



LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES  
Génie Electrique

RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

**Etude des compteurs d'énergie  
électrique.**

Réalisé Par :

Lamiae HASNAOUI .  
Salma GABBADI.

Encadré par :

Pr. Nor-said ECHATOUI (FST FES).

Mme. Sara LAHKIM BENNANI (RADEEF).

Soutenu le 06 Juin 2017 devant le jury

Pr LAMCHARFI (FST FES)

Pr ABDI (FST FES)

Pr ECHATOUI (FST FES)

# Avant-propos

Suivant le règlement du système de la formation professionnelle au sein de notre royaume, chaque étudiant est mené à passer plusieurs stages durant ses années de formation auprès des sociétés. Et ce, afin de développer son savoir-faire et apprendre les différentes méthodes et technique du travail.

## Objectifs de stage :

Les stages pratiques constituent pour le stagiaire le meilleur moyen d'adaptation aux exigences des sociétés et des établissements en matière de qualification, elles permettent :

- ❖ La découverte du monde du travail
- ❖ Améliorer et développer ses connaissances.
- ❖ S'adapter à la vie d'une entreprise : horaire, encadrement et disciplines
- ❖ Enrichir son savoir-faire.

# Dédicace

## **Nous dédions ce travail :**

### **A nos parents**

**A nos très chères aimées qui nous ont donné toujours l'espoir et le courage pour réussir. Tout ce que nous vous offrons ne pourra exprimer notre amour et notre Reconnaissance que nous vous portons, nous vous offrons ce modeste travail pour vous. Remercier de vos sacrifices et de l'affectation dont vous nous avez toujours entourées.**

### **A nos frères et sœurs**

**Les personnes les plus proches de nos cœurs . Nous espérons être à la hauteur de vos attentes.**

### **A nos amis**

**Nous dédions ce travail, expression de notre profonde affectation avec tous nos vœux de bonheur et de succès dans la vie.**

**Au personnel du Département d'exploitation électricité pour leurs amabilités et leurs Collaborations tout au long de la période de mon stage. Puisse Dieu, le tout Puissant, vous procure santé et longue vie.**

### **A nos professeurs**

**Pour leurs efforts inestimables et leurs bienveillances tout au long de mon cursus universitaire qu'ils trouvent dans ce travail les sincères témoignages de notre profonde affectation et de notre haute considération.**

# Remerciement

Nos remerciements s'adressent tout particulièrement à **Monsieur YOUSSEF LAKLALECH** Directeur Général de la R.A.D.E.E.F qui nous a donné la permission de passer le stage et nous a incité à faire ce choix de recherche.

Par ailleurs nos remerciements vont également à monsieur le **Professeur NOR-SAID ECHATOUI** notre encadrant de FST pour ces précieuses aides, ça bonne humeur permanente et son chaleureux accueil.

Nous tenons vivement à exprimer notre profonde reconnaissance à **Madame SARA LAHKIM BENNANI** notre encadrant de stage, pour ces conseil et pour l'intérêt qu'elle a manifesté durant toute la période de notre stage.

**Mr KHALID LAHLOU**, et **Mr LEBBAR** de la RADEEF qui ont fourni un grand effort pour nous aider à réussir ce travail.

Nous tenons à remercier tous les techniciens et les électriciens pour l'aide et la compréhension dont ils ont fait preuve à notre égard.

Tous les membres du département exploitation électricité pour leur accueil et leur sympathie.

Il est lieu aussi d'adresser nos remerciements à tous les responsables de l'université sidi Mohammed ben Abdellah Fès et surtout à tous les enseignants qui participent à notre formation. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profond respect.

