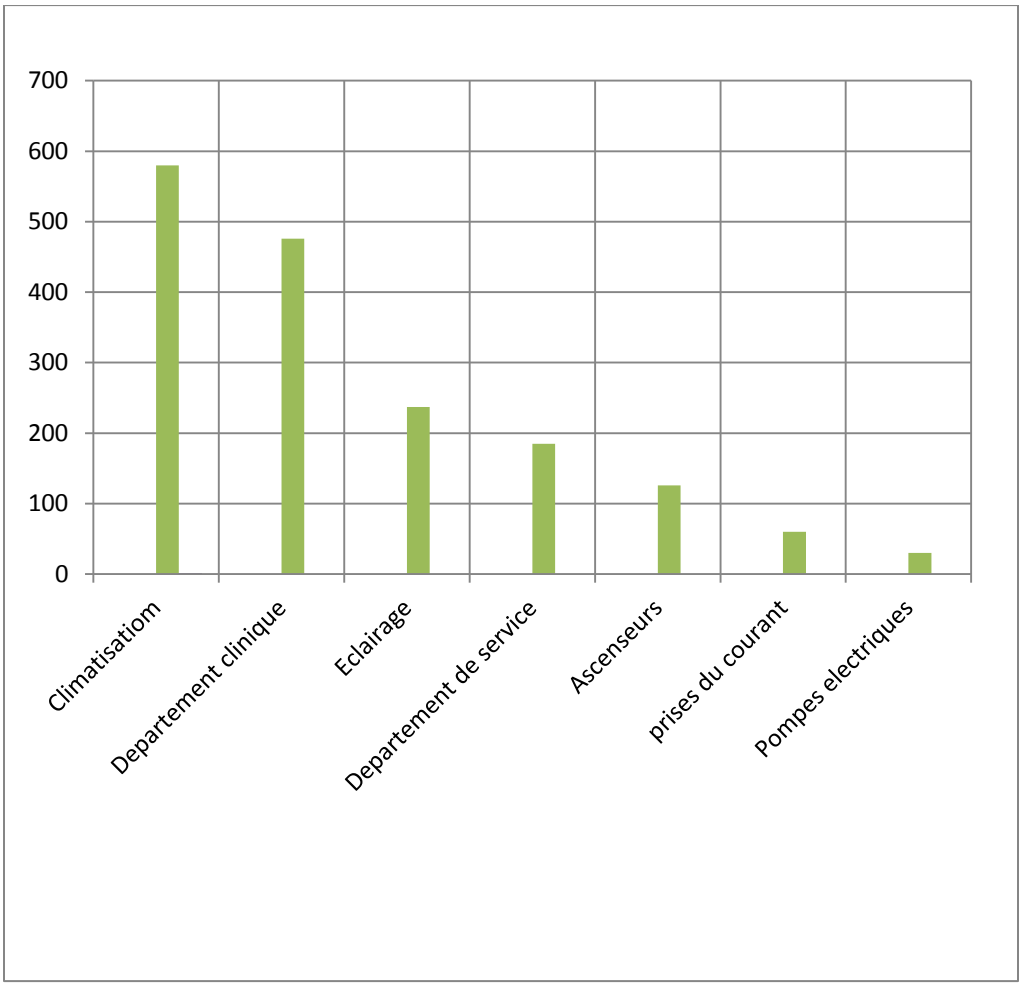


Figure III-9 : courbes des charges maximales.

Le tableau III-3 indique une mesure dans un jour plus chaud.

Département	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
Pompe d'eau			
sous-sol + Laboratoire	4	4	4
Fer à repasser, sécheur et machine à laver	30	25	30
UPS principale	45	45	45
Cuisine	5	6	12
Département de radiologie			
Climatiseur central	73	73	60
Service des urgences	13	6	3
Climatisation Sols	19	19	19
climatisation de premier étage	10	10	26
climatisation de deuxième étage	20	11	25
climatisation de troisième étage	25	15	29
Caféterie	2	2	4
Département des opérations	26	26	26
Département de stérilisation	2	4	20
Pompe d'installations sanitaires	5	9	10
Chaudière			
Eclairage externe			
Prise de courant de sol			
Prise de courant de premier étage	2	3	3
Prise de courant de deuxième étage			
Prise de courant de troisième étage			
Prise de courant de quatrième étage			
climatisation de quatrième étage	15	4	16
Ascenseur ouest			
Ascenseur médial			
Ascenseur est			
Eclairage de sol	4	2	9
Eclairage de premier étage	4	3	5
Eclairage de deuxième étage	10	5	6
Eclairage de troisième étage	12	9	6
Eclairage de quatrième étage	7	12	9
Chambre d'installation électrique	6	2	10
Somme	**339**	**295**	**377**

Tableau III-3 : une mesure journalière avec une température ambiante élevée.

On remarque que lors de ces mesures la charge totale des climatisations absorbe 469 A c'est-à-dire les climatisations dans l'hôpital consomme 46% de la consommation totale d'énergie ! Et la charge totale de l'éclairage est 120 A, c'est-à-dire les éclairages dans l'hôpital consomment 12% de la consommation totale d'énergie ! On trouve que ces nombres sont très importants et on traitera ces problèmes dans les paragraphes qui suivent.

3-4 Consommation électrique :

Le tableau III-4 représente les charges puissantes absorbant des courants élèves à l'hôpital pendant une journée donnée.

En utilisant l'appareil de mesure Janitza UMG 96S et du circuit à base du microcontrôleur, les valeurs mesurées sont résumés pendant une période donnée dans les tableaux ci-dessous.

Tensions (V)			Courants(A)			Cosϕ			P	Q	S	THD tension %			THD courant %			Temps
1	2	3	1	2	3	1	2	3				1	2	3	1	2	3	
229	226	229	373	326	295	0.88	0.83	0.85	191	112	226	0.91	0.96	1.07	8.6	9.19	10.4	11:00 - 12:00
229	228	229	412	379	334	0.9	0.85	0.87	216	119	245	0.93	1	1.05	7.5	7.36	8.54	12:00 - 13:00
228	228	228	362	340	300	0.9	0.83	0.85	191	109	231	0.95	0.99	1.02	7.86	8.19	9.39	13:00 - 14:00
223	222	223	349	310	284	0.93	0.89	0.9	194	90	213	0.75	0.77	0.86	7.84	8.7	10.2	14:00 - 15:00
222	221	222	311	275	254	0.92	0.86	0.88	165	82	183	0.81	0.86	0.89	8.8	9.42	10.8	15:00 - 16:00

Tableau III-4 : mesures des grandeurs électriques le 29/10/2014 (Ref : annexe A – tableau A-1)

On remarque que le courant I1 dépasse la valeur de 400 A par un moment qui est du disjoncteur principal, et on trouve que les trois courants de phase ont dépassé 400 A en quelques moments.(Voir annexe A-tableau A1)

Tensions (V)			Courants(A)			Cosϕ			P	Q	S	THD tension %			THD courant %			Temps
1	2	3	1	2	3	1	2	3	(KW)	(KVAR)	(KVA)	1	2	3	1	2	3	
232	231	232	180	180	137	0.82	0.77	0.79	90	68	114	0.77	0.80	0.77	15.2	14.8	19.2	19:00 - 20:00
231	230	231	184	169	128	0.82	0.78	0.80	89	67	110	0.84	0.80	0.87	14.3	14.9	21.6	20:00 - 21:00
230	229	230	171	176	128	0.79	0.79	0.79	88	65	111	0.89	0.99	0.95	16.2	14.0	20.8	21:00 - 22:00
228	227	228	170	175	134	0.80	0.79	0.82	86	64	106	0.97	0.91	0.95	15.9	14.3	19.8	22:00 - 23:00
229	228	230	162	163	119	0.84	0.79	0.80	83	61	107	1.03	1.02	1.03	17.0	14.6	21.6	23:00 - 0:00

Tableau III-5 : mesures des grandeurs électriques le 31/10/2014 (Ref : annexe A – tableau A-2)

On remarque que la valeur de THD courant de I3 a dépassé 20% et on trouve (tableaux A-1, A-2 et A3 annexe A) que la valeur de THD courant a dépassé 30% certains moments.

3-5 Courbes de consommation électrique.

Les mesures des courants et des puissances ont été effectuées en une journée (24 heures) comme le montre le tableau III-6 afin d'illustrer les courbes correspondantes représentées ci-dessous :

Temps (h)	I1 (A)	I2 (A)	I3 (A)	P (KW)	Q (KVAR)	S (KVA)
0:00	156	168	126	82	58	102
1:00	149	156	116	78	57	95
2:00	156	170	124	80	52	96
3:00	150	149	119	75	54	93
4:00	159	149	114	77	56	99
5:00	162	155	113	76	54	95
6:00	154	157	118	77	57	97
7:00	188	197	155	99	71	122
8:00	201	222	182	111	79	137
9:00	241	280	210	134	96	165
10:00	278	300	255	150	82	169
11:00	373	326	295	191	112	226
12:00	412	379	334	216	119	245
13:00	362	340	300	191	109	231
14:00	349	310	284	194	90	213
15:00	310	274	253	164	81	183
16:00	290	262	232	152	88	177
17:00	306	266	238	159	93	186
18:00	253	219	196	132	74	157
19:00	225	207	164	112	70	133
20:00	227	202	166	113	70	137
21:00	223	198	166	112	71	136
22:00	218	190	158	106	64	126
23:00	205	191	159	104	66	124

Tableau III-6 :mesures des courants et des puissances pendant 24 heures (une journeé). (Ref : annexe A)

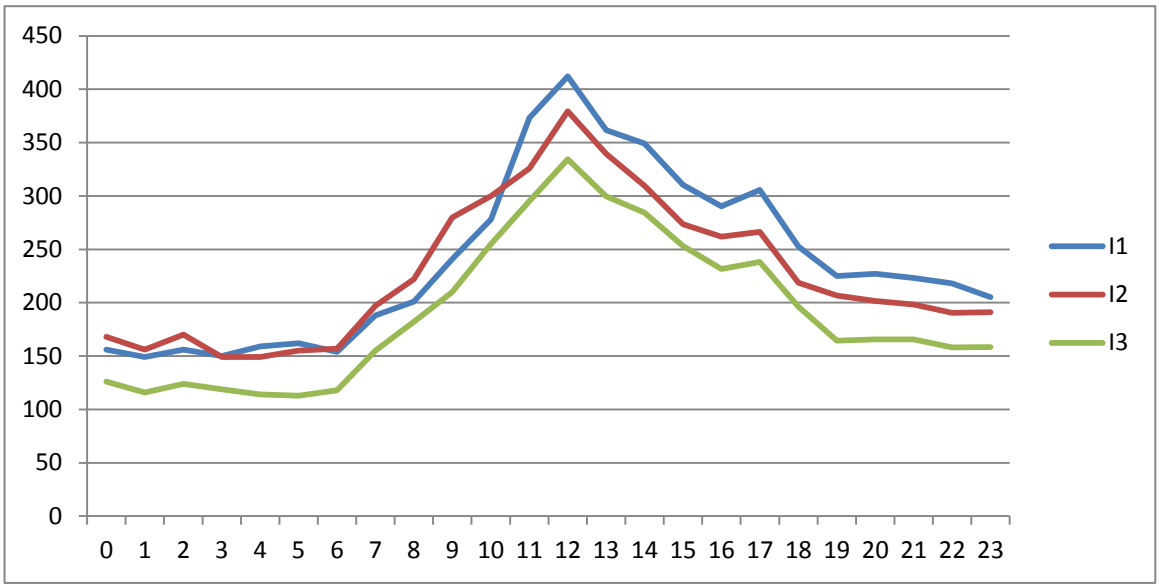


Figure III-11 : courbes de consommation elrctrique de l'hôpital :I_1(A), I_2(A), I_3(A) = f (heure).

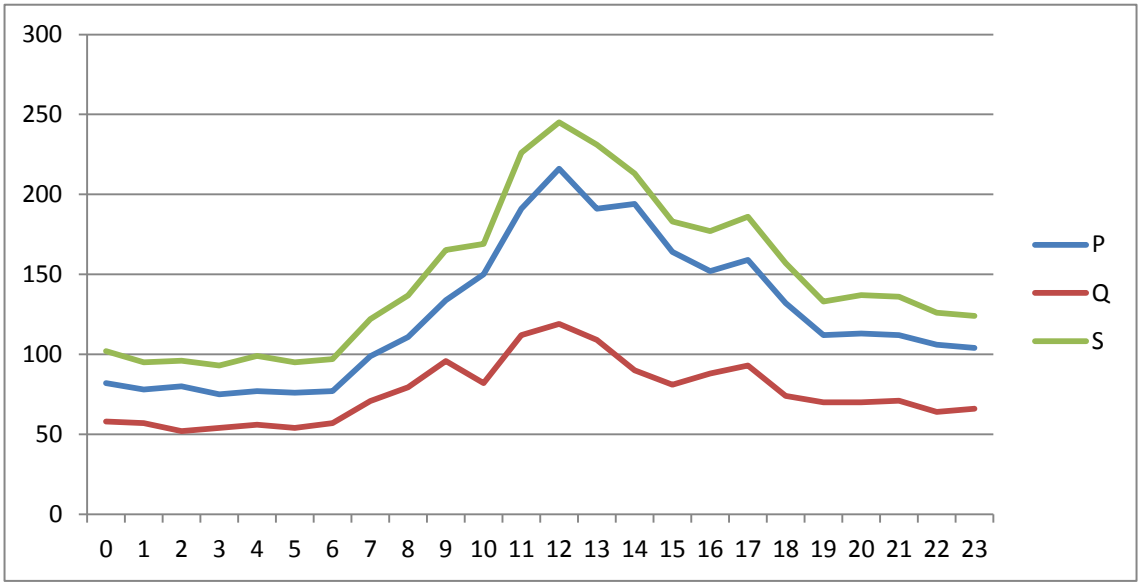


Figure III-12 :courbes des puissances de l'hôpital : P(KW), Q(KVAR), S(KVA) = f(heure).

On distingue que les pics de consommation électrique sont maximales à l'heure de pointe ordinaire au Liban.

3-6 Formes des signaux électriques.

3-6-1 Courants de trois phases principales et fil neutre.

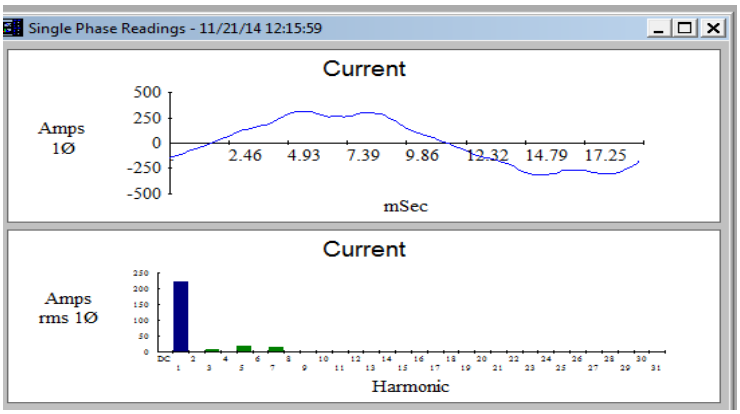


Figure III-13 : courant et harmoniques du courant de la phase 1.

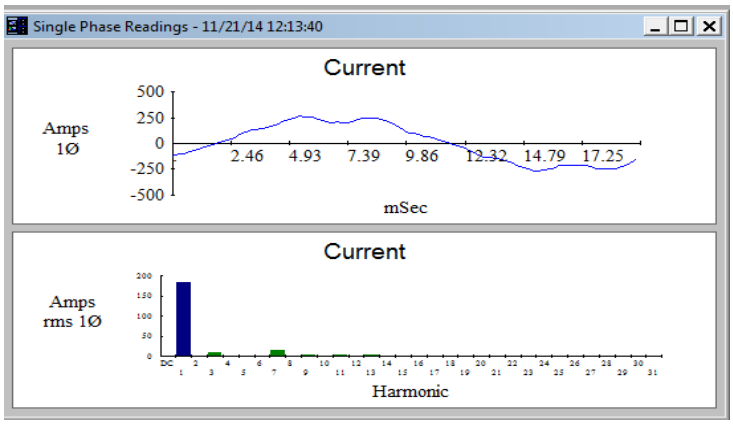


Figure III-14 : courant et harmoniques du courant de la phase 2.

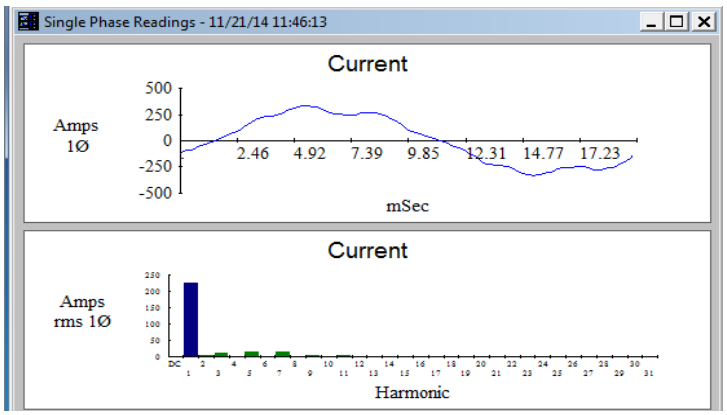


Figure III-15 : courant et harmoniques du courant de la phase 3.

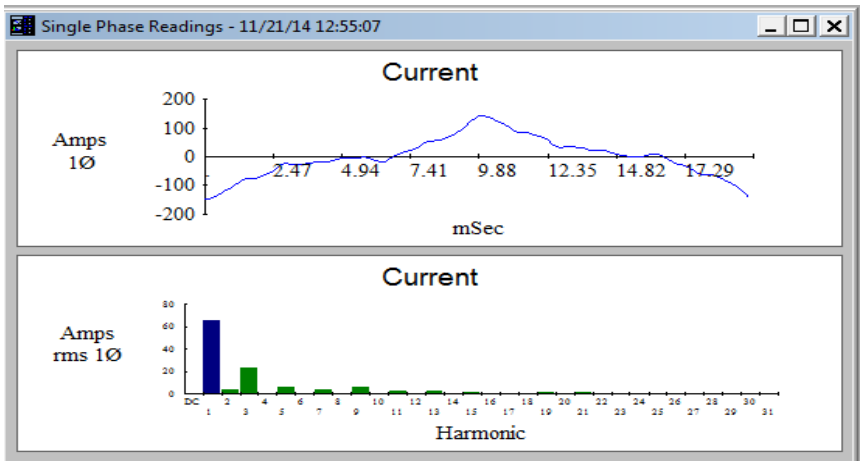


Figure III-16 : courant et harmoniques du courant de neutre.

On remarque un courant important dans le fil de neutre par l'influence du déséquilibre à l'hôpital ; d'autre part l'harmonique de rang trois a dépassé 20% et la valeur de puissance réactive est de 14.23 kVAR et le courant de rang trois égale à 23.27 A *(annexe B fig. B-4)*.

3-6-2 Courants des éclairages.

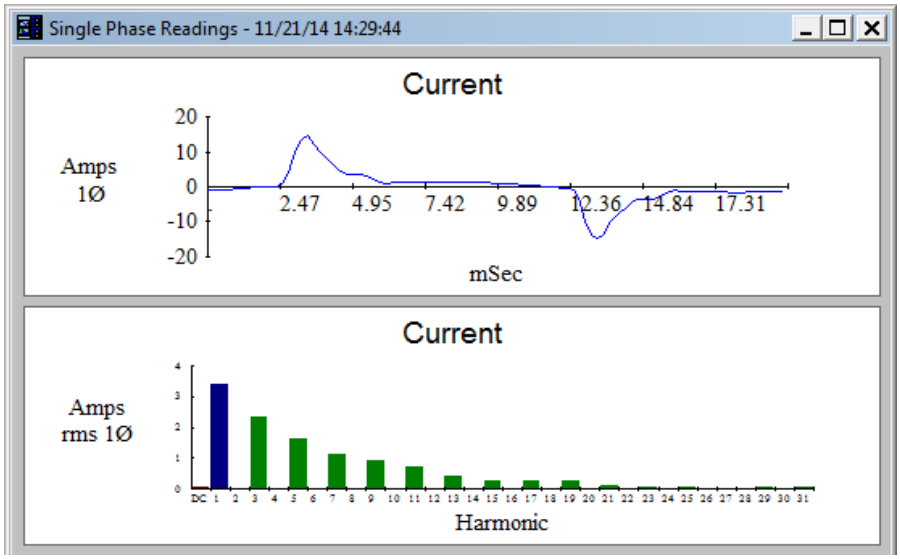


Figure III-17 : courant et harmoniques des éclairages du troisième étage.

(Réf. Annexe B : fig.-71).

On remarque que les lampes utilisées à l'hôpital absorbent des courants riches en harmoniques.

3-6-3 Mesure de la prise de terre

Le régime de neutre utilisé dans l'hôpital est le schéma du régime TN.

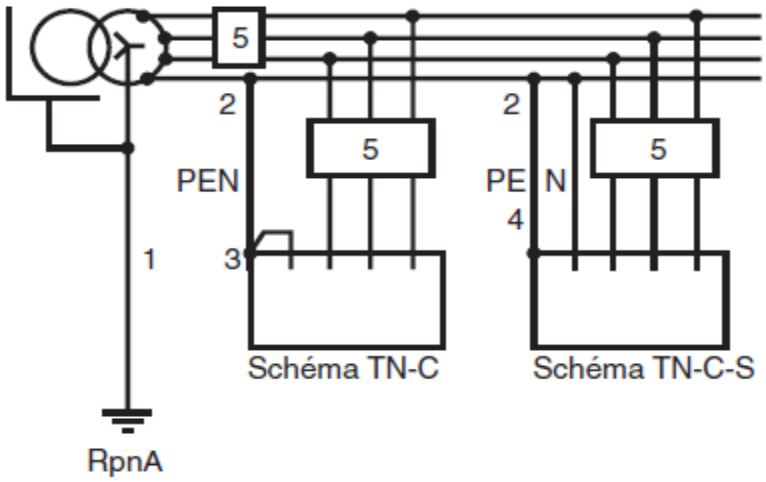


Figure III-18 – schéma du régime TN

On mesure la résistance de prise de terre par un appareil de mesure et on trouve une résistance égale à 4Ω donc une bonne valeur.

3-7 Disjoncteur principal.

Le disjoncteur principal installé à l'hôpital est de type ABB Tmax PR221DS 3*400A pour des utilisations à courant alternatif.

Le déclencheur PR221DS Tmax, fournit des fonctions de protection contre les surcharges L, et court-circuit S ou I, vous pouvez choisir entre la protection S ou I simplement en déplaçant le dip-switch.

Avec Tmax, l'unité de déclenchement est interchangeable; la protection L peut être réglée manuellement à I1 = 0,4 + (0.04 + 0.08 + 0.16 + 0.32) In à l'aide d'un commutateur DIP et il est possible de choisir entre deux différentes courbes de déclenchement 3s à 6 x I1 et 12s à 6 x I1.

La fonction de protection contre les courts-circuits avec retard déclencheur S, ayant la caractéristique de déclenchement à temps inverse (I^2t = const), il peut être réglé pour I2 = In x Σ(1 + 1.5 + 2 + 5.5). Cette protection est sélectionnable comme une alternative à la fonction de protection I. La temporisation de

protection peut être sélectionnée en réglant les commutateurs DIP sur l'un des deux courbes disponibles (0.1s au 8 x In, 0,25s au 8 x In).

La fonction de protection contre les courts-circuits instantanés I peut être ajustée à I3 = (1 ou 1,5 ou 2 ou 5,5) x In.

En présence de la protection du neutre, il est possible de choisir le seuil de protection OFF, 50% ou 100% directement à partir de l'avant de l'unité de déclenchement au moyen du commutateur DIP spécifique.

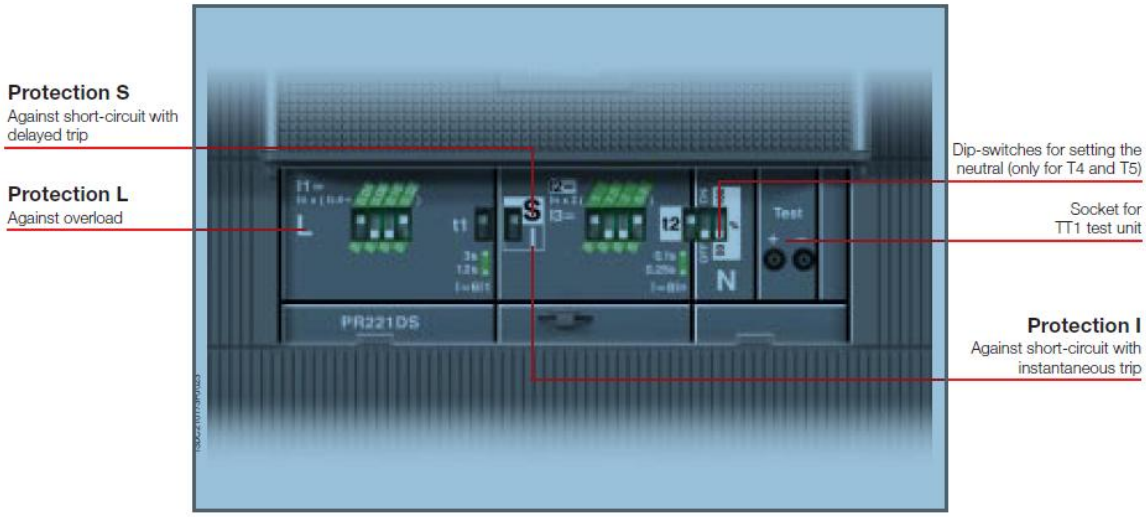


Figure III-19:les calibres de disjoncteur ABB Tmax

*Figure III-20 : le disjoncteur ABB Tmax 3*400A installé dans l'hôpital.*

Les paramètres du disjoncteur sont réglées à In x (0.4+0.04+0.08+0.016+0.32) c'est-à-dire à courant de déclenchement 400 x 1 =400A à temps 12sec.

Le courant de court circuit est réglé à In x 5.5 c'est-à-dire 400 x 5.5 = 2200A à temps de 0.25s.

Enfin, le disjoncteur est déclenché dans le cas où le courant dépasse la valeur de 400A dépassant les 12 secondes, ce cas s'est passé (annexe A, tableau A-1 entre 12:18am et 12 :27am, les trois courants ont dépassé la valeur de déclenchement par temps plus que 12 secondes) c'est pourquoi le disjoncteur se déclenche, une des raisons de déclenchement du disjoncteur, **il y a surcharge en courant dans l'hôpital.**

Chapitre IV Solutions proposées.

4-1 Solutions aux problèmes d'éclairage à l'hôpital.

L'hôpital dispose de plusieurs types des lampes installées par des méthodes non professionnelles.

La lampe la plus utilisée est celle de ''PHILIPS TCS 02-418-69'' qui contient quatre lampes à tube fluorescent 18 W / 60cm avec deux transformateurs et deux déclencheurs (starter).

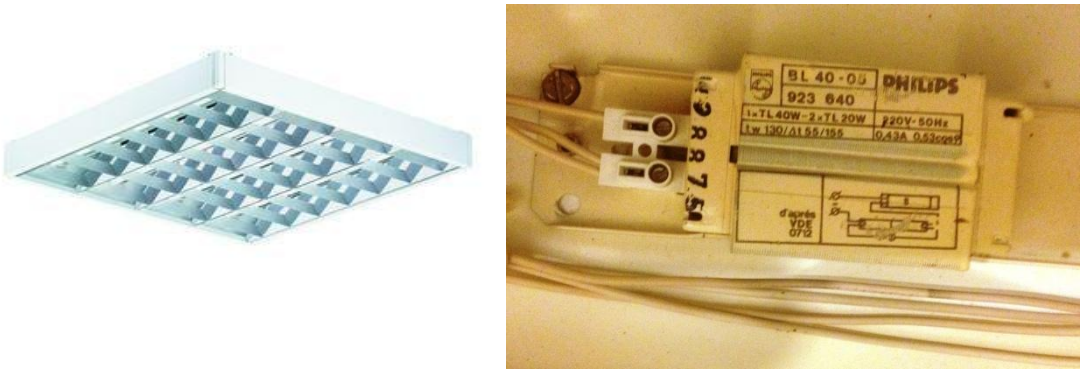


Figure IV-1 : la lampe TCS et sa bobine (ballast).

Les caractéristiques électriques de cette lampe est 2*TL 20W, 0.43 A, cosφ= 0.53, c'est-à-dire la charge de chaque appliquée est 0.86A mais on fait deux mesures par deux et quarte tubes fluorescents; on déduit les résultats suivants :

	V (v)	I (A)	COSφ	P (w)	Q (var)	S (VA)	Thd V (%)	Thd-I (%)
2Tubes	216.9	0.36	0.56	44	65	80	3.9	13
4Tubes	219.3	0.734	0.56	89	129	156	3.7	12.5

Tableau IV-1 : les mesures de grandeurs électriques de la lampe TCS.

Le nombre de ces lampes à l'hôpital est de 334 lampes; ces lampes consomment jusqu'a 1200 A, c'est sa valeur maximale de consommation car le poste électrique est de 400 KVA, c'est pourquoi autour de 20% de consommation si nous allons allumer ces lampes en même temps, d'autre part la puissance active de ces lampes est 29726W et on trouve que 70% de ces lampes sont allumées 24 heures par jour c'est-à-dire 20KW, ce qui donne 480 kWh par jour et 14400 KWh par mois.

Les lampes fluo compactes de 30 W comptées dans l'hôpital est de 65 lampes.

Figure IV-2 : la lampe fluo compacte utilisée à l'hôpital.

On installe deux lampes TCS et Fluo compactes en même temps sur le réseau et on relève les résultats suivants à l'aide de l'appareil JANITZA :

V (v)	I_1 (A)	I_2 (A)	COSφ1	COSφ2	P (w)	Q (var)	S (VA)	ThdV1 (%)	ThdV2 (%)
218.8	0.739	0.132	0.56	0.65	109	128	190	4	3.6
216.5	0.725	0.132	0.56	0.65	107	122	186	3.9	3.7

Tableau IV-2 : les mesures des grandeurs électriques de deux lampes (TCS et FLUO) par deux vois du courant.

On remarque que la valeur de THD de lampes TCS est 3.9% mais dans l'autre lampe est 3.7% Dans la mesure suivante on installe les deux lampes dans la même entrée courant de JANITZA et on relève les résultats suivants :

V (v)	I (A)	COSφ	P (w)	Q (var)	S (VA)	Thd V (%)	Thd-I (%)	
218.6	0.745	0.56	90	134	163	3.9	17.7	Une lampe TCS
218.5	0.775	0.65	108	126	168	3.4	15.9	Deux lampes TSC et FLUO

Tableau IV -3 : *les mesures des grandeurs électriques de deux lampes (TCS et FLUO) par même voix du courant.*

On remarque que les valeurs de THD tension et courant sont variées au moins dans le cas de l'allumage de deux lampes c'est-à-dire nous allons traiter de compensation naturelle, en outre les 65 lampes consomment 9A ou 1800 W, ce qui donne 43.2 kWh par jour et 1296 kWh par mois.

4-1-1 Solution techniques

Après plusieurs visites à l'hôpital jour et nuit, on remarque que toutes les lampes sont allumées dans les départements, en service ou non, et dans les chambres occupées par des patients ou non et dans des passages auxiliaires.

Les solutions de ce gaspillage d'énergie se commencent par l'entraînement et la sensibilisation de personnels à l'importance de l'économie d'énergie même avec la pression du travail dans les hôpitaux.

Dans l'objectif de réduire la consommation électrique inutile, on adopte l'emploi de minuterie dans les passages auxiliaires et dans les escaliers car l'hôpital n'est pas équipé malheureusement de ces dispositifs.

Figure IV- 3 : une minuterie électronique.

Une autre solution est d'utiliser un capteur infrarouge qui déclenche l'éclairement de la lampe en cas de passage d'une personne dans la zone de ce capteur, ces capteurs sont installés dans les passages principaux et dans les départements qui contiennent de travail intermittent par exemple dans les magasins.

Figure IV-4 : un capteur infrarouge.

On peut utiliser des capteurs de températures qui allument la lampe dans le cas de présence de corps humain qui fait varier la température de la chambre ce qui donne un signal pour allumer la lampe ; ces capteurs sont installés dans les chambres et dans les départements principaux.

Figure IV-5 : un capteur de présence.

Les éclairages externes sont des raisons principales de pertes d'énergie car lors de nos observations, les lampes sont allumées pendant la journée d'où l'emploi d'une horloge temporisée en 24 heures qui s'allume ces lampes en un temps déterminé.

Figure IV-6 : un temporisateur par horloge.

4-1-2 Audit énergie.

On note que l'hôpital utilise un départ électrique appelé 'le départ de service', ce départ est respecté par les hôpitaux, ce départ est sous tension 24 h par jour, c'est pourquoi nous allons faire notre calcul en respectant la valeur 24h par jour.

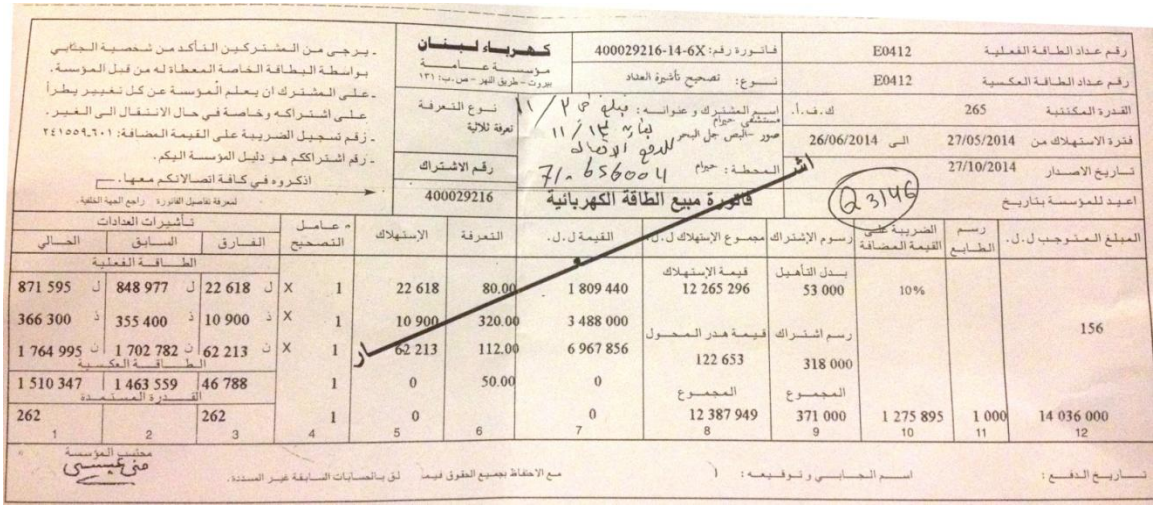
Dans le paragraphe suivant nous calculons l'énergie consommée des lampes TCS dans l'hôpital (14400 kWh par mois) et on note que ce calcul est fait à la base de 70% des lampes trouvées dans l'hôpital.

Les tarifs à l'hôpital sont divisés en trois catégories : la nuit à 80 L.L., le jour à 112 L.L. et la pointe à 320 L.L.

Le tableau IV-4 montre comment on calcule la consommation des lampes TCS par mois.

Temps	Intervalle	Tarif L.L	Energie consommée kWh	En L.L. par jour	En L.L. par mois
nuit	23:00 - 8:00	80	180	14,400	432,000
jour	8:00 - 18:00	112	200	22,400	672,000
pointe	18:00 - 23:00	320	100	32,000	960,000
Somme total par mois					**2,064,000**

Tableau IV -4 : la consommation des lampes TSC.



كهرباء لبنان
مؤسسة عامة
بيروت - طريق النهر - ص.ب: ١٣١

فاتورة رقم: 400029216-14-6X
نوع: تصحيح تأشيرة العداد
رقم عداد الطاقة الفعلية E0412
رقم عداد الطاقة العكسية E0412
القدرة المكتتبة 265 ك.ف.أ.
فترة الاستهلاك من 27/05/2014 الى 26/06/2014
تاريخ الاصدار 27/10/2014
اعيد للمؤسسة بتاريخ
اسم المشترك و عنوانه: مستشفى حيرام صور -أبيض جل البحر
المحطة: حيرام
نوع التعرفة تعرفة ثلاثية
رقم الاشتراك 400029216

فاتورة مبيع الطاقة الكهربائية

- يرجى من المشتركين التأكد من شخصية الجابي بواسطة البطاقة الخاصة المعطاة له من قبل المؤسسة.
- على المشترك ان يعلم المؤسسة عن كل تغيير يطرأ على اشتراكه وخاصة في حال الانتقال الى الغير.
- رقم تسجيل الضريبة على القيمة المضافة: ٢٤١٥٥٩٦٠١
- رقم اشتراككم هو دليل المؤسسة اليكم.
اذكروه في كافة اتصالاتكم معها.
لمعرفة تفاصيل الفاتورة راجع الجهة الخلفية.

تأشيرات العدادات: الفارق	السابق	الحالي	عامل التصحيح	الاستهلاك	التعرفة	القيمة ل.ل.	مجموع الاستهلاك ل.ل.	رسوم الاشتراك	الضريبة على القيمة المضافة	رسم الطابع	المبلغ المتوجب ل.ل.
الطاقة الفعلية											
22 618 ل	848 977 ل	871 595 ل	X 1	22 618	80.00	1 809 440	قيمة الإستهلاك 12 265 296	بدل التأهيل 53 000	10%		156
10 900 ذ	355 400 ذ	366 300 ذ	X 1	10 900	320.00	3 488 000	قيمة هدر المحول 122 653	رسم اشتراك 318 000			
62 213 ث	1 702 782 ث	1 764 995 ث	X 1	62 213	112.00	6 967 856					
الطاقة العكسية											
46 788	1 463 559	1 510 347	1	0	50.00	0	المجموع 12 387 949	المجموع 371 000	1 275 895	1 000	14 036 000
القدرة المستمدة											
262		262	1	0		0					
3	2	1	4	5	6	7	8	9	10	11	12

تاريخ الدفع: اسم الجابي و توقيعه: مع الاحتفاظ بجميع الحقوق فيما لق بالحسابات السابقة غير المسددة. مجلس المؤسسة

Figure IV-7 : exemple d'une facture d'EDL.

La facture présentée dans la figure IV-7 montre que les consommations totales d'énergie par mois est (12, 265,296 L.L) et la consommation des lampes TCS (2, 064,000 L.L.) représente 17% de la consommation totale.

Une recommandation d'utilisation des lampes à LED (60*60) cm, 48W avec un prix abordable et raisonnable (70$), c'est-à-dire pour changer ces lampes on a besoin de 335*70=23450$ ou 35, 410,000L.L.

En outre, la lampe à tube fluorescent (TCS) de 90 W et la lampe à LED à 48 W, en calcul simple les lampes à LED économise la moitié de la consommation c'est à dire 1000,000, L.L c'est Ces lampes à LED récupèrent cette dépense en 36 mois.

Une autre solution consiste à utiliser une source d'énergie renouvelable telle que les panneaux photovoltaïques mais ce choix est pour le moment à écarter car un tel système coûte cher et l'hôpital n'a pas les moyens de discuter actuellement ce projet.

4-2 Conformité de la norme NF C 15-211.

Durant l'exécution de notre projet à l'hôpital et d'après nos observations et nos investigations, on remarque que certains appareils, systèmes, installations et protections ne sont pas conformés à la norme NF C 15-211 ce qui est la norme d'installations électriques à basse tension dans les locaux à usage médical ; nous les présentons ci-dessous.

4-2-1 Alimentation et structure des installations.

Le paragraphe 2-5-4 indique le temps de coupure admissible pour l'alimentation électrique on remplace les alimentations des appareils de l'installation électrique par l'installation de l'UPS et on vérifie bien que cette alimentation ne supporte pas la charge connectée :

- Salle d'opération.
- Département de stérilisation.
- Laboratoire.

4-2-2 Protection par coupure automatique de l'alimentation.

Le schéma de neutre utilisé dans l'hôpital est TN alors que le schéma recommandé est en IT d'après la norme NF C 15-211 ; en outre, les appareils médicaux utilisés ne sont pas protégés par la coupure automatique de l'alimentation. On installe des interrupteurs commandés pour mettre les lignes de chaque appareil sur la terre à travers l'impédance de schéma IT.

4-2-3 Protection par très basse tension de sécurité.

Les locaux à usage médical du groupe 1 ou du groupe 2 dans l'hôpital ont des appareils des éclairages fonctionnent sous tension nominale 220 V alternative.
On peut changer les lampes de ces appareils en lampes fonctionnant à très base tension de sécurité non reliée à la terre qui dépend la norme.

4-2-4 Schéma IT médical.

Le schéma de neutre utilisé dans l'hôpital est TN et on peut changer ce schéma en IT. La caractéristique de base d'un schéma IT est que même après l'apparition d'un défaut d'isolement (à la terre) l'installation électrique peut continuer de fonctionner normalement sans interruption. Ce défaut est nommé «premier défaut».

Dans un schéma IT,

- l'installation est isolée de la terre ou un point de l'alimentation, généralement le neutre, est mise à la terre à travers une impédance ;
- les masses sont mises à la terre ;
- soit ensemble (interconnectées par un conducteur de protection PE et collectivement mises à la terre à la borne principale) ;

- soit individuellement ou par groupes (mises à la terre à des prises de terre différentes) ;

Cela signifie que dans un schéma IT, un défaut à la terre

- ne crée qu'un courant de défaut de quelques milliampères ;
- ne causera de ce fait ;
- aucune dégradation à l'installation en particulier à l'emplacement du défaut ;
- aucun risque d'incendie ;
- aucune tension de contact (en fait de quelques volts << 50 V).

Une installation en schéma IT en situation de premier défaut peut donc continuer de fonctionner normalement mais il est impératif de savoir qu'un premier défaut a eu lieu, de trouver l'emplacement de ce défaut et de l'éliminer.

Un autre intérêt du schéma IT est que la réparation de l'installation peut être planifiée à une période où le besoin de fonctionnement de l'installation électrique n'est pas critiqué.

4-2-5 Protection par dispositifs différentiels à courant différentiel résiduel (DDR) à haute sensibilité.

L'absence des disjoncteurs différentiels résiduels (DDR) à haute sensibilité est étonnante à dans l'hôpital notamment pour les appareils électro-médicaux qui établissent un contact physique ou électrique avec le patient, transfèrent de l'énergie vers ou à partir du patient et détectent un tel transfert d'énergie vers ou à partir du patient.

En outre, les appareils électriques dans le département médical de pédiatrie ont également besoin des disjoncteurs DDR.
Enfin, tous les départements ont besoin des disjoncteurs DDR surtout dans la cuisine, salle de blanchisserie etc.…

4-2-6 Limitation des perturbations électromagnétiques.

Dans les locaux médicaux, le fonctionnement des appareils électro médicaux risque d'être perturbé par des rayonnements électriques ou magnétiques.

Les locaux dans lesquels il peut être nécessaire de prendre des mesures de protection précédentes sont notamment les suivants :

- salles d'examens spécialisés (EEG, ECG, EMG,...) ;
- salles de réanimation et de surveillance intensive ;
- salles de cathétérisme ;
- salles d'angiographie ;
- salles d'opération.

On utilise des câbles avec écran et on relie cet écran à la terre pour réduire les perturbations électromagnétiques.

4-2-7 Eclairage de salle d'opération.

Les éclairages de salle d'opération l'hôpital sont connectés sur l'installation de l'UPS principal c'est pourquoi dans la coupure soudaine d'alimentation les lampes s'allument dans un temps dont le délai de mise en service automatique ne doit pas être supérieur à 0,5 s et ayant une autonomie de fonctionnement d'au moins 1 heure d'après la norme car l'UPS principal à temps de travail de 3 heures. Mais lorsque l'UPS tombe en panne nous aurons besoin des lampes d'urgence avec des batteries indépendantes entre elles ; ces lampes s'allument en cas de coupure d'alimentation par la source de remplacement (UPS).

Figure IV-8 : 4W, 5W E27 rechargeable ampoule LED éclairage de secours.

4-2-8 Eclairage des locaux des niveaux 1 et 2

L'utilisation des lampes à batterie rechargeable (fig. IV-8) dans tous les départements de l'hôpital permet d'assurer la continuité de l'éclairage pendant le démarrage de la source de remplacement.

Signalons qu'il y a une équipe de maintenance composé de 4 personnes qui s'occupe de la maintenance et les essais des installations.

4-3 Solutions aux problèmes de climatisation.

D'après notre mesure à l'hôpital, on constate que la consommation des climatisations correspond à 40 % de la consommation totale de l'énergie électrique dans l'hôpital, ce nombre est plus grand et important. On constate également les problèmes de climatisation suivants :

- pas d'isolations thermiques des locaux ;
- les puissances des climatiseurs ne sont pas compatibles aux surfaces des locaux ;

- pas de contrôle automatique de la porte de la chambre ce qui conduit à un fonctionnement du climatiseur sans arrêt.

Pour apporter des solutions, on peut remplacer les vitres des portes et des fenêtres par vitres double vitrage pour isoler la température intérieure à celle d'extérieure.

Or les portes des chambres sont toujours ouvertes, les climatiseurs restent sous service, d'où on peut commencer par une solution simple comme l'installation d'un levier de porte afin de réduire la consommation électrique de ces climatiseurs.