## Sommaire

Abréviations et définition.....	6
Liste figure.....	7
Introduction général .....	8
<b>Chapitre 1 :Présentation de l'environnement de projet.....</b>	<b>9</b>
1.presentation de la RADEEF.....	10
2.Fiche thechnique de la RADEEF.....	11
3.L'organigramme général de la RADEEF.....	12
4.Identification des services.....	13
4.1.Conseil d'administrartion.....	13
4.2.La direction général.....	13
4.3.Comité d'audit.....	14
4.4.Comission d'appel d'offres.....	14
4.5.Les activités de la régie.....	14
4.6.Département électricité.....	15
5.Conclusion.....	17
<b>Chapitre 2 :Le comptage.....</b>	<b>18</b>
Généralité.....	19
1.Méthode classique du comptage.....	20
1.1.Les comptages basse tension.....	20
1.2.Les comptages(HTA /BT).....	20
1.3.Les comptages haute tension.....	20
2.Définition du compteur d'électricité.....	21
3.Les compteurs électromécaniques.....	21
3.1.Introduction.....	21
3.2.Principe de fonctionnement.....	21
4. Les avantages et les inconvénients d'un compteur électromécanique.....	26
4.1.Les avantages.....	26
4.2.Les inconvénients .....	26
5.Les Compteurs numériques.....	27
5.1.Principe de fonctionnement.....	27
6-Conclusion.....	30
<b>Chapitre 3 :Description de la solution.....</b>	<b>31</b>
1.Solution proposée.....	32
2.un compteur connecté sur réseau (communicant).....	32

3.Comment ça marche ?.....	32
4.L'objectif de compteur communicant.....	34
5.Fonctionnalité du compteur communicant.....	35
5.1.Fonctionnalité standards.....	35
5.2.Autres fonctionnalités.....	35
5.3.Nouvelles fonctionnalités.....	35
6.Avantages du compteur communicant.....	36
6.1.Avantage pour les consommateurs.....	36
6.2. Avantage pour les fournisseurs.....	37
6.3. Avantage pour la gestion réseau.....	37
7.les problèmes du compteur communicant .....	37
Conclusion générale.....	39
Les références.....	40

# Abréviations et définitions

**RADEEF** : Régie autonome intercommunale de distribution d'eau et d'électricité de Fès.

**BT** : Basse tension

**MT** : Moyenne tension.

**HT** : Haute tension.

**kVA** : Kilo Volte Ampère

**I** : intensité de courant.

**U** : tension

**W** : unité de la puissance active (watt) .

**P** : puissance active.

**TC** : Transformateur de courant.

**EDF** : Électricité de France.

**C** : la constante caractéristique du compteur représentant la quantité d'énergie électrique qui correspond à une évolution complète du disque (1,7 Wh/Tr).

**Cos  $\Phi$**  : facteur de puissance du circuit.

**C** : L'énergie consommée un temps t.

**VA** : unité de la puissance apparente (voltampère).

**CPL** : Courant Porteur en Ligne.

## Liste de figures

Figure 1 : Organigramme de la RADEEF.

Figure 2 : Préfecture de Fès.

Figure 3 : Organigramme du Département Exploitation Electricité.

Figure 4: compteur électromécanique.

Figure 5 : Compteur numérique.

Figure 6 :Transformateur de courant.

Figure 7 : schéma bloc montre la configuration la plus complète pour les diverses fonctions utilisées.

Figure 8 :schéma explicatif du courant porteur en ligne.

Figure 9 : : illustration du principe général duCPL c'est-à-dire la superposition d'un signal 50 Hz à un signal plus haute réquence.

Figure 10 :schéma décrit le fonctionnement d'un compteur communicant.

Figure 11 : Compteur connecté par réseau (communicant).



# Introduction générale

Dans le cadre de la réalisation de notre projet de fin d'étude, nous avons eu l'occasion d'effectuer notre stage au sein de la Régie Autonome intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité au service client grand compte.

Au cours de ce stage, qui a duré deux mois, nous avons pu enrichir notre formation professionnelle et mettre en pratique nos connaissances acquises lors de notre formation. la période de stage nous est permis de mieux comprendre le monde du travail et de prendre conscience des problèmes de service.

L'énergie produite par la RADEEF est transmise aux clients par l'intermédiaire de compteurs qui enregistrent les consommations de ces derniers pour ensuite être facturées l'objectif de notre projet consiste d'une part l'étude et l'analyse des différents type de compteur d'énergie électrique existants au sein de la régie Autonome de Distribution d'Eau et d'Electricité de plus les avantages et les inconvénients de chaque compteur .

Pour notre rapport de stage, on a divisé notre travail en trois chapitres. Dans le premier chapitre, nous avons donné un aperçu sur le lieu de stage. Le deuxième chapitre décrit les types des compteurs d'énergies électriques utilisé par la RADEEF et les problèmes rencontrés. Le troisième chapitre présentera une nouvelle solution pour éviter les problèmes des compteurs déjà installés.