En outre, la surface de chambre n'est pas compatible avec la puissance du climatiseur ; pour trouver les solutions à ce problème, nous allons appliquer les équivalences, compte tenu de la puissance du climatiseur, par rapport à la surface que ce dernier est capable de refroidir (ou de réchauffer pour un réversible):

- Puissance (en BTU): 9 000 BTU ==> Surface traitable inférieur à 25m²
- Puissance (en BTU): 12 000 BTU ==> Surface traitable entre 25m² et 35m²
- Puissance (en BTU): 18 000 BTU ==> Surface traitable supérieur à 35m²

Plus précisément, on peut donner les équivalences suivantes :

- 7 000 BTU = 7 à 15 m²
- 9 000 BTU = 15 à 25 m²
- 12 000 BTU = 25 à 35 m²
- 18 000 BTU = 35 à 50 m²
- 24 000 BTU = 50 à 70 m²
- 30 000 BTU = 70 à 80 m²

Ces données sont à titre indicatif, pour une pièce avec plafond de 2,5m, bien isolée, avec un nombre raisonnable d'ouvertures vitrées. L'efficacité de la climatisation dépend également de la nature des murs. Par exemple, on ne choisira pas le même climatiseur pour une chambre de 20m² et une véranda de 20m², orientée plein sud.

Par ailleurs, lorsque l'appareil de climatisation permet la réversibilité et donc de chauffer la pièce, il est important de bien évaluer sa puissance par rapport à son volume. En hiver, un chauffage de puissance insuffisante sera plus gênant qu'un climatiseur sous dimensionné en été. Les modèles INVERTER permettent d'obtenir plus de puissance en chaud pour l'hiver, notamment lorsque la température extérieure descend en dessous de 0°.

4-4 Charges non linéaires :

Les mesures effectuées à l'hôpital à différents niveaux et pour différents types de charge sont classées dans l'annexe B. On représente à titre d'exemple ci-dessous quelques signaux des courants mesurés afin de montrer leurs formes d'onde.

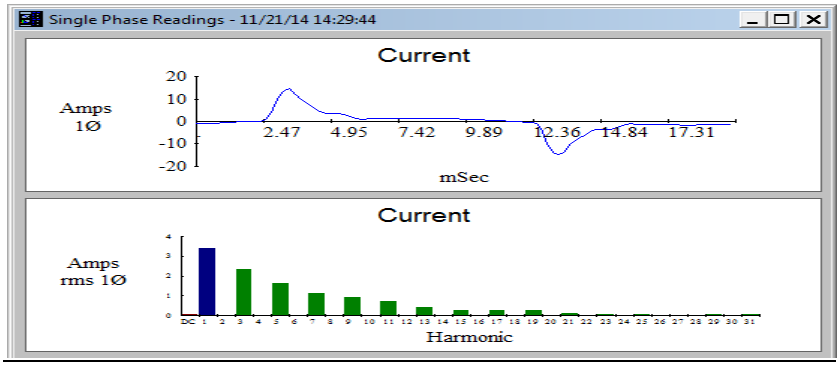


Fig. IV-9 : courant et harmonique d'éclairage du troisième étage. (Annexe B)

La fig. IV-9 indique que l'éclairage dans le troisième étage (lampe fluo compacte) est riche en harmonique, ces lampes sont utilisées seulement dans le troisième étage, les autres étages sont éclairés par des tubes fluorescents, on relève un exemple de signaux.

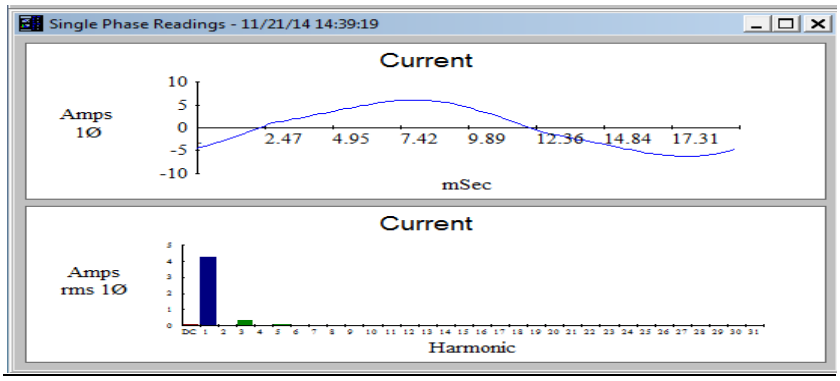


Fig IV-10 : courant et harmonique d'éclairage du premier étage. (Annexe B)

On remarque que ces lampes ont des faibles harmoniques de rang trois.
Les climatiseurs sont des charges non linéaires comme indique la figure IV-11 suivante.

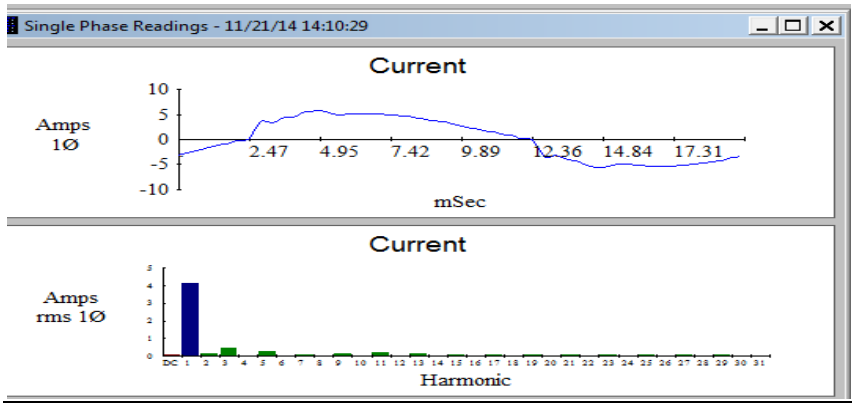


Fig IV-11 : courant et harmonique des climatiseurs du quatrième étage.(Annexe B)

Les appareils cliniques qui sont alimentées par la source de remplacement (UPS) sont des charges non linéaires et riche en harmonique (rang 5 et rang 7) comme indique la figure *IV-12* suivante :

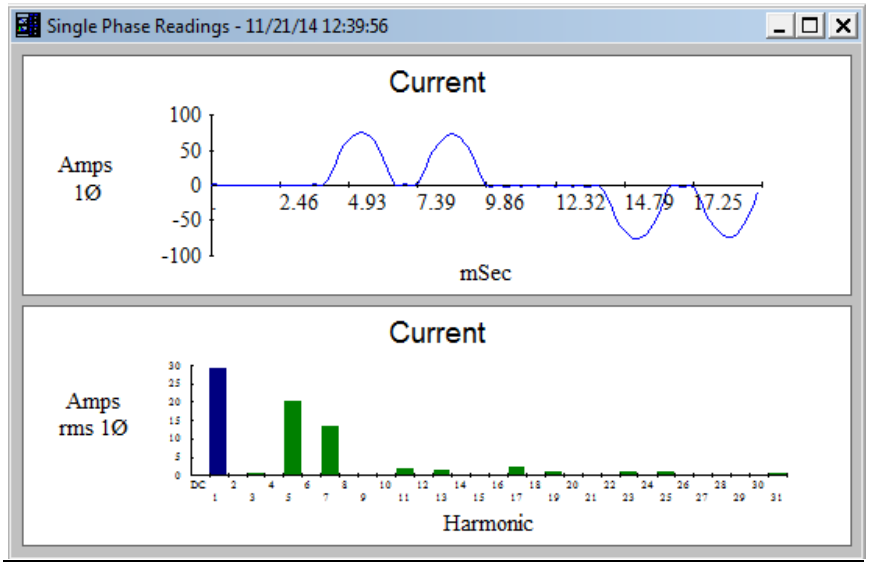


Fig IV-12 : courant et harmonique des appareils cliniques de l'hôpital (Annexe B)

Un exemple de charge linéaire dans l'hôpital par le fer à repasser, sécheur et machine à laver comme indique la figure IV-13 suivante :

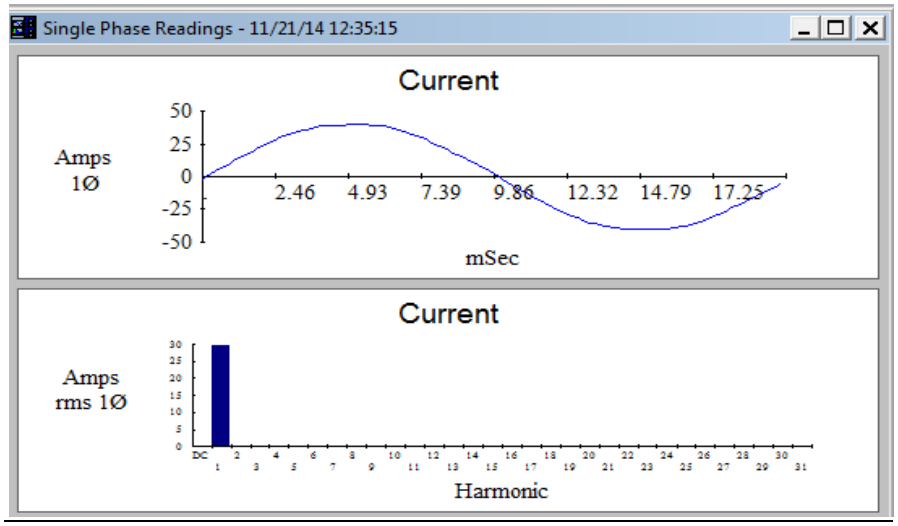


Fig IV-13 : courant et harmonique dans fer à repasser, sécheur et machine à laver *(Annexe B).*

Le chauffe d'eau de l'hôpital se fait par trois panneaux solaires qui ont des volumes de 600 litres, ce système économise bien l'énergie électrique en tenant

compte du climat du Tyr, normalement chaud mais quand il y aura de des nuages et un temps brumeux empêchant les rayons solaires on exploite la chaudière qui fonctionne sous combustion interne par diesel, cette chaudière comporte une petite pompe électrique 1kW, il n'y a pas des résistances de chauffe d'eau dans l'hôpital.
Enfin, et par notre détection des ces signaux on pense que réaliser un filtre passif résonnant.

4-5 Réalisation de filtre passif.

D'après notre mesure sur le fil de neutre on relève les grandeurs suivantes :
la puissance réactive sur le fil neutre est égale 5 kVAR, le courant de rang trois sur le fil neutre est égal à 23.27A. (*Annexe B : fig B-4).*
On peut réaliser un filtre passif resonnant accordé à la fréquence 150Hz, pour éleminier l'harmonique du courant de rang trois sur le réseau.
Notre mesure est basée sur un filtre branché en parallèle entre chaque phase et le fil neutre.

4-5-1Filtre résonnant. [16]

Le filtre shunt résonant (*fig.IV-14*) est constitué par la branche L-C dont la fréquence d'accord est placée sur la fréquence de l'harmonique du courant qu'on veut éliminer.

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\,C}}$$

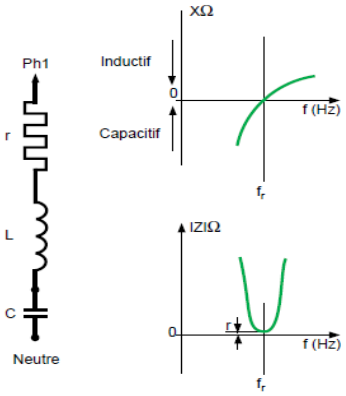


Figure IV-14 : impédance du circuit bouchon **[16]**

Le shunt résonnant présente, à *fr*, une impédance minimale réduite correspondant à la résistance R de l'inductance. Il dérive donc en lui-même la presque totalité des courants harmoniques injectés de fréquence *fr*, avec un taux de tension

harmonique de fréquence *fr* faible, car le proportionnel au produit de la résistance *r* par le courant traversant le filtre.
En principe, il y a autant de shunts résonants que d'harmoniques à traiter, à raccorder au jeu de barres où la réduction des tensions harmoniques est spécifiée. Leur ensemble constitue une batterie.

La figure IV-15 représente l'impédance harmonique d'un réseau équipé d'une batterie de quatre filtres de rang 5, 7, 11 et 13. Elle montre qu'il y a autant d'antirésonances que des filtres. Ces antirésonances doivent se situer entre les raies du spectre. Ce qui impose, si une segmentation de la batterie est jugée nécessaire, une étude soignée. **[16]**

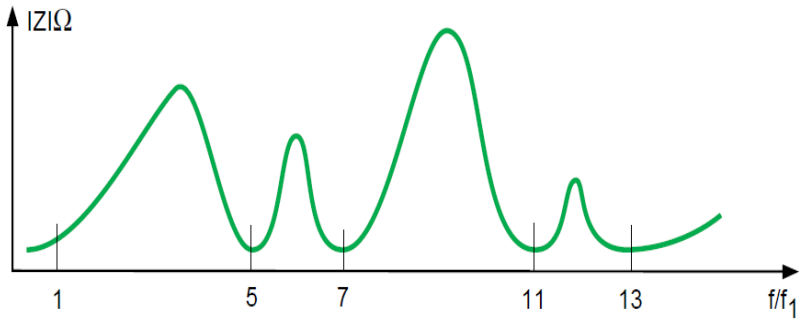


Figure IV-15 : impédance d'un réseau équipé des filtres shunts. **[16]**

<u>Principales caractéristiques d'un shunt résonant</u>

$n_r = f_r/f_1$ rang d'accord du filtre, avec :

- *fr* = fréquence d'accord,
- *f1* = fréquence du fondamental (ou industrielle, 50 Hz par exemple).

Ses caractéristiques sont :

- la puissance réactive de compensation *Qvar :*

le filte shunt résonnant, capacitif au-dessous de son accord, réalise la compensation d'énergie réactive à la fréquence industrielle ;

la puissance réactive de compensation du shunt sous la tension de service *U1* au jeu des barres de raccordement, est donnée par la formule **[16]** :

$$Q_{var} = \frac{n_r^2}{n_r^2 - 1} U_1^2 \, C \, 2\pi f_1$$

(rappel : l'indice 1 est relatif au fondamental) ,

C étant la capacité phase-neutre d'une des trois branches de la batterie vue en étoile ;

- l'impédance caractéristique

$$X_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

- le facteur de qualité q = X0/r

un filtre efficace doit avoir une inductance possèdant un grand facteur *q*, donc *r* << *X0* à la fréquence *fr* ;
ordres de grandeur de q :

- 75 pour les inductances dans l'air ;
- supérieur à 75 pour les inductances à fer ;

La bande passante (fig. IV-16) en valeur relative BP

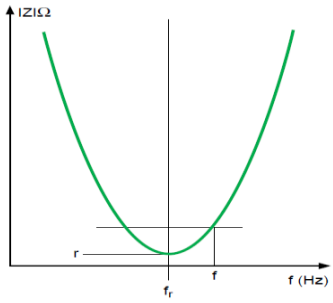


Figure IV-16 : courbe Z = f(f) d'un filtre shunt résonant. **[16]**

$$BP = \frac{1}{q} = 2\frac{f - f_r}{f_r} = \frac{r}{X_0}$$

- la résistance de l'inductance r = X0/q

elle est définie à la fréquence *fr*,
elle a fonction de l'effet de peau ; c'est aussi l'impédance à l'accord du shunt résonnant **[16] ;**

- Les pertes dues au courant capacitif à la fréquence fondamentale *p1*

$$p_1 = \frac{Q_{var}}{q\, n_r}$$

avec :

- *Qvar* = puissance de compensation réactive du filtre ;
- *p1* = pertes du filtre à fréquence industrielle en W ;

- les pertes dues aux courants harmoniques ne peuvent pas s'exprimer par de simples formules , elles sont supérieures à l'expression

$$p_n = \frac{U_{nr}^2}{r}$$

4-5-2 Calcul de la bobine.

D'après la formule suivante :**[16]**

$$Q_{var} = \frac{n_r^2}{n_r^2 - 1} U_1^2 C 2\pi f_1$$

On calcule le condensateur C avec Qvar = 1985 var , U1= 220v , nr=3 et f1=50hz.

$$C = \frac{Q * (n_r^2-1)}{n_r^2 * U_1^2 * 2 * \pi * f_1} = \frac{1685* (9-1)}{9 * 220^2 * 2 *3.14*50} = 98\mu F$$

Quand la série des condensateurs ne contient pas un condensateur 98µF on utilise un condensateur 100µF.
On calcule la bobine d'après la formule suivante :

$$f_r = \frac{1}{2\pi \sqrt{L C}}$$

$$L = \frac{1}{4 * \pi^2 * f_r^2 * C} = \frac{1}{4 * \pi^2 * 150^2 * 100 * 10^{-6}} = 11 \text{ mH}$$

4-5-3 Réalisations de la bobine.

On choisit un cadre de la bobine à longueur 11 cm et section 64 cm² et on applique la formule pour calculer le nombre de spire de la bobine.

$$L = \frac{\mu 0 * \mu r * N^2 * S}{l} \quad [17]$$

Avec :

- L = inductance en henry (H).
- µ0 = constante magnétique = 4π × 10−7 H·m−1.

- μr = perméabilité relative effective du matériau magnétique.
- N = nombre de spires.
- S = section effective du noyau magnétique en mètres carrés (m2).
- l = longueur effective du noyau magnétique en mètres (m).

On fait un essai sur une bobine connue *(nombre de spire, section et longueur sont connues)* et on mesure la perméabilité relative effective du matériel magnétique utilisé *μr* égale 2.75.
C'est-à-dire on calcule les nombres de spires de la bobine N.

$$N = \sqrt{\frac{L * l}{\mu 0 * \mu r * s}} = \sqrt{\frac{11 * 10^{-3} * 11 * 10^{-2}}{4\pi * 10^{-7} * 2.75 * 64 * 10^{-4}}} = 234 \text{ sp}$$ [17]

C'est-à-dire pour réaliser une bobine 11mH. on besoin de 234 spires de fil en cuivre isolée a section 3 mm² pour dépasser le courant nécessaire et pour diminuer la valeur de la résistance r.

Figure IV-17 : une bobine 11mH réalise

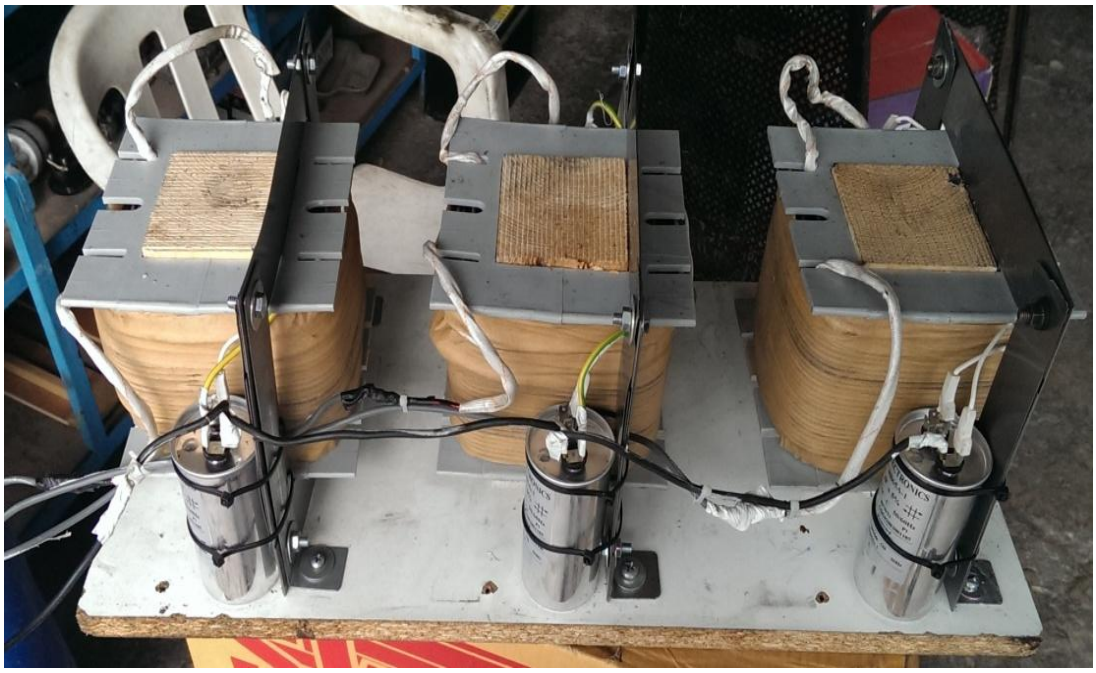


Figure IV-18 : le filtre passif réalisé.

D'après la réalisation de la bobine, on fait un essai en courant continu sur la bobine par l'installe en série sur charge qui dépasse 10A pour mesurer la résistance en chaud, et on mesure la tension aux bornes de la bobine qui 2V.
C'est pourquoi la résistance est r = 2/10 = 0.2Ω.

- Calcul de l'impédance caractéristique X0 :

$$X_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{11 * 10^{-3}}{100 * 10^{-6}}} = 10.5\Omega$$ **[16]**

- Calcul du facteur de qualité de filtre q :

$$q = \frac{X_0}{r} = \frac{10.5}{0.2} = 52.5$$ **[16]**

- Calcul des pertes dues au courant capacitif à fréquence fondamentale P1 :

$$P_1 = \frac{Q_{var}}{q * n_r} = \frac{1685}{52.5*3} = 10.7\ w$$ **[16]**

- Calcul de la bande passante BP :

$$BP = \frac{1}{q} = \frac{1}{52.5} = 0.019$$ **[16]**

- Calcul de l'impédance Z.
  Avec r = 0.2Ω, XL = 2πf1 L = 2*3.14*50*0.011= 3.45Ω et
  Xc = (2πf1 C) $^{-1}$ = (2*3.14*50*100*10^{-6}) $^{-1}$ = 31.8Ω.
  Quand Xc>XL, la formule de Z est:

$$Z = \sqrt{r^2 + (X_C - X_L)^2} = \sqrt{0.2^2 + (31.8 - 3.45)^2} = 28.4\Omega$$

- Calcul de courant dépasse en fréquence fondamentale.

I=U1/Z = 220/28.4 = 7.74A.

4-5-4 Mesures après le filtre.

On mesure les courants et les distorsions d'harmoniques dans les trois phases et le fil neutre :

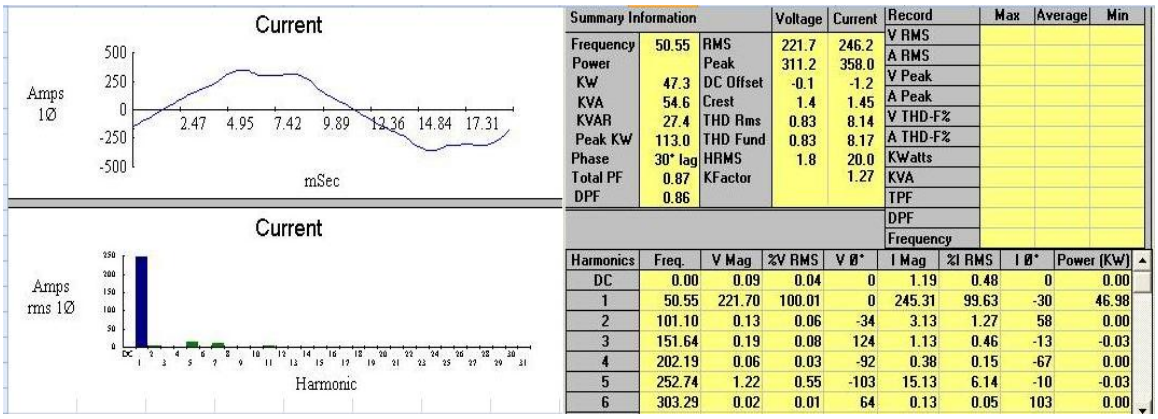


Fig. : IV-19 : courant et harmoniques de phase principale 1 après filtrage.

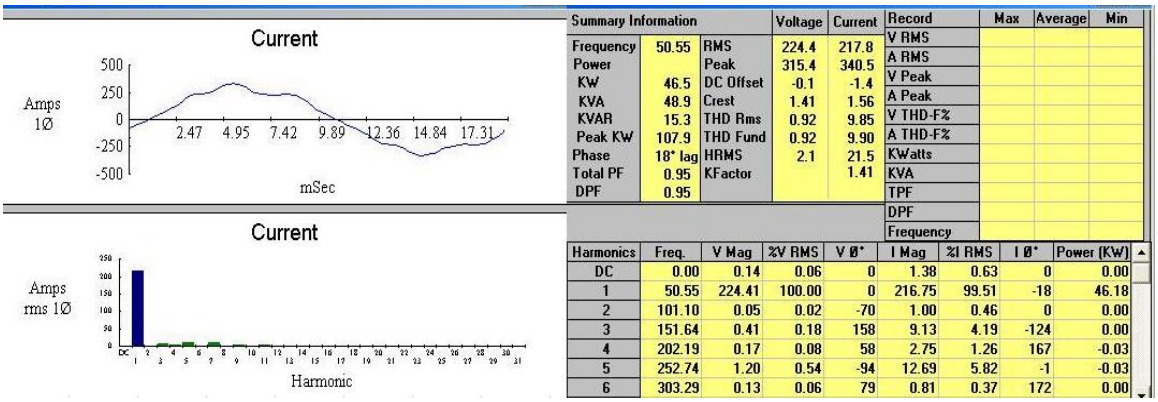


Fig. : IV-20 : courant et harmoniques de phase principale 2 après filtrage.

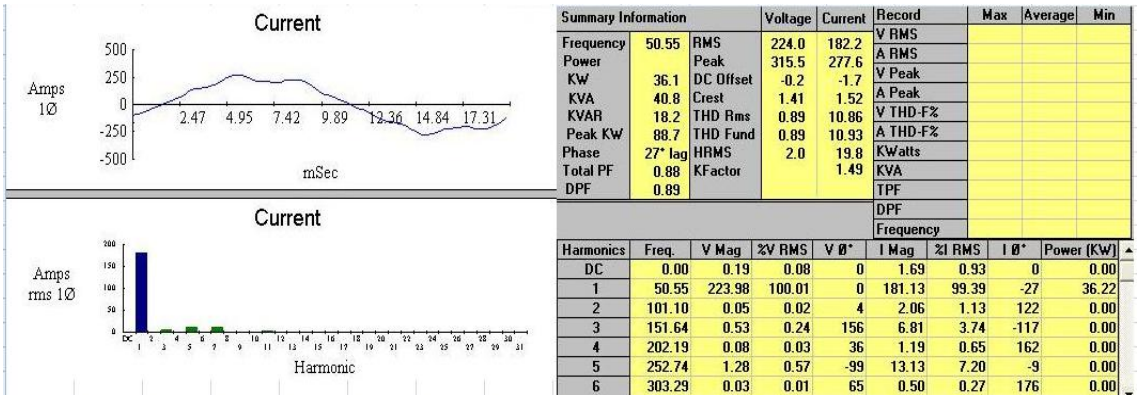


Fig. : IV-21 : courant et harmoniques de phase principale 3 après filtrage.

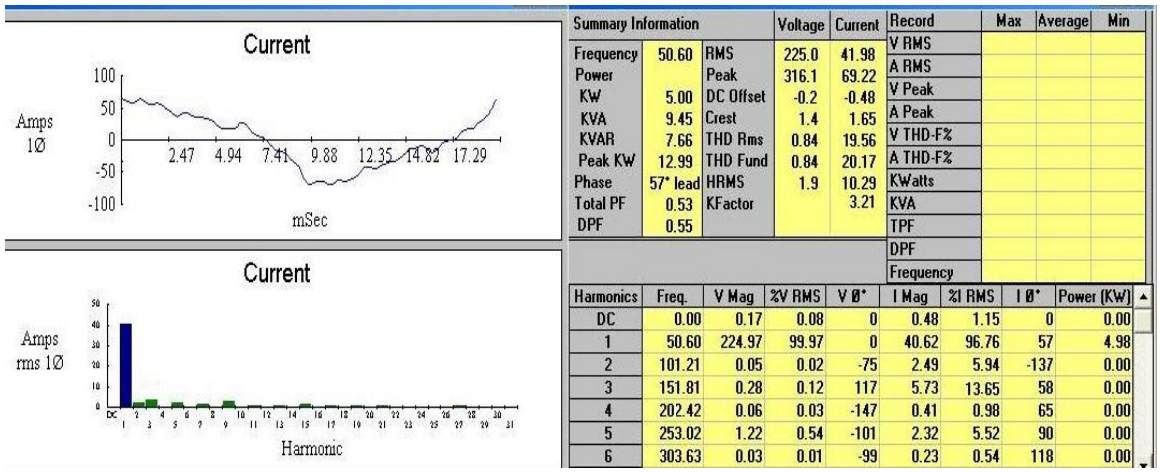


Fig. : IV-22 : courant et harmoniques de fils neutre après filtrage.

On compare entre la figure IV-21 et la figure B-4 (annexe B), et on remarque que le courant de neutre de rang trois avant filtrage est de 23.27 A et après filtrage sera 5.73 A. D'autre part la valeur THD courant avant filtrage est 36.38% et après filtrage sera 19.56%, ce qui indique que le filtre passif accordé au rang trois joue bien son rôle sur cette harmonique.

4-6 Résultat final.

Enfin, on arrive au problème principal , le déclenchement du disjoncteur principal, nous avons mesuré et investigué tous les appareils, département et installations électriques de l'hôpital, nous avons étudié les charges totales et de chaque appareil, et nous avons mesuré les harmoniques de chaque appareil et des phases principales jusqu'à la réalisation d'un filtre passif assurant la réduction de l'harmonique de rang trois. Nous avons étudié les caractéristiques du disjoncteur principal pour trouver le point de déclenchement de disjoncteur, et nous avons installé un appareil de mesure avec un circuit d'interface et un ordinateur pour

enregistrer les variations des courants électriques de l'hôpital pendant quelques jours.

Après ce travail, nous avons étudié la consommation d'énergie dans l'hôpital et on conclut que quelques disjoncteurs sont mal dimensionnés ; les surcharges en courant absorbées par les charges pendant certaine moment de l'année (par exemple pendant un temps très chaud) conduisent à déclencher le disjoncteur principal. Apres vérification qu'il n'existe pas de défaut électrique à l'hôpital et que le courant absorbé est bien celui consomme par les charges branchées d'où la nécessité de remplacer le disjoncteur principal par un calibre supérieur.

Conclusion général

- S'il existe des particularités dans les consommations énergétiques des sites, notre projet se caractérise par une certaine homogénéité entre ses sites.
- Ces points communs favorisent la mise en œuvre d'une gestion de l'énergie agrégée au niveau du projet qui devient nécessaire compte tenu des hausses en volumes et en coûts. En effet, notamment en raison de sa construction récente, le projet n'a pas encore une gestion intégrée permettant une lecture globale et cartographiée de l'énergie.
- La politique énergétique est résumée à une gestion par des techniciens (maintenance et approvisionnement quotidien) et elle est suivie de manière partielle, elle ne fait pas encore l'objet d'une stratégie managériale.

- Au regard des enjeux énergétiques, une politique énergétique est nécessaire dan les hôpitaux. Cette politique dépend de la volonté de la direction. Elle doit être pilotée dans l'objectif de mobiliser l'ensemble des acteurs de l'hôpital. Une stratégie, articulée en plans pluriannuels et en actions doit être adoptée. Des indicateurs et un état des lieux énergétiques somme nécessaires, ainsi que des bilans réguliers.
- La sensibilisation du personnel sur les bonnes pratiques, et de tous les acteurs de l'hôpital, favorise la réduction des consommations d'énergie. Pour ce faire, un travail de communication et d'encadrement est important.
- Des investissements peu onéreux réduisent les consommations d'énergie, en particulier pour les dépenses d'électricité. Des investissements plus lourds.

L'énergie est un domaine d'une grande complexité, dont l'analyse est difficilement quantifiable et cartographiée. Or le coût des énergies, ainsi que des considérations environnementales et réglementaires, justifient la mise en œuvre d'une politique volontariste dans les hôpitaux.

Dans un contexte international complexe, les hôpitaux doivent développer une politique énergétique. Les hôpitaux doivent définir des choix stratégiques, fixer des objectifs, adopter des plans et des actions et les évaluer. Les personnels doivent être sensibilisés et les investissements somme nécessaires afin de préparer les hôpitaux à relever les défis énergétiques. Pour le projet, plusieurs pistes somme possibles aussi bien pour une sensibilisation du personnel aux éco-gestes que des investissements.

Pour cela, en plus de l'engagement et des efforts menés par une direction, il est nécessaire que les autorités publiques accompagnent et soutiennent les hôpitaux, y compris dans l'octroi d'aides à l'investissement. En contrepartie, il est aussi important que les autorités sanctionnent les hôpitaux qui négligent la mise en œuvre de leurs obligations légales sur la question énergétique.

Dans notre projet de l'hôpital Hiram, nous avons fait le diagnostic, les mesures et les études de chaque appareil pour faire une estimation attendue de la

consommation d'énergie électrique, et d'après les mesures par un système d'enregistrement en 24 heures, on remarque des consommations d'énergie électrique plus élevées dans la période entre 9 :00 am et 14 :00 pm notamment dans l'été.

Cette consommation élevée d'énergie a été le motif pour lancer une étude détaillée sur l'économie d'énergie dans l'hôpital.
Les climatiseurs dans l'hôpital consomment 40% de l'énergie totale consommée, et nous avons cherché toutes les solutions de ce problème car les systèmes de climatisation dans l'hôpital ne sont pas installés selon les normes correspondantes.
On étudie et on mesure les courants des lampes d'éclairages de hôpital et on constate que le meilleur de se remplacer par des lampes à LED pour économiser l'énergie mais on cherche des solutions si ses lampes ne changent pas comme les systèmes de télécommande d'éclairage (minuterie, capteur….) et en plus, on relève les signaux d'harmonique dans l'hôpital et on trouve que les harmoniques de rang trois sont présents par l'influence de ses lampes et des appareils cliniques et des climatiseurs, pour cela on réalise un filtre passif pour éliminer ces harmoniques.
La conformité de la norme électrique NF 211 est plus intéressante pour être réalisée à l'hôpital, l'administration de l'hôpital Hiram trouve qu'appliquer ce projet est possible pour améliorer la qualité normative de l'hôpital.

Bibliographie.

[1] Schneider Electric Pour un hôpital plus intelligent.

[2] Groupe Énergie Renouvelables, Environnement et Solidarité (GERES), 2003. *Maîtrise de l'énergie dans les établissements de santé*. Guide technique réalisé par le GERES.
Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie,2004. *Le diagnostic énergétique d'un bâtiment*. Fiche technique Prisme, IEPF.
Agence Régionale de l'Énergie Provence-Alpes-Côte d'Azur (ARENE), 2006. *Conception et programmation énergétique des bâtiments méditerranéens et confort d'été en Provence Alpes Côte d'Azur.*
Conseil supérieur d'hygiène publique de France, 2001. *Gestion du risque lié aux légionelles*

[3] Energy Efficiency in Hospitals Best Practice Guide. (Ravi Kapoor and Satish Kumar. USAID ECO-III Project, International Resources Group2, Balhir Saxena Marg, Hauz Khas, New Delhi, India).

[4] NF E 37-312
Groupes électrogènes à courant alternatif entraînés par moteurs alternatifs à combustion interne – Groupes électrogènes utilisables en tant que source de sécurité pour l'alimentation des installations de sécurité (GSS).

- NF EN 61557-8 Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de (C 42-198-8) 1 kV c.a. et 1,5 kV c.c. - Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection - Partie 8 : Contrôleurs d'isolement pour réseaux IT ,
- NF EN 61557-9 Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de (C 42-198-9) 1 kV c.a. et 1,5 kV c.c. - Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection - Partie 9 : Dispositifs de localisation de défauts d'isolement pour réseaux IT ,
- NF EN 61558-2-15 Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et analogues - (C 52-558-2-15) Partie 2-15 : Règles particulières pour les transformateurs de séparations de circuits pour locaux à usage médicaux,
- NF C 71-800 (série) Blocs autonomes d'éclairage,
- NF EN 60601-1 Appareils électro médicaux - Partie 1 : Règles générales de sécurité (C 74-011) ,
- NF EN 60601-2-41 Appareils électro médicaux - Partie 2-41 : Règles particulières de (C 74-325) sécurité pour les éclairages chirurgicaux et les éclairages de diagnostic ,

[5] Norme internationale CEI 60364 partie 7-710

[6] NF C 15-100
Installations électriques à basse tension

[7] NF C 17-102
Protection contre la foudre - Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage.

- NF ISO 8528-1 Groupes électrogènes à courant alternatif entraînés par moteurs (E 37-301) alternatifs à combustion interne - Partie 1 : application, caractéristiques et performances ,
- NF ISO 8528-5 Groupes électrogènes à courant alternatif entraînés par moteurs (E 37-305) alternatifs à combustion interne - Partie 5 : groupes électrogènes ,

[8] NF C 17-100

- Protection contre la foudre - Protection des structures contre la foudre - Installation de paratonnerres.

[9] UTE C 17-100-2

- Protection contre la foudre - Guide pratique - Partie 2 : Evaluation des risques.

[10] NF C 13-100
Postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés par un réseau de distribution publique HTA (jusqu'à33 kV)

[11] NF C 13-200
Installations électriques à haute tension – Règles

[12] UTE C 15-401
Installations électriques à basse tension - Guide pratique - Groupes électrogènes - Règles d'installation

[13] UTE C 15-103
Installations électriques à basse tension - Guide pratique - Choix des matériels électriques (y compris les canalisations) en fonction des influences externes

[14] UTE C 15-400
Installations électriques à basse tension - Guide pratique - Raccordement des générateurs d'énergie électrique dans les installations alimentées par un réseau public de distribution.

.

[15] UTE C 15-402

Installations électriques à basse tension - Guide pratique - Alimentation sans interruption (ASI) de type statique et système de transfert statique (STS) - Règles d'installation.

[16] *Schneider Electric , Cahier technique n° 152 Perturbations harmoniques dans les réseaux pollués, et leur traitement.*

[17] De << self-induction>> : Max Martly, Daniel Dixneuf, Delphine Carcia Gilabert, Principes d'électrotechnique – cours et exercices corrigés, Paris, Dunod, Coll. <<Sciences sup>>. 2005, 684 p.

Annexe A : mesure des grandeurs électriques par des jours.

Tableau A-1 : les mesures de jour 29-10-2014 à jour 30/10/2014.

Tensions (v)			Courants (A)			cos ϕ			P	Q	S	THD Tension			THD Courant			Temps
1	2	3	1	2	3	1	2	3	(KW)	(KVAR)	(KVA)	1	2	3	1	2	3	
228	226	227	401	328	343	0.9	0.8	0.9	205	105	224	1	1	1.2	6.5	8.8	9.9	11:20:042
227	226	227	493	340	256	0.9	0.8	0.8	205	112	289	0.9	0.8	1	7.9	9	9.9	11:22:056
227	200	230	383	308	299	0.9	0.8	0.9	256	110	289	0.9	0.9	1.1	7.1	8.1	8.5	11:26:025
230	229	230	374	345	293	0.9	0.8	0.9	168	111	202	0.8	0.9	1.2	11	11	14	11:29:032
229	229	229	291	371	339	0.9	0.9	0.9	188	106	187	1.1	1	1.1	9.3	11	12	11:34:002
229	227	229	403	373	332	0.9	0.8	0.8	168	121	237	0.9	0.9	1	7.3	8.7	9.8	11:36:036
229	228	229	358	302	257	0.9	0.9	0.8	189	126	212	0.8	1.1	1.1	9.2	11	12	11:40:025
229	229	229	391	317	298	0.9	0.8	0.8	175	107	208	1	1	1	9.5	11	8.6	11:42:049
229	229	229	334	289	271	0.9	0.8	0.9	192	127	200	0.9	0.9	1.2	9.4	9.2	10	11:45:010
229	229	230	338	292	267	0.9	0.8	0.8	179	100	224	0.8	1	1	9.4	8.1	12	11:50:016
229	229	229	300	283	281	0.9	0.8	0.9	181	102	209	0.9	0.9	1	8.6	9.2	12	11:52:010
229	228	229	363	307	276	0.9	0.8	0.8	189	102	222	1	1.2	1.1	8.6	8.7	11	11:54:040
228	228	229	424	396	353	0.9	0.9	0.9	173	117	228	0.9	0.9	0.9	8.3	8.8	7.8	11:57:009
229	228	229	370	310	270	0.9	0.8	0.8	206	119	230	0.9	0.9	1.1	8.8	7.1	8.4	11:59:020
229	228	229	403	363	284	0.8	0.8	0.8	181	123	211	0.9	1.1	0.8	7.6	7.8	8.5	12:06:037
228	227	229	427	423	317	0.9	0.8	0.9	204	109	231	1	1	1	6.8	6	7.8	12:09:016
229	228	229	361	353	326	0.9	0.9	0.9	232	111	262	0.9	0.9	1.2	7.3	6.7	8.7	12:14:041
229	228	228	476	467	394	0.9	0.9	0.9	237	133	270	1	1	1.2	6.7	6.7	7.8	12:18:054
228	227	229	470	432	343	0.9	0.9	0.9	239	129	278	0.9	0.8	1.1	6.4	7.3	7.9	12:22:027
229	228	229	471	396	407	0.9	0.9	0.9	203	134	270	1	0.9	1.1	7	6.7	8.1	12:27:044
229	228	229	391	362	335	0.9	0.9	0.9	257	113	249	0.9	1.1	0.9	7.2	6.4	8.4	12:30:009
229	228	229	462	398	346	0.9	0.8	0.9	232	110	256	1	1.1	1.1	6.7	6.8	7.7	12:32:053
229	228	230	369	338	312	0.9	0.9	0.9	225	128	261	0.9	1.1	1.2	6.6	7.3	7.8	12:34:054
229	229	229	326	320	294	0.8	0.8	0.9	212	118	228	0.9	1.1	0.9	10	7.4	8.4	12:38:017
229	228	229	449	394	393	0.9	0.8	0.8	203	118	262	0.9	0.9	1.1	6.4	7.3	11	12:41:014
229	228	230	366	284	255	0.9	0.8	0.9	190	117	262	0.8	1	0.9	9	8.9	9.1	12:44:031
230	229	229	443	394	326	0.9	0.9	0.9	227	117	247	1	1	1.1	7.4	8.4	7.8	12:47:005
229	229	230	330	442	357	0.9	0.9	0.9	207	105	213	0.9	0.9	1.1	7.4	7	8.9	12:49:026
230	229	230	466	337	311	0.9	0.8	0.8	175	119	213	0.8	1	1	8.5	8.6	10	12:52:015
229	229	230	384	366	351	0.9	0.9	0.9	239	117	210	1	1.1	1.1	8.8	8.5	8.3	12:54:044

231	230	232	380	317	304	0.8	0.8	0.8	167	129	225	1	0.9	1.1	8.1	8	8.9	13:00:043
232	231	232	417	378	338	0.9	0.8	0.8	189	123	242	1	1	1	8.4	8.2	9.3	13:05:028
231	229	231	300	299	295	0.9	0.8	0.8	215	112	277	1	1	1	8	7.9	9.7	13:09:040
230	229	230	412	353	324	0.9	0.9	0.9	198	109	235	1	1	1.1	7.1	7.6	9.5	13:11:048
230	229	230	407	381	317	0.9	0.8	0.9	191	120	227	0.8	1	1	7.3	6.9	10	13:14:008
230	229	230	353	396	323	0.9	0.9	0.9	229	105	247	1	0.9	1.2	6.3	7.3	7.9	13:18:037
230	230	227	355	297	279	0.9	0.8	0.8	181	94	203	0.9	0.9	1.1	8.2	7.5	8.2	13:22:016
226	226	227	352	323	310	0.9	0.8	0.9	208	111	208	1	1.1	1.1	9.4	9.9	9.2	13:26:002
226	226	226	439	329	302	0.9	0.9	0.8	186	114	207	1.2	1	1.1	7.3	7.6	8.4	13:28:024
226	226	227	320	315	272	0.9	0.8	0.9	180	100	222	1	1	1	7.6	8.8	9.2	13:34:014
227	226	226	344	311	292	0.9	0.8	0.9	210	112	253	1	1.1	1	7.7	9.9	13	13:36:033
228	226	228	348	399	289	0.9	0.9	0.9	239	104	278	0.9	1	1	6.4	6.8	7.4	13:40:011
227	226	226	405	333	320	0.9	0.8	0.9	191	115	221	1	1	0.9	7.6	9.8	9.5	13:42:033
227	226	226	349	396	310	0.9	0.8	0.9	166	109	238	0.8	0.9	1	7.8	8.7	7.5	13:45:010
227	226	227	342	317	259	0.9	0.8	0.8	153	96	227	0.8	1	0.8	9.1	8.3	11	13:50:014
228	227	226	352	361	304	0.9	0.8	0.9	172	105	196	0.7	1	1.1	8.4	8	9.2	13:56:006
229	228	230	278	268	256	0.9	0.9	0.9	179	91	221	1	1.1	0.9	8.9	8.1	12	13:59:039
236	235	235	307	298	269	0.9	0.8	0.9	174	103	202	0.6	0.7	0.7	9.5	9.4	11	14:02:002
225	224	225	311	282	248	0.9	0.9	0.9	164	112	190	0.8	0.6	0.9	7.2	7.6	8.8	14:06:053
222	221	222	381	343	316	0.9	0.9	0.9	199	84	219	0.7	0.7	1	7.1	7.2	9	14:12:049
222	221	222	363	312	293	0.9	0.9	0.9	201	95	215	0.7	0.7	0.7	8	8.6	9	14:15:053
221	221	222	379	326	303	0.9	0.9	0.9	200	81	213	0.6	0.8	0.8	6.9	8.5	9.6	14:19:005
222	221	222	361	317	303	0.9	0.9	0.9	192	79	208	0.6	0.7	0.9	6.9	8	11	14:23:012
221	220	221	376	364	315	0.9	0.9	0.9	201	93	219	0.7	0.8	0.7	7.7	8.7	8.6	14:25:009
224	224	225	296	267	246	1	0.9	0.9	197	97	221	0.9	0.7	0.7	7.5	9.5	11	14:27:043
224	223	224	382	348	294	0.9	0.9	0.9	202	95	226	0.8	0.7	0.9	7.7	9.3	8.5	14:29:058
223	223	224	344	308	295	0.9	0.9	0.9	229	95	257	0.6	0.8	0.9	9.6	9.4	11	14:33:004
223	223	223	407	346	323	1	0.9	0.9	191	80	189	0.7	0.8	0.9	8.1	8.5	12	14:35:055
224	223	224	365	262	239	0.9	0.9	0.9	163	83	191	0.7	0.8	0.9	8.5	9.7	13	14:40:003
222	220	221	326	276	257	0.9	0.9	0.9	193	103	199	0.8	0.7	0.9	6.6	9.5	13	14:43:044
221	220	221	275	237	203	0.9	0.9	0.9	170	84	222	0.8	0.9	0.8	6.3	7.7	8	14:45:045
220	220	221	339	304	317	0.9	0.9	0.9	210	77	245	0.8	0.9	0.9	7.4	8.4	8.7	14:50:043
221	220	221	380	346	317	1	0.9	0.9	193	79	187	0.9	0.8	1	8.6	9.5	11	14:54:000
221	220	221	327	311	289	1	0.9	0.9	196	88	213	0.9	0.8	0.8	8	7.9	11	14:56:042

221	220	221	369	330	295	0.9	0.9	0.9	210	87	224	0.9	0.9	1	9.5	9.2	11	14:58:050
221	220	220	386	353	343	0.9	0.9	0.9	193	86	209	0.9	0.8	0.9	7.8	7.9	9.4	15:02:029
221	219	221	360	369	359	1	0.9	0.9	245	84	220	0.7	0.8	0.9	5.2	7.2	7.2	15:05:032
220	220	221	322	271	267	0.9	0.8	0.9	190	93	208	1	0.9	1	9	9.4	9.6	15:10:034
221	220	221	361	314	272	0.9	0.9	0.9	166	78	187	0.8	0.7	0.8	7.4	7.9	8	15:12:039
221	220	221	360	269	269	0.9	0.9	0.9	160	77	180	0.8	1	0.9	9	8.8	12	15:16:051
222	221	222	277	262	216	0.9	0.9	0.9	164	85	184	0.9	0.8	0.9	9.3	11	12	15:19:010
221	220	222	320	262	259	0.9	0.9	0.9	138	77	159	0.8	0.9	0.8	8.7	9.6	10	15:22:053
221	221	222	258	269	252	0.9	0.9	0.9	160	92	172	0.9	0.6	1	8.2	8.4	12	15:25:018
221	221	222	306	268	309	0.9	0.9	0.9	167	81	184	0.8	0.8	0.7	9.2	8.5	11	15:27:030
222	221	222	289	244	205	0.9	0.8	0.9	139	83	156	0.8	0.9	0.8	8.5	9.4	10	15:29:032
222	221	222	308	281	259	0.9	0.9	0.9	172	84	212	0.7	0.9	1	9.8	11	12	15:31:038
222	221	222	275	245	205	0.9	0.9	0.9	169	94	182	0.7	0.8	0.8	8.5	8.8	12	15:34:046
222	220	222	255	229	208	0.9	0.8	0.8	126	79	151	0.8	0.9	0.7	9.8	12	13	15:38:006
222	221	222	327	268	243	1	0.9	0.9	169	71	172	0.8	0.8	1.3	13	11	12	15:42:012
222	221	222	331	298	243	0.9	0.8	0.9	131	77	156	0.6	0.8	0.9	8.6	9.4	12	15:45:003
223	221	222	255	235	203	0.9	0.8	0.9	160	75	181	0.9	1	0.9	7.2	8.7	9.6	15:46:055
222	221	222	314	253	238	0.9	0.9	0.8	166	83	185	0.8	0.9	0.9	8.5	11	12	15:50:016
222	221	222	289	254	223	0.9	0.9	0.9	153	72	195	0.9	1.1	0.8	11	11	11	15:53:048
223	222	222	302	256	241	0.9	0.9	0.9	153	76	184	0.9	0.9	0.9	10	9.7	9.8	15:56:007
223	221	222	292	261	242	0.9	0.9	0.9	158	75	179	0.9	0.8	0.7	8.9	11	12	16:03:037
230	229	231	337	280	260	0.9	0.9	0.9	163	85	196	0.6	0.6	0.7	9.3	10	12	16:06:037
229	229	230	307	262	250	0.9	0.8	0.9	167	91	186	0.6	0.6	0.7	9.1	9.7	11	16:08:053
229	228	230	292	229	208	0.9	0.8	0.9	164	82	182	0.7	0.5	0.5	9.3	8.7	10	16:11:028
229	228	229	324	285	249	0.9	0.8	0.8	159	92	169	0.9	0.7	0.7	10	11	11	16:13:035
229	229	230	308	253	236	0.9	0.8	0.9	161	89	178	0.7	0.6	0.6	12	10	12	16:15:043
229	228	229	301	284	256	0.9	0.8	0.9	159	93	197	0.6	0.7	0.7	9.2	11	12	16:19:014
229	228	229	236	239	208	0.9	0.8	0.9	167	99	234	0.6	0.7	0.7	8.9	8.3	11	16:22:028
229	228	229	302	259	221	0.9	0.8	0.9	126	82	149	0.6	0.7	0.6	11	11	14	16:24:025
229	228	228	284	252	238	0.9	0.9	0.9	142	81	147	0.7	0.7	0.7	12	9.6	12	16:28:002
229	228	229	294	299	239	0.9	0.9	0.9	157	80	151	0.7	0.7	0.8	11	12	14	16:30:010
229	227	229	265	261	242	0.9	0.8	0.9	138	88	167	0.7	0.6	0.6	10	12	11	16:33:044
228	228	229	254	234	200	0.9	0.8	0.8	129	86	190	0.7	0.6	0.7	10	9.7	13	16:40:003
229	228	229	277	238	208	0.9	0.8	0.8	141	84	157	0.6	0.7	0.7	9.8	11	11	16:43:011

229	228	229	297	285	249	0.9	0.9	0.8	133	100	156	0.7	0.8	0.7	11	12	14	16:45:025
229	228	230	274	261	184	0.9	0.7	0.8	154	83	178	0.6	0.9	0.9	13	12	15	16:48:052
229	228	230	238	234	187	0.9	0.8	0.8	140	95	171	0.9	0.6	0.8	8.4	9.5	9.7	16:54:009
229	228	229	348	294	296	0.9	0.9	0.9	191	102	195	0.8	0.6	0.8	10	10	11	16:56:046
229	228	229	291	270	231	0.9	0.8	0.8	154	83	175	0.5	0.8	0.7	9.4	9.7	12	16:58:049
229	228	229	290	286	248	0.9	0.9	0.9	172	97	202	0.9	0.7	0.7	9.9	10	10	17:02:026
229	228	230	243	260	227	0.9	0.9	0.9	183	81	172	0.6	0.7	0.6	11	11	12	17:04:035
229	229	230	257	272	238	0.9	0.9	0.9	193	86	213	0.9	0.8	0.6	12	11	11	17:07:012
229	228	230	352	257	247	0.9	0.9	0.9	157	84	181	0.6	0.6	1	9.7	8.7	9.9	17:09:044
229	229	229	315	291	238	0.9	0.8	0.8	126	87	155	0.9	0.9	0.7	9.4	10	9.2	17:16:002
228	228	229	305	251	190	0.9	0.8	0.8	133	85	190	0.7	0.7	0.7	8.2	9.4	11	17:19:025
228	228	229	261	229	204	0.9	0.8	0.8	145	93	166	0.7	0.9	0.8	9.3	11	13	17:22:005
229	228	229	265	234	200	0.9	0.9	0.9	170	84	191	0.9	0.8	0.8	12	8.6	9.6	17:28:011
228	228	229	345	298	337	0.9	0.8	0.9	165	89	177	0.9	0.5	0.7	11	11	12	17:31:022
229	228	229	307	268	291	0.9	0.9	0.9	186	85	200	0.9	0.6	0.8	8.5	9.3	10	17:36:025
229	228	229	277	246	246	0.9	0.8	0.8	154	112	182	0.8	0.7	0.8	9.9	9.1	9	17:38:043
229	228	229	352	293	251	0.9	0.8	0.8	177	82	207	0.8	0.5	0.8	10	11	14	17:43:015
229	228	229	301	235	235	1	0.9	0.9	184	87	188	1	0.6	0.8	9	9.6	11	17:45:042
229	228	229	358	354	279	0.9	0.9	0.8	135	110	185	0.7	0.7	0.9	9.6	11	9.1	17:47:048
229	229	229	358	252	181	0.9	0.8	0.8	128	109	194	0.8	0.7	0.8	8.3	9	9.2	17:50:022
229	229	230	264	236	198	0.9	0.8	0.8	160	101	199	0.7	0.5	0.9	12	9.5	9.9	17:53:033
228	228	230	345	269	240	0.9	0.8	0.8	134	104	170	0.9	0.8	0.9	12	11	14	17:56:034
233	233	234	254	247	208	0.8	0.7	0.8	150	102	190	1	0.5	0.9	12	12	16	18:01:022
227	226	228	232	230	190	0.9	0.9	0.9	153	81	175	1	0.9	0.9	13	11	15	18:04:013
225	224	225	261	216	250	0.9	0.9	0.9	152	77	177	0.9	0.8	0.7	11	9.9	13	18:07:031
224	224	225	216	219	170	0.9	0.8	0.8	120	80	170	0.8	0.7	0.8	10	14	19	18:10:054
224	223	224	253	222	192	0.9	0.9	0.9	135	70	163	0.8	0.8	0.8	10	11	13	18:13:000
223	223	224	282	212	205	0.9	0.9	0.9	141	90	133	0.9	0.9	0.9	13	14	19	18:15:033
224	223	224	274	217	194	0.9	0.8	0.8	119	73	146	1	0.9	0.8	15	14	18	18:25:000
224	222	224	238	224	158	0.9	0.8	0.8	110	67	128	0.9	0.8	0.8	14	14	17	18:28:050
221	220	221	208	194	160	0.9	0.8	0.9	105	63	126	1	0.9	0.9	14	13	17	18:31:001
220	219	221	222	208	177	0.9	0.8	0.9	106	70	130	0.9	1	1.1	9.5	7.5	11	18:34:020
219	218	219	279	221	219	0.9	0.8	0.9	132	68	145	0.9	0.9	1	10	9.8	11	18:36:040
219	219	219	256	210	210	1	0.9	0.9	135	61	179	1	0.8	1	9.5	8.9	11	18:42:003

219	218	219	265	232	210	0.9	0.9	0.9	135	80	149	0.9	1	1	9.9	10	14	18:44:027
218	218	219	273	188	160	0.9	0.9	0.9	169	72	191	0.9	1	0.8	12	13	14	18:47:000
225	224	226	226	222	228	1	0.9	0.9	130	65	145	0.9	0.9	1.1	10	9.2	15	18:52:005
225	224	225	303	237	209	0.9	0.9	0.9	119	70	167	1	1	0.9	12	11	13	18:56:039
225	224	225	225	226	167	0.9	0.8	0.8	113	67	137	1.1	1	1	14	10	12	19:00:010
225	224	226	235	219	170	0.9	0.8	0.9	111	66	129	1	0.9	0.9	13	13	18	19:02:049
226	225	226	242	192	154	0.9	0.8	0.9	108	74	137	1	0.9	1	14	13	15	19:04:055
226	224	226	256	221	180	0.9	0.8	0.9	117	66	149	0.9	0.9	0.9	13	15	17	19:08:040
225	224	226	216	194	162	0.8	0.8	0.8	111	76	131	0.9	1	1	14	13	17	19:12:000
226	224	226	216	244	147	0.9	0.8	0.8	119	68	132	1	0.9	0.9	12	14	16	19:16:016
226	225	226	221	192	163	0.9	0.8	0.9	106	67	130	1.1	0.8	1.1	13	14	17	19:19:050
226	225	226	210	182	154	0.9	0.8	0.9	110	64	128	1	0.9	1	13	14	17	19:24:001
226	225	226	216	194	157	0.9	0.8	0.9	109	67	130	1	1	1	13	14	16	19:27:044
226	225	226	204	222	180	0.9	0.8	0.8	123	68	133	0.9	1	0.9	13	15	17	19:30:007
226	225	226	227	186	159	0.9	0.8	0.9	115	89	141	1.1	1	1	12	12	17	19:35:013
226	225	226	241	212	182	0.9	0.8	0.8	123	76	144	1.1	1	0.8	12	14	17	19:38:015
229	229	230	269	214	169	0.9	0.8	0.8	105	71	130	1	0.9	0.8	13	12	15	19:42:008
230	229	230	222	199	160	0.9	0.8	0.9	112	69	131	1	1	1.1	13	14	16	19:44:047
227	226	228	211	178	162	0.9	0.8	0.9	105	72	125	1.1	1.1	1	13	14	16	19:47:006
226	226	227	227	229	176	0.9	0.8	0.8	104	68	126	1.2	1	0.9	13	13	18	19:51:033
227	226	227	211	197	150	0.9	0.8	0.9	111	66	127	1.1	1.1	1	13	13	17	19:53:056
226	226	227	202	225	167	0.9	0.8	0.8	110	66	131	1	1.1	1	13	13	18	19:58:014
227	226	226	237	237	152	0.9	0.8	0.8	118	77	146	1.1	1	1.1	14	14	18	20:02:019
227	226	227	229	179	147	0.9	0.8	0.8	105	66	127	1.1	1	1.2	13	12	16	20:13:057
226	226	227	227	208	164	0.9	0.8	0.9	119	69	139	1	1	1.1	12	14	17	20:17:016
226	226	227	254	194	160	0.9	0.8	0.9	114	70	129	1.1	1.2	1.2	13	13	17	20:22:006
226	226	226	257	206	162	0.9	0.8	0.8	116	67	131	1.2	1	1.1	13	12	18	20:24:022
226	226	227	230	206	174	0.9	0.8	0.9	110	68	130	1	1	1.1	12	12	17	20:26:055
226	226	227	255	183	164	0.9	0.8	0.9	110	67	127	1.2	1.1	1.1	14	14	17	20:29:035
226	226	227	234	195	188	0.9	0.8	0.9	115	87	132	1.3	1.1	1.1	14	14	16	20:33:039
226	226	227	218	204	159	0.9	0.8	0.9	107	65	161	1.1	1.1	1	14	13	15	20:36:028
227	226	227	207	199	175	0.9	0.8	0.9	113	66	135	1.2	1.2	1.2	14	13	14	20:38:035
227	226	227	210	214	172	0.9	0.9	0.9	131	76	147	1.1	1	1.2	13	13	15	20:41:017
227	226	227	215	196	164	0.9	0.8	0.9	112	67	132	1.1	1	1.1	13	15	17	20:44:042

226	226	227	225	181	164	0.9	0.8	0.9	105	67	127	1	1.1	1.2	14	11	17	20:47:025
227	226	227	205	214	171	0.9	0.8	0.9	117	75	140	1.1	1.1	1.1	14	13	16	20:52:020
226	226	227	227	188	155	0.9	0.8	0.9	102	65	125	1.2	1.3	1.2	15	13	17	20:55:011
227	226	227	204	225	178	0.9	0.8	0.9	112	68	169	1.2	1.1	1.2	13	13	15	20:57:026
227	226	227	231	197	159	0.9	0.8	0.9	109	74	131	1	1.1	1	12	12	15	21:01:032
226	226	227	226	186	171	0.9	0.8	0.9	119	67	137	1.1	1.1	1.1	12	13	17	21:04:000
227	226	227	229	206	154	0.9	0.8	0.8	132	88	135	1.2	1.1	1.2	14	15	17	21:09:020
227	226	227	207	184	160	0.9	0.8	0.9	105	67	123	1.3	1.1	1.1	16	14	18	21:12:033
227	226	227	228	194	164	0.9	0.8	0.8	104	65	160	1.1	1	1	15	11	17	21:21:045
227	226	227	206	212	152	0.9	0.8	0.8	115	69	136	1.1	1.2	1.2	11	12	14	21:24:048
226	225	227	238	216	182	0.9	0.8	0.9	120	74	139	1.1	1	1.1	11	13	17	21:27:013
226	226	227	227	188	154	0.9	0.8	0.9	102	66	127	1.1	1	1.1	11	13	14	21:29:051
226	225	226	231	201	171	0.9	0.8	0.8	107	67	128	1.1	1	1.1	13	13	16	21:32:027
226	225	227	218	189	170	0.9	0.8	0.8	105	68	126	1.1	1.2	1	12	12	17	21:35:039
226	225	226	216	190	157	0.9	0.8	0.9	113	73	135	1	1.1	1	12	12	14	21:43:007
227	226	227	241	201	176	0.9	0.8	0.9	115	73	139	1.2	1.1	1.2	15	14	18	21:46:034
227	226	227	195	206	176	0.8	0.8	0.8	108	68	133	1.1	1.1	1.1	13	13	14	21:50:020
225	225	226	228	199	177	0.9	0.8	0.9	112	76	133	1.1	1	1.1	14	11	15	21:52:053
225	224	226	221	195	169	0.9	0.8	0.9	107	69	165	1.1	1.1	1	11	11	14	21:55:030
225	224	225	231	210	162	0.9	0.8	0.9	114	72	137	1	1	1.1	13	9.6	14	21:58:038
226	225	225	230	200	174	0.9	0.8	0.9	101	63	130	1.1	1.1	1.2	15	15	16	22:03:019
224	223	224	201	176	155	0.9	0.8	0.9	104	63	122	1	1.2	1.1	15	14	17	22:05:018
224	223	224	203	191	152	0.9	0.8	0.9	105	64	128	1	1	1.1	14	15	16	22:10:018
224	223	224	211	173	149	0.9	0.8	0.8	98	60	120	1.1	1	1.1	14	14	16	22:13:007
225	224	225	195	179	152	0.9	0.8	0.9	109	62	126	1.2	1	1	13	14	16	22:18:044
225	224	225	206	186	154	0.9	0.8	0.9	111	66	121	1	1	1.1	15	14	15	22:21:003
225	224	225	216	173	153	0.9	0.8	0.9	101	62	120	1.1	1.1	1	14	16	17	22:23:026
225	223	225	233	188	146	0.9	0.8	0.9	109	63	127	1.2	1.1	1	13	14	17	22:25:054
224	224	225	224	194	159	0.9	0.8	0.9	110	63	127	1.1	1.1	1	13	13	16	22:28:021
225	224	225	231	193	157	0.9	0.8	0.9	111	65	129	1	1	1.1	14	14	16	22:31:043
225	224	225	213	187	153	0.9	0.8	0.9	108	65	127	1.1	1.1	1.1	13	13	16	22:34:038
225	224	225	233	178	167	0.9	0.8	0.9	104	62	122	1.1	0.9	0.9	13	13	15	22:38:028
225	224	225	228	194	180	0.9	0.8	0.8	113	63	123	1.2	1.1	0.9	15	12	17	22:42:015
225	224	225	216	205	166	0.9	0.8	0.9	110	64	139	1	1.1	1.1	13	14	17	22:44:055

225	224	225	225	204	151	0.9	0.8	0.9	104	64	122	1.1	1	1	14	14	18	22:46:051
225	224	225	224	185	149	0.9	0.8	0.8	112	65	128	1	1.1	1	13	12	16	22:49:009
225	224	225	222	239	168	0.9	0.8	0.9	109	65	128	1	1	1	13	13	14	22:52:020
225	225	226	213	180	161	0.8	0.8	0.8	103	70	123	1	1.1	1.1	14	15	16	22:54:056
225	225	226	228	178	155	0.9	0.8	0.9	102	65	123	1.1	1	0.9	14	13	16	22:57:020
226	225	226	208	208	161	0.9	0.8	0.9	106	64	127	1	0.9	1	14	13	16	22:59:052
226	225	226	203	173	162	0.9	0.8	0.9	105	64	127	1	1.1	1.1	14	15	18	23:04:038
226	225	226	218	183	142	0.9	0.8	0.9	100	63	119	1	1	0.9	13	13	17	23:08:052
226	225	226	205	216	150	0.9	0.8	0.9	103	65	122	1	1	1	13	15	15	23:18:031
226	225	227	249	178	173	0.9	0.8	0.9	113	65	128	1.1	1	1	13	13	17	23:24:012
227	226	227	205	198	153	0.9	0.8	0.9	101	63	125	1.2	1	1	14	15	16	23:29:059
227	226	227	204	179	152	0.9	0.8	0.8	103	66	125	0.9	1	1.1	14	14	17	23:31:055
227	226	227	200	182	167	0.9	0.8	0.9	104	65	125	1.1	1	1	15	13	18	23:34:044
227	226	227	207	207	155	0.9	0.8	0.9	100	64	121	1.2	1	1	15	14	17	23:44:033
227	226	227	208	209	154	0.9	0.8	0.8	99	66	121	1.2	1	1	14	14	17	23:47:049
228	227	227	186	182	144	0.9	0.8	0.8	96	63	117	0.9	1.1	1	14	14	18	23:50:026
229	228	229	197	201	198	0.9	0.8	0.9	118	74	137	0.9	0.8	1	13	12	14	23:52:050
228	227	229	202	202	163	0.9	0.8	0.9	106	70	130	0.9	0.9	1	13	12	17	23:55:005
232	231	232	184	173	149	0.9	0.8	0.9	99	66	116	1.1	0.9	0.8	15	15	19	23:58:045
227	227	227	185	169	147	0.9	0.8	0.8	102	62	118	1	1	1	14	13	17	00:02:057
225	224	225	200	164	154	0.9	0.8	0.9	109	62	116	0.9	1	0.9	14	16	18	00:06:024
224	222	224	213	173	157	0.9	0.8	0.9	99	60	118	1	0.8	1	13	16	16	00:08:057
224	222	223	208	165	170	0.9	0.8	0.9	101	59	120	1	0.9	0.9	14	14	17	00:11:031
223	222	223	209	193	154	0.9	0.9	0.9	113	60	119	1	0.9	0.8	16	15	16	00:17:042
224	222	223	181	181	165	0.9	0.8	0.9	97	56	113	1	0.8	0.9	15	14	19	00:21:053
224	222	223	185	171	148	0.9	0.8	0.9	98	59	115	1	0.9	0.9	16	16	17	00:24:016
224	222	224	203	176	150	0.9	0.8	0.8	93	79	145	1	1	0.8	16	16	18	00:27:043
224	223	224	185	157	153	0.9	0.8	0.9	89	58	119	0.9	0.9	0.9	18	16	18	00:32:029
224	222	224	173	161	139	0.9	0.8	0.9	84	55	101	1	1	0.9	17	15	19	00:37:015
225	223	224	182	165	141	0.9	0.8	0.9	92	56	116	0.9	0.9	0.9	18	15	18	00:39:050
225	223	224	181	168	140	0.9	0.8	0.9	91	57	107	1	0.9	1	17	15	19	00:43:050
225	223	224	191	156	138	0.9	0.8	0.9	91	55	116	1.1	0.8	0.9	12	19	18	00:46:024
225	223	224	164	155	166	0.8	0.8	0.8	89	58	104	1	0.9	0.9	18	17	18	00:50:022
225	224	225	163	161	139	0.9	0.8	0.9	85	61	104	1	0.8	1	18	16	17	00:53:024

222	221	222	159	159	140	0.9	0.8	0.9	84	52	105	1.1	1	1	17	16	18	00:55:032
222	221	222	163	159	147	0.9	0.8	0.9	87	53	104	1	0.9	0.9	18	16	18	00:58:011
219	218	219	177	151	134	0.9	0.8	0.9	82	51	98	1	1	0.9	15	15	18	01:04:042
220	218	219	167	156	138	0.9	0.8	0.9	109	57	116	1.1	1	1	16	16	17	01:10:019
218	216	218	175	155	149	0.9	0.8	0.9	85	48	103	1	0.9	1	16	14	19	01:13:017
218	217	218	160	153	134	0.9	0.8	0.9	85	48	110	1.1	1	1.1	16	16	22	01:18:038
218	217	218	159	143	141	0.8	0.8	0.9	81	54	94	1.1	0.9	0.9	16	16	20	01:23:052
219	217	218	154	143	124	0.9	0.8	0.9	78	47	91	1.1	1.1	1.1	17	16	19	01:26:002
219	217	219	159	147	121	0.9	0.8	0.9	81	48	96	1.3	1	1	17	16	21	01:28:017
219	218	219	155	152	124	0.9	0.8	0.9	81	48	94	1.2	1.1	1	15	16	19	01:33:051
219	218	219	169	175	127	0.9	0.8	0.9	81	49	94	1.2	1.1	1.2	16	16	22	01:36:039
220	218	219	161	144	121	0.9	0.8	0.9	81	48	92	1.1	1.1	1.1	17	16	19	01:40:039
220	218	219	144	140	127	0.9	0.8	0.9	87	46	96	1	1.1	1.1	17	15	18	01:48:028
220	218	219	167	168	128	0.9	0.8	0.9	80	49	96	1.2	1.1	1	18	12	19	01:50:037
220	218	220	168	157	129	0.9	0.8	0.9	86	60	109	1.1	1.1	1.1	15	16	18	01:53:024
220	218	220	185	146	130	0.9	0.8	0.9	83	49	97	1.1	1.1	1.1	15	16	19	02:01:012
221	219	220	164	148	125	0.9	0.8	0.9	85	50	100	1.1	1.1	1.1	17	16	19	02:04:017
220	219	220	161	146	152	0.9	0.8	0.9	86	50	100	1.3	1.2	1.2	17	12	17	02:09:007
220	219	220	154	153	136	0.9	0.8	0.9	80	51	97	1.2	1.1	1.2	16	15	20	02:14:021
220	219	220	164	147	144	0.9	0.8	0.9	81	52	96	1.1	1.2	1.1	18	15	21	02:18:026
221	219	220	172	153	118	0.9	0.8	0.8	82	51	99	1.2	1.2	1.2	17	15	19	02:20:045
221	219	220	162	163	128	0.9	0.8	0.9	86	56	99	1.2	1.2	1.1	16	11	21	02:23:049
220	219	220	167	165	132	0.8	0.8	0.9	92	60	115	1.3	1.2	1.1	16	13	14	02:26:038
220	219	220	176	176	143	0.9	0.8	0.9	96	52	116	1.2	1.2	1.2	16	15	19	02:30:009
221	219	220	175	153	118	0.9	0.8	0.9	109	60	105	1.3	1.3	1.2	18	14	19	02:33:015
221	219	221	179	211	138	0.9	0.8	0.9	79	50	94	1.3	1.2	1.1	17	16	19	02:36:028
221	220	220	154	144	129	0.9	0.8	0.9	76	50	94	1.2	1.1	1.1	17	16	20	02:39:010
221	220	221	162	168	127	0.9	0.8	0.9	81	52	96	1.2	1.1	1.2	17	14	20	02:42:043
221	220	221	154	153	130	0.9	0.8	0.9	81	51	97	1.1	1.2	1.2	15	16	20	02:46:045
221	220	221	174	148	126	0.9	0.8	0.9	83	53	104	1.2	1.1	1.1	13	14	18	02:57:024
221	220	221	166	168	132	0.9	0.8	0.9	92	60	101	1.2	1.2	1.1	16	16	18	03:01:015
221	220	221	170	159	144	0.9	0.8	0.9	92	55	107	1.2	1.2	1	16	15	18	03:03:028
221	219	221	163	158	129	0.9	0.8	0.9	85	55	102	1.3	1.3	1.2	15	15	19	03:05:041
221	220	221	170	164	148	0.9	0.8	0.9	95	61	114	1.2	1.1	1.3	13	13	16	03:08:032

221	220	221	164	158	136	0.9	0.8	0.9	83	54	99	1.3	1.2	1.2	16	16	19	03:13:011
221	220	221	165	158	127	0.9	0.8	0.9	96	55	97	1.3	1.2	1.2	17	16	18	03:18:056
221	220	221	165	149	130	0.9	0.8	0.9	91	62	111	1.2	1.2	1.3	17	15	18	03:22:040
222	220	221	157	152	125	0.9	0.8	0.9	81	52	125	1.2	1.1	1.2	17	15	20	03:25:045
221	220	221	158	153	121	0.9	0.8	0.9	79	50	97	1.3	1.1	1.2	17	17	19	03:30:008
222	220	221	168	152	122	0.9	0.8	0.9	80	50	93	1.1	1.2	1.2	17	15	18	03:36:003
222	221	221	157	151	127	0.9	0.8	0.9	80	52	97	1.3	1.2	1.1	18	15	20	03:37:059
222	221	222	149	166	126	0.9	0.8	0.8	81	50	97	1.2	1.2	1.2	16	15	21	03:40:006
222	221	222	164	162	123	0.9	0.8	0.9	87	52	104	1.2	1.1	1.3	16	15	19	03:44:011
222	221	222	197	146	125	0.9	0.8	0.9	82	52	101	1.1	1.2	1.1	13	13	19	03:49:048
222	221	222	171	155	128	0.9	0.8	0.9	77	51	95	1.1	1.2	1.2	17	15	19	03:54:039
222	221	222	155	151	120	0.9	0.8	0.9	79	51	97	1.1	1.3	1.3	16	14	20	03:57:055
222	221	222	160	151	121	0.9	0.8	0.9	79	51	107	1.2	1.3	1.1	18	16	19	03:59:059
222	221	222	149	147	132	0.9	0.8	0.9	81	49	94	1.4	1.2	1.1	15	17	19	04:04:007
222	221	222	161	149	113	0.9	0.8	0.8	78	51	94	1.2	1.2	1.2	17	15	20	04:09:044
222	221	222	150	148	119	0.9	0.8	0.9	85	51	97	1.2	1.2	1.3	17	16	20	04:11:039
222	221	222	172	171	123	0.9	0.8	0.8	78	51	96	1.1	1.2	1.2	18	14	22	04:18:006
222	221	222	159	151	121	0.9	0.8	0.9	80	53	110	1.2	1.3	1.2	17	14	20	04:20:047
222	221	222	162	165	129	0.9	0.8	0.9	82	53	98	1.4	1.3	1.1	14	14	19	04:30:039
222	221	221	192	171	142	0.9	0.8	0.9	76	51	95	1.3	1.2	1.2	19	17	20	04:34:051
222	221	221	151	152	121	0.9	0.8	0.9	79	50	93	1.1	1.3	1.2	16	17	20	04:37:021
222	221	222	169	155	120	0.9	0.8	0.8	85	53	101	1.2	1.3	1.2	15	16	21	04:39:040
222	220	222	177	156	119	0.9	0.8	0.9	83	54	101	1.2	1.3	1.3	16	15	19	04:43:058
221	220	222	185	154	119	0.9	0.8	0.8	100	61	111	1.2	1.3	1.1	14	16	19	04:47:026
221	220	221	164	138	124	0.9	0.8	0.8	76	51	92	1.3	1.2	1.2	18	16	21	04:51:051
221	220	221	159	155	121	0.9	0.8	0.9	83	51	98	1.2	1.2	1.2	16	16	20	04:55:016
221	220	221	164	152	125	0.9	0.8	0.9	85	50	97	1.1	1.2	1.2	18	15	17	04:57:015
221	220	221	175	153	127	0.9	0.8	0.9	89	56	122	1.3	1.1	1.3	18	15	24	05:01:018
221	220	221	145	153	124	0.9	0.8	0.9	77	51	96	1.3	1.1	1.2	18	15	21	05:05:026
221	220	221	188	160	123	0.9	0.8	0.9	80	52	95	1.3	1.3	1.2	19	15	22	05:07:046
221	220	221	145	143	124	0.9	0.8	0.8	78	49	92	1.3	1.3	1.3	18	17	21	05:10:007
221	220	221	155	149	122	0.9	0.8	0.8	77	51	93	1.3	1.1	1.2	15	13	16	05:12:042
221	219	220	175	179	142	0.9	0.8	0.9	80	53	99	1.3	1.2	1.1	18	15	23	05:15:015

Tableau A-2 : les mesures de jour 31-10-2014 à jour 01/11/2014.

Tensions (v)			Courants (A)			cos ϕ			P	Q	S	THD Tension			THD Courant			Temps
1	2	3	1	2	3	1	2	3	(KW)	(KVAR)	(KVA)	1	2	3	1	2	3	
218	216	217	276	280	237	0.9	0.9	0.9	154	80	177	0.9	0.6	0.9	9.1	10	12	10:53:046
218	217	218	228	361	207	0.9	0.9	0.9	155	67	166	0.8	0.7	0.8	11	11	16	10:56:002
218	220	224	329	259	321	0.9	0.8	0.8	142	99	163	0.9	0.7	0.8	12	11	14	10:58:010
225	224	225	355	300	250	0.9	0.9	0.9	157	95	186	0.6	0.8	0.9	12	10	15	11:00:038
227	226	227	256	253	200	0.9	0.9	0.9	136	86	159	0.9	0.5	0.7	9.4	9.7	11	11:03:001
227	226	226	277	277	249	0.9	0.9	0.9	222	99	238	0.8	0.7	0.8	8.3	8.7	10	11:06:016
227	225	226	361	371	336	0.9	0.9	0.9	171	105	201	0.8	1	0.8	9.2	6.9	9.2	11:08:039
227	225	226	295	341	277	0.9	0.9	0.9	224	113	280	1	0.7	0.7	9.9	6.9	8.5	11:11:045
227	225	226	368	338	260	0.9	0.8	0.9	195	127	266	0.7	0.8	0.7	10	10	11	11:14:056
226	225	226	369	341	315	1	0.9	0.9	178	106	199	0.7	0.7	0.8	11	11	14	11:16:050
226	225	226	365	318	256	0.9	0.9	0.9	172	93	192	0.8	0.8	0.9	13	10	14	11:18:048
227	225	225	325	353	297	0.9	0.8	0.9	185	117	186	0.9	0.7	0.8	11	10	12	11:21:022
226	225	226	345	308	278	0.9	0.8	0.8	240	127	208	0.8	0.6	0.7	12	10	11	11:25:045
227	226	227	315	328	320	0.9	0.9	0.9	233	95	203	0.8	0.7	1	10	8.8	12	11:28:025
227	226	226	355	350	320	0.9	0.8	0.8	150	87	175	0.7	0.8	0.8	6.5	7.4	8.5	11:30:041
227	226	228	305	290	279	0.8	0.8	0.8	164	104	208	0.8	0.7	0.9	9.5	9.5	13	11:33:029
227	227	227	309	335	231	0.9	0.8	0.8	156	98	218	0.8	0.7	0.9	12	11	14	11:35:058
227	226	227	280	316	266	0.9	0.9	0.9	186	96	216	0.8	0.9	0.8	10	8.6	12	11:38:034
228	227	228	260	300	229	0.9	0.9	0.9	191	90	211	0.9	0.8	0.7	12	9.5	15	11:41:028
228	227	228	280	302	241	0.8	0.9	0.8	154	113	184	0.8	0.5	0.8	11	8.9	12	11:43:038
228	226	227	318	330	272	0.9	0.8	0.8	171	114	220	0.8	0.8	0.9	9.9	9.5	10	11:47:005
228	227	228	310	330	241	0.9	0.9	0.9	195	115	247	0.9	0.8	0.8	8.3	8	8.9	11:52:047
229	228	229	372	341	277	0.9	0.8	0.8	163	115	188	0.8	0.8	0.8	9.9	9.9	12	11:55:026
229	229	229	327	277	234	0.9	0.8	0.8	154	89	184	0.8	0.7	0.7	8.4	8.6	12	11:58:017
231	229	231	311	332	251	0.9	0.8	0.9	194	118	252	0.8	0.9	0.9	10	13	11	12:02:044
232	231	231	345	283	248	0.9	0.8	0.8	208	92	187	0.9	0.8	0.9	11	9.6	11	12:06:038
232	231	232	361	330	308	0.9	0.8	0.8	163	112	189	0.7	0.6	0.8	8.7	8.3	8.8	12:09:032
231	231	231	345	305	282	0.9	0.9	0.9	209	91	242	0.7	0.8	0.6	9	9.9	8.1	12:14:031
231	230	231	336	349	274	0.9	0.9	0.9	206	102	216	0.7	0.7	0.8	11	11	12	12:17:011
231	230	231	345	335	246	0.9	0.8	0.9	144	89	183	0.6	0.6	0.9	9.6	9	9.4	12:19:031
231	230	231	316	269	235	0.8	0.8	0.8	150	119	182	0.7	0.8	0.6	10	11	11	12:21:037

231	230	231	340	317	259	0.9	0.8	0.8	156	129	210	0.8	0.7	0.9	10	9.7	12	12:25:053
231	229	231	384	379	300	0.9	0.9	0.9	177	94	202	0.8	0.6	0.9	13	11	13	12:30:002
231	229	230	304	305	276	0.9	0.9	0.8	145	102	177	0.9	0.7	0.6	12	11	13	12:31:057
231	230	231	307	298	247	0.9	0.8	0.8	143	94	215	0.9	0.9	1	13	12	13	12:35:027
232	231	231	247	328	263	0.9	0.9	0.8	116	99	160	0.7	0.7	0.9	13	11	13	12:37:033
232	231	232	222	240	204	0.8	0.7	0.8	136	97	150	0.8	0.6	0.8	12	11	13	12:43:007
232	231	232	231	305	282	0.9	0.8	0.9	169	89	193	0.9	0.7	0.9	11	9.7	11	12:46:016
231	230	231	297	300	276	0.9	0.9	0.9	178	111	206	0.7	0.6	0.8	9.6	9.3	10	12:49:004
231	229	231	328	306	294	0.9	0.8	0.9	174	94	201	0.6	0.7	0.7	10	9.8	12	12:51:039
231	230	232	300	295	263	0.9	0.9	0.9	200	100	205	0.9	0.8	0.8	9.9	10	11	12:55:055
232	230	231	399	319	294	0.9	0.9	0.9	188	112	199	0.8	0.5	1	9.9	9.6	11	12:58:018
231	230	231	374	312	328	0.9	0.9	0.8	189	108	218	0.8	0.7	0.8	12	9.2	13	13:00:037
232	231	231	310	306	289	0.9	0.9	0.9	180	103	212	0.9	0.8	0.9	9.8	9.2	11	13:04:039
231	229	230	309	306	263	0.8	0.8	0.8	152	113	185	0.9	1	1	11	10	11	13:07:031
231	229	231	262	281	245	0.9	0.8	0.9	179	93	206	0.7	0.8	0.9	10	10	12	13:09:041
230	229	227	266	298	237	0.9	0.9	0.9	177	96	205	0.8	0.8	0.8	12	12	13	13:11:046
230	228	229	277	268	259	0.9	0.9	0.9	176	87	195	0.9	0.7	0.7	12	11	12	13:14:001
229	228	229	270	288	238	0.9	0.8	0.9	177	108	179	0.7	0.6	0.8	14	13	16	13:16:025
229	228	229	259	287	220	0.8	0.8	0.8	113	86	138	0.6	0.8	0.6	15	16	16	13:18:039
230	228	229	280	246	205	0.8	0.8	0.8	118	91	148	0.6	0.9	0.8	14	14	16	13:21:050
229	228	229	227	220	201	0.8	0.8	0.8	126	89	182	0.9	0.5	0.9	13	14	14	13:24:040
229	228	230	261	235	200	0.9	0.8	0.8	136	77	157	0.9	0.6	0.8	12	12	15	13:30:016
230	229	231	246	255	196	0.8	0.8	0.9	142	95	207	0.9	0.8	0.9	15	13	14	13:33:059
231	229	231	239	265	262	0.9	0.8	0.8	128	116	174	1	0.7	0.8	14	12	14	13:39:052
231	229	231	222	227	194	0.8	0.8	0.8	111	87	143	0.8	0.6	0.8	12	12	13	13:41:055
231	230	231	246	250	207	0.8	0.8	0.8	127	103	165	0.6	0.8	0.7	8.1	11	12	13:47:016
230	229	230	267	243	226	0.9	0.8	0.9	156	100	184	0.5	0.7	0.9	11	10	12	13:49:058
231	229	230	284	252	237	0.9	0.8	0.8	156	88	176	0.7	0.8	0.9	11	10	14	13:53:019
231	229	231	266	252	254	0.9	0.8	0.9	161	96	176	0.6	0.5	0.8	10	9.2	12	13:56:032
232	231	232	273	250	217	0.9	0.8	0.8	148	92	172	0.6	0.7	0.9	11	11	13	14:02:019
238	238	238	294	248	239	0.9	0.8	0.8	152	113	164	0.8	0.7	0.8	11	12	13	14:04:025
237	236	237	302	265	249	0.9	0.8	0.8	154	114	197	0.7	0.4	0.6	14	14	13	14:09:024
236	236	237	274	233	265	0.9	0.8	0.8	146	109	149	0.9	0.6	0.6	11	13	12	14:11:046
236	235	236	305	256	254	0.9	0.8	0.8	139	87	151	0.5	0.6	0.7	14	11	16	14:17:004

235	234	236	231	249	180	0.8	0.8	0.7	119	97	163	0.8	0.5	0.6	12	14	14	14:23:038
234	233	233	307	280	275	0.9	0.9	0.9	194	96	171	0.6	0.6	0.7	13	14	16	14:25:039
234	233	234	297	256	266	0.8	0.8	0.9	117	96	142	0.6	0.7	0.7	13	13	18	14:29:002
234	233	234	233	257	196	0.8	0.8	0.9	155	108	197	0.5	0.4	0.4	16	12	11	14:34:022
232	230	233	310	222	233	0.8	0.7	0.7	114	100	197	0.8	0.6	0.6	9.7	10	8.9	14:36:037
233	233	233	267	241	224	0.9	0.8	0.8	145	115	166	0.7	0.7	0.6	11	11	12	14:41:004
234	231	232	258	239	228	0.9	0.8	0.9	172	90	199	0.7	0.7	1	12	13	14	14:43:011
231	230	231	247	282	210	0.9	0.8	0.8	135	108	172	0.8	0.7	0.9	9.2	10	11	14:45:013
227	226	227	266	242	226	0.9	0.9	0.9	175	116	195	1	0.8	0.9	9.4	12	13	14:49:006
230	229	230	265	221	233	0.9	0.9	0.9	115	79	136	0.8	0.7	0.7	11	12	14	14:51:057
227	225	226	304	282	264	0.9	0.9	0.9	168	82	178	0.8	0.7	0.8	9.9	8.6	10	14:55:007
226	225	226	183	186	181	0.9	0.8	0.9	125	79	154	1	0.7	0.6	12	12	5.3	14:57:035
227	225	226	238	206	179	0.8	0.9	0.9	172	83	192	0.9	0.7	0.8	17	12	15	15:02:005
236	236	236	241	239	241	0.9	0.9	0.9	130	93	115	1.1	0.8	0.7	13	12	12	15:05:044
236	235	236	214	243	235	0.8	0.8	0.8	145	98	184	0.7	0.7	0.8	13	12	17	15:10:047
236	234	236	261	265	250	0.9	0.8	0.8	126	85	142	0.9	0.7	0.9	17	14	20	15:12:049
236	234	236	283	269	253	0.9	0.8	0.8	107	106	134	0.9	0.7	0.9	10	9.8	11	15:15:026
235	234	236	291	209	173	0.8	0.7	0.7	133	89	180	0.7	0.6	0.8	11	12	13	15:18:051
235	234	236	264	239	165	0.8	0.8	0.8	107	101	140	0.8	0.6	0.7	14	14	16	15:22:032
236	235	236	201	230	200	0.9	0.8	0.9	137	81	130	0.9	0.5	0.8	14	15	16	15:25:017
235	235	236	255	249	172	0.8	0.7	0.7	114	105	148	0.8	0.4	0.8	6.8	2.6	13	15:29:048
238	237	238	291	252	228	0.9	0.8	0.8	140	125	186	0.7	0.8	0.5	9.8	9.2	11	15:32:023
238	237	238	259	239	256	0.9	0.8	0.8	148	93	164	0.6	0.5	0.5	12	12	14	15:35:005
237	236	237	264	223	190	0.9	0.8	0.8	132	79	149	0.8	0.5	0.5	12	13	17	15:37:043
237	236	238	246	248	202	0.9	0.8	0.8	127	83	161	0.8	0.7	0.8	14	14	19	15:43:048
238	237	239	241	216	202	0.9	0.8	0.8	179	80	192	0.8	0.6	0.8	11	12	14	15:48:057
238	237	239	259	248	236	0.9	0.9	0.9	179	99	164	0.7	0.6	0.6	11	9.3	12	15:51:055
239	239	240	251	222	218	0.9	0.8	0.8	115	84	143	0.7	0.7	0.6	11	12	13	15:55:024
236	235	236	231	234	213	0.9	0.7	0.7	97	75	119	0.7	0.6	0.7	16	13	16	15:57:036
232	231	232	219	237	183	0.9	0.9	0.9	89	73	120	0.8	0.9	1.1	16	15	19	15:59:044
232	230	232	177	196	147	0.8	0.8	0.9	93	74	121	0.9	0.5	0.8	11	12	13	16:05:000
232	232	233	215	258	243	0.9	0.9	0.9	122	80	190	0.7	0.5	0.6	11	2.5	5.5	16:07:009
235	234	235	282	283	258	0.9	0.8	0.8	127	80	152	0.7	0.7	0.8	13	13	12	16:10:037
235	234	235	210	214	164	0.8	0.8	0.9	148	94	181	0.6	0.5	0.8	11	12	14	16:13:017