# Chapitre 1 :

- **Présentation de l'environnement de projet.**

Dans cette partie, nous donnons une présentation générale de la RADEEF afin de clarifier le contexte de fonctionnement interne de cet établissement. Pour cela, nous commençons par la création, l'organigramme, et les activités de la RADEEF.

## **1- Présentation de la RADEEF**

La Régie Autonome intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité de la wilaya de Fès (RADEEF) est un établissement public à caractère industriel et commercial, doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière, placé sous la tutelle du Ministère de l'Intérieur.

La RADEEF a été créée par délibération du conseil municipal de la ville de Fès en date du 30 avril et 29 août 1969 en vertu du Dahir n° 1.59.315 du 23 Juin 1960 relatif à l'Organisation communale, et ce après l'expiration du contrat de concession dont bénéficiait la Compagnie Fassie d'Electricité (CFE) au titre de la distribution de l'énergie électrique.

Par arrêté du 25 Décembre 1969, le Ministre de l'Intérieur a approuvé la délibération du conseil communal de la ville de Fès en date du 29 Août 1969 concernant la création de la RADEEF, fixant la dotation initiale établissant son règlement intérieur ainsi que son cahier des charges.

En Janvier 1970, la RADEEF s'est substituée, d'une part à la « Compagnie Fassie d'Electricité » pour la gestion du réseau électrique, et d'autre part à la ville de Fès pour la gestion du réseau d'eau potable.

La dotation en capital de la Régie, à sa création, fut constituée par l'apport initial auquel se sont ajoutés la valeur des installations, du matériel et du stock remis par la ville ainsi que les fonds détenus pour le compte de celle-ci par l'ancien concessionnaire.

Par la suite, la RADEEF a été transformée en Régie Intercommunale suite à l'arrêté du Ministre de l'Intérieur n°3211 du 02-10-1985 portant autorisation de créer le nouveau syndicat des communes pour la gestion du Service de l'Eau potable dans 19 communes.

La Régie est donc chargée d'assurer, à l'intérieur de son périmètre d'action, le service public de distribution d'eau et d'électricité, elle est également chargée de l'exploitation des captages et adductions d'eau appartenant à la ville.

A compter du 1er Janvier 1996, la RADEEF a été chargée de la gestion du réseau d'assainissement liquide de la ville de Fès en vertu de l'arrêté du Ministre

de l'Intérieur n° 2806-95 du 3 Juin 1996 approuvant les délibérations du conseil de la Communauté Urbaine de Fès et des conseils communaux relevant de cette communauté, lesquelles délibérations ont chargé la RADEEF de la gestion du réseau d'assainissement liquide de la ville de Fès.

Par ailleurs, la RADEEF est assujettie au contrôle des finances de l'Etat en vertu du Dahir n° 1-03-195 du 11 Novembre 2003 portant promulgation de la loi N° 69-00 relative au contrôle financier de l'Etat sur les entreprises publiques et autres organismes.