234	233	234	241	206	271	1	0.9	0.9	177	129	218	0.8	0.7	0.8	8.8	9	9.7	16:16:041
233	232	233	240	214	222	0.8	0.8	0.8	135	93	188	0.7	0.6	0.7	16	13	14	16:20:021
231	232	233	266	255	202	0.9	0.8	0.8	115	83	131	0.8	0.7	0.8	10	13	15	16:23:043
232	232	233	266	228	221	0.9	0.8	0.9	134	75	153	0.7	0.8	0.8	11	11	10	16:28:036
232	232	232	332	305	261	0.9	0.8	0.8	141	101	173	0.8	0.8	1	13	11	17	16:31:021
233	232	233	188	188	203	0.9	0.8	0.9	138	74	126	1	0.7	0.7	15	9.1	13	16:33:054
233	232	233	222	221	149	0.8	0.8	0.8	123	73	145	0.5	0.8	0.6	14	13	16	16:36:057
233	232	234	235	244	210	0.9	0.8	0.8	95	78	126	0.8	0.6	0.7	14	13	18	16:40:044
232	232	233	247	229	199	0.9	0.9	0.8	96	82	122	1	0.8	0.7	14	13	15	16:44:033
233	232	233	233	246	215	0.8	0.8	0.8	93	73	120	0.8	0.9	0.8	16	12	20	16:47:050
233	232	233	215	227	182	0.9	0.9	0.9	170	86	197	0.5	0.7	0.8	10	11	13	16:50:027
232	232	232	319	281	270	1	0.9	0.8	144	97	160	0.6	0.8	0.7	11	12	11	16:52:033
232	232	232	335	269	228	0.9	0.8	0.9	137	84	152	0.6	0.6	0.5	9.3	9.6	13	16:57:021
235	231	233	207	194	221	0.9	0.9	0.8	128	75	177	0.9	0.7	0.6	15	15	19	16:59:040
232	231	232	260	217	192	0.9	0.8	0.9	130	88	162	0.6	0.6	1	12	3.3	4.7	17:05:012
231	229	231	227	209	180	0.9	0.8	0.8	135	101	131	1	0.8	0.8	12	11	13	17:07:019
231	230	231	249	198	161	0.9	0.8	0.8	103	78	121	0.9	0.9	1	10	11	13	17:11:012
228	228	230	292	237	226	0.9	0.8	0.8	127	80	156	0.8	0.8	0.9	10	9.7	11	17:16:004
228	227	230	221	222	190	0.9	0.8	0.9	127	77	152	0.8	1.1	0.9	11	13	14	17:21:003
226	226	228	303	254	252	1	0.9	0.9	167	70	162	0.9	0.8	0.8	11	12	14	17:25:025
227	227	228	297	265	240	0.9	0.9	0.9	123	75	153	1	0.9	0.8	12	13	13	17:29:024
228	227	228	262	269	255	0.9	0.9	0.9	133	81	155	0.9	0.9	0.9	14	11	12	17:31:036
228	228	229	221	260	256	0.9	0.9	0.9	139	85	156	1	0.8	0.9	12	9.9	12	17:38:029
228	227	229	210	248	225	0.9	0.8	0.8	133	74	160	1.1	1	0.9	12	11	13	17:40:038
228	227	229	178	216	208	0.9	0.8	0.9	108	75	129	0.9	0.9	0.9	15	14	13	17:43:010
227	227	229	220	211	192	0.8	0.8	0.9	137	78	181	0.9	0.4	0.6	15	14	18	17:46:053
237	237	237	211	209	170	0.8	0.7	0.8	110	90	144	1.2	0.7	0.9	13	12	15	17:53:012
237	237	238	255	238	180	0.8	0.8	0.7	128	95	152	0.9	0.8	0.8	14	13	17	17:56:020
237	237	238	272	228	207	0.9	0.8	0.9	141	81	144	0.8	0.8	0.7	16	14	17	17:58:048
238	237	237	239	254	205	0.9	0.8	0.8	101	86	136	0.8	0.7	0.6	14	13	17	18:00:051
235	234	234	274	281	266	0.9	0.9	0.9	148	113	171	0.7	0.9	0.7	11	9.4	12	18:03:030
234	233	233	287	243	201	0.8	0.8	0.8	123	80	145	0.7	0.5	0.7	11	11	10	18:06:045
234	234	234	249	245	200	0.9	0.9	0.9	173	98	201	0.7	0.5	1	12	12	14	18:09:028
234	233	234	262	216	207	0.8	0.8	0.9	112	99	172	0.9	0.8	0.7	15	12	15	18:12:008

234	234	234	228	247	199	0.9	0.8	0.8	124	74	153	0.5	0.7	0.8	13	12	12	18:14:036
232	232	232	226	212	191	0.9	0.8	0.8	87	72	144	0.7	0.6	0.9	12	13	15	18:16:043
232	231	232	224	213	205	0.9	0.8	0.8	135	86	157	0.8	0.7	0.9	12	13	16	18:18:048
232	231	231	226	218	191	0.9	0.8	0.8	128	73	144	0.5	0.5	0.6	12	13	15	18:21:009
232	231	232	228	216	187	0.9	0.8	0.8	132	76	154	0.6	0.5	0.6	13	11	12	18:23:020
232	231	232	241	231	203	0.9	0.8	0.9	128	88	157	0.6	0.8	0.7	16	12	17	18:25:014
235	234	235	226	224	195	0.9	0.8	0.8	128	78	164	0.7	0.8	0.8	15	15	20	18:27:029
234	234	235	236	290	258	0.8	0.8	0.8	133	87	141	0.8	0.7	0.8	14	11	17	18:30:025
235	234	234	167	262	154	0.8	0.8	0.8	95	72	120	0.8	0.6	0.6	17	15	19	18:33:022
233	232	232	184	189	146	0.8	0.8	0.7	92	76	154	0.9	0.8	0.7	16	9.9	14	18:38:041
232	232	232	200	185	160	0.9	0.7	0.8	95	78	126	0.6	0.8	0.6	17	14	18	18:40:038
233	232	233	188	207	170	0.9	0.8	0.8	93	95	119	0.7	0.7	0.6	16	15	20	18:46:008
233	233	234	176	181	138	0.8	0.8	0.8	89	68	114	0.5	0.7	0.8	15	15	18	18:48:057
230	230	232	185	206	151	0.8	0.7	0.8	94	81	114	0.7	0.8	0.8	13	15	15	18:53:014
231	230	231	226	221	199	0.9	0.8	0.8	141	73	141	0.8	0.8	0.8	14	14	18	18:56:044
230	229	231	244	204	144	0.8	0.7	0.8	87	67	110	0.6	0.8	0.7	14	14	17	19:03:018
233	233	234	206	196	168	0.8	0.7	0.8	104	84	135	0.8	0.8	0.7	13	14	18	19:09:056
233	233	234	182	175	135	0.8	0.8	0.8	93	79	137	0.8	0.7	0.8	16	14	20	19:15:054
234	233	234	155	186	129	0.9	0.8	0.8	89	69	114	0.8	0.9	0.6	16	13	18	19:17:059
234	233	234	198	193	162	0.8	0.8	0.8	101	69	127	0.7	0.8	0.7	13	14	17	19:20:001
233	233	234	163	171	136	0.8	0.8	0.8	86	63	109	0.7	0.7	0.7	15	15	20	19:25:012
231	231	232	161	171	134	0.9	0.8	0.8	90	61	112	0.7	0.8	0.8	16	16	15	19:27:041
231	231	231	176	170	118	0.9	0.8	0.8	80	70	116	0.7	0.6	0.8	14	15	20	19:34:038
231	230	231	169	199	122	0.8	0.8	0.8	80	58	100	0.8	0.8	0.8	16	16	20	19:39:057
231	230	231	187	167	139	0.8	0.8	0.8	102	71	110	0.9	0.9	0.7	16	15	19	19:43:025
231	231	231	159	166	126	0.8	0.8	0.8	82	61	106	0.9	0.9	1	15	13	20	19:49:014
231	230	231	170	182	144	0.8	0.8	0.8	92	72	117	0.9	0.8	0.9	16	17	22	19:54:034
231	231	231	179	170	134	0.9	0.8	0.8	87	62	107	0.9	0.8	0.9	17	15	20	19:57:045
231	231	231	169	168	131	0.8	0.8	0.8	81	59	101	0.6	0.9	0.7	17	16	22	19:59:044
231	231	231	165	161	122	0.8	0.8	0.8	107	67	111	0.8	0.7	0.7	13	13	17	20:05:046
231	230	231	170	163	120	0.8	0.8	0.8	86	69	103	0.9	0.9	0.8	15	12	19	20:07:049
231	230	231	194	181	156	0.8	0.8	0.8	92	68	117	0.9	0.8	0.8	14	13	20	20:09:057
231	230	231	178	169	129	0.8	0.8	0.8	92	73	117	0.9	0.6	0.9	13	15	21	20:12:029
231	231	231	191	179	129	0.8	0.8	0.8	87	63	107	0.7	0.9	0.8	16	16	25	20:15:015

231	231	232	172	168	116	0.8	0.8	0.8	87	68	108	0.9	0.9	1	13	14	20	20:19:042
231	230	231	185	180	132	0.8	0.8	0.8	82	73	108	0.9	0.7	0.9	16	17	24	20:23:013
231	230	231	187	160	136	0.8	0.8	0.8	87	65	110	0.8	0.7	0.7	11	15	18	20:27:053
231	231	231	194	156	113	0.9	0.8	0.8	86	59	104	0.9	0.8	1	13	13	25	20:36:054
231	231	231	188	165	111	0.8	0.8	0.8	98	84	132	1	0.9	0.9	13	16	20	20:39:007
231	230	231	192	166	154	0.8	0.8	0.8	96	65	110	0.9	0.8	1.1	17	20	27	20:44:005
230	230	231	174	169	112	0.8	0.8	0.8	84	63	109	0.6	0.8	1	15	15	22	20:46:025
230	230	231	183	186	138	0.8	0.8	0.7	89	64	109	0.8	0.8	0.8	16	15	22	20:48:028
231	230	231	202	162	126	0.8	0.8	0.8	78	57	99	0.8	0.9	0.8	14	15	22	20:51:030
230	230	231	196	174	143	0.8	0.8	0.8	97	96	128	0.7	1.1	0.9	13	14	21	21:01:051
229	228	230	178	167	124	0.8	0.8	0.8	87	64	109	1	1	1	16	15	21	21:04:057
230	229	230	165	166	113	0.8	0.7	0.8	87	66	125	1	1	1.1	18	14	22	21:09:038
229	228	230	159	177	127	0.8	0.8	0.7	78	61	102	0.9	1	0.9	16	14	22	21:13:025
231	230	232	181	178	129	0.8	0.7	0.8	84	61	100	0.8	0.9	1.1	15	14	21	21:17:018
231	231	232	190	177	125	0.8	0.8	0.8	91	66	110	0.8	1.3	0.9	14	12	23	21:21:022
232	231	233	165	190	142	0.7	0.8	0.7	99	63	119	1.1	0.9	0.9	15	14	20	21:26:036
232	232	233	159	165	119	0.8	0.8	0.8	93	60	101	1	0.9	1	18	15	25	21:28:041
232	231	233	157	174	139	0.8	0.8	0.8	88	66	106	0.9	1	1	13	11	14	21:31:022
232	231	233	189	230	146	0.8	0.8	0.8	104	89	147	0.8	1	0.9	17	14	20	21:35:058
230	229	231	157	185	119	0.8	0.8	0.8	81	65	108	1	0.9	0.9	18	15	21	21:40:015
227	226	228	180	176	124	0.8	0.8	0.8	84	58	106	0.9	0.9	0.9	17	15	21	21:43:048
227	226	227	198	151	116	0.8	0.8	0.8	79	55	97	0.9	1	1	17	15	21	21:46:028
225	224	226	152	163	123	0.8	0.8	0.8	81	56	101	0.8	1	0.9	21	15	19	21:49:052
228	226	228	139	168	134	0.8	0.8	0.8	80	55	103	0.8	1	0.9	17	15	20	21:56:057
227	226	228	146	160	116	0.8	0.8	0.8	75	55	95	0.8	1	1	13	15	22	22:01:009
228	227	228	197	156	135	0.7	0.8	0.8	83	59	99	0.9	1	1	19	16	22	22:04:012
228	227	228	152	157	122	0.8	0.8	0.8	77	54	95	0.9	0.8	1	15	14	20	22:07:016
228	227	228	175	179	137	0.8	0.8	0.8	93	71	120	1.1	0.8	1.1	14	14	19	22:10:008
227	226	227	210	217	168	0.8	0.8	0.8	105	79	136	1	0.9	1	13	13	22	22:12:045
227	226	228	172	176	140	0.8	0.8	0.8	84	61	105	1	0.9	0.9	17	14	20	22:16:056
228	226	228	213	196	160	0.8	0.8	0.8	90	64	112	1	0.9	0.8	17	13	16	22:21:055
228	227	228	169	186	136	0.8	0.8	0.8	91	64	113	1	1	1	16	13	18	22:24:015
228	227	228	158	167	140	0.8	0.8	0.8	90	82	113	1.1	0.9	0.8	16	12	17	22:26:031
228	227	228	156	161	127	0.8	0.8	0.8	83	60	103	1	0.9	1	17	13	20	22:30:046

228	227	228	167	186	129	0.8	0.8	0.8	81	67	114	1	0.9	1	15	17	22	22:33:022
228	228	228	172	156	101	0.8	0.8	0.8	76	73	93	0.8	0.9	0.9	19	16	22	22:37:035
229	228	228	152	176	125	0.8	0.8	0.8	83	58	101	0.9	0.9	0.9	16	15	22	22:41:007
228	228	229	154	175	139	0.8	0.8	0.9	79	57	97	1	0.8	0.8	19	17	23	22:44:002
229	228	229	164	168	142	0.8	0.8	0.8	74	57	95	0.8	1	1	15	14	18	22:46:006
228	228	229	157	186	122	0.8	0.8	0.8	78	58	100	1.1	0.9	1	19	15	22	22:50:057
228	227	229	144	187	148	0.8	0.8	0.8	97	65	112	1	0.8	1	16	13	16	22:53:010
228	228	229	206	173	119	0.8	0.8	0.8	84	61	105	1	1	0.9	14	14	20	22:56:041
229	228	229	172	166	135	0.9	0.8	0.8	110	80	99	1	1	0.9	13	13	16	22:59:013
228	228	229	170	168	117	0.9	0.8	0.8	95	59	105	1	0.9	1	15	14	19	23:04:049
228	228	229	157	156	110	0.8	0.8	0.8	81	51	97	1.1	1	0.9	18	12	17	23:09:048
229	227	229	149	172	122	0.8	0.8	0.8	83	55	100	1.1	1	1	16	14	19	23:15:049
229	228	230	170	178	126	0.8	0.8	0.8	88	59	105	1	0.9	1	19	14	18	23:20:020
229	228	230	145	154	109	0.9	0.8	0.8	81	63	102	1.1	1.1	1.1	17	14	20	23:22:047
229	228	229	182	181	154	0.9	0.8	0.8	85	61	108	1	1.1	1	17	14	21	23:25:023
229	228	229	190	170	115	0.9	0.8	0.7	82	63	105	1.1	1.1	1	18	16	20	23:28:005
229	228	230	186	151	123	0.8	0.8	0.8	81	75	101	0.9	0.9	1.2	18	15	26	23:32:022
229	228	230	157	179	125	0.9	0.8	0.8	92	61	148	1.1	1.1	0.9	19	14	24	23:35:039
230	229	230	161	148	108	0.9	0.8	0.8	74	61	101	1.1	1.1	1	17	17	23	23:37:038
230	229	230	144	148	111	0.8	0.8	0.8	83	63	123	0.9	1	0.9	17	15	24	23:41:030
230	229	230	163	161	105	0.9	0.8	0.8	76	55	97	0.9	1.1	1.1	17	15	24	23:44:020
230	229	230	159	161	117	0.9	0.8	0.8	81	55	100	1.2	1.1	1	16	14	24	23:49:012
230	228	230	159	177	128	0.8	0.8	0.8	80	61	103	1	1	1.1	15	16	22	23:54:052
230	230	231	147	151	118	0.9	0.7	0.8	80	71	115	1	0.9	1.2	16	15	23	23:57:012
230	230	231	154	154	115	0.9	0.8	0.8	79	56	99	1	1	0.9	16	13	19	00:01:041
230	229	230	173	177	135	0.9	0.8	0.8	90	59	108	0.9	0.8	0.8	15	13	21	00:04:028
231	230	231	180	181	154	0.9	0.8	0.8	93	82	107	0.8	0.9	1	15	13	18	00:10:008
231	229	230	174	158	118	0.9	0.8	0.8	79	64	120	0.8	0.8	1	16	14	20	00:13:048
231	230	231	164	191	160	0.8	0.8	0.8	104	66	118	0.9	0.8	0.9	17	14	21	00:16:043
231	229	231	159	186	117	0.8	0.8	0.8	82	63	98	1.1	0.8	0.8	17	14	23	00:24:057
228	227	228	195	189	131	0.9	0.8	0.8	98	60	105	0.9	1	0.9	14	13	18	00:29:053
228	227	228	200	171	124	0.8	0.8	0.8	86	57	106	0.8	0.8	0.9	14	13	22	00:38:011
228	227	229	198	171	129	0.9	0.8	0.8	93	60	111	1	1	0.9	15	14	21	00:41:056
228	227	228	175	177	127	0.9	0.8	0.8	90	73	115	1	1.1	1.1	13	12	17	00:44:019

228	227	229	189	192	122	0.9	0.8	0.8	94	60	113	0.9	1	1	15	13	20	00:46:011
228	228	229	180	176	127	0.9	0.8	0.8	89	60	114	1.1	1	1.1	16	13	22	00:49:047
229	227	228	215	176	119	0.9	0.8	0.8	89	59	107	0.8	1	1	16	14	21	00:53:022
228	228	229	180	173	126	0.9	0.8	0.8	98	70	116	1	1	1	15	14	21	00:55:052
228	227	229	202	196	164	0.9	0.8	0.8	93	72	134	1	0.8	0.8	14	14	20	00:57:059
229	228	229	166	190	110	0.9	0.8	0.8	82	56	103	0.9	0.8	1	15	13	21	01:00:011
229	228	229	189	187	109	0.9	0.8	0.8	84	57	104	1	0.9	0.9	18	15	24	01:04:043
229	228	229	180	173	112	0.9	0.8	0.8	86	57	104	0.9	0.9	1	15	15	23	01:07:018
229	228	229	190	186	131	0.9	0.8	0.8	84	57	102	0.9	0.9	1	15	13	23	01:10:046
229	228	229	201	181	122	0.9	0.8	0.8	100	58	107	1	0.9	1	15	14	22	01:13:001
230	229	231	188	177	123	0.9	0.8	0.8	95	59	112	1.1	1	1	14	13	22	01:15:014
230	230	231	180	169	109	0.9	0.8	0.8	89	61	112	0.9	1	1.1	14	13	25	01:18:017
231	230	231	192	180	124	0.9	0.8	0.8	102	59	119	0.8	1	0.9	17	15	24	01:22:019
231	230	231	172	179	105	0.8	0.8	0.8	84	58	104	1	0.8	1	17	16	24	01:25:031
230	229	230	181	158	119	0.9	0.8	0.9	95	61	114	1.1	0.9	1.1	13	13	24	01:33:043
230	230	231	179	184	132	0.9	0.8	0.8	83	56	103	0.9	0.9	1	17	13	23	01:35:051
231	230	231	193	201	126	0.9	0.8	0.8	89	63	111	1	0.9	0.8	14	12	20	01:38:001
230	230	231	162	185	111	0.9	0.8	0.8	82	55	100	1	1.1	1.1	16	13	22	01:40:029
230	230	231	172	163	121	0.9	0.8	0.8	95	60	113	0.9	0.9	0.9	14	15	22	01:43:000
231	230	231	172	164	108	0.9	0.8	0.8	83	55	102	0.8	0.9	1	13	12	19	01:45:049
231	230	231	158	155	106	0.8	0.8	0.8	78	70	103	1	1	1	15	14	24	01:48:003
231	230	231	159	163	116	0.8	0.8	0.8	88	59	107	1.1	1.1	0.9	16	14	24	01:51:034
231	230	231	160	169	110	0.8	0.8	0.8	88	58	111	0.9	1	1.1	14	13	21	01:53:034
231	230	231	168	177	115	0.8	0.8	0.8	82	55	98	1.1	1	1	15	15	22	01:57:047
231	230	231	192	159	111	0.9	0.8	0.8	84	57	105	0.9	0.9	0.9	13	14	22	01:59:050
231	230	231	192	171	116	0.9	0.8	0.8	82	56	99	0.9	1	1	13	13	20	02:04:037
231	230	231	189	160	97	0.9	0.8	0.8	82	57	102	1	1	0.9	17	14	25	02:09:031
231	230	231	173	158	119	0.8	0.8	0.8	78	54	98	1	1	1.1	18	14	25	02:13:004
231	230	231	172	179	116	0.8	0.8	0.9	101	62	111	1	1	1	17	15	23	02:22:011
231	230	231	182	175	132	0.9	0.8	0.8	77	54	98	1	0.9	0.9	9.7	13	19	02:30:010
230	229	230	178	155	103	0.8	0.8	0.8	80	54	112	0.9	0.9	0.9	16	14	22	02:32:002
231	229	231	167	158	108	0.9	0.8	0.8	81	54	97	1.1	0.9	1.1	15	12	18	02:34:016
230	229	230	159	163	112	0.9	0.8	0.8	85	53	100	1	0.8	0.9	16	14	21	02:36:059
230	228	230	177	179	122	0.9	0.8	0.8	81	53	97	1	1	1	16	14	21	02:41:014

228	228	229	175	158	110	0.8	0.8	0.8	82	53	97	1	0.8	0.9	17	16	24	02:43:021
228	228	229	152	146	119	0.8	0.8	0.8	79	51	100	0.9	0.8	1	14	14	21	02:48:044
228	228	229	174	165	126	0.9	0.8	0.8	86	55	99	0.9	1	0.9	15	15	23	02:51:051
229	228	229	195	171	141	0.9	0.8	0.8	83	57	104	0.9	1	0.9	11	12	16	02:55:008
229	228	229	202	198	151	0.8	0.8	0.8	98	65	121	1.1	0.9	0.9	13	14	19	02:57:025
229	228	229	161	173	120	0.8	0.8	0.8	84	59	104	1.1	0.8	0.9	15	13	21	03:01:039
229	228	230	177	171	119	0.8	0.8	0.8	84	79	123	0.9	1	1	13	13	20	03:04:003
229	228	230	180	175	121	0.8	0.8	0.8	84	59	103	0.9	0.9	0.8	13	13	16	03:07:019
229	228	230	165	175	123	0.8	0.8	0.8	82	59	103	0.9	0.9	0.9	13	12	20	03:09:037
230	228	230	170	171	120	0.8	0.8	0.8	87	65	114	0.9	0.9	1.1	15	12	20	03:12:042
230	229	230	161	176	128	0.8	0.8	0.8	87	57	99	0.9	0.9	0.9	15	13	18	03:14:059
230	229	230	154	155	113	0.9	0.8	0.8	81	52	98	0.9	0.8	1	17	15	21	03:17:055
231	230	231	178	165	121	0.9	0.8	0.8	76	53	93	0.8	0.9	1.1	17	15	22	03:20:049
230	229	230	154	147	108	0.9	0.8	0.8	82	57	115	1	1.1	0.9	16	14	23	03:28:001
230	229	231	178	161	108	0.8	0.8	0.8	77	57	103	0.9	1	1	16	14	21	03:30:024
230	229	230	168	160	109	0.9	0.8	0.8	76	54	97	1	0.9	1.2	14	15	20	03:33:037
231	230	231	149	156	107	0.8	0.8	0.8	96	61	108	0.9	0.9	0.9	14	13	21	03:37:003
231	229	231	164	192	104	0.9	0.8	0.8	83	54	98	0.9	0.9	1	13	14	24	03:41:018
231	230	231	157	168	109	0.8	0.8	0.7	88	55	147	1	0.9	1	14	13	19	03:44:016
231	229	231	183	176	105	0.8	0.8	0.8	83	57	102	0.9	1	1	15	15	25	03:46:043
232	231	232	169	150	138	0.8	0.8	0.8	88	67	126	1.1	1	1.1	16	15	23	03:54:003
232	231	232	152	161	103	0.8	0.8	0.8	78	56	103	1.1	1	1	16	15	22	03:56:052
232	231	233	152	158	99	0.8	0.8	0.8	78	55	99	1	1	1	16	16	24	04:00:032
233	232	233	168	165	104	0.8	0.8	0.8	80	56	97	1	1	1	14	13	21	04:02:057
232	232	234	162	164	104	0.8	0.8	0.8	94	58	100	1	1	1.1	14	13	22	04:07:002
234	232	234	157	156	101	0.8	0.8	0.8	80	56	104	1	1.1	1.1	13	15	23	04:10:005
233	232	233	189	174	110	0.8	0.8	0.8	78	58	100	1	1	1.1	15	14	24	04:15:012
233	232	233	194	180	119	0.8	0.8	0.8	97	64	119	1.1	1	1	14	12	20	04:17:018
233	232	233	192	173	115	0.9	0.8	0.8	79	58	99	0.9	1.1	1.1	15	16	26	04:22:004
233	232	233	152	156	102	0.9	0.8	0.8	88	55	97	1	0.9	1.1	15	13	20	04:25:019
233	232	233	157	156	109	0.8	0.8	0.8	75	56	95	1.1	0.9	1	17	13	22	04:32:020
233	232	233	170	185	104	0.8	0.8	0.8	77	62	98	1	0.9	1	15	15	25	04:38:052
233	232	233	182	164	100	0.9	0.8	0.8	88	61	110	1	1	1	15	16	23	04:42:000
233	232	233	151	163	95	0.9	0.8	0.8	79	52	98	1	1.1	1.1	15	15	22	04:44:049

232	232	233	152	148	104	0.8	0.8	0.8	74	56	113	1	1	1	17	14	22	04:47:019

Tableau A-3 : les mesures de jour 3-11-2014 à jour 04/11/2014.

Tensions (v)			Courants (A)			cos ϕ			P	Q	S	THD Tension			THD Courant			Temps
1	2	3	1	2	3	1	2	3	(KW)	(KVAR)	(KVA)	1	2	3	1	2	3	
218	218	220	272	244	203	0.9	0.9	0.8	174	100	189	0.9	1	1.2	9.3	9.2	12	11:27:047
219	219	219	298	262	179	0.9	0.9	0.8	155	107	221	1.1	0.9	1.5	9.2	9	14	11:34:018
222	222	223	256	270	213	0.9	0.9	0.9	205	85	192	1	0.8	1	12	11	13	11:36:033
222	221	222	359	270	256	0.9	0.9	0.9	143	96	182	1.1	0.7	1	7.8	9.5	12	11:41:018
221	222	223	295	260	246	0.9	0.8	0.8	162	92	184	0.9	0.9	1	15	12	11	11:44:003
222	221	222	279	305	187	0.8	0.8	0.8	123	92	166	1	0.9	1.1	11	9.7	17	11:46:050
222	222	222	305	383	307	0.9	0.8	0.8	137	81	158	0.9	0.9	0.9	11	11	14	11:49:032
223	221	223	302	308	241	0.9	0.8	0.8	139	90	165	0.8	1.1	1.1	11	10	15	11:51:028
222	221	223	294	260	199	0.9	0.8	0.9	143	82	163	0.9	1	1.1	11	11	13	11:54:000
223	222	223	282	297	246	0.9	0.9	0.8	149	103	195	0.8	1	1.2	8.3	10	11	11:56:031
225	224	225	302	255	212	0.9	0.8	0.8	139	103	178	1.1	1	0.8	9.4	9.3	9.9	11:59:042
225	224	225	335	299	264	0.9	0.9	0.9	180	83	205	1	1	1.1	7.7	10	12	12:01:045
221	222	223	351	303	270	0.9	0.9	0.9	208	95	233	1	1.1	0.8	7.8	8.9	10	12:04:054
221	221	222	331	302	294	0.9	0.9	0.9	199	101	202	1	0.8	1.1	9.1	11	11	12:08:014
221	221	222	353	312	266	0.9	0.9	0.9	206	85	221	1.1	1.1	1	9.2	9.4	10	12:10:024
222	221	222	361	326	315	0.9	0.9	0.9	191	93	199	1.1	1.1	1	9	9.4	12	12:13:028
222	221	222	305	330	299	0.9	0.9	0.9	161	86	189	1	0.8	1.1	7.6	9.7	13	12:16:011
221	220	222	307	300	273	0.9	0.9	0.9	188	87	206	0.9	1.1	1.1	11	11	11	12:21:039
220	219	220	340	323	458	0.9	0.8	0.9	200	103	212	1.1	1.1	1.2	13	10	15	12:24:010
220	219	220	345	333	293	0.9	0.9	0.9	173	89	195	1.2	1.1	1.3	10	8.9	13	12:27:044
220	219	221	256	338	241	0.9	0.9	0.8	191	100	221	1.2	1	1	9.5	10	9.3	12:32:039
221	220	221	326	282	215	0.9	0.8	0.9	153	87	190	0.9	1.3	1.1	9.4	13	12	12:35:050
221	220	221	281	281	284	0.9	0.9	0.9	201	90	198	1	1.1	1.2	10	10	11	12:38:015
220	219	221	315	274	215	0.9	0.9	0.9	170	99	164	0.9	0.9	0.9	11	9.2	15	12:40:024
221	220	221	345	285	222	0.9	0.8	0.9	187	95	184	1.1	1.2	1.1	12	11	13	12:42:046
220	219	219	282	291	260	0.9	0.9	0.9	136	80	175	0.8	1	1	10	7.8	11	12:46:031
220	219	220	238	266	210	0.9	0.8	0.8	141	89	191	1	1.1	1.2	7.9	7.9	10	12:49:058

220	219	220	269	374	229	0.9	0.8	0.9	172	105	191	1.1	1.1	1.2	9.1	11	11	12:58:011
221	221	222	330	264	237	0.9	0.9	0.9	168	93	184	0.9	1.1	1.1	8.7	11	11	13:02:054
219	219	220	345	303	261	0.9	0.9	0.9	176	73	181	1.1	1	1.1	9.9	11	10	13:06:023
219	219	219	330	318	255	0.9	0.9	0.9	146	83	182	1.1	0.8	1	10	8.8	10	13:10:024
220	219	220	302	242	218	0.9	0.9	0.9	141	69	180	0.9	1.1	0.9	8.6	8.3	11	13:14:002
219	219	220	287	277	203	0.9	0.9	0.9	182	77	200	0.9	1	1.2	11	10	12	13:17:034
220	219	220	302	262	272	0.9	0.9	0.9	188	76	196	0.9	1	1.1	9.2	9.5	12	13:20:008
219	218	220	340	292	237	0.9	0.9	0.9	137	74	167	1	1	1.1	8.4	11	12	13:22:045
219	218	220	269	244	218	0.9	0.8	0.9	154	86	177	1.1	1	0.8	11	8.5	10	13:25:034
219	219	219	335	302	246	1	0.9	0.9	190	93	209	0.9	0.8	1.2	12	8.2	11	13:27:051
219	218	220	321	280	232	0.9	0.9	0.9	189	80	205	0.8	1	1	10	8.1	12	13:29:051
219	219	220	324	275	238	0.9	0.9	0.9	198	92	213	0.7	0.9	1	9.8	8.3	12	13:33:043
219	218	220	304	300	259	0.9	0.9	0.9	162	80	212	1	1	1.2	9.9	9.2	10	13:38:005
219	219	220	318	299	255	0.9	0.9	0.9	160	79	175	1.1	0.9	1	10	9.7	10	13:41:046
219	219	220	285	247	237	0.9	0.8	0.9	144	86	206	1	0.9	1	7.6	9.5	9.1	13:45:031
220	219	220	308	271	269	0.9	0.9	0.9	181	91	207	1.1	1	1	7.9	8.8	8.7	13:50:013
220	219	220	361	291	292	0.9	0.9	0.9	198	97	204	0.8	1	1.1	7.6	9.6	10	13:52:026
220	220	220	375	309	289	1	0.8	0.8	177	84	182	1	1	1	7.5	8.2	9.7	13:57:016
221	221	221	374	315	308	0.9	0.8	0.8	172	105	185	1	0.8	1.1	8.1	6.3	10	13:59:055
222	221	223	333	269	254	0.9	0.8	0.9	184	88	216	0.9	1	0.9	9.6	11	14	14:02:009
222	221	222	297	272	273	0.9	0.8	0.8	153	93	170	0.8	0.8	1.1	10	11	12	14:05:058
218	217	219	272	229	203	0.9	0.8	0.8	127	83	160	0.8	0.9	1.9	8	12	12	14:07:057
217	217	218	381	241	186	0.9	0.8	0.8	130	72	149	0.9	1	0.9	11	11	9.2	14:11:034
217	216	217	321	292	295	1	0.9	0.9	186	97	176	0.7	1	1	8.2	9.6	9	14:19:010
217	216	217	272	217	201	0.9	0.8	0.8	154	80	178	1	1	1	11	11	12	14:21:047
216	216	217	282	267	225	0.9	0.8	0.9	189	92	193	0.9	0.8	0.8	11	12	14	14:24:044
216	215	216	310	263	241	0.9	0.8	0.9	152	88	168	0.9	0.9	1	9.1	9.9	12	14:27:045
216	216	217	302	228	215	0.9	0.8	0.9	152	80	175	0.9	0.8	1	10	10	11	14:30:051
223	223	223	331	251	248	0.9	0.9	0.9	157	88	193	0.8	0.8	0.7	9.7	9.9	11	14:34:054
224	224	224	286	263	260	0.9	0.9	0.9	156	87	174	0.7	0.5	0.9	11	10	11	14:37:039
224	223	224	282	272	243	0.9	0.9	0.9	154	84	180	0.9	0.6	0.5	9.7	9.9	11	14:40:000
224	224	224	328	281	260	0.9	0.9	0.9	169	94	203	0.7	0.7	0.6	9.7	9.4	9.3	14:42:003
224	224	224	306	295	274	0.9	0.9	0.9	170	101	176	0.8	0.6	0.8	8.6	9.2	11	14:43:057
224	224	224	307	262	258	0.9	0.9	0.9	165	101	175	0.6	0.6	0.6	11	11	12	14:46:029

224	224	224	285	299	245	0.9	0.8	0.9	171	121	228	0.9	0.4	0.4	11	8.1	10	14:49:030
224	224	225	282	269	249	0.9	0.8	0.9	160	104	181	0.8	0.6	0.5	12	11	12	14:52:002
225	224	224	269	262	213	0.9	0.9	0.8	156	75	175	0.7	0.6	0.7	10	10	12	14:54:047
225	224	225	300	306	229	0.9	0.8	0.8	165	91	179	0.8	0.8	0.8	9.6	11	14	14:56:059
225	225	225	255	249	196	0.9	0.9	0.9	156	93	177	0.8	0.6	0.5	12	10	11	15:01:044
225	224	225	303	267	269	0.9	0.8	0.8	130	102	150	0.8	0.8	0.7	11	9.9	12	15:04:012
225	224	225	261	243	187	0.9	0.8	0.8	129	87	154	0.7	0.6	0.8	9.7	8.1	11	15:06:007
225	225	226	287	282	260	0.9	0.9	0.9	169	89	183	0.9	0.3	0.6	11	12	12	15:08:021
226	225	226	268	234	188	0.9	0.8	0.8	116	75	138	1	0.4	0.7	11	9.3	12	15:16:046
226	225	226	248	259	205	0.9	0.8	0.8	119	84	147	0.9	0.7	0.7	13	8.6	13	15:19:013
226	225	226	294	273	248	0.9	0.9	0.9	183	85	181	0.8	0.7	0.7	11	8.7	11	15:21:010
226	225	226	271	247	289	0.9	0.8	0.9	145	90	181	0.8	0.6	0.8	10	9.9	11	15:23:024
223	223	224	309	272	245	0.9	0.8	0.9	150	86	190	0.9	0.7	0.9	8.3	8.2	9.6	15:26:022
223	222	224	284	271	242	0.9	0.9	0.9	160	78	213	0.8	0.6	0.9	9.6	11	12	15:30:021
219	219	220	297	328	238	0.9	0.9	0.9	159	80	180	0.9	0.8	0.8	8.1	6.8	9.2	15:35:033
218	218	219	301	290	263	0.9	0.9	0.9	157	96	174	1	1	0.8	8.9	10	10	15:37:054
219	218	219	299	247	246	0.9	0.9	0.9	147	79	165	0.7	0.7	0.7	9.4	12	14	15:40:019
218	218	218	293	273	279	0.9	0.8	0.8	152	83	190	0.8	0.9	1	9.6	11	12	15:42:038
219	218	219	304	333	270	0.9	0.9	0.9	197	89	217	0.8	0.9	1	9.4	9.7	12	15:48:042
219	218	219	243	232	194	0.9	0.9	0.9	186	71	192	0.9	0.7	1	11	11	13	15:53:010
219	218	219	274	259	231	0.9	0.9	0.9	147	68	160	0.8	1	0.9	12	12	14	15:55:014
219	219	219	242	237	241	0.9	0.8	0.9	151	74	176	0.9	0.7	0.8	9.5	11	13	15:59:036
218	218	219	243	274	274	0.9	0.9	0.9	164	80	173	0.8	0.8	1	12	12	13	16:03:015
218	218	219	252	236	182	0.9	0.8	0.9	157	101	174	1	0.8	0.8	11	8.9	11	16:05:059
219	218	219	272	229	187	0.9	0.8	0.8	128	87	150	1	0.8	1	13	12	14	16:12:059
219	218	220	257	246	215	0.9	0.9	0.9	144	69	132	0.8	0.8	1	12	9.5	15	16:15:055
219	219	220	307	270	202	0.9	0.8	0.8	129	87	170	1	0.8	0.8	8.7	10	10	16:19:034
220	218	219	283	254	253	0.9	0.9	0.9	139	79	189	0.8	0.9	0.9	10	11	12	16:22:016
221	220	220	260	227	196	0.9	0.9	0.9	141	70	156	0.9	0.8	0.9	11	11	11	16:24:031
220	220	220	266	252	208	0.9	0.9	0.9	141	73	165	0.9	0.8	1	9.7	9.7	11	16:27:006
221	220	220	264	246	226	0.9	0.9	0.9	147	69	161	0.8	0.9	0.9	8.9	9.6	9.2	16:29:014
220	219	220	264	245	218	0.9	0.9	0.9	141	67	155	1	1	0.9	9.8	9.4	10	16:32:015
220	219	220	256	305	227	0.9	0.9	0.9	151	76	168	0.9	0.9	0.9	9.2	9.2	12	16:37:018
220	220	221	287	246	243	0.9	0.9	0.9	150	74	168	0.9	0.9	0.8	11	10	14	16:39:017

221	220	221	273	239	221	0.9	0.9	0.9	147	70	165	0.8	0.9	1	11	12	13	16:41:041
221	220	221	279	230	231	0.9	0.8	0.9	146	69	144	1.1	1	1.1	11	13	13	16:45:022
220	220	221	247	235	216	0.9	0.9	0.9	141	71	159	0.8	0.9	1	11	10	11	16:48:055
220	220	220	229	189	176	0.9	0.7	0.8	113	78	143	1	0.9	1.1	9.7	10	9.4	16:54:030
220	219	220	257	244	237	0.9	0.9	0.9	148	75	167	1	0.8	1	8.8	9.5	8.9	16:56:043
220	220	220	276	243	216	0.9	0.9	0.9	144	85	157	1.1	0.9	0.9	11	12	14	17:02:052
223	222	224	259	206	190	0.9	0.8	0.8	134	100	152	1	1	1.1	12	11	16	17:07:059
224	224	225	252	202	156	0.9	0.8	0.8	112	72	135	1	1	1.1	11	13	13	17:12:055
224	224	225	296	227	214	0.9	0.9	0.9	140	71	159	1	1	1	11	11	14	17:16:058
225	224	225	282	245	195	0.9	0.9	0.9	137	75	140	1	1	0.8	10	11	12	17:20:001
225	224	225	272	244	203	0.9	0.8	0.9	133	72	155	1.1	1.1	1.1	12	13	11	17:23:053
225	225	225	261	244	207	0.9	0.9	0.9	142	89	162	1	1	1.2	13	13	14	17:26:025
225	224	226	266	227	195	0.9	0.8	0.9	137	77	142	1.2	1.1	1.2	10	12	14	17:29:025
225	225	226	277	216	192	0.9	0.9	0.9	131	75	131	1	1	1	10	12	13	17:31:046
225	225	226	284	211	212	0.9	0.8	0.8	121	71	158	1.1	1	1.1	9.8	14	15	17:36:018
225	225	226	257	184	211	0.9	0.8	0.8	137	85	146	1.2	1.1	1.1	15	12	14	17:41:013
225	225	226	292	246	213	0.9	0.8	0.9	134	70	167	1.1	1.1	1	12	13	15	17:43:039
225	225	226	245	247	165	0.9	0.8	0.8	115	74	134	1	1.1	1.1	13	12	16	17:46:005
225	225	226	221	204	180	0.9	0.8	0.8	113	73	147	1	1.1	1.1	14	12	15	17:52:003
225	225	226	241	200	205	0.9	0.8	0.8	114	78	141	1.1	1	1.1	12	14	13	17:54:028
225	225	225	228	258	188	0.9	0.8	0.8	118	67	137	1.1	1.2	1.1	11	13	12	17:56:055
226	226	227	246	224	302	0.9	0.8	0.9	141	88	161	1.1	1.2	1	11	11	9.8	17:59:009
227	226	227	264	229	222	0.9	0.9	0.9	146	86	162	1.1	1.2	1.2	10	12	12	18:01:035
225	225	226	278	232	255	0.9	0.8	0.9	148	87	182	1.2	1.2	1.1	9.9	11	9.8	18:04:054
223	223	224	278	239	241	0.9	0.8	0.9	137	68	180	1.3	1.1	1.2	11	13	11	18:09:042
223	223	224	278	275	254	0.9	0.9	0.9	149	70	165	1.2	1.1	1.1	11	11	11	18:12:021
222	222	222	282	233	226	0.9	0.9	0.9	140	68	156	1.1	1.1	1	9	11	9.2	18:16:001
222	222	223	259	231	223	0.9	0.9	0.9	112	82	157	1.2	1.3	1	12	11	11	18:19:027
222	222	223	221	239	238	0.9	0.8	0.8	144	99	164	1.2	1	1.3	11	11	13	18:23:026
222	222	223	232	201	171	0.9	0.8	0.8	112	71	135	1.2	1.1	1.2	12	12	13	18:26:008
222	222	223	228	224	180	0.9	0.8	0.8	116	73	138	1.2	1	1.1	14	14	16	18:31:041
222	222	223	226	204	192	0.9	0.8	0.8	126	87	144	1.1	1	1.2	14	13	18	18:36:029
223	222	223	198	196	173	0.9	0.8	0.8	99	69	120	1.2	1	1.2	12	12	16	18:39:033
222	222	223	211	194	160	0.9	0.8	0.8	137	78	140	1.2	1	1.2	12	13	10	18:41:039

222	222	224	222	212	167	0.9	0.8	0.8	109	63	158	1.2	1.2	1.1	15	13	18	18:45:052
223	222	224	201	196	158	0.9	0.8	0.8	109	68	135	1.2	1.3	1.1	12	11	13	18:49:031
223	222	223	247	237	188	0.9	0.8	0.9	121	73	127	1.3	1.2	1.2	11	9.5	14	18:52:023
222	222	224	223	211	156	0.9	0.8	0.8	110	75	129	1.2	1	1.1	13	13	16	18:56:013
223	222	224	199	198	183	0.9	0.8	0.8	99	63	120	1.2	1.1	1.1	12	13	16	18:59:048
223	223	224	226	191	164	0.9	0.8	0.8	114	93	127	1.2	1.1	1	14	13	13	19:03:022
223	223	224	213	210	164	0.9	0.8	0.9	104	66	124	1.3	1.1	1.1	14	14	17	19:06:010
223	222	223	199	188	157	0.9	0.8	0.9	101	64	118	1.3	1.1	1.2	13	13	16	19:08:017
222	222	223	207	206	187	0.9	0.8	0.8	104	66	123	1.2	1.2	1.2	15	13	16	19:12:020
222	222	223	196	190	159	0.9	0.8	0.9	118	74	137	1.3	1.3	1.1	11	13	14	19:15:006
222	222	223	210	204	167	0.9	0.8	0.9	107	74	130	1.5	1.3	1.2	13	16	11	19:17:031
222	221	223	206	275	167	0.9	0.8	0.9	98	64	118	1.3	1.4	1.2	14	13	16	19:19:053
222	221	223	242	196	201	0.9	0.8	0.8	107	86	130	1.2	1.3	1.3	13	14	17	19:23:003
219	219	220	220	191	149	0.9	0.8	0.8	103	77	139	1.2	1.1	1.2	13	14	16	19:25:059
219	218	219	234	214	162	0.9	0.8	0.9	107	62	124	1.2	1.1	1.1	12	13	16	19:28:057
221	220	222	228	204	181	0.9	0.8	0.8	105	88	127	1.1	1.1	1	12	13	15	19:33:001
221	220	221	261	224	204	0.9	0.8	0.9	119	75	143	1.2	1	1.1	11	13	16	19:35:040
220	220	221	230	182	176	0.9	0.8	0.9	111	64	135	1.3	0.9	0.9	13	14	17	19:38:024
221	220	221	223	179	159	0.9	0.8	0.9	100	62	120	1.2	1	1	11	13	15	19:44:041
220	220	221	228	201	200	0.9	0.8	0.8	113	71	146	1.2	1.3	1.2	11	12	16	19:51:007
218	217	219	345	247	190	0.9	0.8	0.8	116	65	154	1.3	1.3	1.1	13	14	15	19:57:033
218	217	218	236	196	199	0.9	0.8	0.9	112	64	131	1.3	1.3	1.3	12	14	15	20:01:047
217	217	218	240	210	172	0.9	0.8	0.8	109	63	126	1.1	1.2	1.4	12	14	14	20:04:020
217	217	218	258	192	185	0.9	0.8	0.9	107	76	124	1.3	1.1	1.3	11	11	14	20:11:003
217	217	219	250	193	197	0.9	0.8	0.8	113	70	131	1.3	1.3	1.4	13	15	17	20:14:011
218	217	219	228	188	164	0.9	0.8	0.9	102	63	119	1.3	1.2	1.3	11	14	15	20:17:040
217	217	219	277	189	185	0.9	0.8	0.9	117	67	136	1.2	1.1	1.2	11	15	21	20:20:002
217	218	219	234	164	126	0.9	0.8	0.9	91	49	107	1.2	1.4	1.2	14	18	21	20:23:015
218	218	219	225	187	163	0.9	0.8	0.9	110	64	128	1.2	1.4	1.2	14	14	17	20:25:041
218	218	219	243	200	152	0.9	0.8	0.8	115	83	138	1.2	1.2	1.2	13	15	20	20:30:019
218	217	219	222	177	145	0.9	0.8	0.9	101	59	118	1.3	1.2	1.4	13	15	18	20:34:043
218	218	219	225	186	144	0.9	0.8	0.9	96	58	122	1.5	1.2	1.2	14	12	17	20:41:024
218	218	220	212	201	162	0.9	0.8	0.9	103	64	123	1.2	1.2	1.2	15	14	17	20:47:013
219	218	220	230	179	162	0.9	0.8	0.9	101	59	119	1.3	1.1	1.2	11	13	17	20:52:012