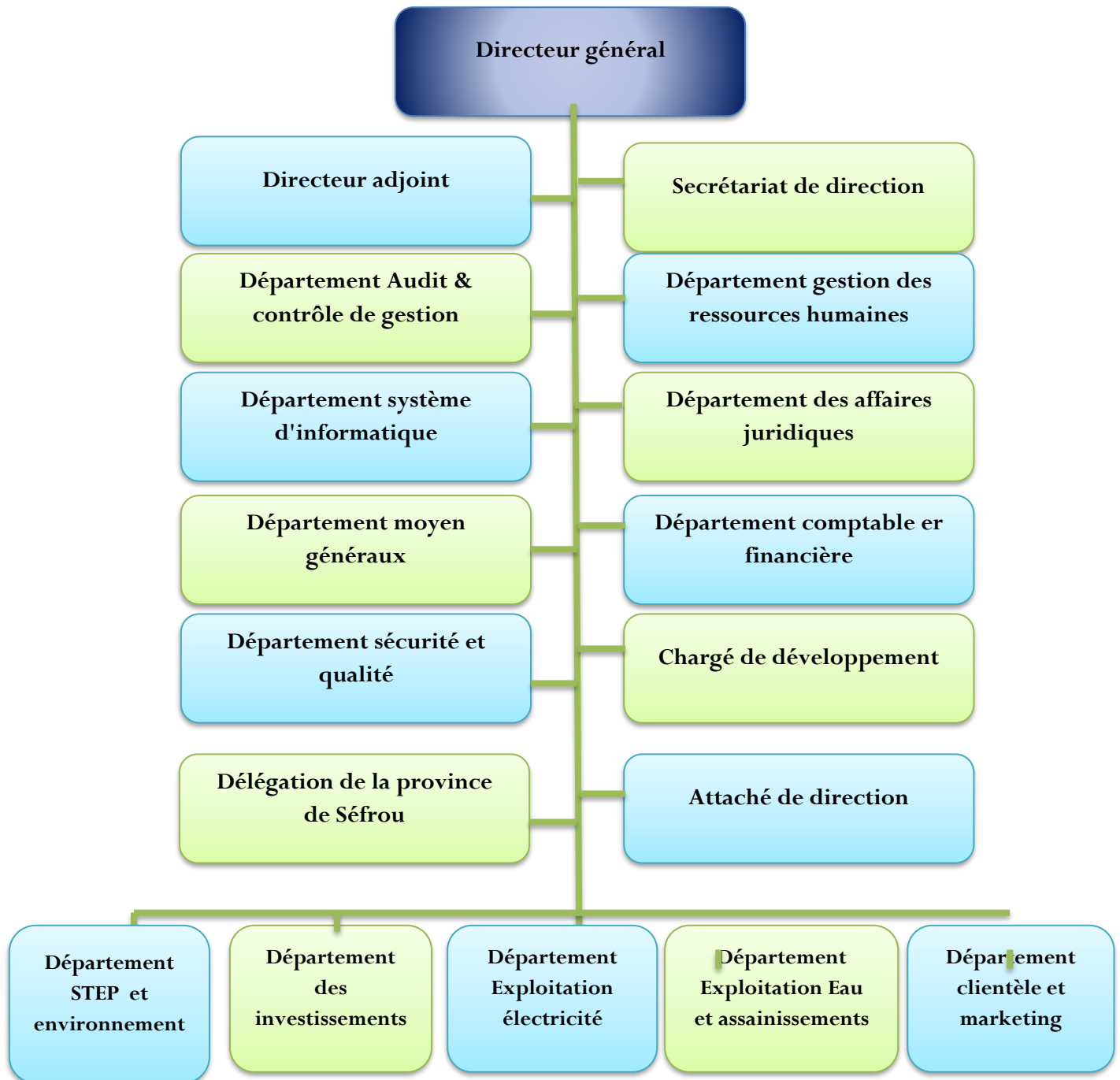
Actuellement, la RADEEF assure la distribution de l'eau et de l'électricité ainsi que la gestion du réseau d'assainissement liquide l'intérieur de la ville de Fès et de la commune Ain Chkef. Elle est en outre chargée de la distribution de l'eau potable dans les communes urbaines de Sefrou et Bhalil ainsi que dans les communes rurales suivantes : Bir Tam-Tam, Ras Tabouda, Sidi Harazem, Ain Timgnai, Ouled Tayeb, Douar Ait Taleb et Douar Ait El Kadi.

## **2-Fiche technique de la RADEEF :**

- Dénomination : Régie Autonome intercommunale de Distribution D'Eau et d'Electricité de FES.
- Siège social : 10, rue Mohammed El KAGHAT B.P:2007, FES.
- Date de création : 1er Janvier 1970.
- Forme juridique : établissement Public à caractère Commercial doté l'autonomie financier.
- Exercice comptable : du 1er janvier au 31 décembre.
- L'activité : la production, la distribution de l'eau potable et l'assainissement liquide et la distribution d'électricité.
- Principale fournisseur : ONEE. L'effectif : 1109 agents.
- Téléphone : 05-35-62-50-15.
- Fax : 05-35-62-07-95.
- E-mail : [dg@radeef.ma](mailto:dg@radeef.ma)

### 3-L'organigramme général de la RADEEF

- L'organigramme de la **R.A.D.E.E.F** se présente comme suit :



**Figure 1 : Organigramme de la RADEEF**

## **4-Identification des services :**

### **4.1 – Conseil d’administration :**

Le conseil d’administration de la RADEEF est présidé par le Wali de la Région Fès Boulemane et se compose des membres suivants :

- ♣ Huit conseillers communaux représentant les communes de Fès, Séfrou et Bhalil.
- ♣ Le représentant du Ministère de l’Intérieur.
- ♣ Le représentant du Ministère des Finances.
- ♣ Le représentant du Ministère de l’Equipement.
- ♣ Assistent à titre consultatif.
- ♣ Le contrôleur d’état de la RADEEF.
- ♣ L’ingénieur municipal de Fès.
- ♣ Le directeur régional de l’ONE à Fès.
  - ♣ Le directeur régional de l’ONEP à Fès.
- ♣ Le directeur régional de l’Energie et des Mines à Fès.
- ♣ Le directeur de l’Agence urbaine de Fès.
- ♣ Le directeur du Bassin Hydraulique du Sebou.
  - ♣ Le directeur général de la RADEEF.
- ♣ Le trésorier payeur de la RADEEF.

### **4.2 - La Direction Générale :**

La Direction Générale est dirigée par un Directeur Général qui assure sous l’autorité et le contrôle du conseil d’administration et le comité de Direction Général, le fonctionnement et la gestion de la Régie, ainsi vient sous sa gérance plusieurs Départements et Divisions dont entre autres notre département d’accueil :

Il est chargé d’assurer en quantité et en qualité la distribution d’électricité selon le besoin de la ville de Fès.

**4.3 - Comité d'audit :** Le comité d'audit a été constitué le 15 Avril 2004. Il est composé du président du conseil

Communal de Fès en sa qualité de président du comité d'audit, du secrétaire général de la Wilaya de la région Fès Boulemane, du représentant du Ministère de l'Intérieur et du Représentant du Ministère des Finances. Le directeur général de la régie assiste à titre Consultatif.

#### **4.4 - Commission d'appel d'offre :**

La commission d'appel d'offres est présidée par le Directeur General de la RADEEF en présence des membres suivants :

- Un représentant du Ministère de l'Intérieur,
- Le Contrôleur d'Etat de la RADEEF,
- L'Ingénieur Municipal de Fès,
- Un représentant du service des marches,
- Un représentant du service financier,
- Un représentant du service utilisateur.

#### **4.5 - Les activités de la Régie :**

- Activité Electricité.
- Activité eau potable.
- Activité Assainissement

##### **➤ Activité Electricité :**

La régie (RADEEF) assure la distribution de l'énergie électrique moyenne tension et basse tension a plus de 1.076.251 habitants répartis sur l'ensemble du territoire de la préfecture de Fès qui regroupe la commune urbaine de la ville partagée en arrondissements :

Agdal, Zouagha, Saiss, Medina, Jnanates, Merinides, et les communes Ain Chkef et Mechoir.

La zone d'action de la RADEEF en matière de distribution d'électricité est indiquée sur la carte, figure :



**Figure 2 : Préfecture de Fès**

#### **4.6 - Département Electricité :**

Le département Exploitation électricité a connu de profondes mutations, grâce à la réalisation du projet innovant BCC (Bureau Central de Conduite). Cette innovation permet, à partir d'un bureau central de conduite, de gérer en temps réel l'ensemble du réseau d'électricité moyenne tension de la ville de Fès. Cet accès à distance est réalisé par

L'intermédiaire des postes asservis(PA), ces derniers permettant au BCC de commander tous les postes réseaux qui sont éloignés. Le département Exploitation électricité s'occupe principalement des travaux d'exploitation électricité, de la gestion du réseau électrique et assure aussi la mise en conformité de l'éclairage public de la ville de Fès.