218	218	220	219	179	151	0.9	0.8	0.9	104	67	123	1.3	1.4	1.2	14	13	17	20:57:014
218	218	220	210	206	157	0.9	0.8	0.8	109	65	151	1.3	1.3	1.3	14	13	17	21:01:013
218	218	219	228	203	170	0.9	0.8	0.9	112	66	127	1.3	1.2	1.1	12	15	16	21:07:038
218	218	220	216	159	155	0.9	0.8	0.8	93	58	105	1.2	1.2	1.3	13	17	23	21:10:029
219	218	220	206	170	138	0.9	0.8	0.8	98	69	120	1.2	1.2	1.2	12	14	18	21:12:055
218	218	220	233	204	154	0.9	0.8	0.9	101	60	122	1.1	1.1	1.2	13	14	16	21:16:001
219	218	220	205	173	147	0.9	0.8	0.9	92	56	112	1.2	1.3	1.2	14	14	19	21:19:027
219	219	220	195	177	137	0.9	0.8	0.9	89	55	108	1.3	1.2	1.4	13	13	14	21:26:050
219	219	220	167	155	131	0.9	0.8	0.8	84	53	109	1.4	1.2	1.2	14	17	17	21:32:031
219	219	220	177	171	130	0.9	0.8	0.8	81	53	99	1.3	1.2	1.2	16	16	21	21:34:033
219	219	220	187	182	129	0.9	0.8	0.8	89	60	102	1.3	1.2	1.3	17	16	19	21:41:022
219	219	220	201	163	142	0.8	0.8	0.8	89	61	105	1.3	1.2	1.4	17	15	20	21:49:041
220	219	221	161	158	119	0.9	0.8	0.9	84	51	100	1.3	1.2	1.3	15	16	21	21:58:053
219	219	220	194	159	121	0.9	0.8	0.8	87	61	107	1.3	1.3	1.3	16	13	21	22:03:004
220	219	220	168	153	133	0.9	0.8	0.8	85	54	103	1.3	1.3	1.2	15	15	18	22:06:021
219	219	221	193	168	126	0.9	0.8	0.9	89	55	107	1.4	1.2	1.1	14	16	22	22:09:050
220	220	221	183	151	130	0.9	0.8	0.9	80	51	99	1.3	1.5	1.3	13	17	18	22:12:055
219	220	221	192	158	133	0.9	0.8	0.8	94	65	115	1.4	1.4	1.2	15	15	15	22:16:026
220	220	221	164	155	124	0.9	0.8	0.9	81	52	97	1.3	1.2	1.3	13	15	21	22:19:004
220	220	221	182	158	127	0.9	0.8	0.9	82	54	100	1.3	1.4	1.2	17	16	21	22:21:025
220	220	221	157	164	131	0.8	0.8	0.8	77	59	99	1.3	1.3	1.1	16	16	22	22:23:033
220	220	221	153	147	109	0.9	0.8	0.9	81	51	108	1.3	1.2	1.3	15	16	17	22:25:055
220	219	221	175	166	132	0.9	0.8	0.9	91	55	107	1.4	1.3	1.2	15	16	20	22:27:047
220	220	221	182	179	141	0.9	0.8	0.8	104	59	111	1.3	1.2	1.3	14	14	16	22:30:022
220	220	221	186	156	129	0.9	0.8	0.9	84	54	95	1.3	1.2	1.3	16	15	19	22:35:029
220	219	220	167	162	131	0.9	0.8	0.9	84	53	101	1.2	1.2	1.3	14	15	17	22:39:029
220	219	221	177	163	134	0.9	0.8	0.9	87	53	136	1.2	1.2	1.1	14	16	18	22:41:047
219	218	220	172	146	111	0.9	0.8	0.8	70	46	88	1.2	1.2	1.2	19	13	18	22:44:006
222	222	224	160	166	123	0.9	0.8	0.9	83	61	108	1.2	1.1	1.2	13	16	18	22:46:032
223	222	224	170	157	137	0.9	0.8	0.9	88	54	104	1.3	1.3	1.2	15	16	20	22:49:057
221	221	222	157	162	114	0.8	0.8	0.7	76	52	96	1.3	1.4	1.4	16	14	24	22:52:029
221	221	222	151	159	113	0.9	0.8	0.8	94	53	101	1.3	1.3	1.2	15	15	16	22:56:036
221	221	222	170	197	131	0.9	0.7	0.9	85	51	99	1.3	1.3	1.3	15	16	22	22:59:043
221	220	222	177	155	132	0.9	0.8	0.8	93	60	107	1.3	1.3	1.2	16	16	22	23:02:000

221	220	222	178	151	124	0.9	0.8	0.9	93	53	99	1.3	1.4	1.3	14	15	19	23:05:051
221	220	222	188	163	139	0.9	0.8	0.9	88	57	119	1.3	1.2	1.2	15	14	16	23:09:033
221	220	221	173	169	142	0.9	0.8	0.9	90	58	107	1.3	1.3	1.1	12	12	13	23:11:058
221	220	221	206	182	143	0.9	0.8	0.9	97	62	120	1.3	1.3	1.2	16	13	15	23:20:051
221	220	222	177	192	144	0.9	0.8	0.9	84	55	110	1.4	1.2	1.2	18	16	18	23:26:020
222	221	222	149	154	143	0.8	0.8	0.8	76	49	91	1.4	1.3	1.2	17	16	21	23:28:057
222	220	222	165	157	132	0.9	0.8	0.8	83	60	114	1.3	1.2	1.2	17	16	18	23:32:019
222	221	222	152	147	124	0.8	0.8	0.9	79	61	95	1.2	1.3	1.2	16	16	21	23:37:031
221	220	222	167	157	120	0.9	0.8	0.8	79	54	98	1.2	1.2	1.2	17	15	19	23:45:036
221	221	222	155	160	126	0.9	0.8	0.8	75	51	93	1.2	1.3	1.1	18	16	21	23:49:019
222	221	222	161	160	131	0.9	0.8	0.9	82	54	101	1.3	1.2	1.2	16	15	17	23:52:030
222	221	222	155	180	121	0.9	0.8	0.9	75	52	93	1.2	1.4	1.2	17	16	19	23:55:047
222	222	223	170	166	129	0.8	0.8	0.8	95	55	106	1.4	1.3	1.3	14	15	16	23:58:057
225	224	225	191	200	162	0.9	0.8	0.9	87	57	107	1.1	1.2	1.1	16	17	13	00:03:032
222	220	222	154	145	126	0.9	0.8	0.8	85	61	107	1.2	1.2	1.2	19	15	18	00:11:002
221	220	221	149	161	125	0.8	0.8	0.9	70	46	86	1.3	1.3	1.2	21	17	22	00:14:017
221	220	221	159	158	129	0.9	0.8	0.9	85	61	108	1.2	1.2	1.2	17	15	20	00:17:049
221	220	220	154	184	128	0.9	0.8	0.8	85	51	98	1.3	1.3	1.2	21	18	20	00:22:036
221	221	221	150	148	128	0.9	0.8	0.9	79	51	92	1.3	1.4	1.2	15	16	22	00:26:024
221	220	222	162	155	108	0.9	0.8	0.8	80	71	107	1.3	1.2	1.2	18	11	18	00:28:034
221	221	221	158	178	125	0.8	0.8	0.8	83	80	109	1.2	1.3	1.2	17	14	19	00:30:033
222	221	222	145	162	126	0.9	0.8	0.9	82	50	101	1.2	1.4	1.2	19	15	16	00:38:006
221	221	221	165	180	142	0.8	0.8	0.8	85	58	106	1.2	1.3	1.2	19	16	20	00:44:007
222	221	222	137	143	115	0.9	0.8	0.9	81	50	101	1.1	1.2	1.1	19	15	19	00:47:004
221	220	221	152	243	124	0.9	0.8	0.8	85	65	97	1.3	1.2	1.2	18	14	17	00:50:009
221	220	221	172	153	116	0.9	0.8	0.9	81	58	121	1.2	1.2	1.2	19	14	18	00:54:010
221	220	221	139	148	116	0.9	0.8	0.9	79	51	93	1.1	1.1	1.2	17	15	19	00:56:039
221	220	221	159	151	121	0.9	0.8	0.8	75	54	107	1.2	1.2	1.1	17	14	22	01:02:027
228	228	228	172	160	114	0.8	0.7	0.8	75	60	97	1.2	1.1	1.1	16	9.3	17	01:06:048
229	228	230	155	164	117	0.8	0.8	0.8	81	62	102	1.2	1.1	0.9	19	16	19	01:14:007
227	226	227	129	146	116	0.8	0.8	0.8	90	59	98	1.1	1.1	1	17	15	17	01:17:011
226	226	226	153	152	131	0.8	0.8	0.8	79	57	98	1.1	1.1	1.1	19	14	20	01:20:051
226	226	226	160	173	134	0.8	0.8	0.8	83	86	110	1.1	0.9	1	16	14	22	01:23:044
226	226	226	136	158	113	0.8	0.8	0.9	75	51	96	1	1	1.1	17	14	19	01:27:007

227	226	227	154	168	120	0.9	0.8	0.9	79	56	90	1.1	1.1	1	19	15	17	01:32:006
227	227	227	135	153	106	0.8	0.8	0.8	72	52	90	1.2	1	1.1	18	15	21	01:34:032
227	227	227	159	150	112	0.8	0.8	0.8	69	51	89	1.2	1.1	1.2	19	16	17	01:37:010
227	227	227	147	135	116	0.8	0.8	0.8	71	50	87	1.1	1.1	1	19	15	19	01:41:032
227	227	227	138	152	119	0.9	0.8	0.9	71	50	87	1.2	1.1	1	17	13	18	01:47:034
230	230	231	150	171	112	0.8	0.8	0.8	81	59	103	1.1	1.1	1	18	16	23	01:51:000
231	231	232	157	151	87	0.9	0.8	0.8	85	46	73	0.4	0.8	0.8	25	19	22	01:53:006
229	226	227	191	194	147	0.9	0.8	0.8	83	53	99	0.9	0.9	1	24	16	24	02:50:047
226	225	226	113	154	108	0.8	0.8	0.8	74	46	86	0.9	0.8	0.9	17	15	20	02:53:053
226	225	227	164	161	118	0.8	0.8	0.8	85	57	104	0.8	1	0.8	14	17	23	02:58:027
227	227	227	157	153	105	0.8	0.8	0.8	71	54	90	1	1	0.9	18	17	20	03:04:043
228	227	228	149	141	128	0.8	0.8	0.8	70	51	91	0.9	0.9	1	16	13	20	03:07:055
228	227	228	149	151	112	0.9	0.8	0.8	80	54	95	1.1	1	1.1	16	16	19	03:12:035
228	228	229	150	141	124	0.8	0.8	0.9	71	51	85	1	1.1	1.1	16	17	25	03:15:056
228	228	229	148	146	109	0.8	0.8	0.8	71	54	94	0.9	1.1	1	18	16	23	03:25:057
229	228	229	139	149	106	0.8	0.8	0.8	86	53	94	1.1	1.1	1.1	16	16	20	03:28:029
229	228	229	152	154	131	0.8	0.7	0.8	78	57	98	1	1.1	1.1	16	16	19	03:32:048
229	228	229	152	150	135	0.8	0.8	0.8	72	51	93	0.9	1	1.1	16	14	17	03:40:007
229	228	229	157	158	131	0.8	0.8	0.8	80	56	97	1.2	1.3	1.2	13	16	22	03:46:049
229	229	230	151	140	112	0.8	0.8	0.8	72	54	93	1	1.2	1.2	16	18	24	03:49:021
229	229	229	153	150	112	0.8	0.8	0.8	74	55	94	1.1	1.2	1.2	16	16	19	03:52:024
229	228	229	149	156	129	0.8	0.8	0.8	77	56	96	1	1.2	1.1	17	17	26	03:57:059
229	229	230	159	141	103	0.8	0.8	0.8	75	54	94	1.1	1.2	1.1	14	16	19	04:00:044
229	228	229	169	144	115	0.8	0.8	0.8	76	56	96	1.1	1	1.1	14	15	19	04:04:020
229	229	229	186	151	118	0.9	0.8	0.8	79	56	97	1.1	1.1	1.1	16	16	19	04:06:042
229	229	230	167	152	110	0.9	0.8	0.8	80	55	97	1.1	1.3	1.2	16	16	20	04:10:043
229	228	229	148	145	118	0.8	0.8	0.8	76	54	93	1.1	1.1	1.1	15	15	15	04:13:049
228	228	229	180	172	136	0.8	0.8	0.8	89	65	113	1.1	1.1	1.3	20	16	22	04:19:059
228	228	229	155	158	119	0.8	0.8	0.8	78	57	100	1.1	1.2	1.1	14	15	20	04:22:040
228	228	229	158	156	117	0.8	0.8	0.8	76	57	97	1.2	1.1	1.2	15	16	23	04:28:039
228	228	229	149	142	104	0.9	0.8	0.8	75	58	100	1	1	1.2	16	17	19	04:30:057
228	228	229	148	133	118	0.8	0.8	0.8	78	52	94	1.1	1.1	1.2	20	18	21	04:33:059
229	228	229	144	151	119	0.9	0.8	0.8	76	54	95	1	1.2	1.1	17	16	20	04:39:007
229	228	229	151	150	109	0.8	0.8	0.8	84	66	109	1	1.2	1.1	15	16	18	04:42:055

228	228	229	154	151	117	0.8	0.8	0.8	69	54	91	1	1.3	1.1	17	17	24	04:45:042
229	228	229	151	142	101	0.8	0.8	0.8	73	53	89	1	1.1	1.1	16	17	23	04:51:005
229	228	229	142	156	107	0.8	0.8	0.8	67	52	87	1.3	1	1.2	16	14	23	04:55:040
228	228	229	183	147	115	0.9	0.8	0.8	80	56	132	1.1	1.1	1.1	11	14	20	04:57:044
228	228	229	167	156	119	0.8	0.8	0.8	80	56	100	1	1	1.3	14	16	20	05:02:056
228	228	229	192	160	111	0.8	0.8	0.8	81	58	102	1	1.1	1.1	15	14	18	05:14:058
225	224	225	155	159	133	0.9	0.8	0.8	82	54	93	1.3	1.2	1.2	14	15	19	05:19:021
224	224	225	172	149	113	0.8	0.8	0.8	78	55	94	1.1	1.1	1.1	15	15	18	05:22:031
224	224	225	159	173	124	0.8	0.8	0.8	79	55	98	1.1	1.2	1.1	17	16	19	05:25:032
224	224	225	151	143	99	0.8	0.8	0.8	64	46	82	1.2	1.2	1	14	16	12	05:29:027
225	223	225	170	152	117	0.8	0.8	0.7	79	60	113	1.1	1.2	1.1	15	16	20	05:33:043
224	224	225	164	153	112	0.8	0.7	0.8	76	61	102	1.2	1.1	1.1	14	17	24	05:36:024
225	224	225	164	141	106	0.8	0.8	0.8	69	51	90	1.1	1.1	1.1	15	15	16	05:40:021
224	224	225	168	173	135	0.8	0.8	0.8	77	61	101	1	1.2	1.1	16	13	21	05:42:041
225	224	225	166	156	121	0.9	0.8	0.8	80	54	96	1	1.2	1.2	17	17	24	05:45:055
225	224	225	134	147	96	0.8	0.8	0.8	70	48	82	1.1	1.1	1.2	13	14	18	05:51:013
225	224	225	164	156	113	0.8	0.8	0.8	77	54	88	1.1	1.1	1.2	15	17	24	05:54:004
225	224	225	144	150	84	0.8	0.8	0.8	68	47	83	1.2	1.2	1.2	17	16	25	05:57:026
226	225	226	151	161	118	0.8	0.8	0.8	80	57	100	1	1.1	1.1	15	15	22	05:59:046
226	226	227	167	143	104	0.8	0.8	0.8	70	53	95	1	1.2	1	18	15	20	06:02:016
228	228	229	152	153	119	0.8	0.8	0.8	74	56	93	0.9	1.1	0.9	17	16	20	06:06:048
226	225	226	149	151	119	0.9	0.8	0.8	77	59	103	0.8	1	1	15	16	19	06:08:055
225	225	226	146	150	112	0.8	0.8	0.8	74	53	104	1	1	1	15	16	20	06:11:011
225	224	225	142	151	109	0.8	0.8	0.8	67	48	85	1	1	1	19	17	25	06:14:053
225	225	225	133	140	104	0.8	0.8	0.8	69	50	86	0.9	1.1	1	17	15	20	06:18:010
225	224	225	149	153	115	0.9	0.8	0.8	76	50	90	0.8	1.1	0.9	19	16	20	06:24:017
225	224	225	129	160	125	0.9	0.8	0.9	78	70	117	1	1	1	18	16	21	06:28:014
225	224	225	136	156	113	0.8	0.8	0.8	86	62	98	0.9	1.1	0.9	16	15	20	06:30:030
225	224	225	163	163	119	0.9	0.8	0.8	88	53	92	1	1	0.9	15	15	14	06:32:032
225	225	226	144	156	99	0.8	0.8	0.8	72	47	87	0.9	0.9	1	16	18	27	06:34:046
225	225	225	144	136	103	0.8	0.8	0.8	78	58	95	0.9	1	1	14	15	20	06:36:054
225	225	225	157	233	133	0.8	0.8	0.8	77	59	94	1	1.1	0.9	14	16	19	06:39:021
225	225	225	221	152	120	0.9	0.8	0.8	80	54	97	0.9	1.1	0.9	14	16	20	06:41:033
225	225	225	172	151	125	0.8	0.8	0.8	78	70	96	0.9	1.1	0.9	16	17	21	06:44:004

225	225	226	146	161	150	0.9	0.8	0.8	80	73	101	0.9	1	1	16	15	20	06:47:014
227	227	228	159	154	117	0.9	0.8	0.8	77	55	96	0.8	0.9	1	14	15	17	06:49:019
226	225	226	159	162	147	0.8	0.8	0.8	93	63	107	0.8	1.1	0.9	16	16	24	06:53:057

Tableau A-4 : les mesures de jour 6-11-2014.

Tensions (v)			**Courants (A)**			**cos ϕ**			**P**	**Q**	**S**	**THD Tension**			**THD Courant**			**Temps**
1	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**(KW)**	**(KVAR)**	**(KVA)**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	
226	226	227	264	250	262	0.8	0.8	0.8	158	113	174	0.8	1	0.7	12	14	17	11:42:031
226	226	227	265	237	218	0.8	0.8	0.8	151	99	163	0.9	0.8	0.8	14	16	17	11:44:048
228	227	227	233	223	197	0.8	0.8	0.8	143	110	177	1	0.8	0.7	10	11	14	11:50:019
226	226	227	330	292	249	0.9	0.8	0.9	193	102	212	0.8	1	0.7	8.4	9.8	11	11:52:050
227	226	227	317	285	273	0.9	0.8	0.9	220	106	217	0.7	0.9	1.1	9.2	8.9	11	11:54:058
227	226	227	345	305	325	0.9	0.8	0.8	163	104	196	0.8	0.7	1	9.2	9.9	12	11:57:011
228	227	228	330	292	239	0.9	0.8	0.8	171	86	223	0.7	0.8	1	8.6	9.8	11	12:01:020
224	225	225	296	270	251	0.9	0.8	0.8	170	126	206	0.9	0.9	0.9	10	13	14	12:04:037

Annexe B : les signaux électriques.

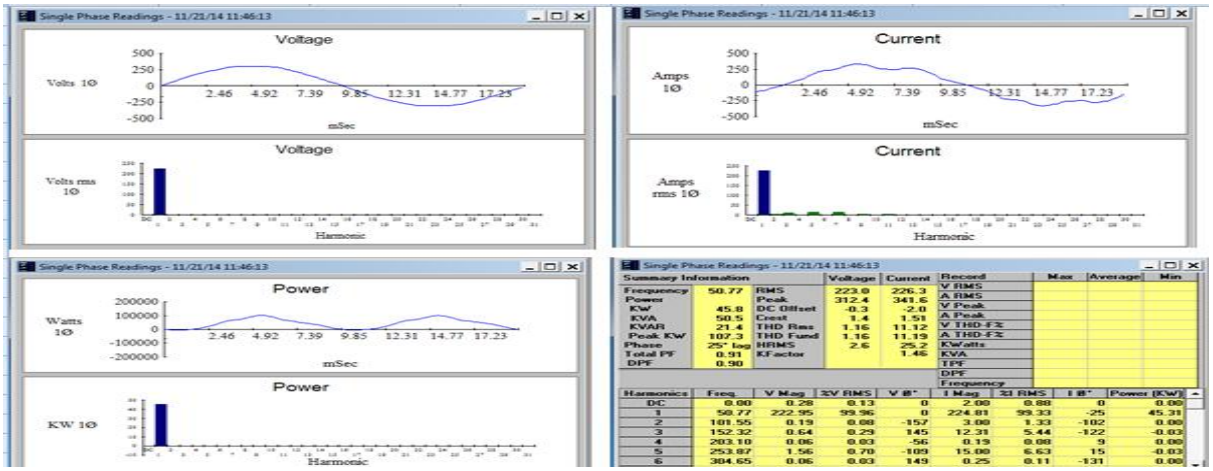


Figure B-1 : Les signaux de phase principale 1

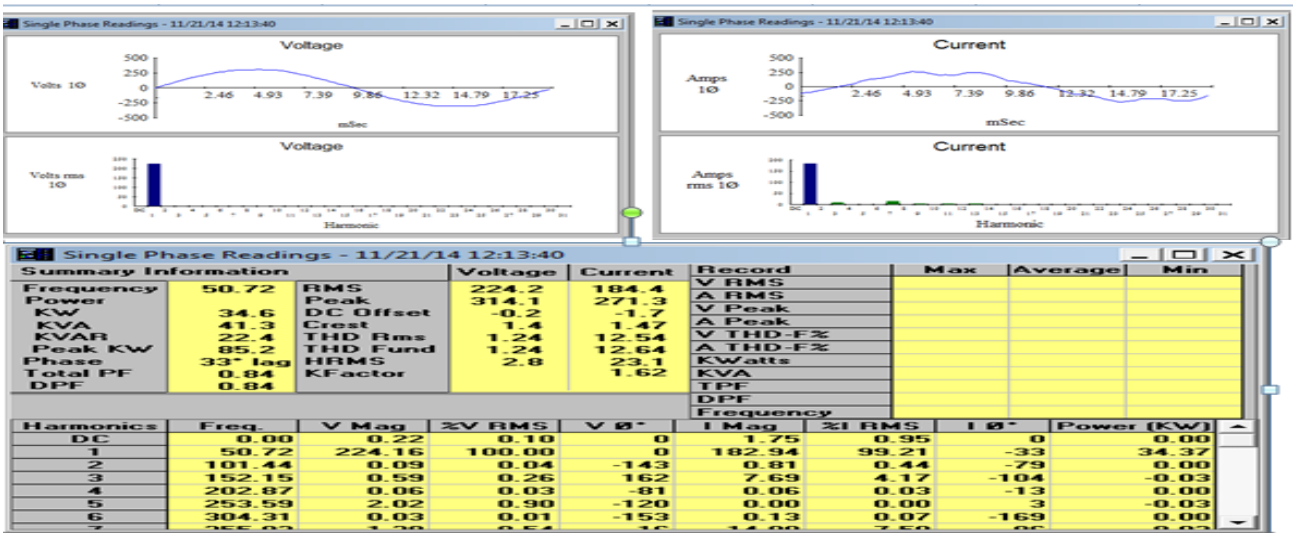


Figure B-2 : Les signaux de phase principale 2

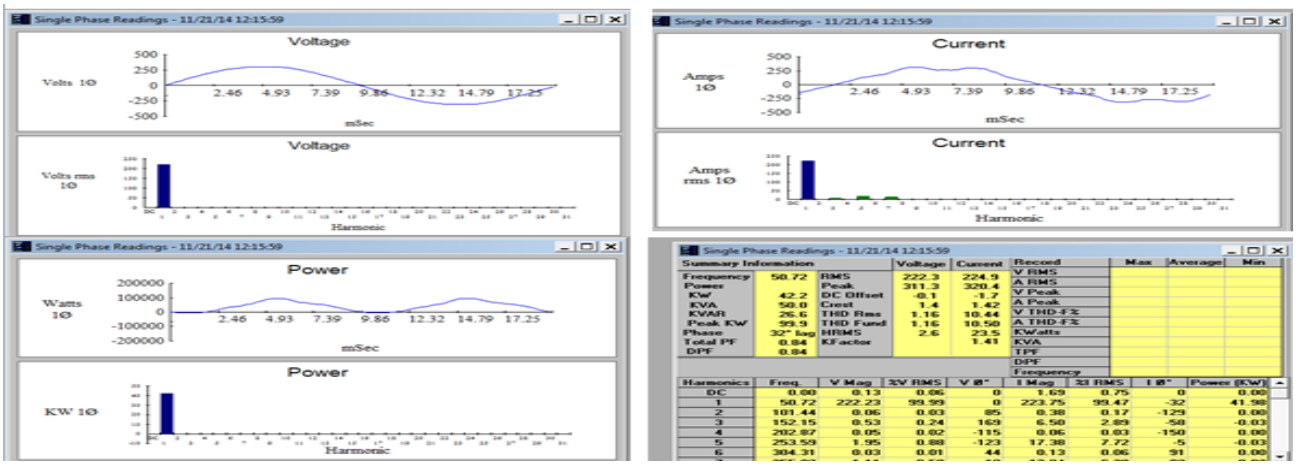


Figure B-3 : Les signaux de phase principale 3

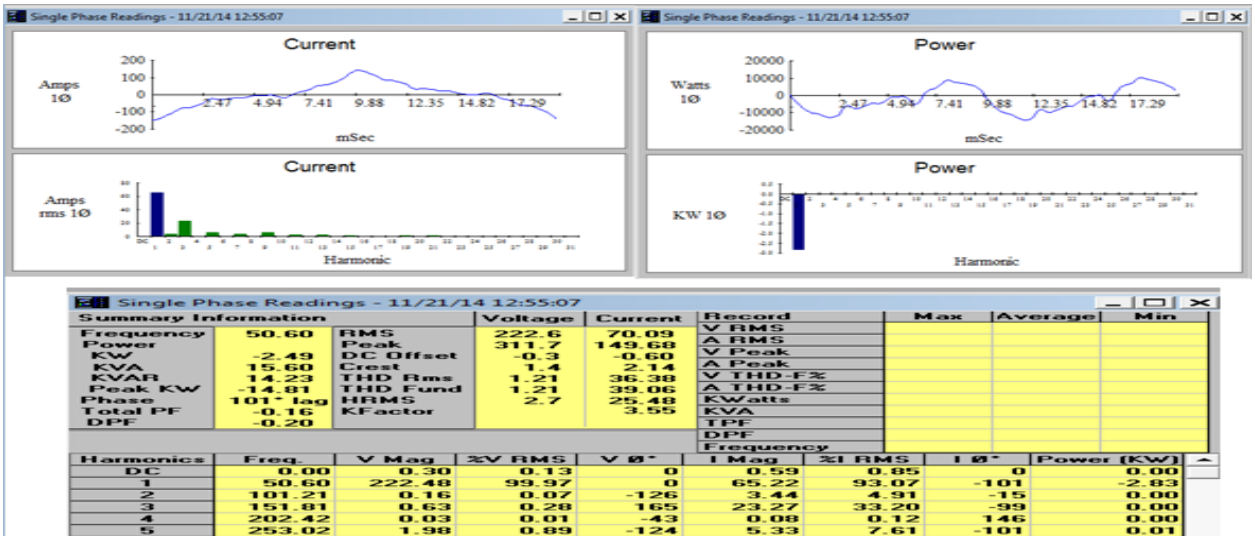


Figure B-4 : Les signaux de fil neutre principal.

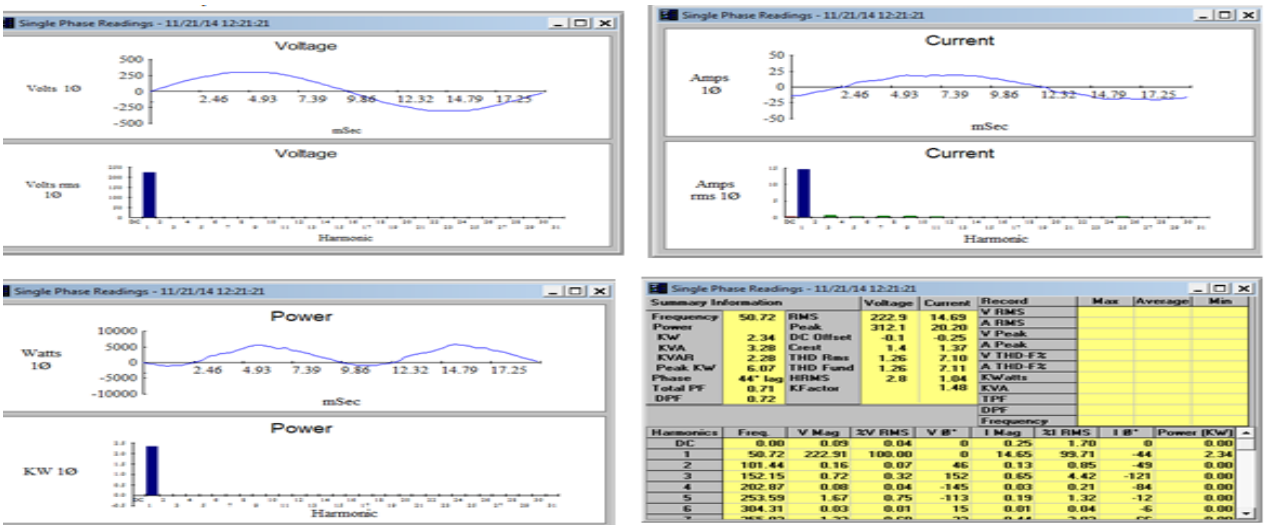


Figure B-5 : Les signaux de phase 1du sous sol+laboratoire.

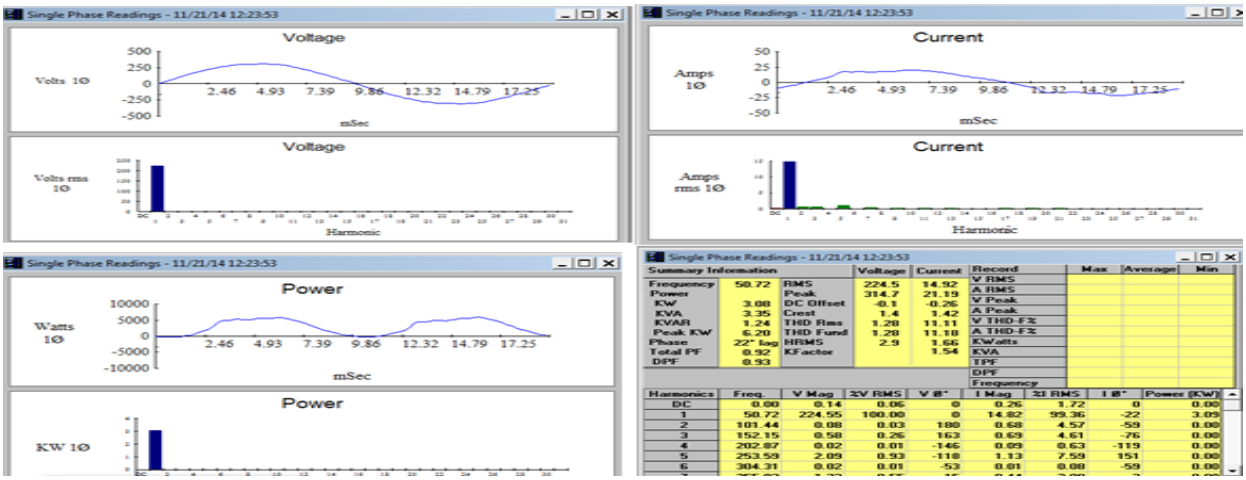


Figure B-6 : Les signaux de phase 2 du sous sol+laboratoire.

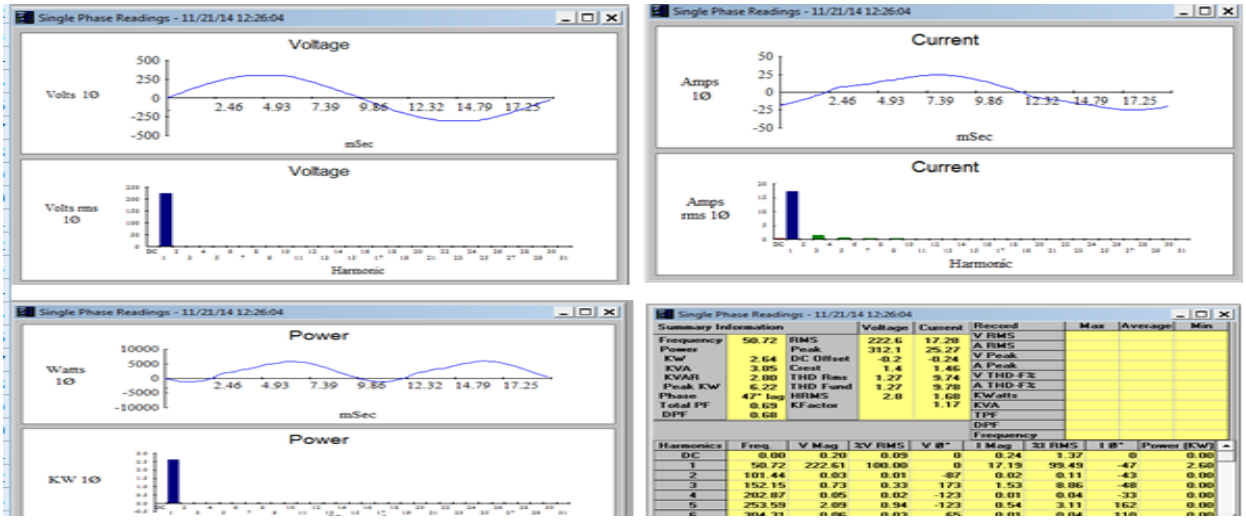


Figure B-7 : Les signaux de phase3 du sous sol+laboratoire.

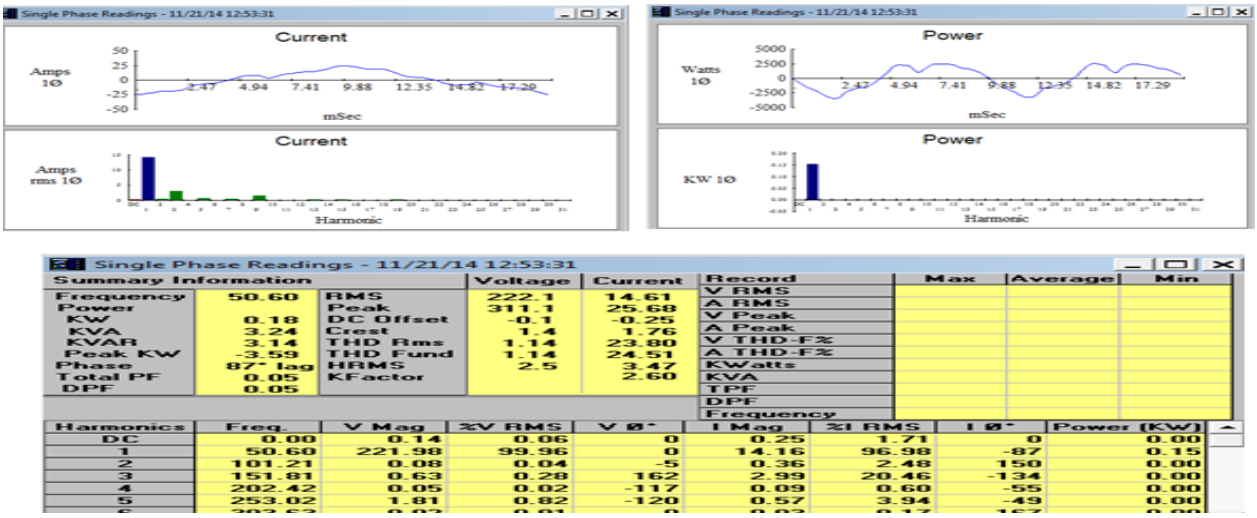


Figure B-8 : Les signaux de fil neutre du sous sol+laboratoire.

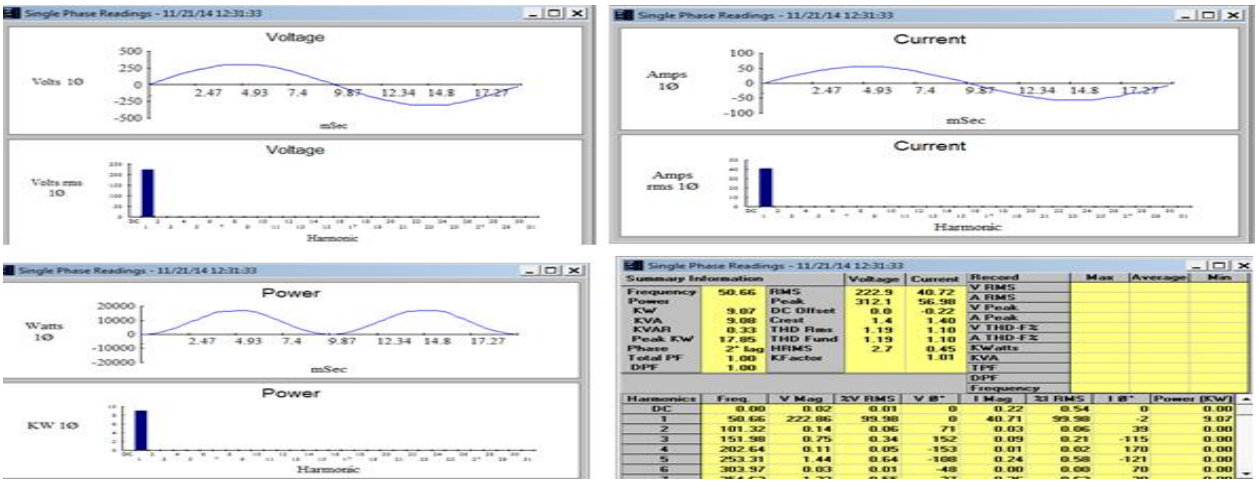


Figure B-9 : Les signaux de phase 1 des Fer à repasser, sécheur et machine à laver

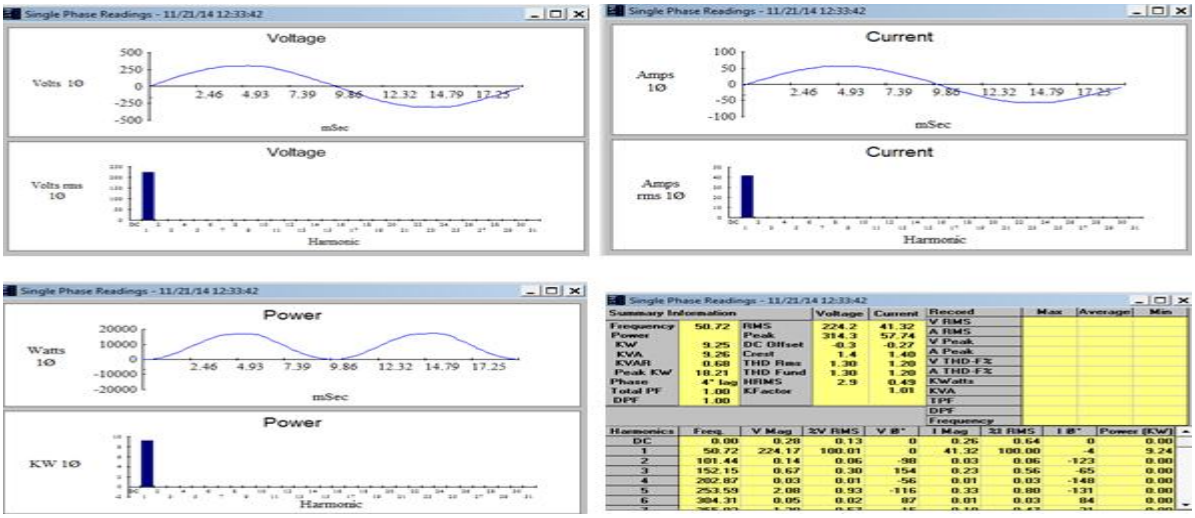


Figure B-10 : Les signaux de phase 2 des Fer à repasser, sécheur et machine à laver.

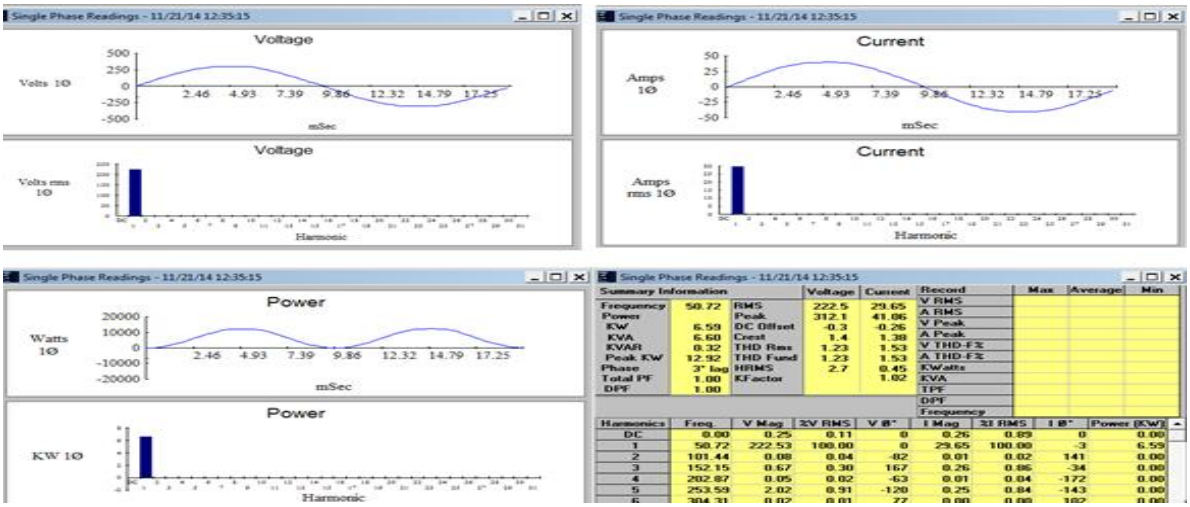


Figure B-11 : Les signaux de phase 3 des Fer à repasser, sécheur et machine à laver.

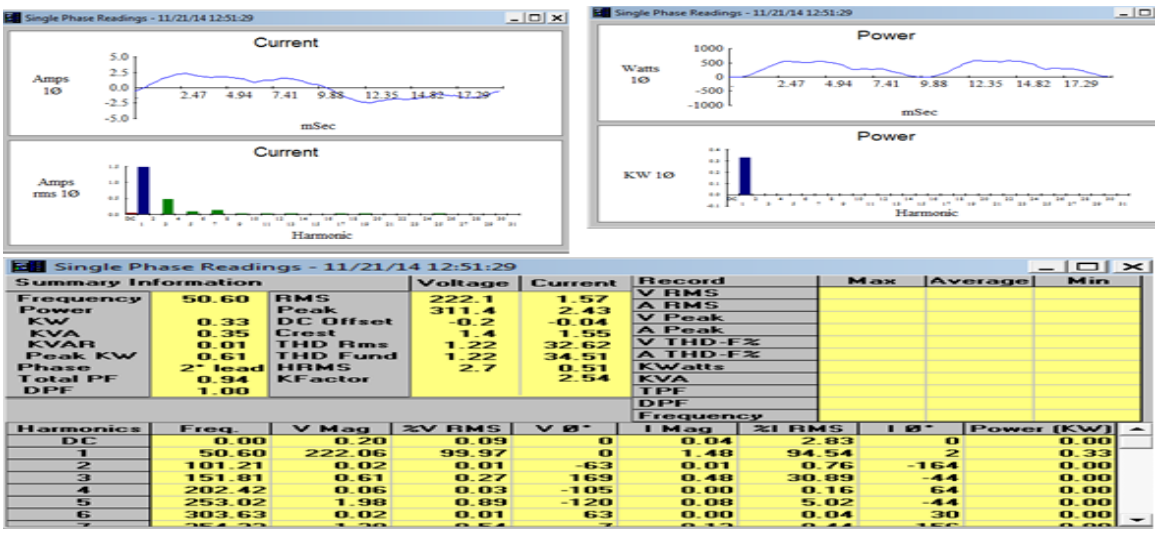


Figure B-12 : Les signaux de fil neutre des Fer à repasser, sécheur et machine à laver.

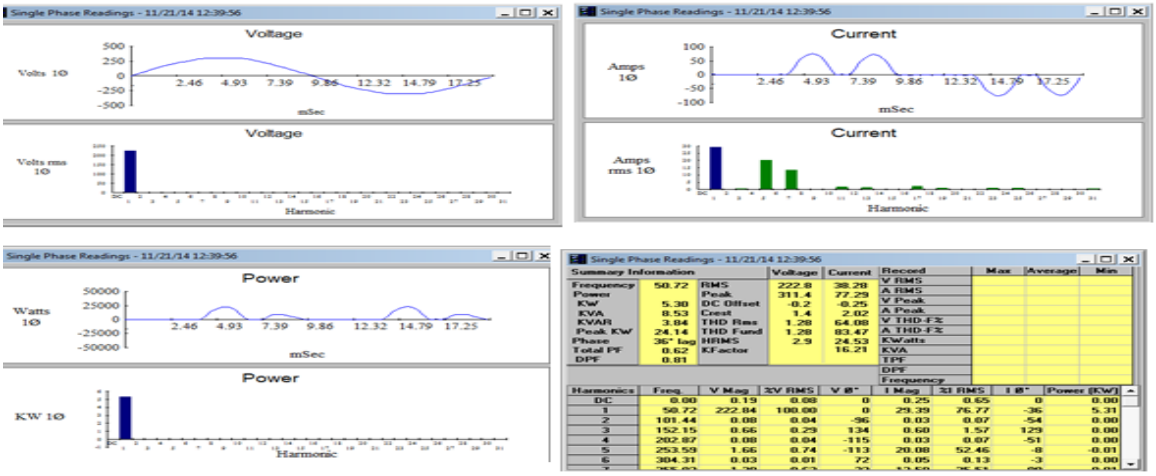


Figure B-13 : Les signaux de phase 1 de l'UPS principal.

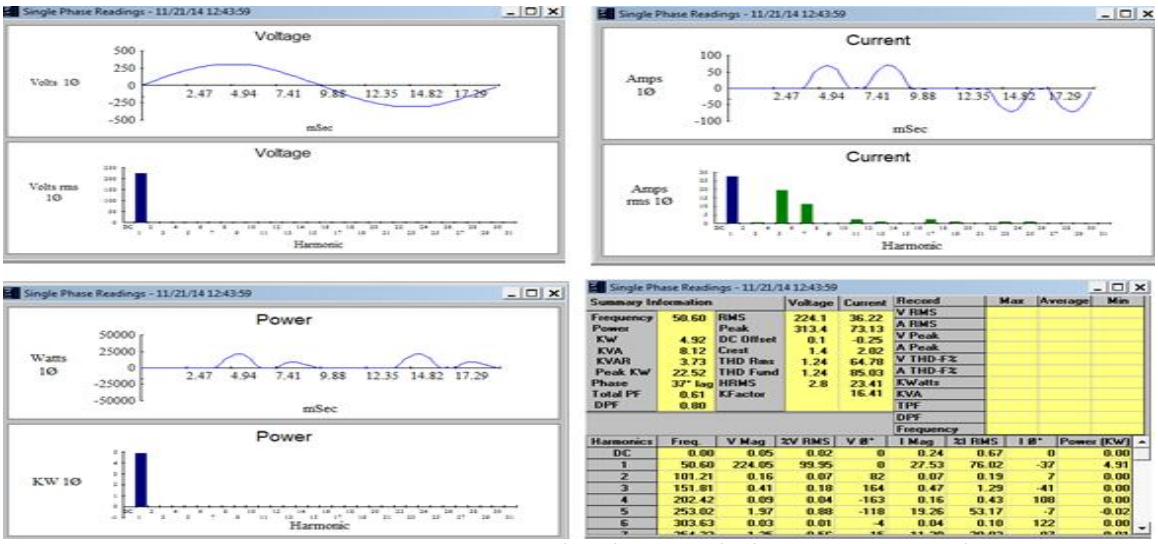


Figure B-14 : Les signaux de phase 2 de l'UPS principal.

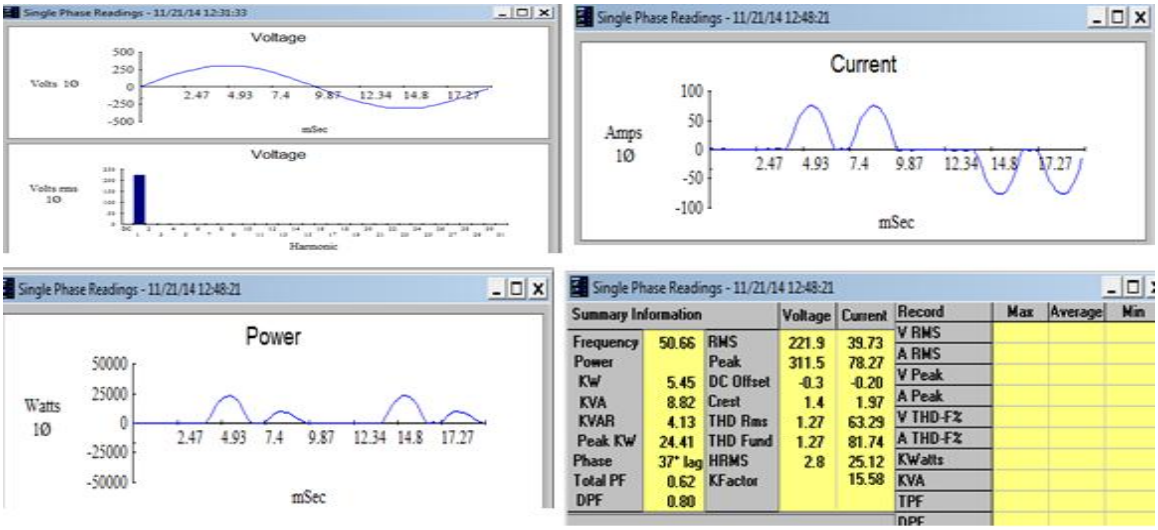


Figure B-15 : Les signaux de phase 3 de l'UPS principal.

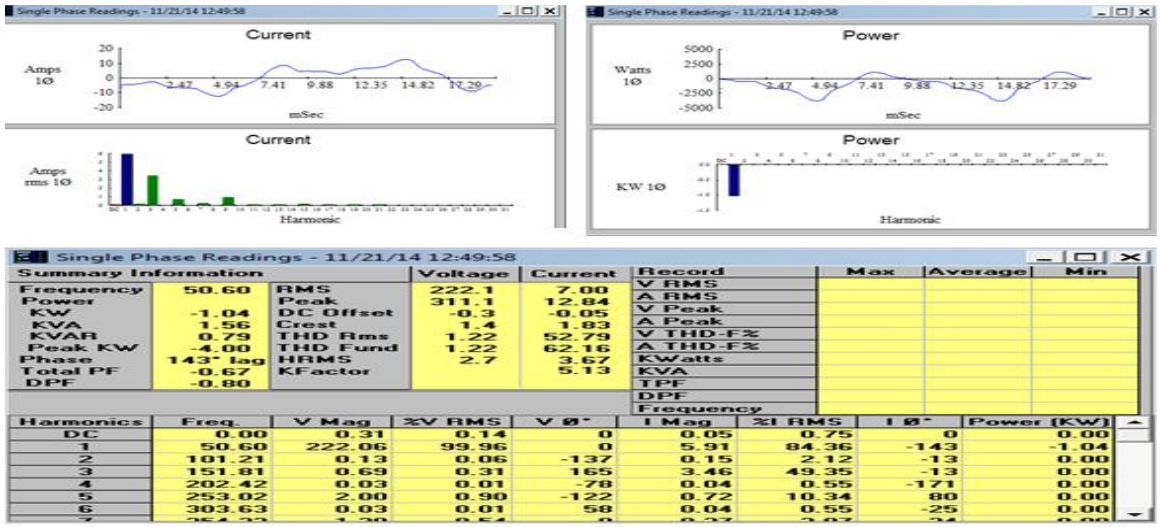
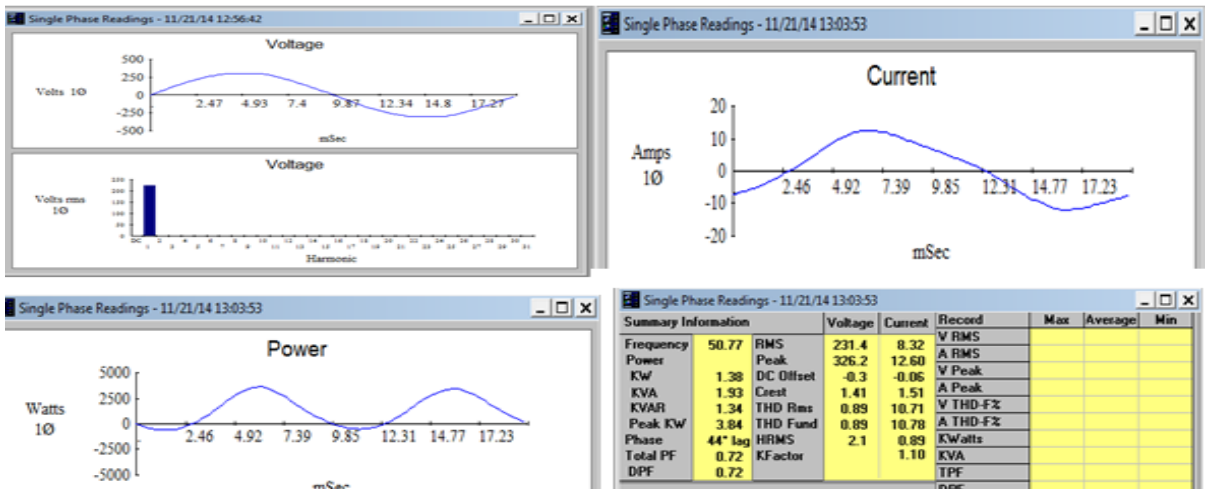


Figure B-16 : Les signaux de fil neutre de l'UPS principal



. Figure B-17 : Les signaux de phase 1 de la cuisine

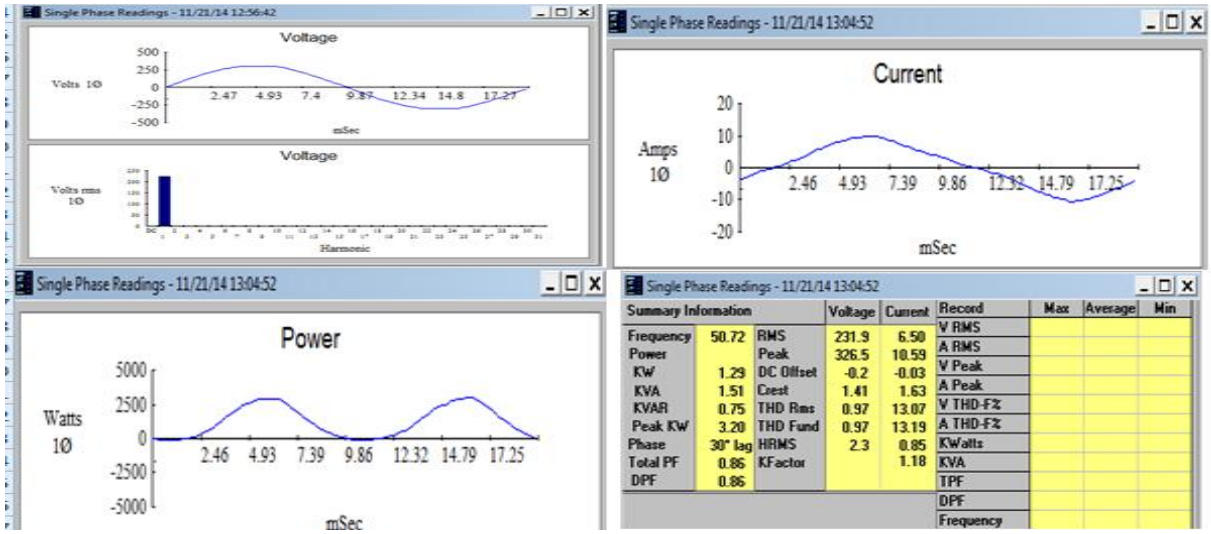


Figure B-18 : Les signaux de phase 2 de la cuisine

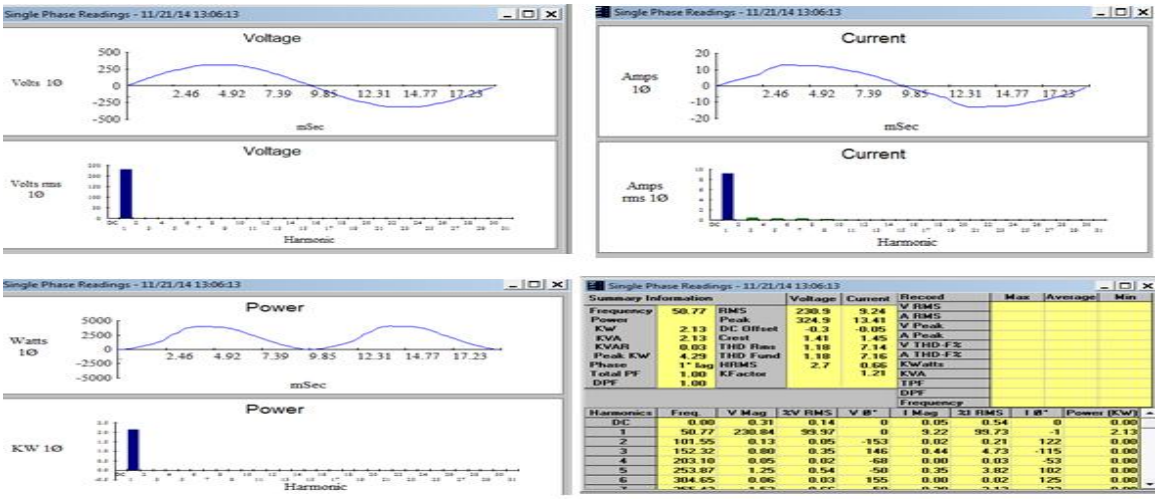


Figure B-19 : Les signaux de phase 3 de la cuisine

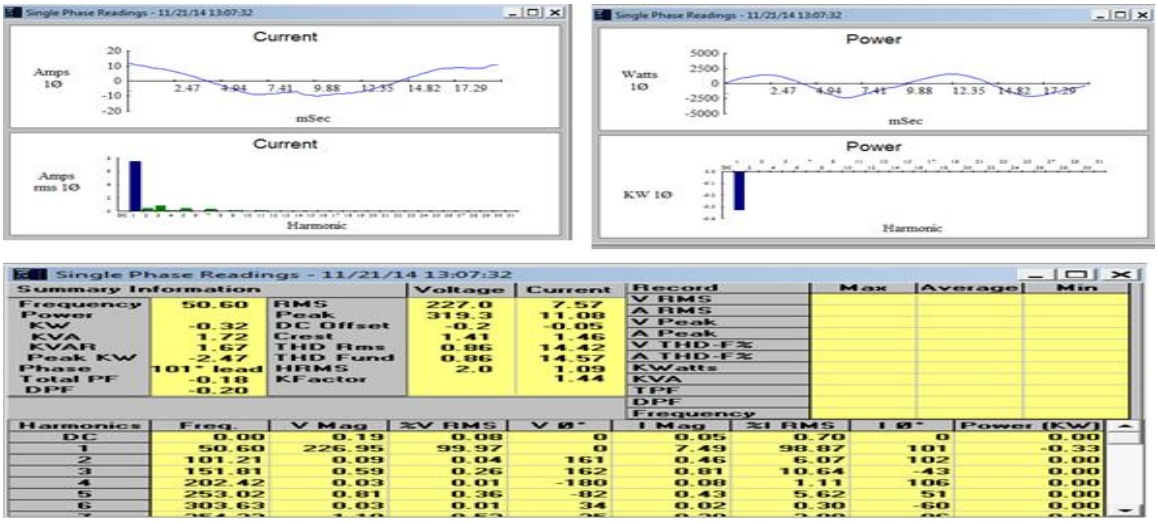


Figure B-20 : Les signaux de fil neutre de la cuisine.

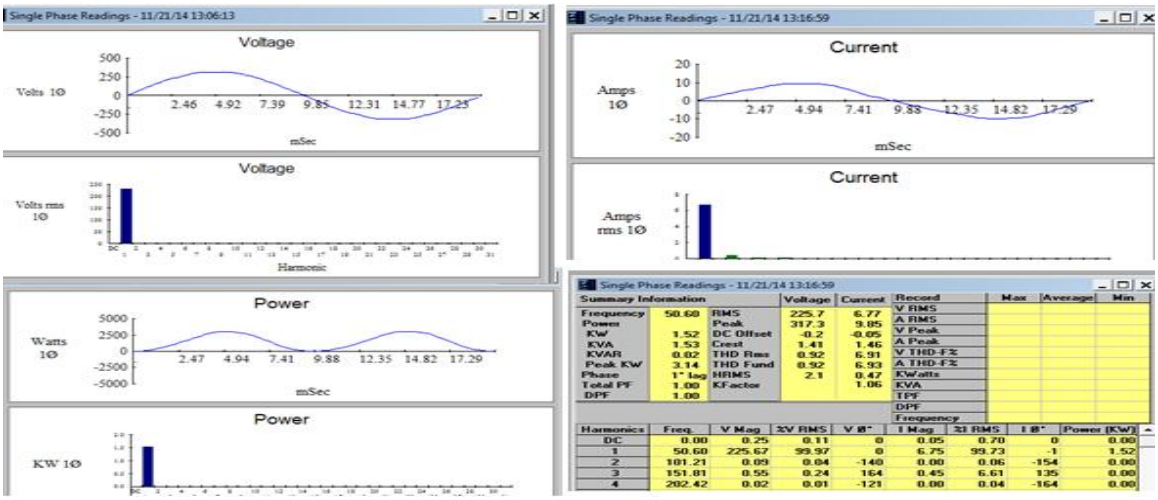


Figure B-21 : Les signaux de phase 1 du climatiseur central.

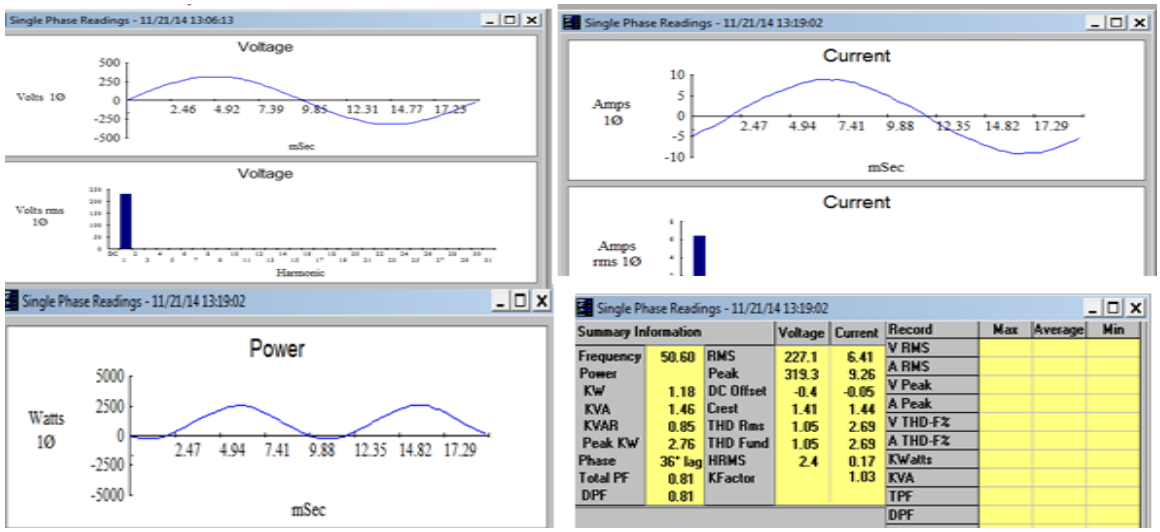


Figure B-22 : Les signaux de phase 2 du climatiseur central.

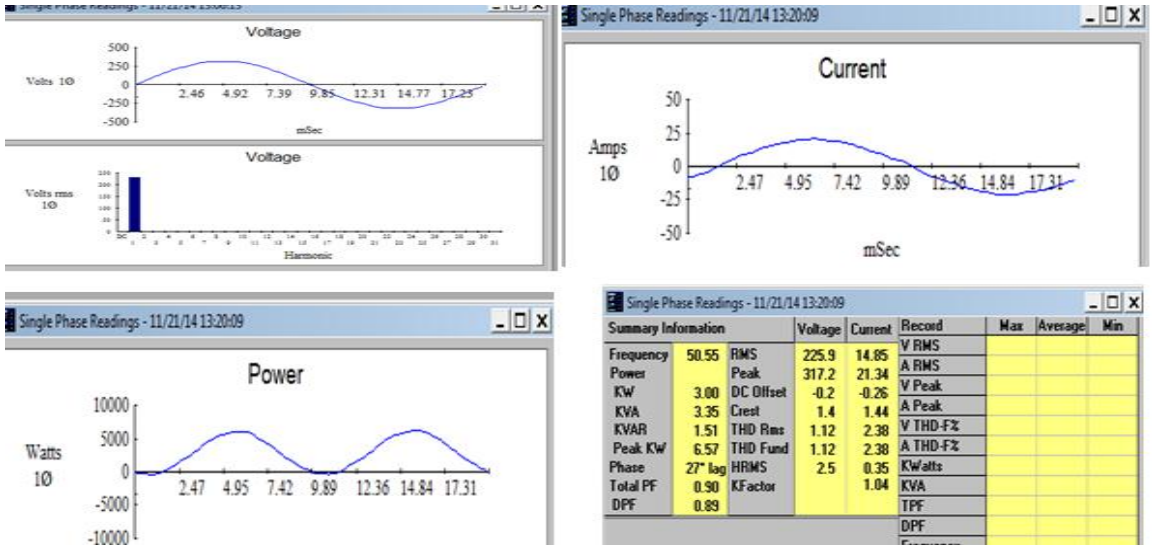


Figure B-23 : Les signaux de phase 3 du climatiseur central.

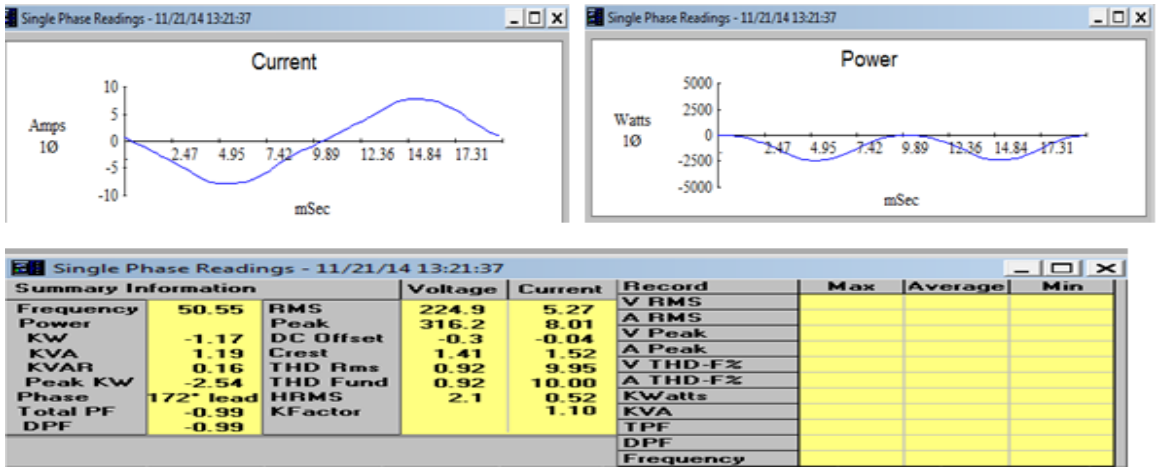


Figure B-24 : Les signaux de fil neutre du climatiseur central.

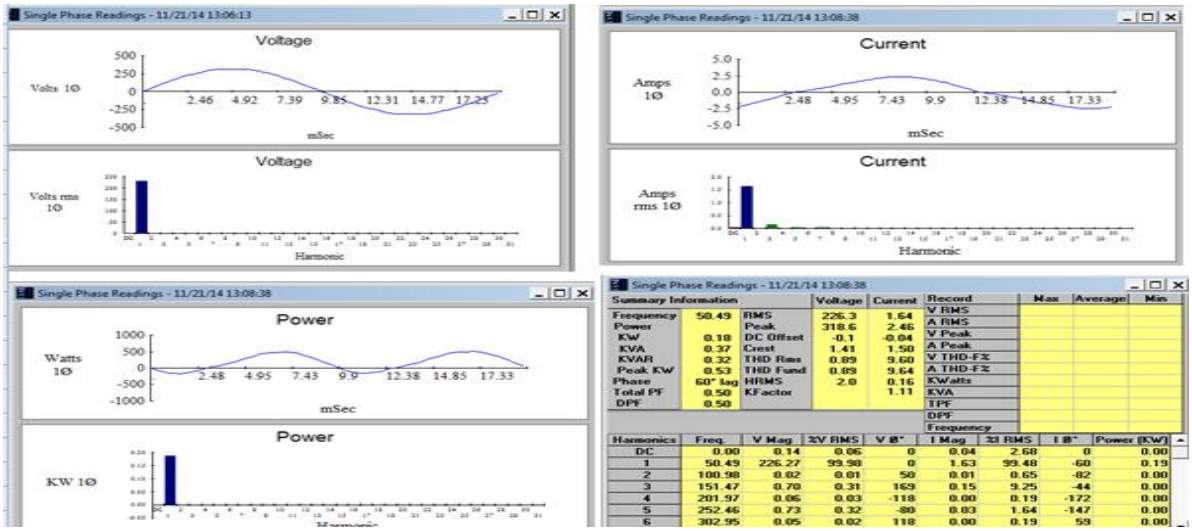


Figure B-25 : Les signaux de phase 1 du département de radiologie.

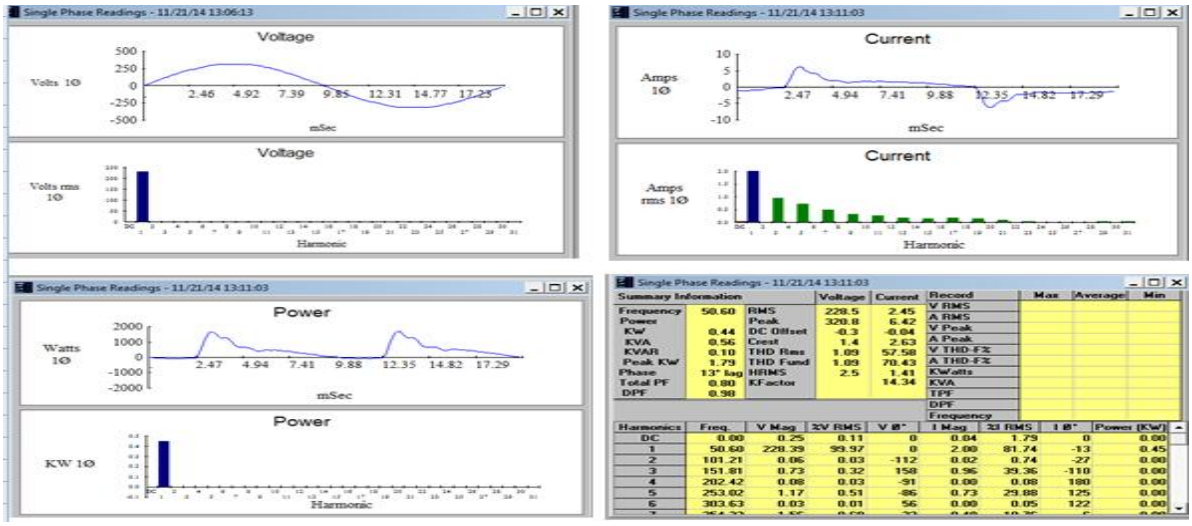


Figure B-26 : Les signaux de phase 2 du département de radiologie

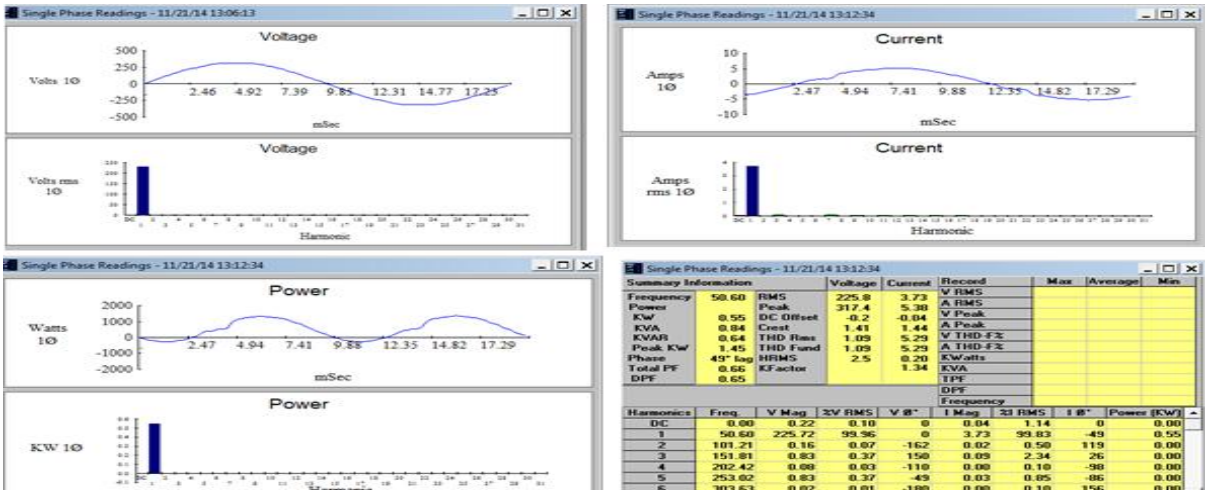


Figure B-27 : Les signaux de phase 3 du département de radiologie

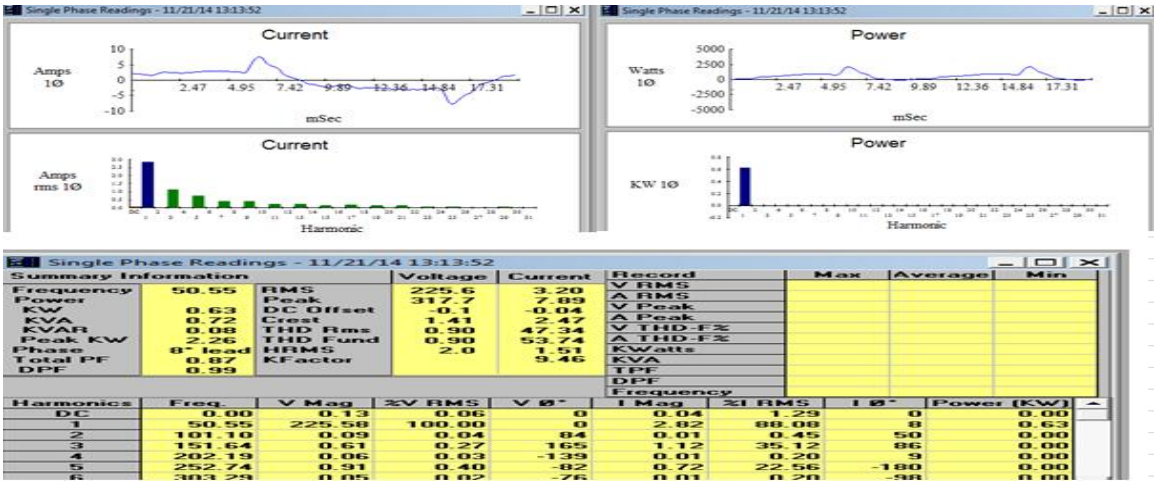


Figure B-28 : Les signaux de fil neutre du département de radiologie.

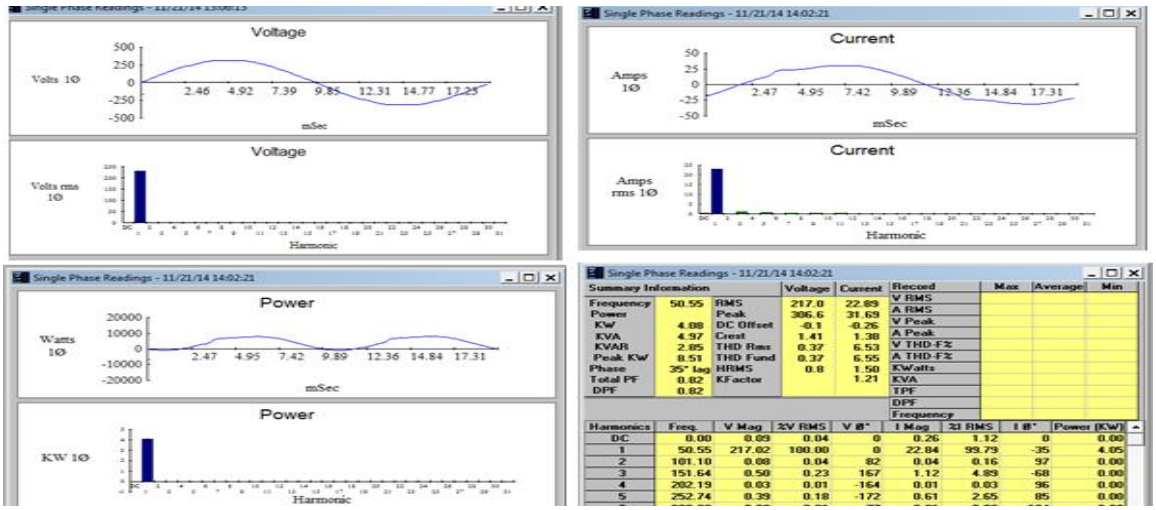


Figure B-29 : Les signaux de phase 1 du département de dialyse.

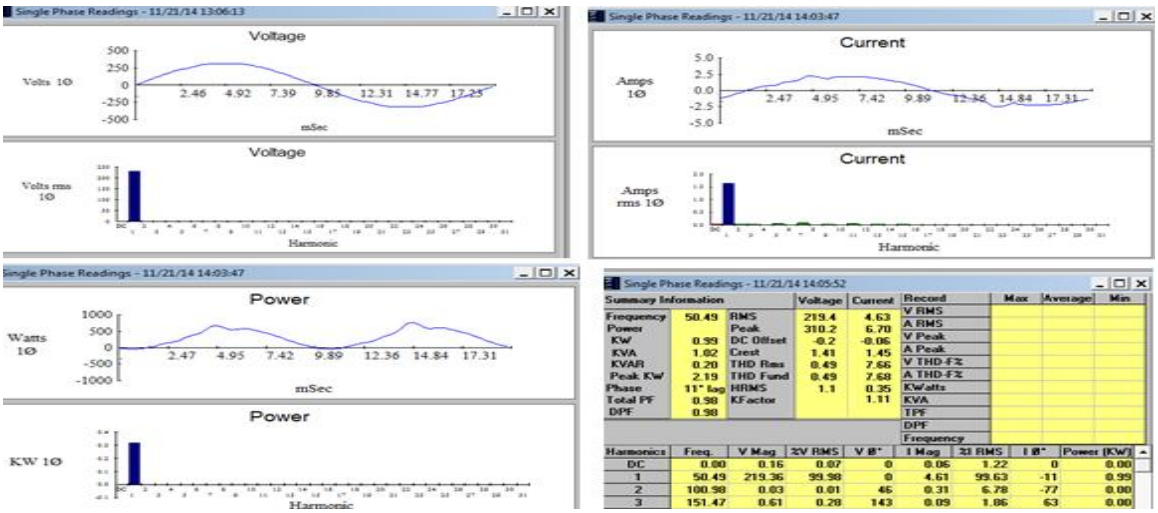


Figure B-30 : Les signaux de phase 2 du département de dialyse.

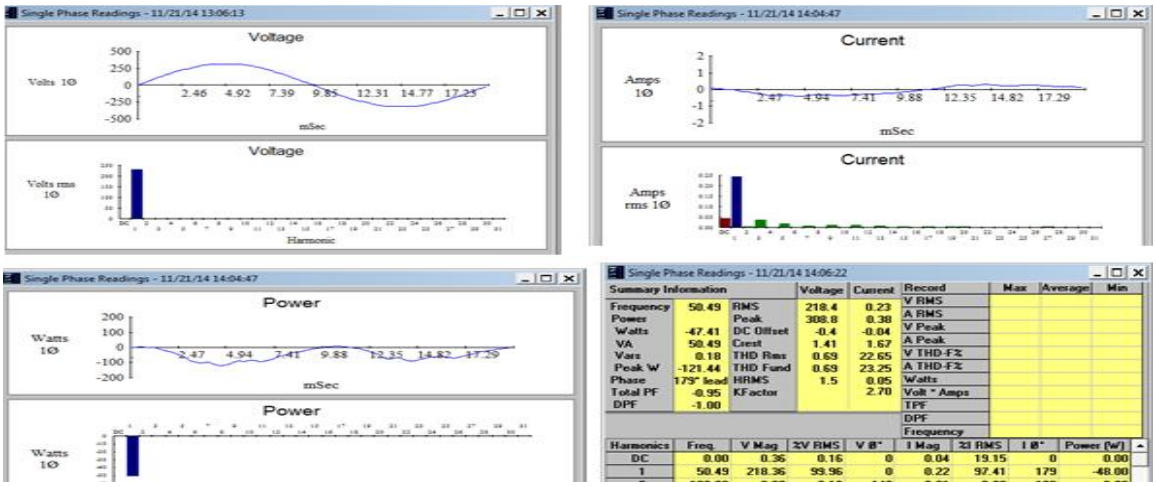
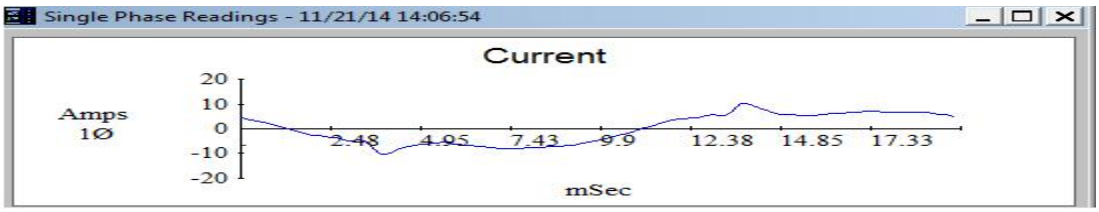


Figure B-31 : Les signaux de phase 3 du département de dialyse.



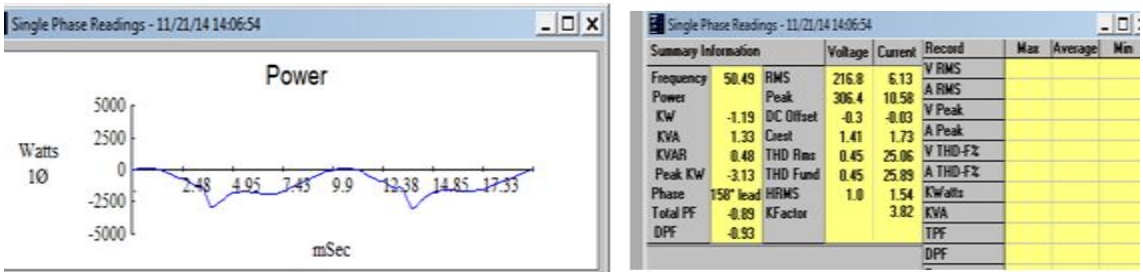


Figure B-22 : Les signaux de fil neutre du département de dialyse.

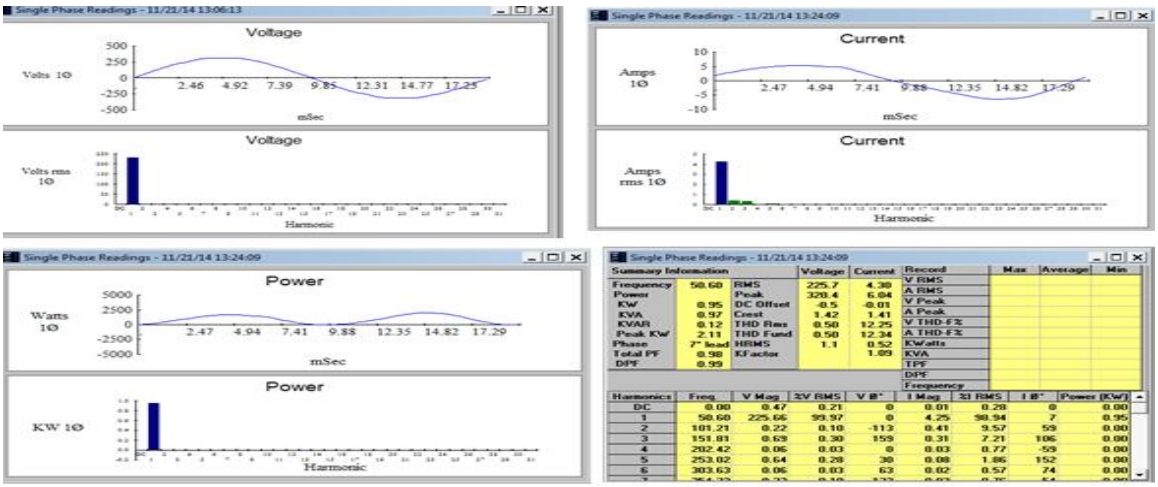


Figure B-33 : Les signaux de phase 1 des climatiseurs de sol.

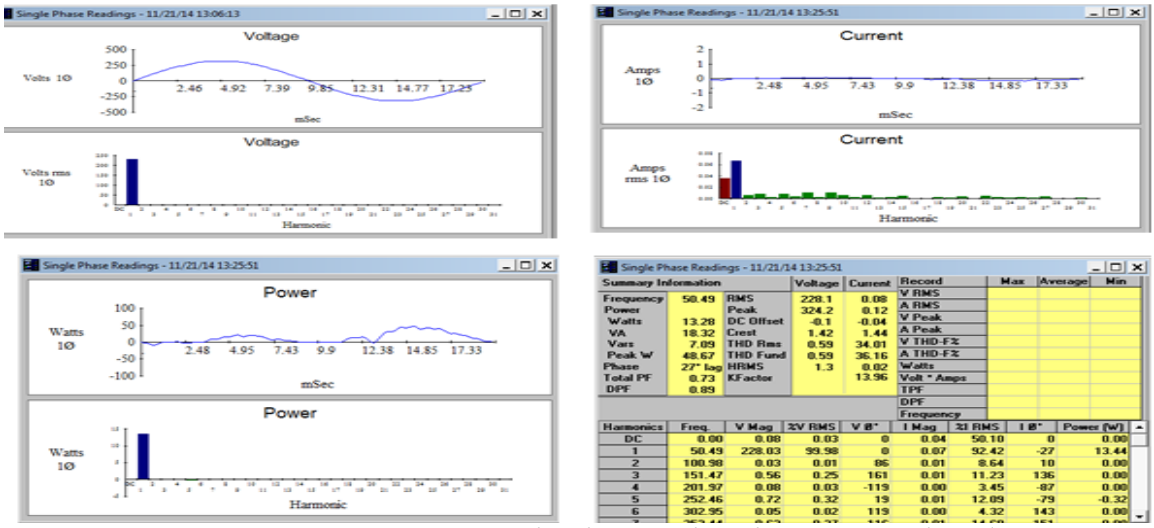


Figure B-34 : Les signaux de phase 2 des climatiseurs de sol.

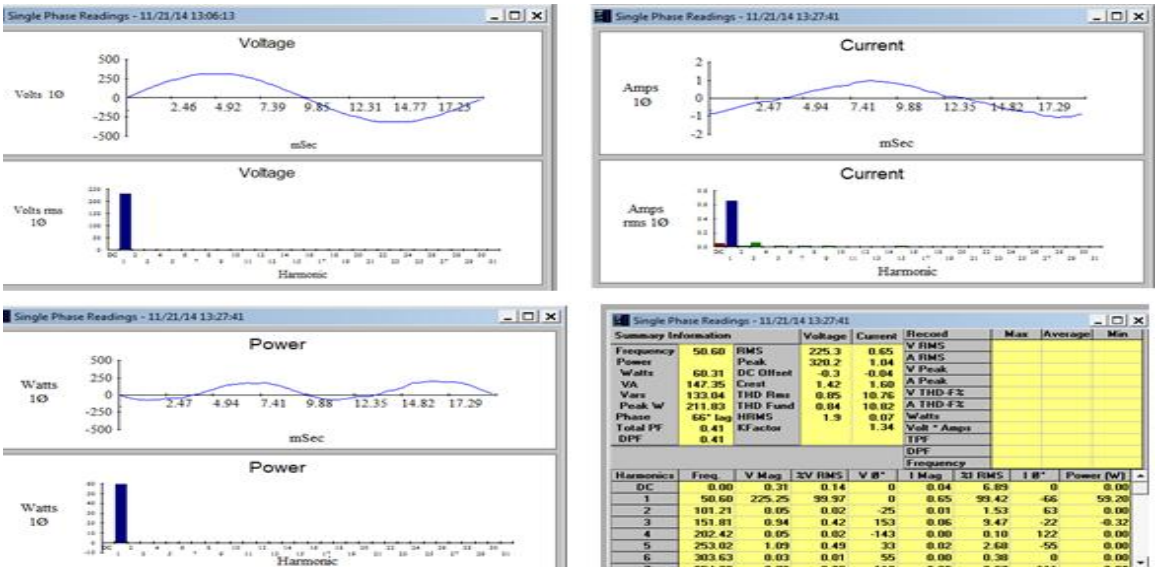


Figure B-35 : Les signaux de phase 3 des climatiseurs de sol.