Depuis la création de la wilaya de Fès en Janvier 1991, la RADEEF a, du point de vue électrique, orienté ses efforts dans le but d'atteindre les objectifs suivantes :

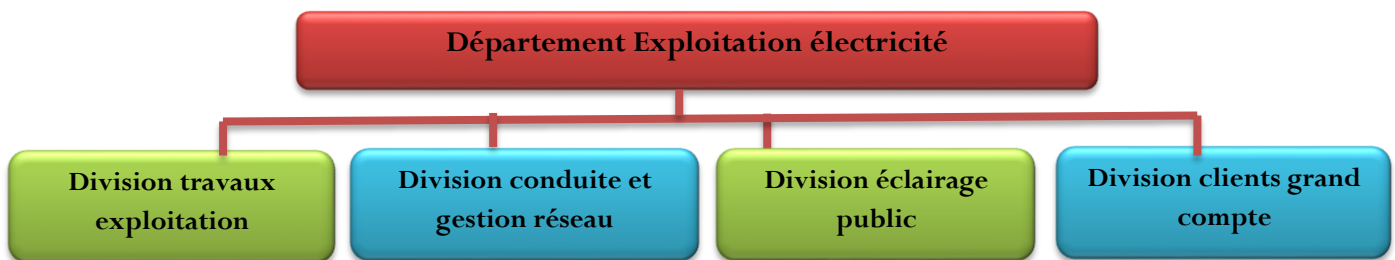
- Garantir l'alimentation en énergie électrique de la ville de Fès en répondant à ses besoins sans cesse croissants.



- Electrifier les quartiers périphériques dépourvus d'électricité.
- Reconversion BT du 5.5 KV au 20 KV .
- Reconversion BT du B1 en B2.
- Améliorer la qualité de la distribution dans les quartiers qui souffrent de chutes de tension.
- Fiabiliser le réseau de distribution.

La RADEEF a établi en 1993 un contrat avec l'électricité de France (EDF) pour l'étude d plan directeur de développement du réseau électrique de la wilaya de Fès sur les 20 années à venir. Cette étude a été achevée en Juin 1995 et a permis par ailleurs de traiter la faisabilité d'un système de télé conduite des postes ressources et du réseau moyenne tension. La RADEEF coordonne avec l'ONE (Office National de l'Electricité) pour les grands projets électriques.

*Ce département possède des divisions :*



**Figure 3 : Organigramme du Département Exploitation Electricité**

**Division travaux exploitation:** cette division fait la maintenance et l'équipement du réseau HTA et BT. Ces travaux sont maintenus par soit le personnel de la RADEEF ou par l'entreprise soumissionnée.

**Division conduite et gestion de réseau :** cette division a pour rôle d'assurer la continuité d'électricité, de protéger et réparer le matériel en cas de défaut.

**Division éclairage public :** cette division prend en charge dans les conditions du cahier des charges appliquées à la régie, le suivi des travaux des entreprises pour la réalisation des travaux du réseau de distribution et d'éclairage public et l'entretien d'éclairage public.

**Division client grand compte :** Notre stage se déroulé dans cette division qui répondre aux besoins des abonnés MT et même prendre le relevé du comptage MT il s'occupe de la pose des compteurs pour les industriels et gros

consommateurs ( $\geq 90A$ ) avec facturation. Il s'intéresse à la gestion des abonnés moyenne tension tels que :

- Abonnement
- Facturation
- Résiliation des contrats
- Réception des nouveaux postes abonnés.

### **5-Conclusion :**

Dans cette partie, nous avons présenté l'organigramme et la fiche technique de la RADEEF et le département exploitation électricité dont lequel on a effectué notre stage et qui nous a aidés à traiter notre sujet.

## Chapitre 2 :

- Le comptage

## • Généralités :

Les compteurs électriques mesurent l'énergie électrique consommée. A partir de cette valeur, on peut aussi évaluer la puissance moyenne sur une période de temps donnée. Par exemple 10 kWh consommés en 1/2 h équivalent à une puissance de 20 kW. Ces compteurs ont pour rôle essentiel la facturation des consommations, mais rien n'empêche de les utiliser comme compteur "divisionnaire" lorsqu'ils ne mesurent qu'une branche de l'installation électrique. On distingue les compteurs à courant alternatif monophasés ou triphasés et ceux à courant continu. Dans les réseaux à courant alternatif monophasé ou triphasé usuels, on utilise le plus souvent les compteurs à induction appelés compteurs mécaniques.

Certains disposent de plusieurs cadrans d'affichage, fonction du nombre de tarifs d'application. La commutation d'un tarif vers l'autre s'effectue par un signal codé émis par le distributeur.