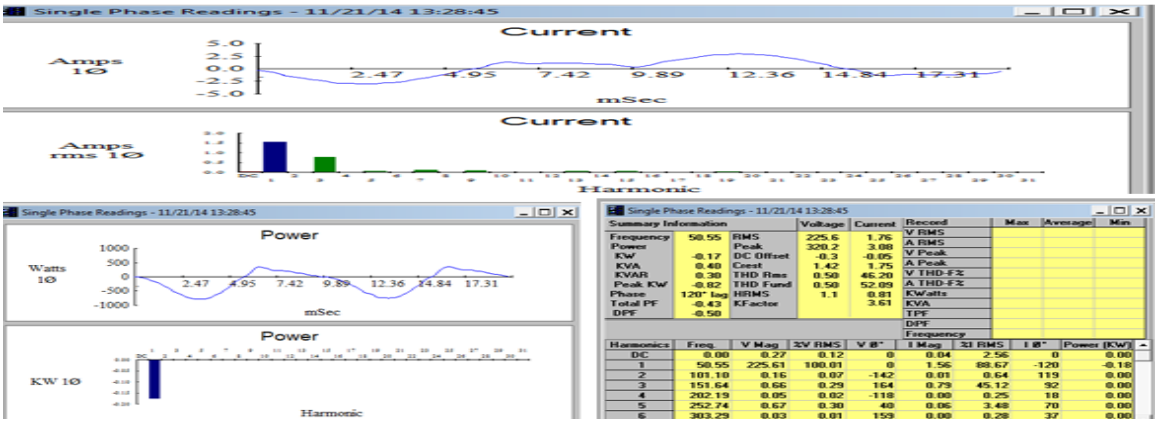


Figure B-36 : Les signaux de fil neutre des climatiseurs de sol.

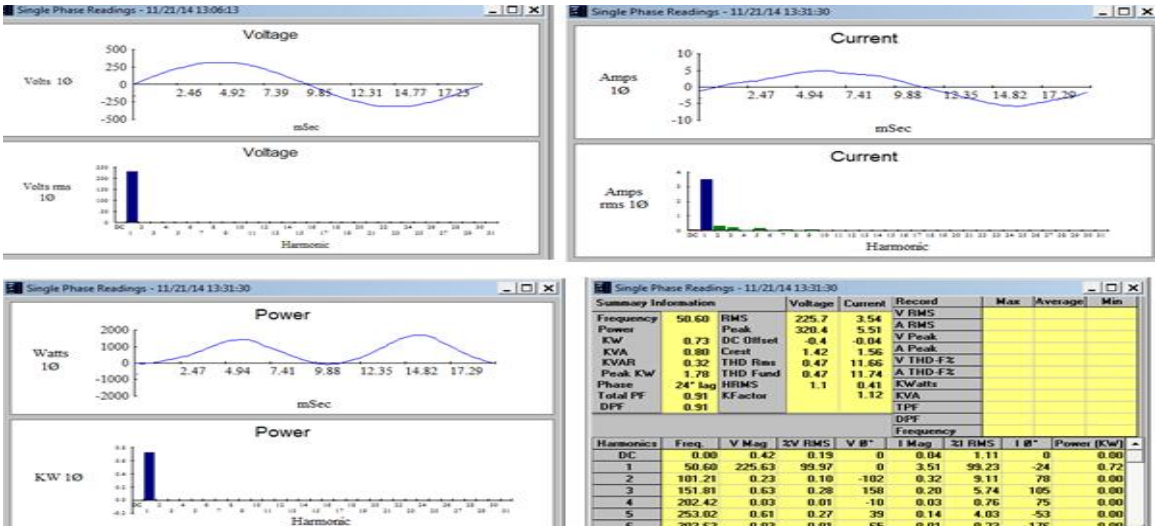
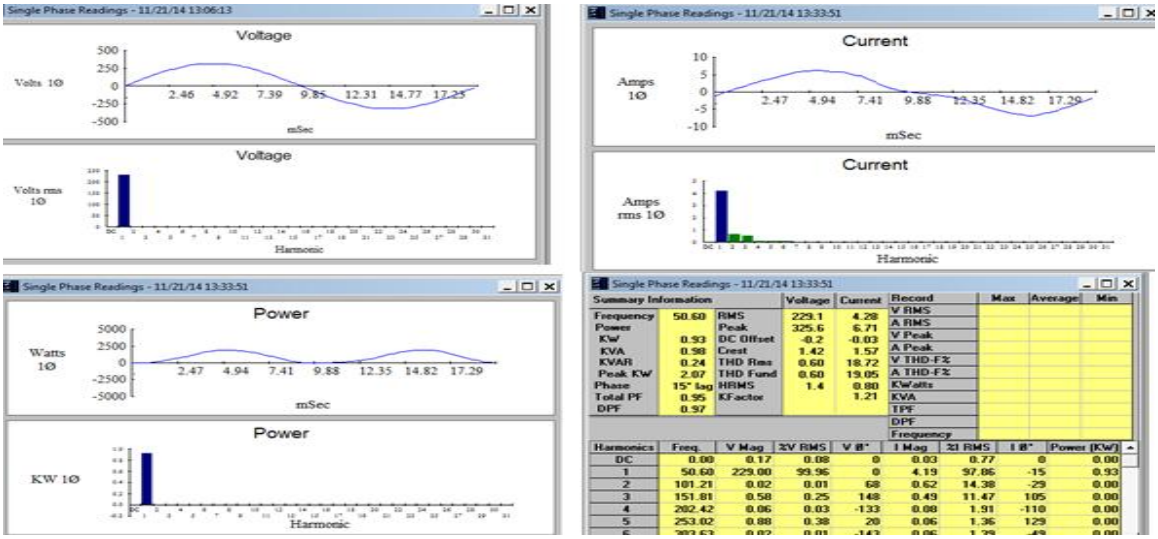


Figure B-37 : Les signaux de phase 1 des climatiseurs de premier étage.



. Figure B-38 : Les signaux de phase 2 des climatiseurs de premier étage.

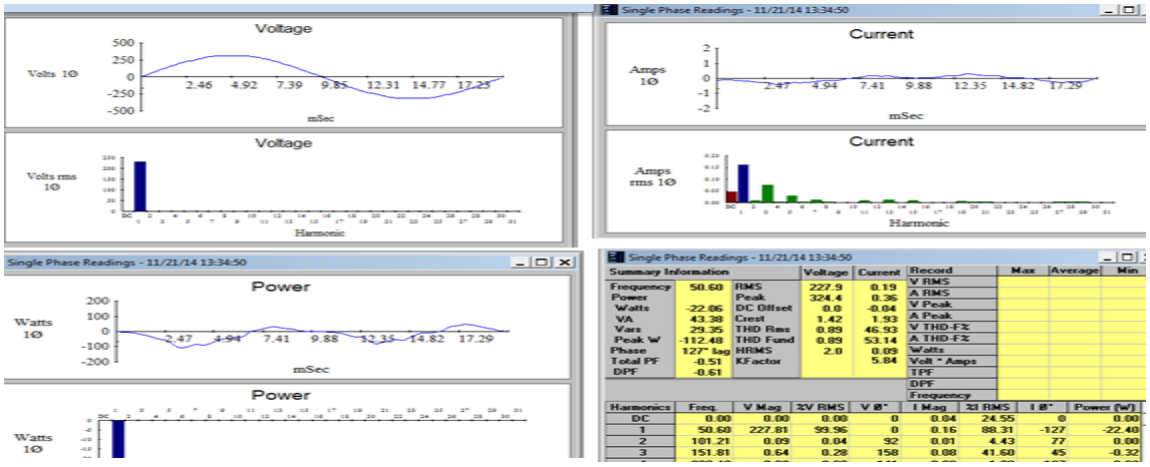


Figure B-39 : Les signaux de phase 3 des climatiseurs de premier étage.

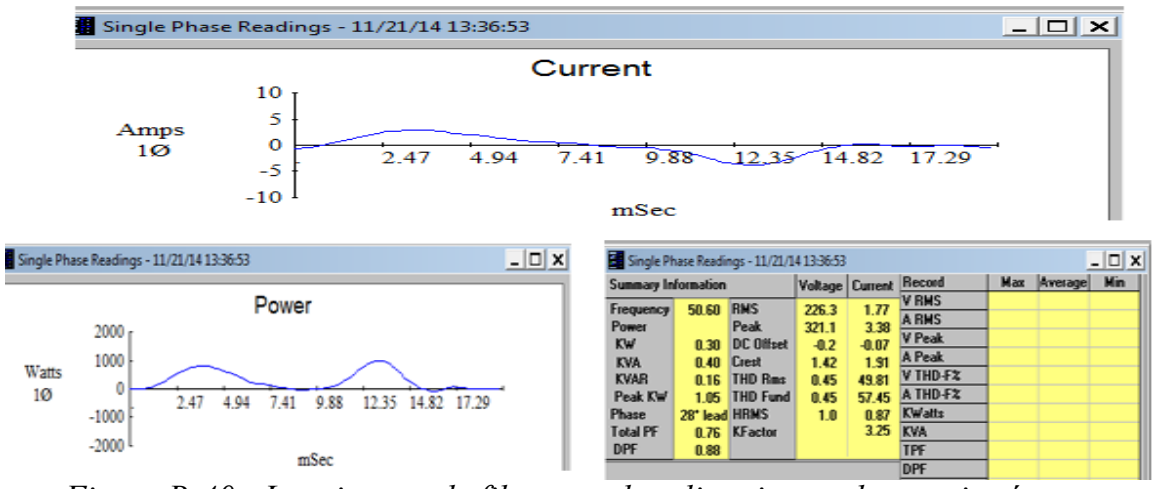


Figure B-40 : Les signaux de fil neutre des climatiseurs de premier étage.

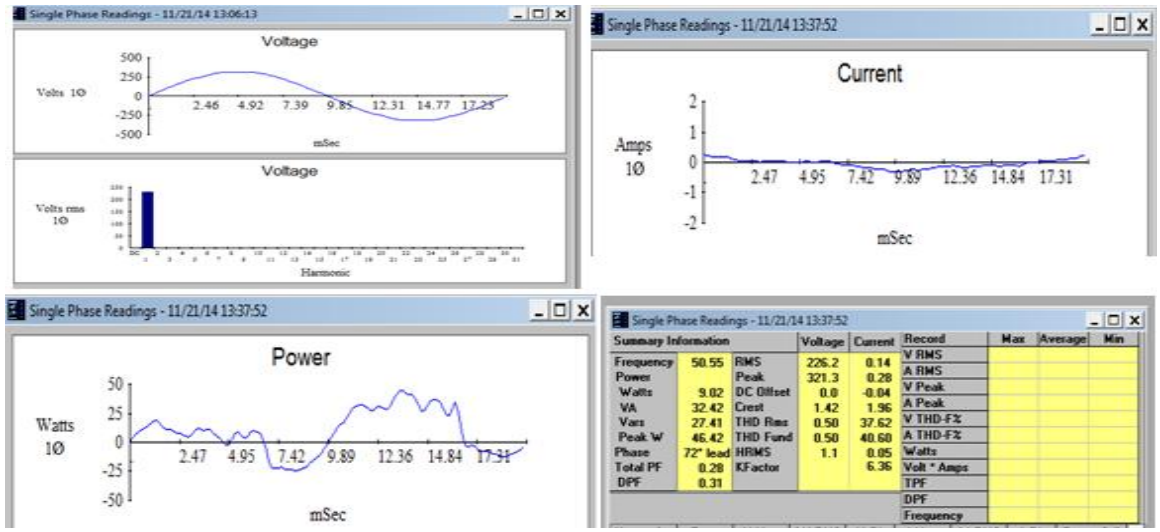


Figure B-41 : Les signaux de phase 1 des climatiseurs de deuxième étage.

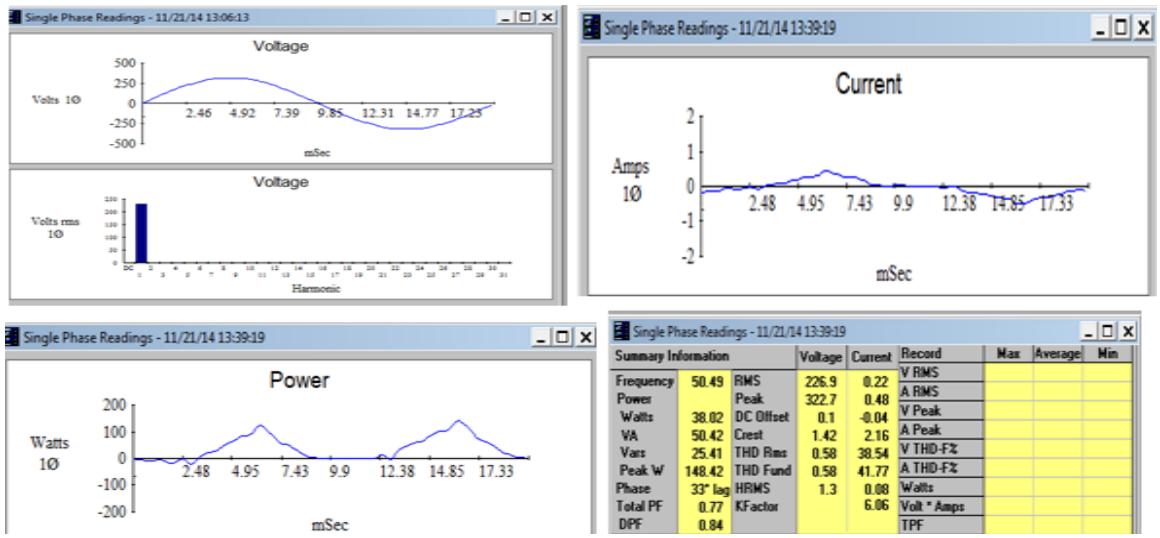


Figure B-42 : Les signaux de phase 2 des climatiseurs de deuxième étage.

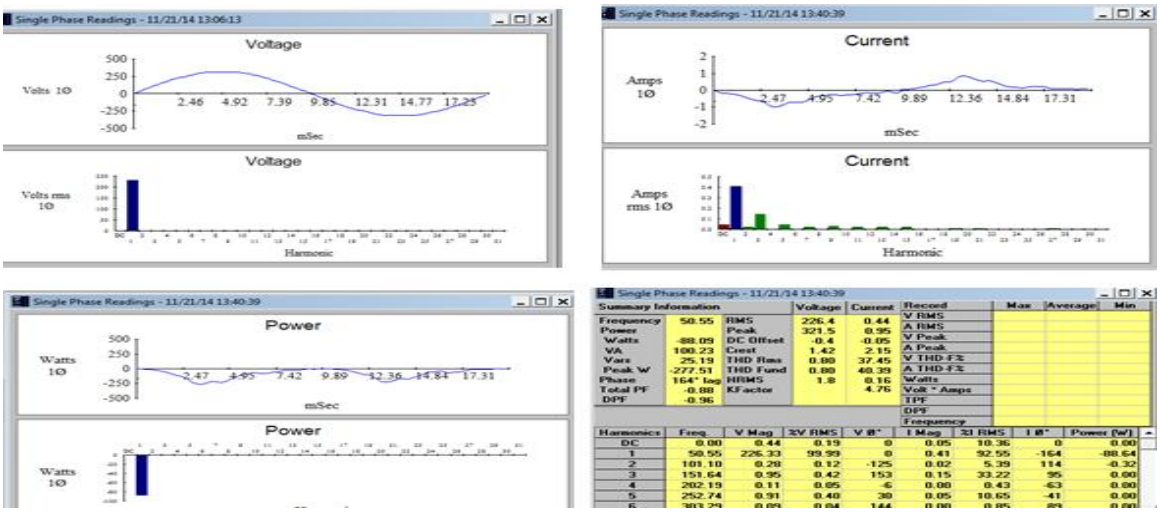


Figure B-43: Les signaux de phase 3 des climatiseurs de deuxième étage.

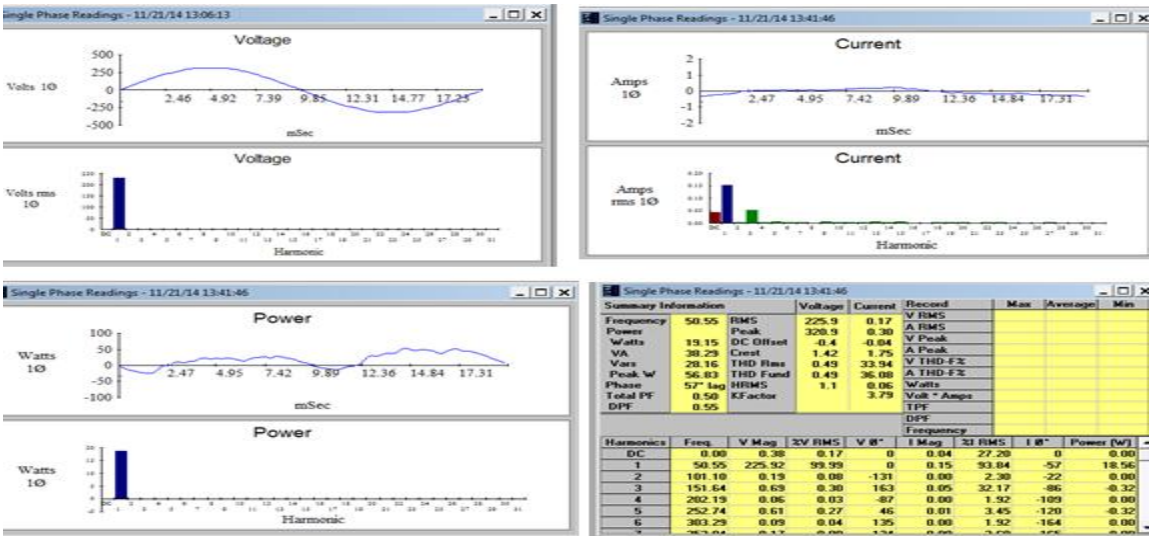


Figure B-44 : Les signaux de fil neutre des climatiseurs de deuxième étage.

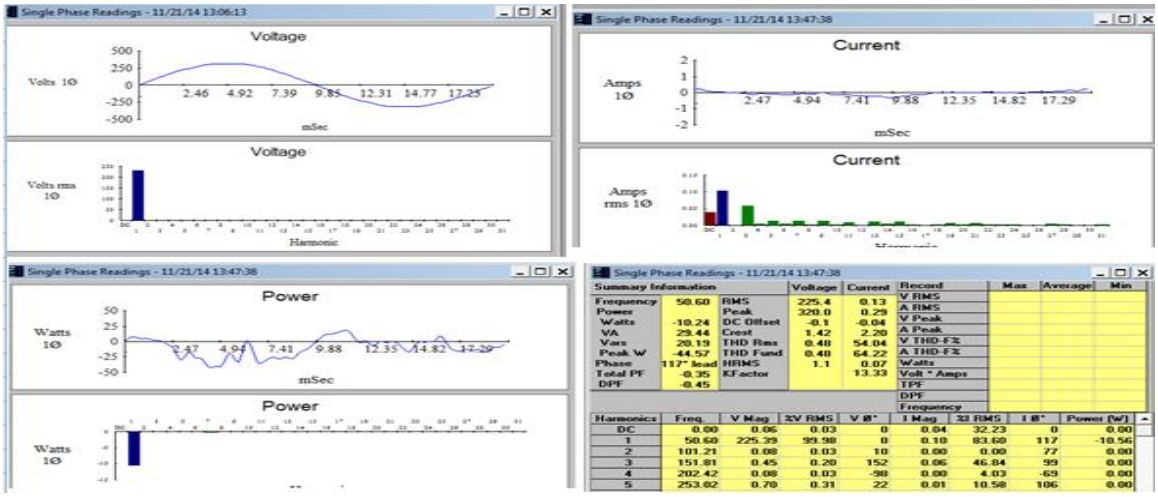


Figure B-45: Les signaux de phase 1 des climatiseurs de troisième étage.

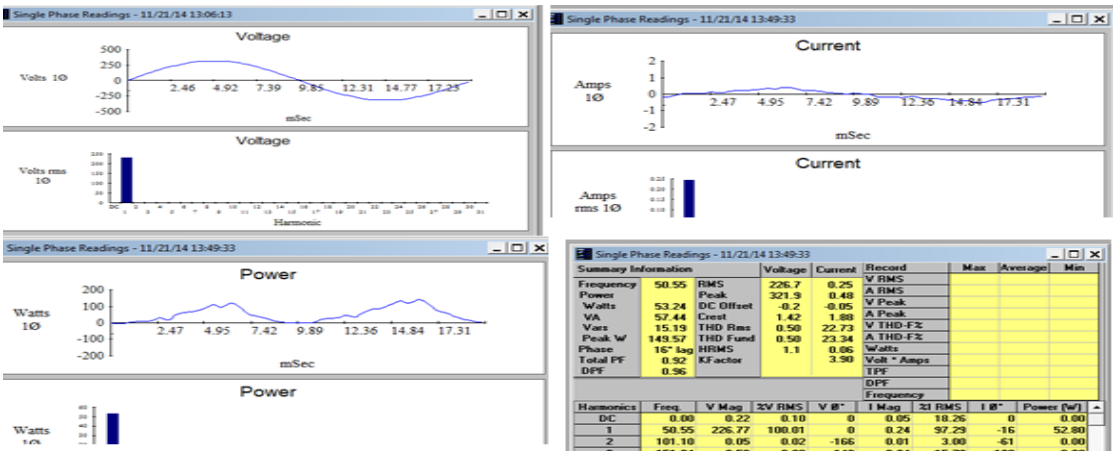


Figure B-46: Les signaux de phase 2 des climatiseurs de troisième étage

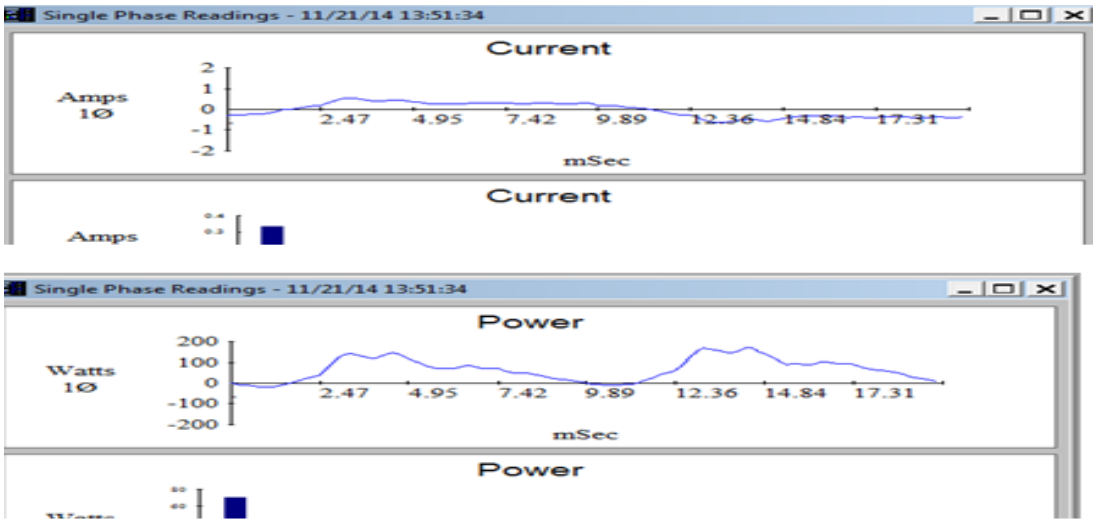
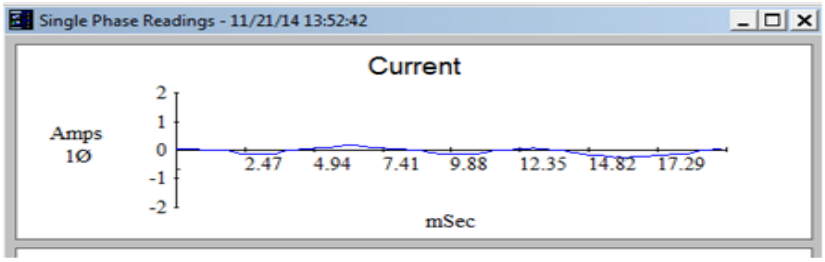


Figure B-47: Les signaux de phase 3 des climatiseurs de troisième étage



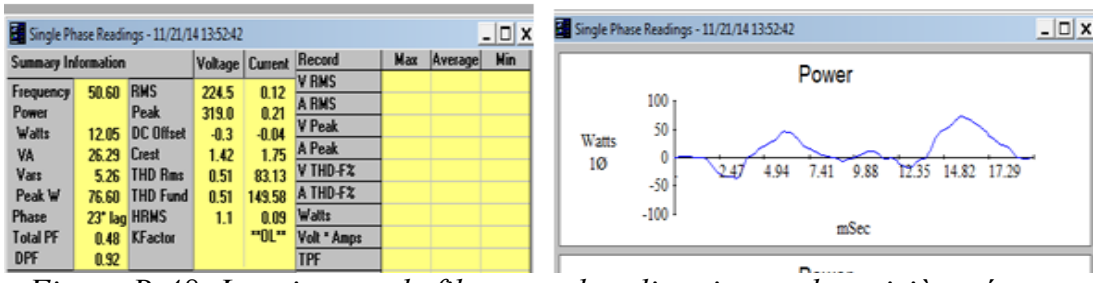


Figure B-48: Les signaux de fil neutre des climatiseurs de troisième étage.

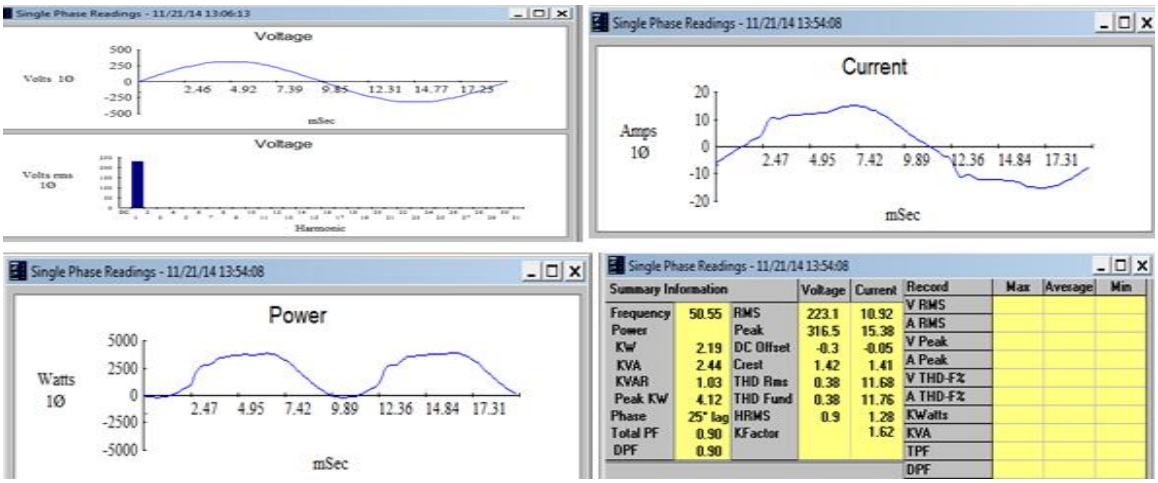


Figure B-49: Les signaux de phase 1 du département des opérations.

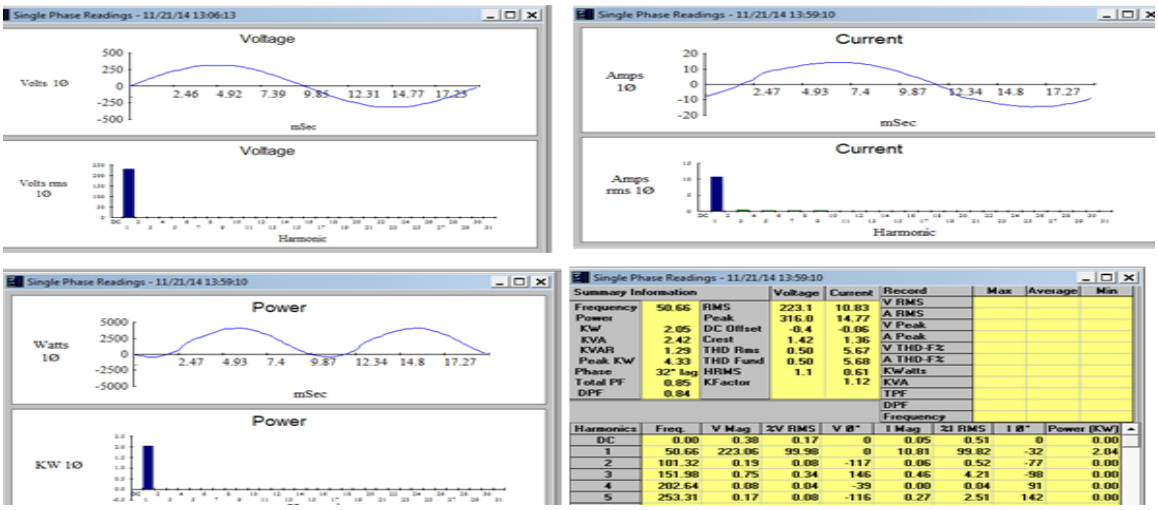


Figure B-50: Les signaux de phase 2 du département des opérations.

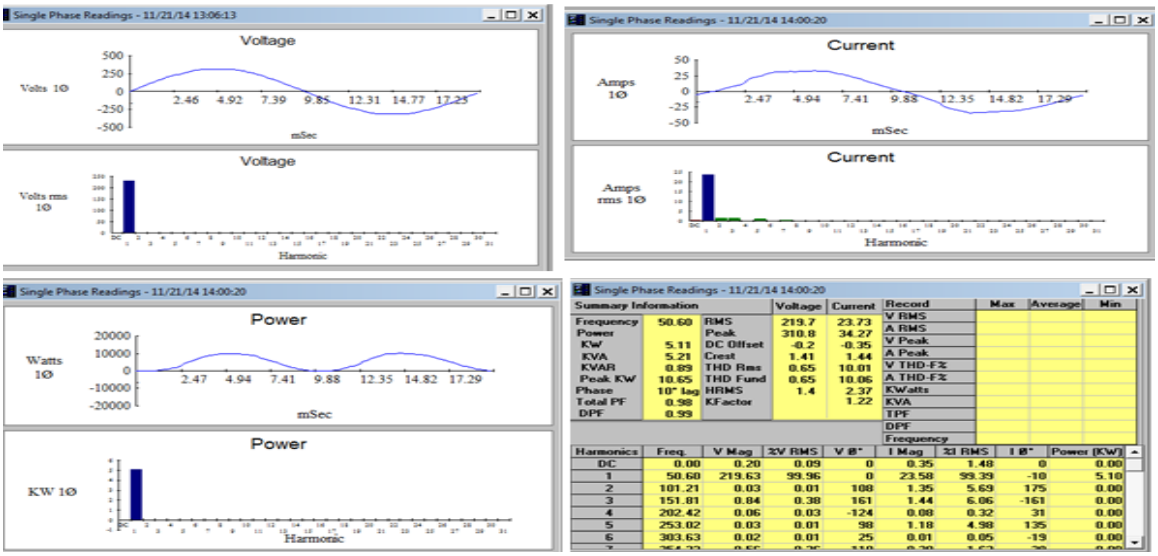


Figure B-51: Les signaux de phase 3 du département des opérations.

Figure B-52: Les signaux de fil neutre du département des opérations.

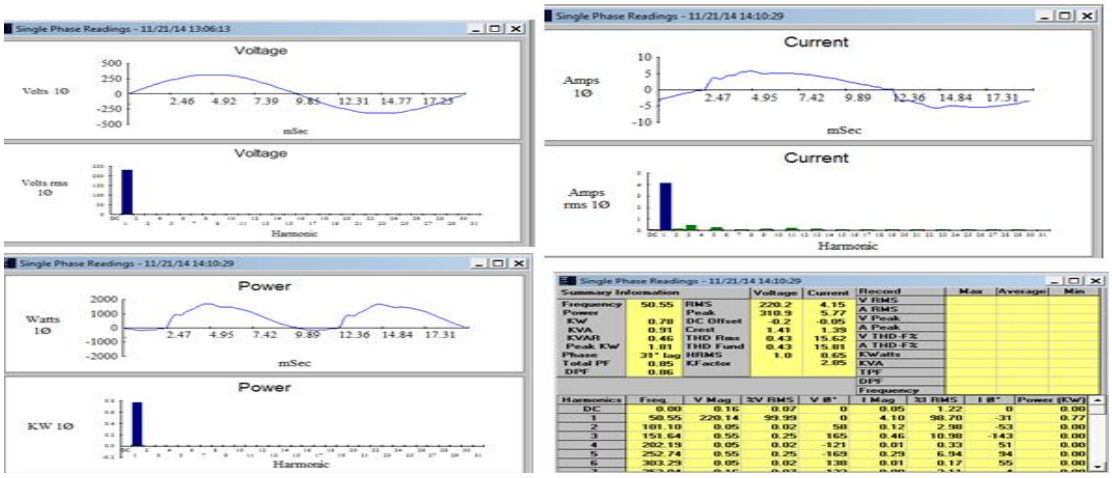


Figure B-53: Les signaux de phase 1 des climatiseurs de quatrième étage.

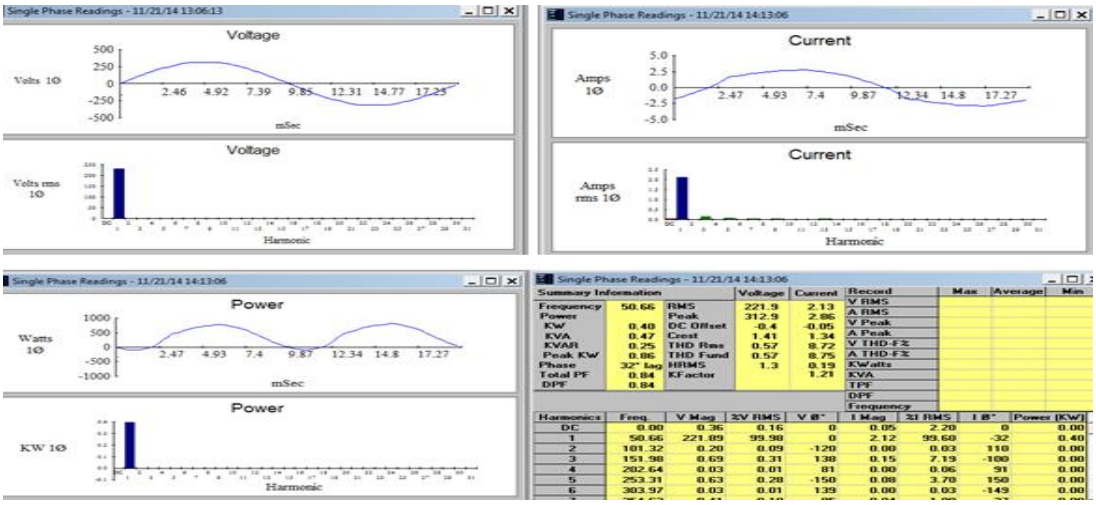


Figure B-54: Les signaux de phase 2 des climatiseurs de quatrième étage.

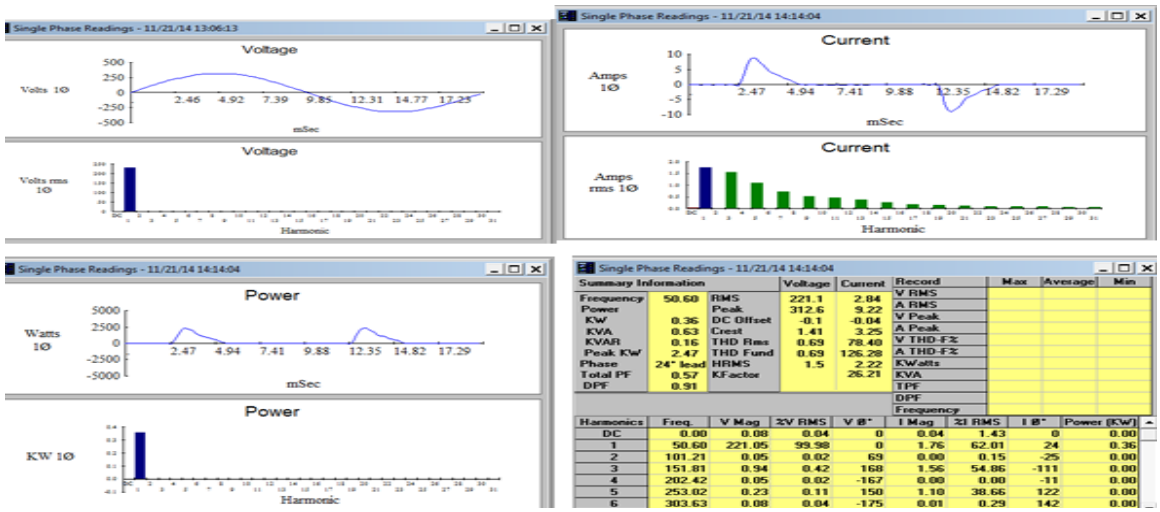


Figure B-55: Les signaux de phase 3 des climatiseurs de quatrième étage.

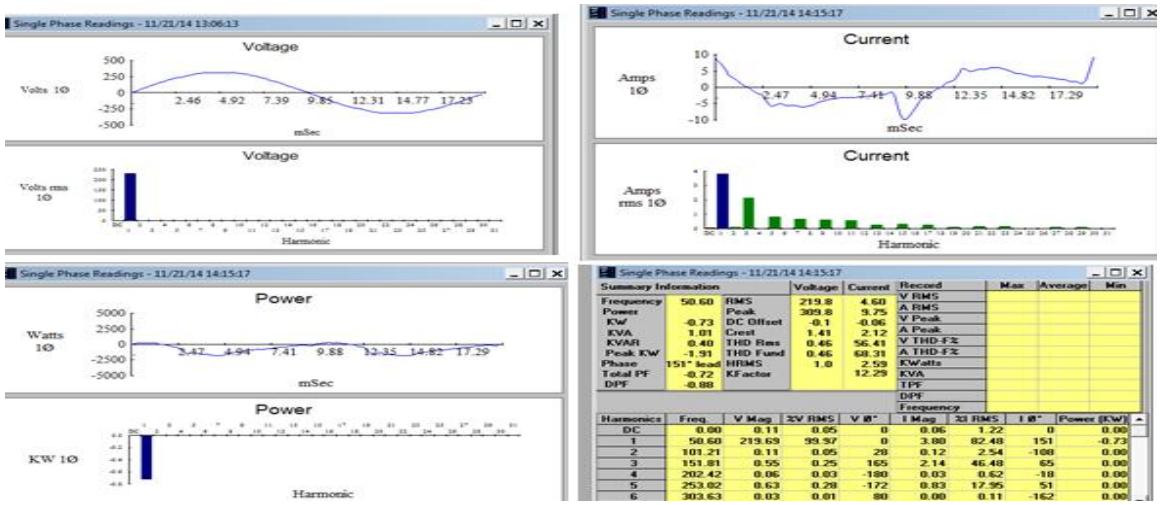


Figure B-56: Les signaux de fil neutre des climatiseurs de quatrième étage.

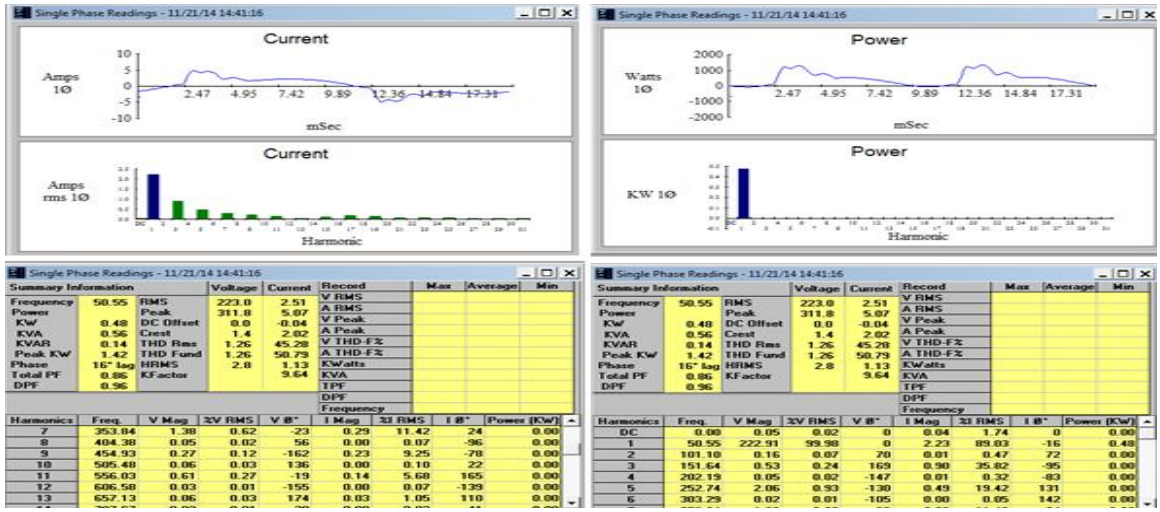


Figure B-57: Les signaux de phase 1 des éclairages du sol.

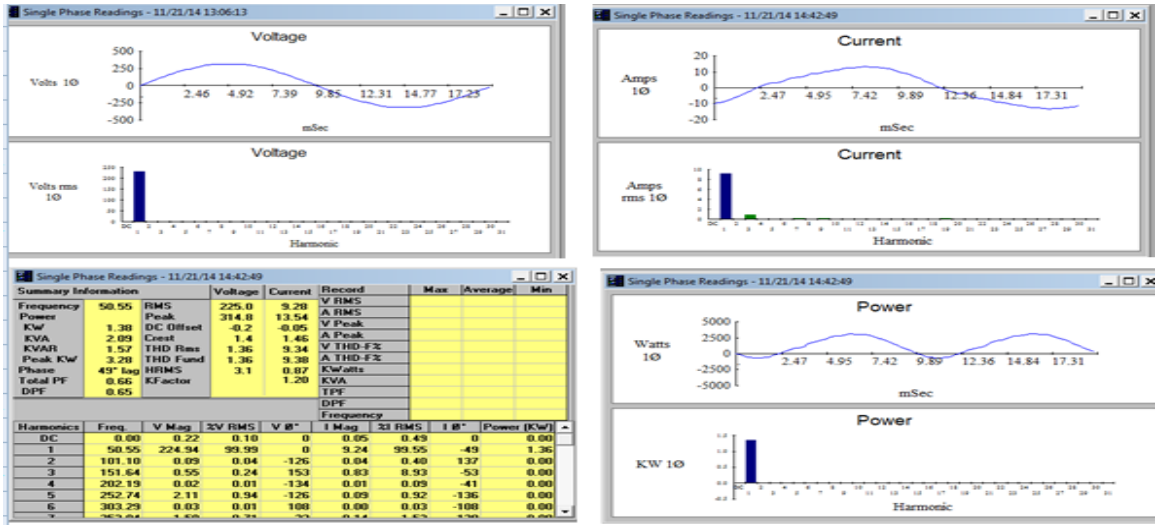


Figure B-58: Les signaux de phase 2 des éclairages du sol.

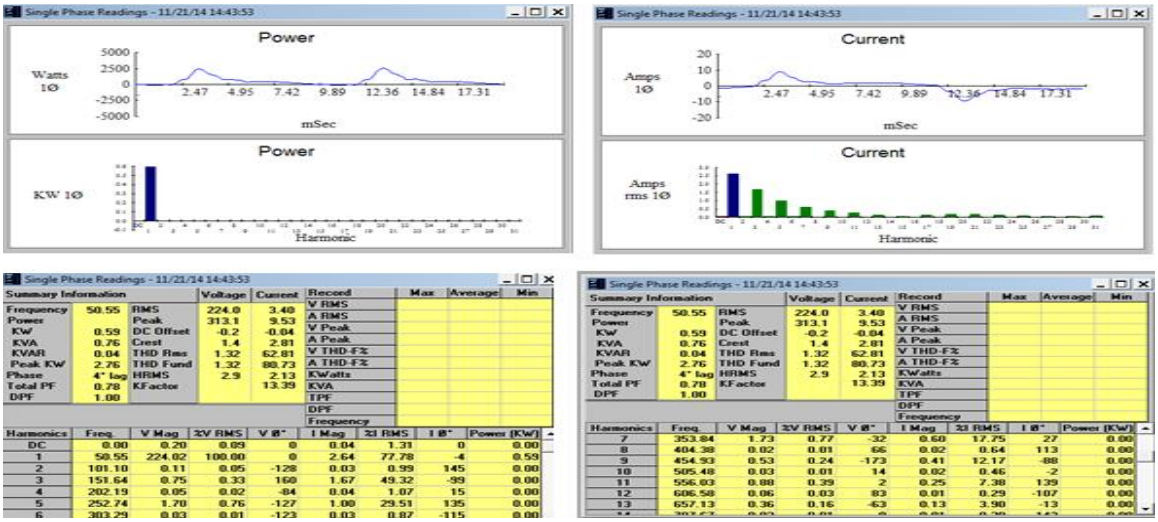


Figure B-59: Les signaux de phase 3 des éclairages du sol.

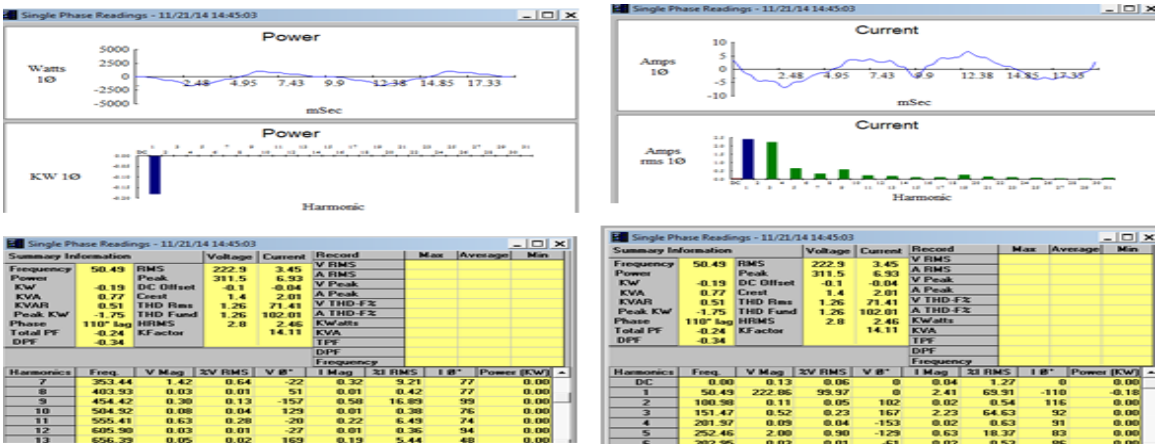


Figure B-60: Les signaux de fil neutre des éclairages du sol.

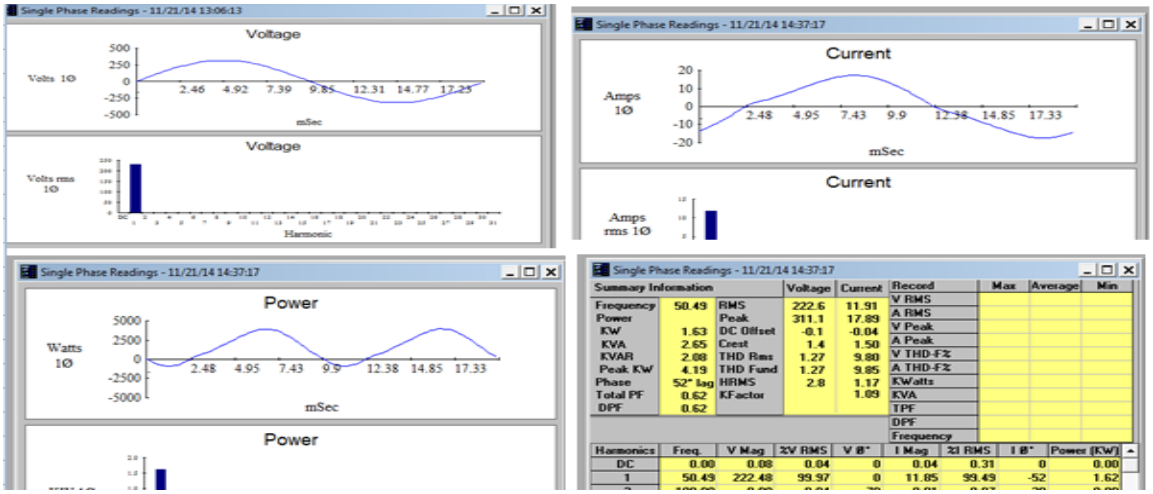


Figure B-61: Les signaux de phase 1 des éclairages du premier étage.

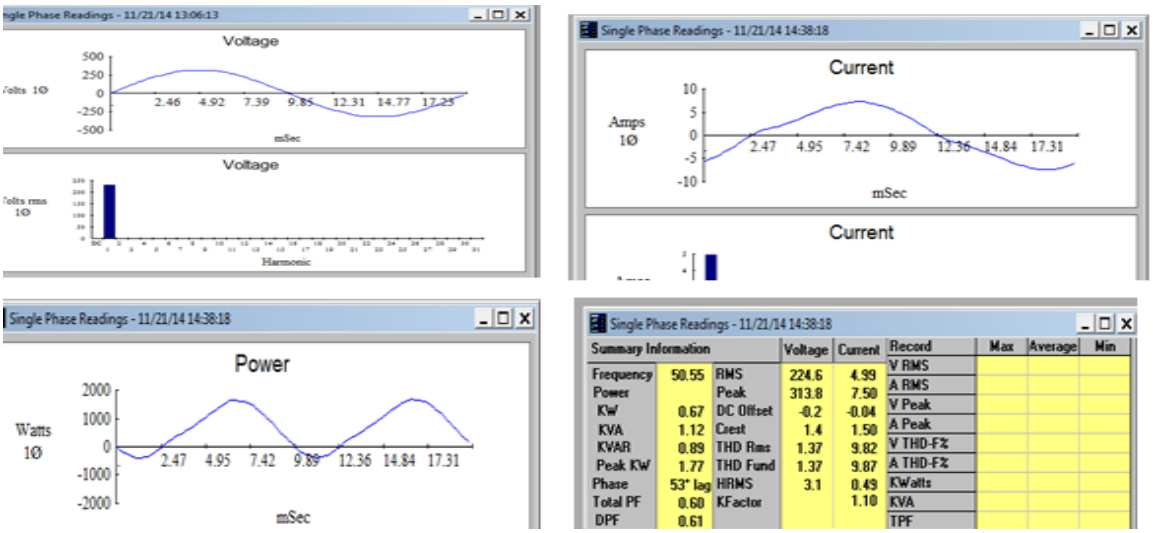


Figure B-62: Les signaux de phase 2 des éclairages du premier étage.

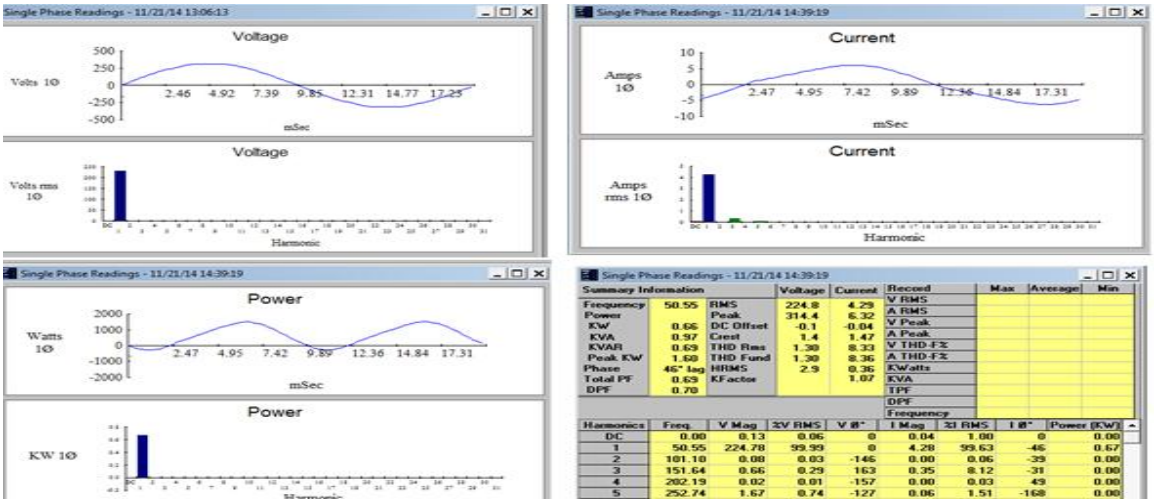


Figure B-63: Les signaux de phase 3 des éclairages du premier étage.

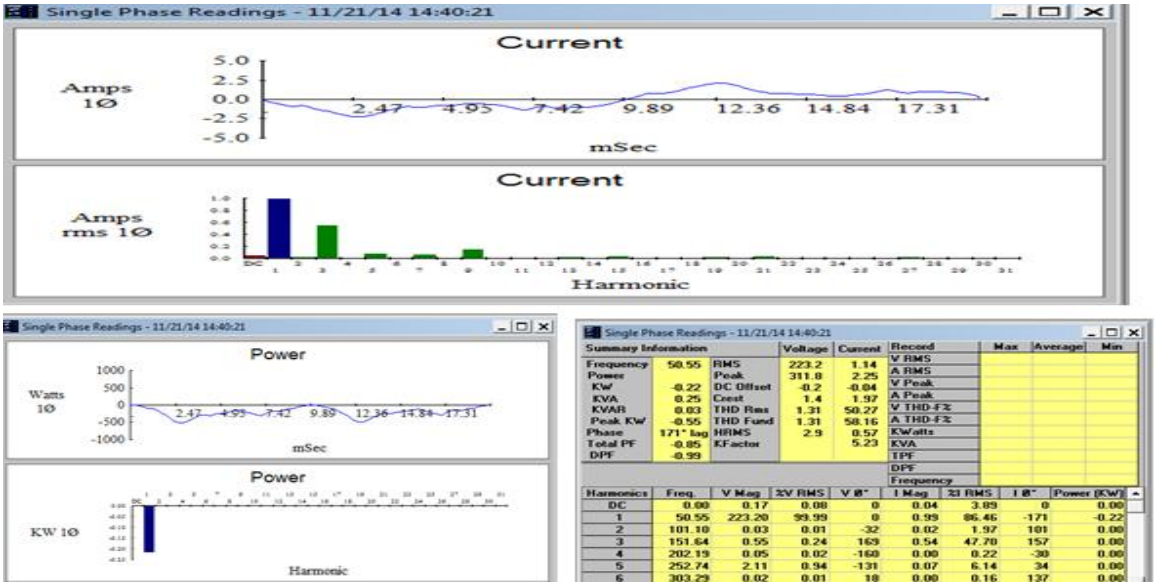


Figure B-64: Les signaux de fil neutre des éclairages du premier étage.

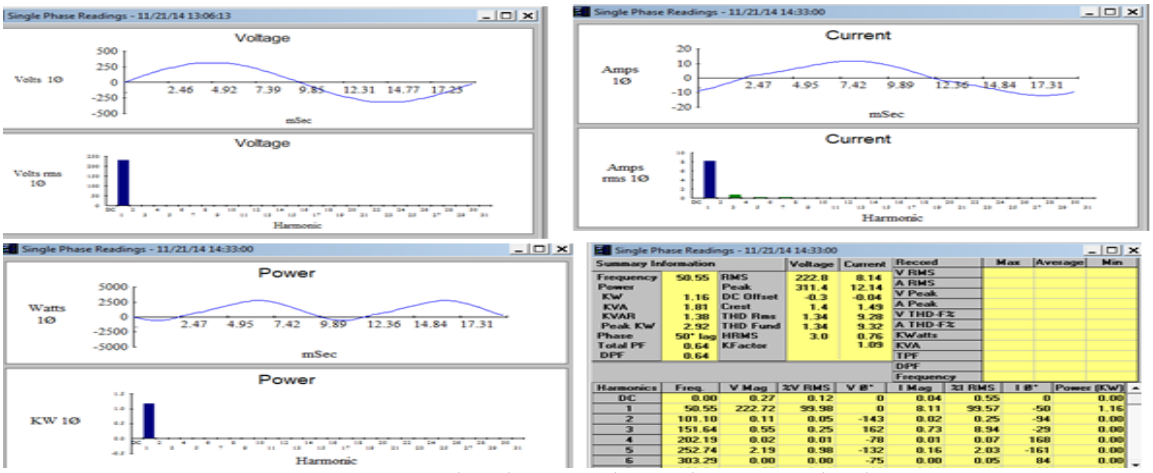


Figure B-65: Les signaux de phase 1 des éclairages du deuxième étage.

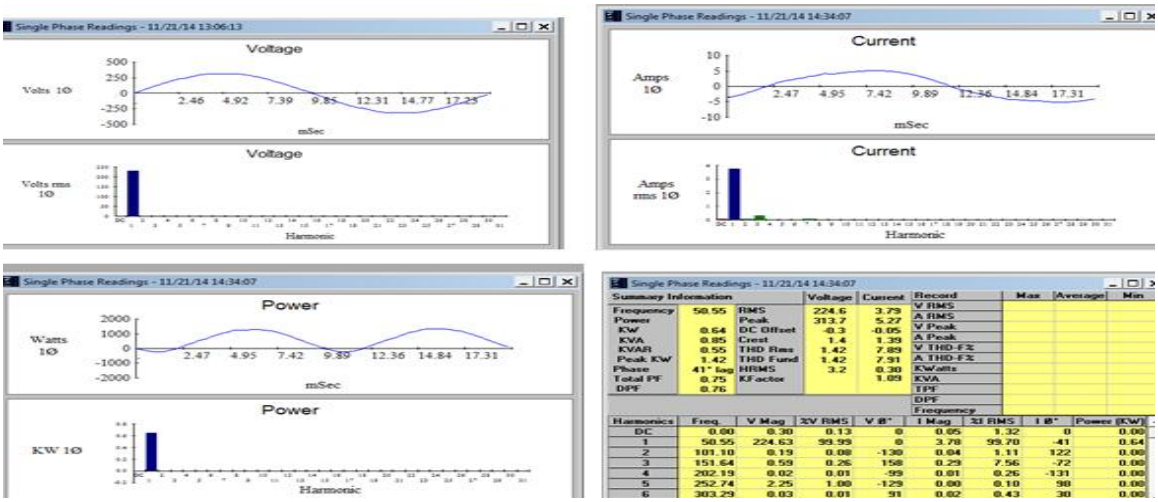


Figure B-66: Les signaux de phase 2 des éclairages du deuxième étage.

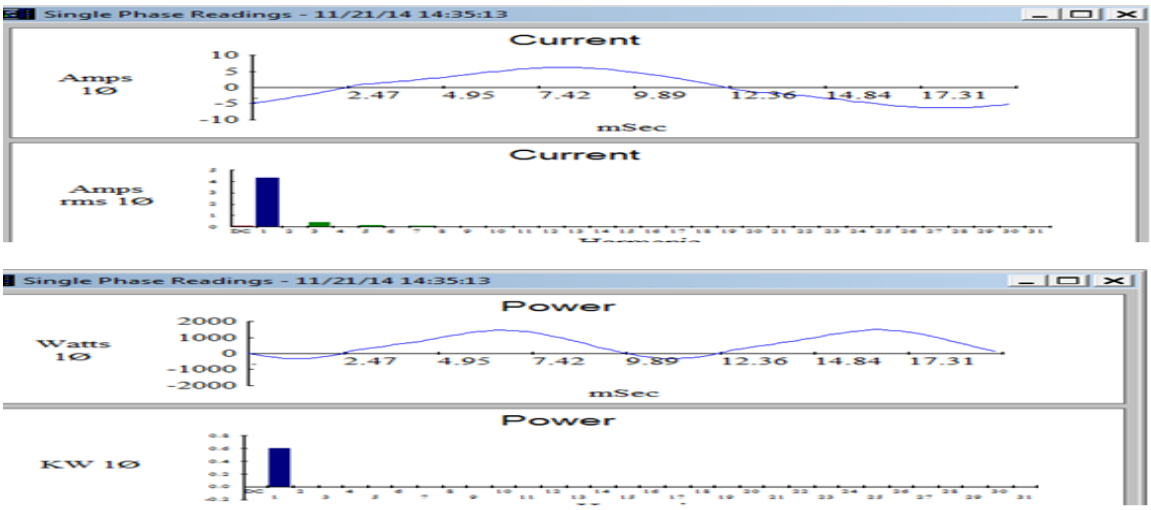


Figure B-67: Les signaux de phase 13 des éclairages du deuxième étage.

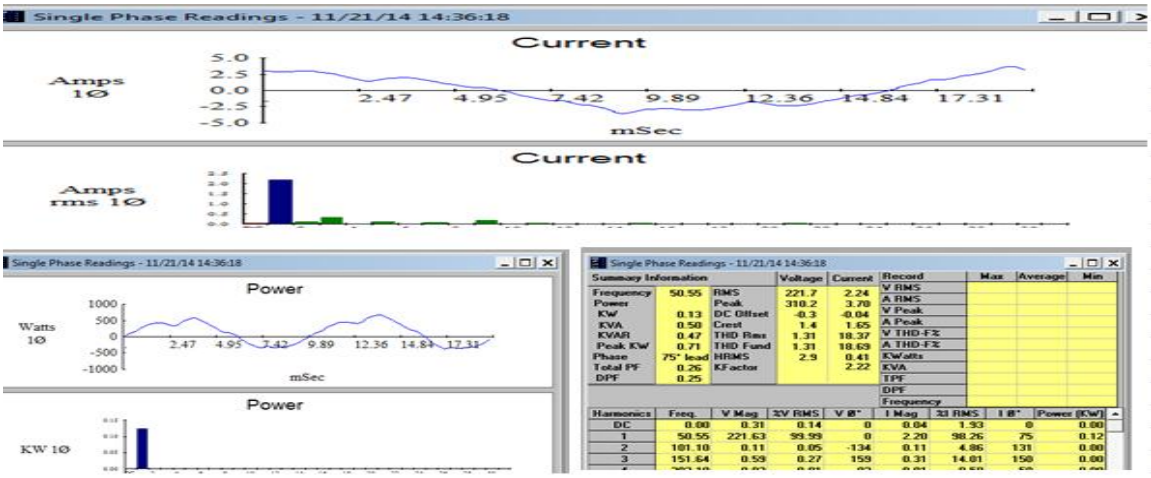


Figure B-68: Les signaux de fil neutre des éclairages du deuxième étage.

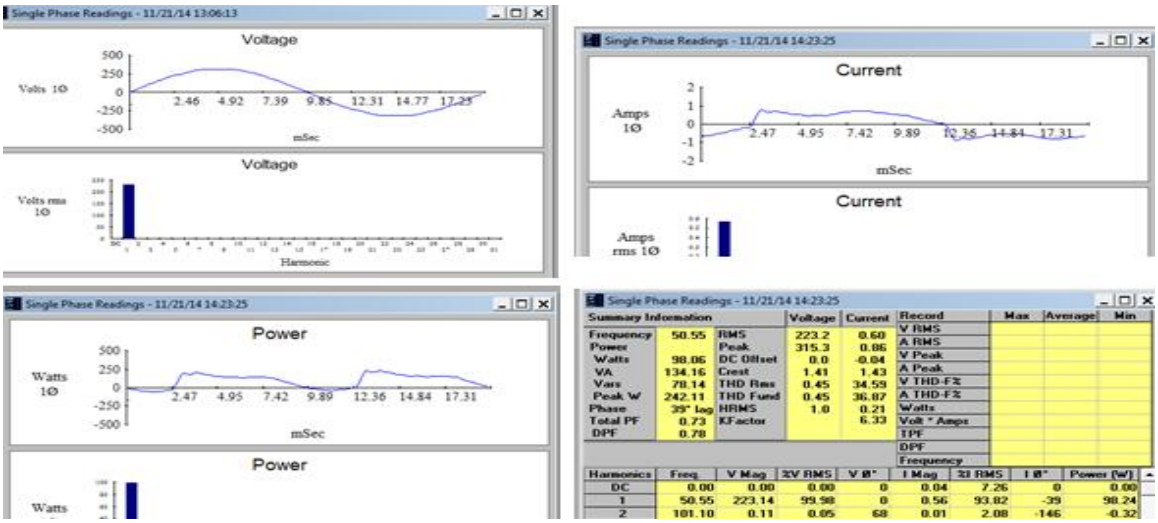


Figure B-69: Les signaux de phase 1 des éclairages du troisième étage.

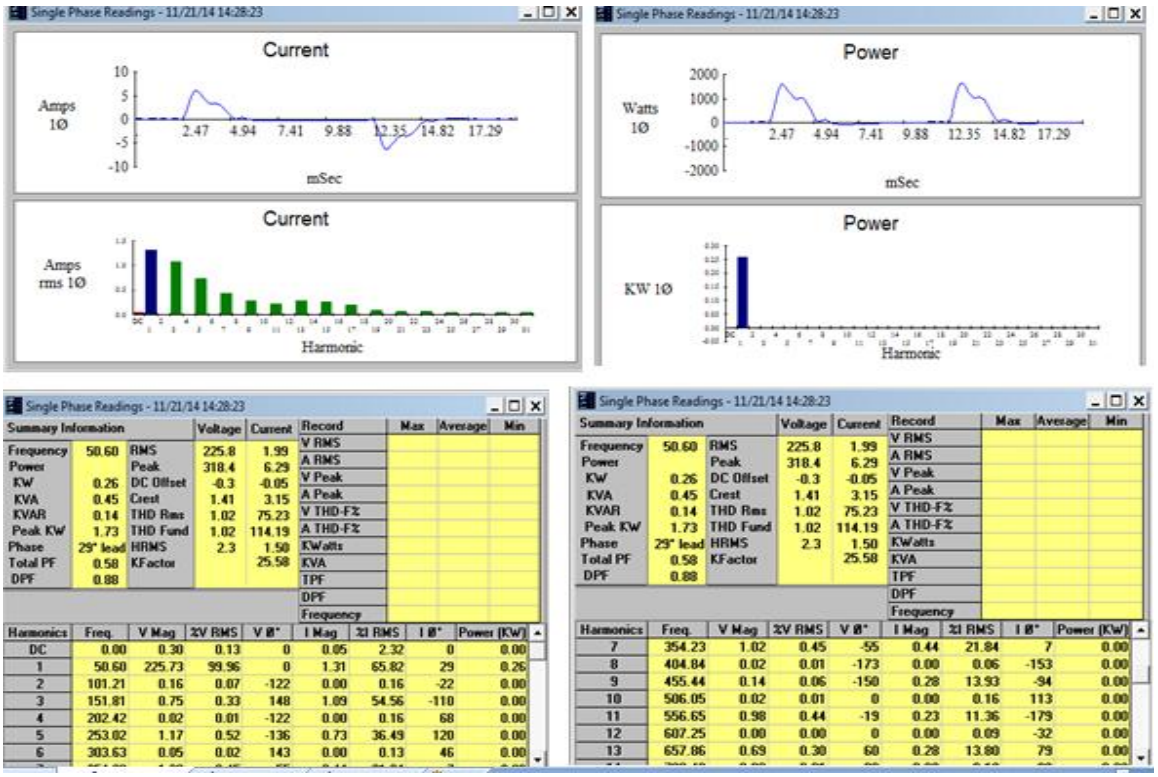


Figure B-70: Les signaux de phase 2 des éclairages du troisième étage.

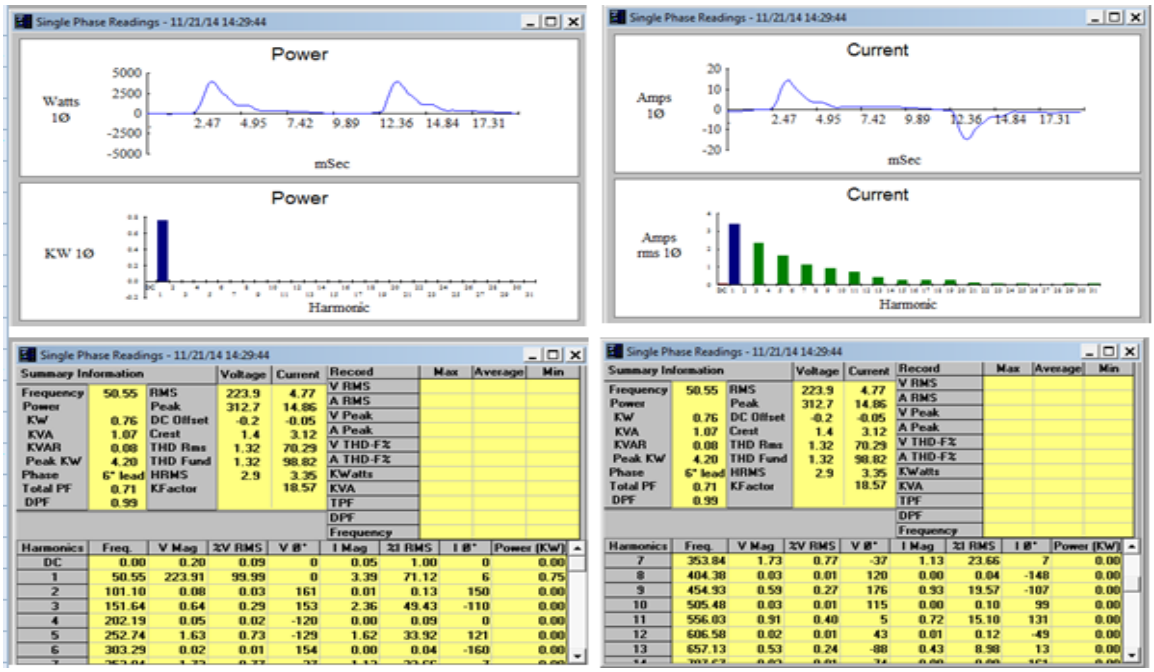


Figure B-71: Les signaux de phase 3 des éclairages du troisième étage.

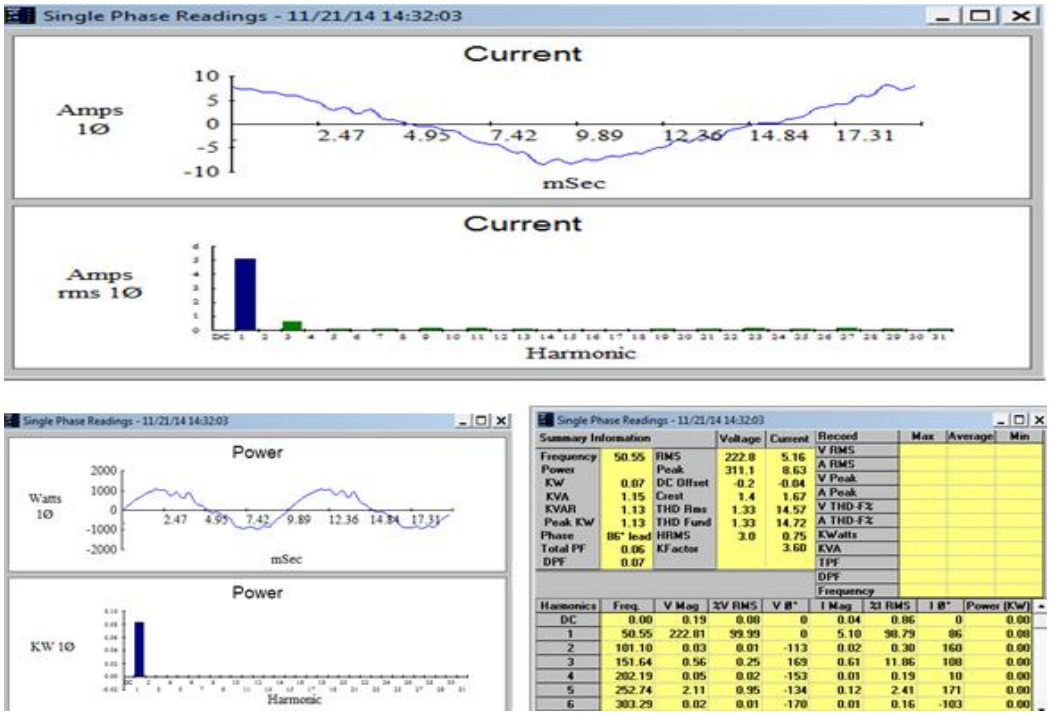


Figure B-72: Les signaux de fil neutre des éclairages du troisième étage.

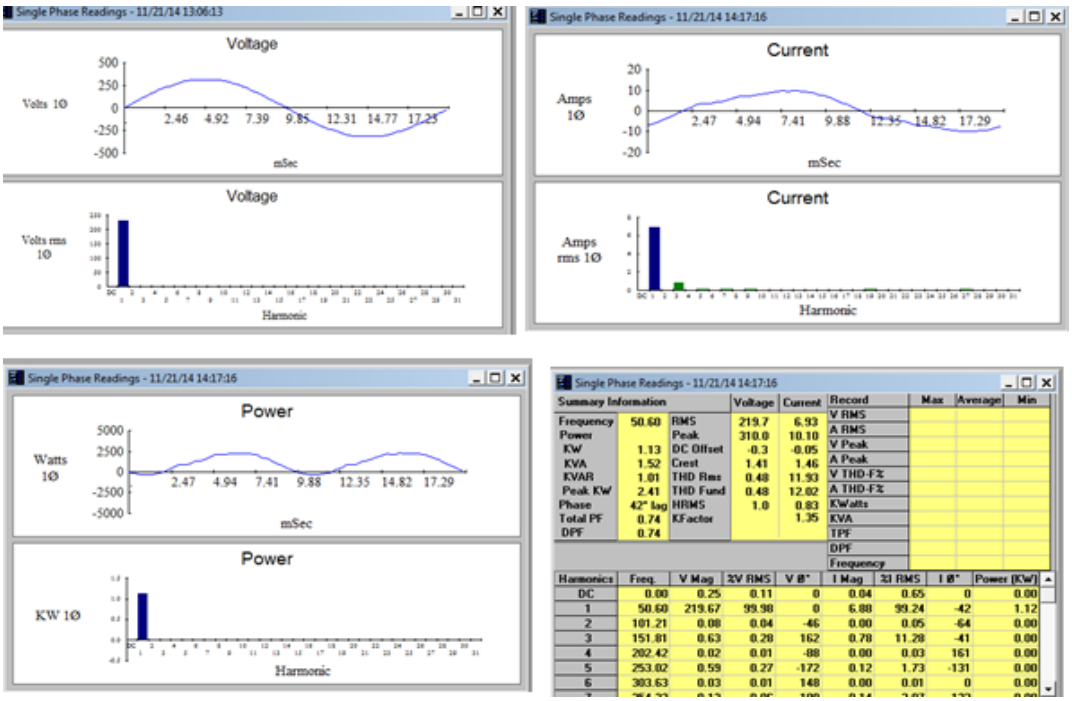


Figure B-73: Les signaux de phase 1 des éclairages du quatrième étage.

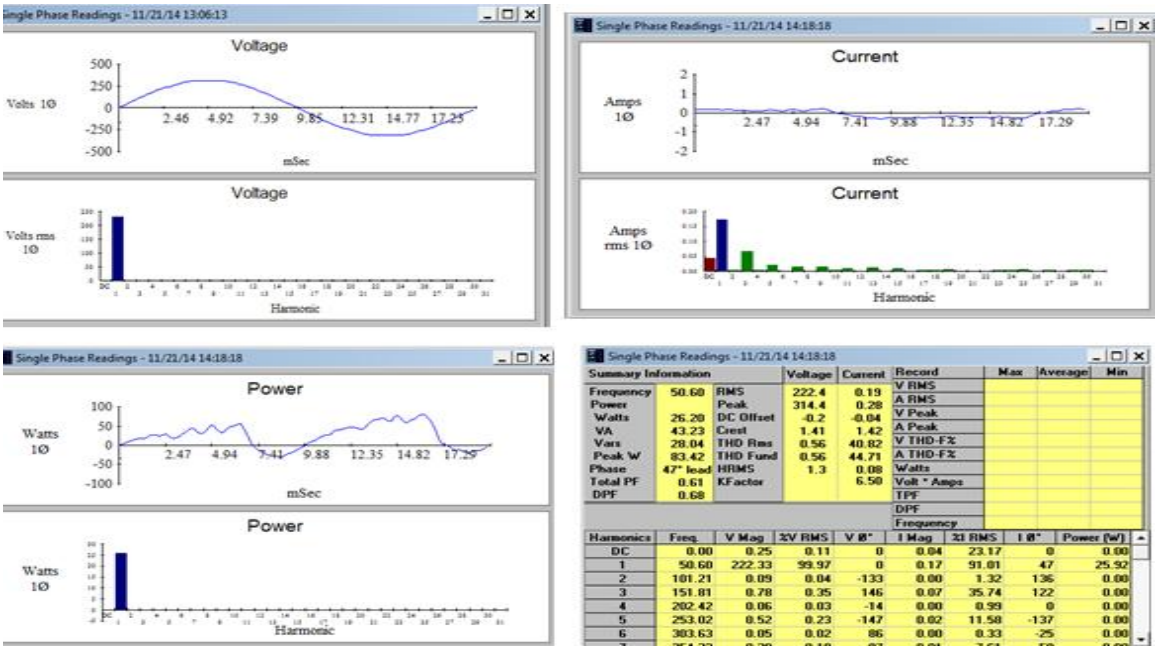


Figure B-74: Les signaux de phase 2 des éclairages du quatrième étage.

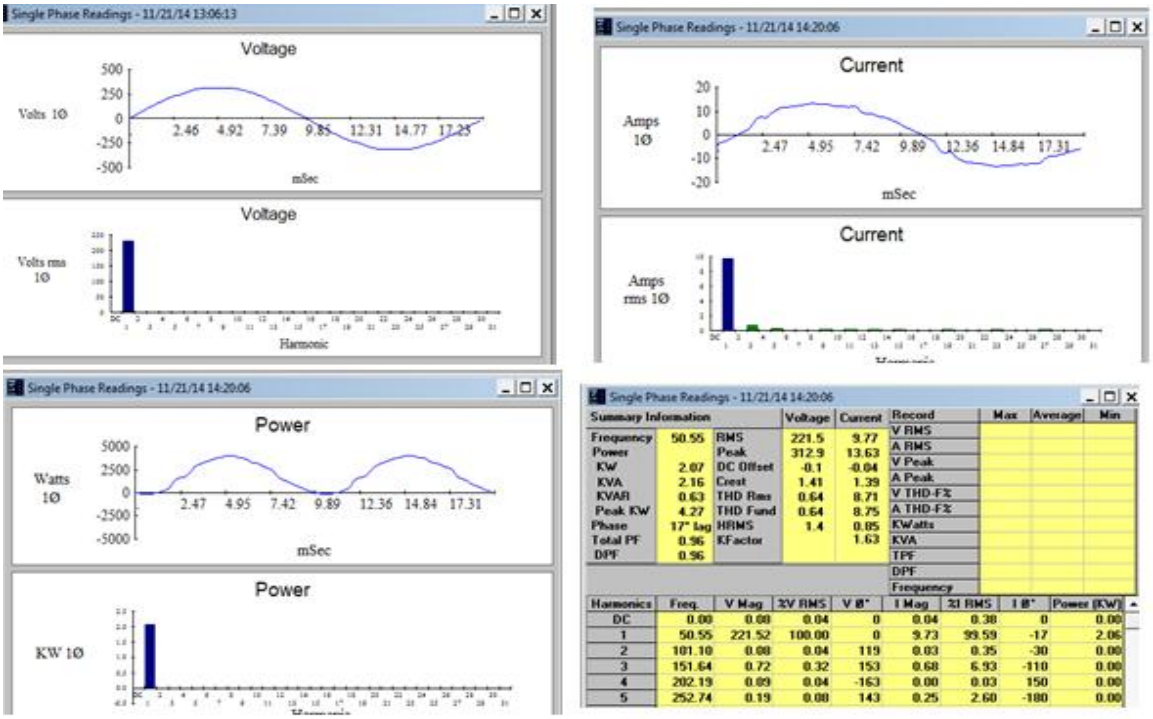


Figure B-75: Les signaux de phase 3 des éclairages du quatrième étage.

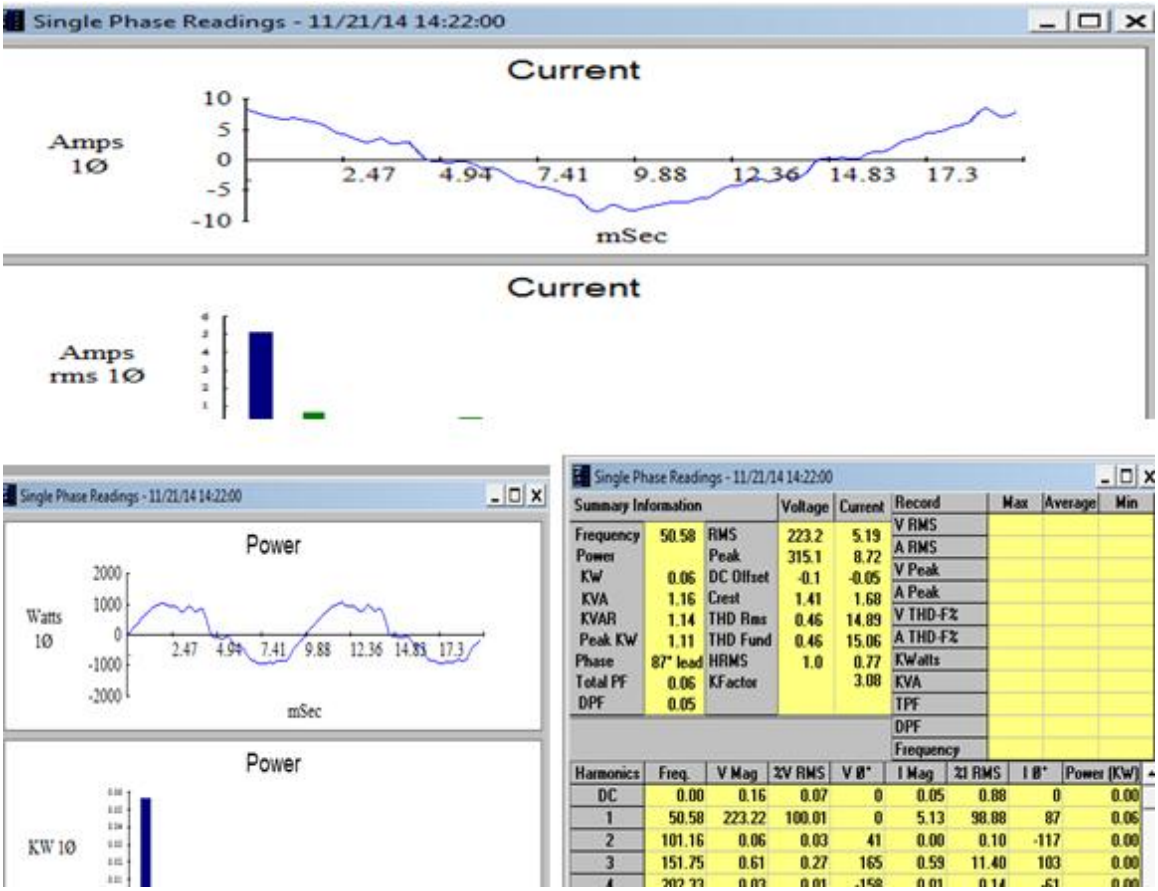


Figure B-76: Les signaux de fil neutre des éclairages du quatrième étage.

Liste de figures

Figure	I-1	:	hôpital Hiram	9
Figure	I-2	:	schéma de l'installation électrique de l'hôpital HIRAM	14
Figure	I-3	:	schéma propose par Schneider-électrique	16
Figure	I-4	:	intégration a des applications tierces	18
Figure	II-1	:	répartition des consommations par usage	24
Figure	II-2	:	la consommation d'énergie dans les hôpitaux	31
Figure	II-3	:	briser la consommation d'électricité dans cinq hôpitaux	33
Figure	II-4	:	exemple d'environnement de patient	41
Figure	II-5	:	zones à risques d'explosion dans une salle d'opération ou d'anesthésie	52
Figure	III-1	:	l'appareil JANITZA UMG 96	58
Figure	III-2	:	exemples de meures de JANITZA UMG 96	61
Figure	III-3	:	caractéristiques de l'appareil JANITZA UMG 96 S	62
Figure	III-4	:	plage de mesure et valeurs mesurées de l'appareil GANITZA UMG 96 S	63
Figure	III-5	:	illustration de la connexion de l'appareil GANITZA UMG 96 S	63
Figure	III-6	:	schéma block de l'interface entre l'appareil JANITZA UMG 96 S et l'ordinateur	64
Figure	III-7	:	le circuit de l'interface	65
Figure	III-8	:	installation de système de mesure sous service	65
Figure	III-9	:	schéma électrique total de l'hôpital	66
Figure	III-10	:	courbes des charges maximales	68
Figure	III-11	:	courbes de consommation électrique de l'hôpital :I13(A), I2(A), I3(A) = f (heure)	72
Figure	III-12	:	courbes des puissances de l'hôpital P(KW), Q(KVAR), S(KVA) = f(heure)	72
Figure	III-13	:	courant et harmoniques du courant de la phase 1	73
Figure	III-14	:	courant et harmoniques du courant de la phase 2	73
Figure	III-15	:	courant et harmoniques du courant de la phase 3	73

Figure	III-16	:	courant et harmoniques du courant de neutre	74
Figure	III-17	:	courant et harmoniques des éclairages du troisième étage	74
Figure	III-18	:	schéma du régime TN	75
Figure	III-19	:	les calibres de disjoncteur ABB Tmax	76
Figure	III-20	:	le disjoncteur ABB Tmax 3*400A installé dans l'hôpital	76
Figure	IV-1	:	la lampe TCS et sa bobine (ballast).	78
Figure	IV-2	:	la lampe fluo compacte utilisée à l'hôpital	79
Figure	IV-3	:	une minuterie électronique	80
Figure	IV-4	:	un capteur infrarouge	80
Figure	IV-5	:	un capteur infrarouge	81
Figure	IV-6	:	un temporisateur par horloge	81
Figure	IV-7	:	exemple d'une facture d'EDL	82
Figure	IV-8	:	4W, 5W E27 rechargeable ampoule LED éclairage de secours	85
Figure	IV-9	:	courant et harmonique d'éclairage de troisième étage	87
Figure	IV-10	:	courant et harmonique d'éclairage de premier étage	87
Figure	IV-11	:	courant et harmonique des climatisations de quatrième étage	87
Figure	IV-12	:	courant et harmonique des appareils cliniques de l'hôpital	88
Figure	IV-13	:	courant et harmonique dans fer à repasser, sécheur et machine à laver	88
Figure	IV-14	:	impédance du circuit bouchon	89
Figure	IV-15	:	impédance d'un réseau équipé des filtres shunts	90
Figure	IV-16	:	courbe Z = f(f) d'un filtre shunt résonant	91
Figure	IV-17	:	une bobine 11mH réalisé	93
Figure	IV-18	:	le filtre passif réalisé	94
Figure	IV-19	:	courant et harmoniques de phase principale 1 après filtrage	95
Figure	IV-20	:	courant et harmoniques de phase principale 2 après filtrage	95
Figure	IV-21	:	courant et harmoniques de phase principale 3 après filtrage	96
Figure	IV-22	:	courant et harmoniques de fils neutre après filtrage	96

Liste de tableaux

Tableau	II-1	:	Répartition des ratios de consommations d'énergie des hôpitaux	25
Tableau	II-2	:	Techniques pour diminuer la consommation énergétique par poste	26
Tableau	II-3	:	Apport d'énergie et de vapeur d'eau suivant l'activité d'une personne	27
Tableau	II-4	:	Niveaux de criticité de certaines activités	46
Tableau	II-5	:	Exemples de classement des locaux à usage médical	47
Tableau	II-6	:	Récapitulation des mesures de protection contre les chocs électriques dans les locaux à usage médical	51
Tableau	III-1	:	les Chagres maximales dans l'hôpital	67
Tableau	III-2	:	les charges maximales d'après les départements	68
Tableau	III-3	:	une mesure journalière avec une température ambiante élevée	69
Tableau	III-4	:	mesures des grandeurs électriques le 29/10/2014	70
Tableau	III-5	:	mesures des grandeurs électriques le 31/10/2014	70
Tableau	III-6	:	mesures des courants et des puissances pendant 24 heures	71
Tableau	IV-1	:	les mesures de grandeurs électriques de la lampe TCS	78
Tableau	IV-2	:	les mesures des grandeurs électriques de deux lampes (TCS et FLUO) par deux vois du courant	79
Tableau	IV-3	:	les mesures des grandeurs électriques de deux lampes (TCS et FLUO) par même voix du courant	79
Tableau	IV-4	:	la consommation des lampes TSC	82

Summary

- If there are peculiarities in the energy consumption of sites, our project is characterized by a certain homogeneity between its sites.

- These commonalities facilitate the implementation of a management aggregate energy .The project becomes necessary because of the increased volumes and costs,and partly because of its recent construction, the project has not yet integrated management for a global reading and mapped energy.

- Energy policy is summarized by technical management (maintenance and daily supplies) and is followed partially, it is not yet the subject of a management strategy.

- In terms of energy issues, energy policy is needed at hospitals. This policy depends on the willingness of management. It must be operated with the aim of mobilizing all stakeholders of the hospital. A strategy that articulates multi-years of plans so that a stock, Indicators, a state of total energy, necessary places, and regular checkups should be adopted.

- Staff awareness on good practices in the hospital, help reducing the energy consumption. Working communication and supervision is an important condition to achieve this goal.

- Energy consumption can be reduced by inexpensive investments, especially for electricity expenses needs heavier investments.

Energy is an area of great complexity, whose analysis is difficult to quantify and mapped. The cost of energy as well as environmental and regulatory considerations, justify the implementation of a proactive policy in hospitals.

In a complex international environment, hospitals must develop an energy policy. A strategic choices must be defined by hospitals. Identification of goals, plans adaptation to actions ,and evaluation must be included. Staff should be in a complete awareness of the needed investment amount that meets the energy challenges perfectly in the preparation of hospitals. Thus the project's aim, is to track possible amount of investment with an awareness of eco-gestures staff investment.

For this, in addition to the commitment and efforts of a direction, it is necessary that public authorities accompany and support hospitals, including the granting of aid to investment, in addition to the commitment and efforts of a direction. In the

other side, Authorities must punish hospitals who neglect the implementation of their legal obligations on the energy issue.

In our project in Hiram hospital, we made the diagnosis, measures and studies of each device to make an estimate of the expected consumption of electricity, and according to the measures by a recording system 24 hours, we see the highest consumption of electricity is in the period between 9: 00 am and 14: 00 pm especially in the summer.

This high energy consumption, is the reason to launch a comprehensive study on energy saving in the hospital.

Air conditioners in the hospital consume 40% of the total energy consumed. After investments we found that they are not installed according to relevant standards. After measuring the current in hospital lighting lamps ,we find that its

best to replace LED lamps to save energy, in the same time ,we looked for another solutions without changing the lamps ,such as remote systems ,lighting (timer, sensor ....) .Shifting to the harmonic signals in the hospital, after investments, we found that the three harmonics are presented through the influence of his lamps ,clinical appliances and air conditioners, for this we realize a passive filter to eliminate these harmonics.

The compliance of electrical NF 211 is more interesting to be performed in the hospital, the administration of the Hiram hospital suggests that applying this project is possible to improve the normative quality of the hospital.