Si l'on veut connaître le profil de consommation des équipements raccordés sur le compteur et établir un diagramme de charge de l'installation, il est nécessaire d'enregistrer le mouvement du disque mobile au moyen d'un lecteur optique que l'on fixe sur le compteur. Celui-ci émet un signal chaque fois que le repère noir du disque passe dans son champ de vision. Il transforme alors (soit directement, soit via un émetteur d'impulsion séparé) les signaux optiques en impulsions qui peuvent être enregistrées par un "data logger".

De plus en plus, ces compteurs sont remplacés par des compteurs électroniques émettant directement des impulsions pouvant être comptabilisées par un "data logger".

Pour la mesure de fortes intensités, le compteur est associé à un TC ou "Transformateur de courant" : celui-ci réduit l'intensité réellement mesurée grâce à l'introduction d'un transformateur (par exemple, un TC 200/5A signifie une échelle de mesure pouvant atteindre 200 A alors que le courant réellement mesuré par l'appareil est au maximum de 5 Ampères). Le calibre du compteur est déterminé par le courant maximal admissible. Plus précisément, deux valeurs vont caractériser le calibre. Par exemple, un calibre 20-60 A signifie que l'appareil est prévu pour un courant nominal de 20 A, mais qu'il peut "encaisser" des courants jusqu'à 60 A, avec une précision et un échauffement corrects. Le rapport  $I_{max}/I_{nom}$  (ici égal à 3) est appelé "facteur de charge".

## **1 –Méthode classique du comptage :**

L'énergie produite par la RADEEF est transmise aux clients par l'intermédiaire de compteurs qui enregistrent les consommations de ces derniers pour ensuite être facturées. Ils existent trois types de comptage à la RADEEF qui sont :

- le comptage BT (Basse tension).
- le comptage HTA/BTA (Haute tension / Basse tension).
- le comptage HT (Haute tension).

### **1-1 Les comptages basse tension (BT) :**

Ils se subdivisent en deux groupes :

- Les comptages simple tarif dont l'énergie consommée est enregistrée par des compteurs ordinaires pour des intensités comprises entre 3 et 30 A en monophasé et en triphasé.

- Les comptages double tarif dont l'intensité est supérieure à 30A. Pour ce cas de figure le client alimenté, est situé à quelques mètres du poste de distribution public et que la puissance demandée n'excède pas quelques kilowatts.

### **1-2 Les comptages (HTA/BTA) :**

Ce type de comptage est généralement utilisé pour les clients privés dont l'alimentation en énergie électrique nécessite la construction d'une ligne moyenne tension et d'un poste de transformation. Ils peuvent être près d'un réseau électrique ou même très éloigné. Ces deux types de comptages sont autorisés lorsque la puissance installée n'excède pas 1250 KVA, au-delà de cette puissance il faut nécessairement faire un autre type de comptage du côté HT.

### **1-3 Les comptages haute tension (HT) :**

Lorsque la puissance installée est supérieure à 1250 KVA, le comptage est réalisé du côté HTA avec des équipements spéciaux tels que les cellules de comptages. Ce type de comptage est utilisé en industrie dont les besoins en puissance est supérieure à plusieurs KVA. Cette possibilité donne la latitude aux clients d'installer plusieurs transformateurs selon ses besoins avec un seul compteur d'énergie placé au poste de livraison.

Les compteurs utilisés pour ces trois types de comptages sont :

- les compteurs électromécaniques (monophasés /triphase).
- les compteurs numériques.

## **2-Définition du compteur d'électricité :**

Un compteur électrique est un organe électrotechnique servant à mesurer la quantité d'énergie électrique consommée dans un lieu en **kWh** : habitation, ou dans des lieux d'activités professionnelles ou industrielles ... Cet appareil s'intègre dans un circuit électrique, et permet à la RADEEF de comptabiliser l'énergie consommée par un client et de facturer ce dernier en conséquence.. À l'origine ces appareils étaient de conception électromécanique, ils sont remplacés dorénavant par des modèles électroniques. Les nouvelles versions de compteurs électriques sont des compteurs connectés par réseau appelés parfois compteurs communicants.

Soit  $x(t)$  une grandeur électrique (volt, ampère, watt, voltampère, etc.) susceptible de varier avec le temps  $t$  on appelle compteur d'électricité un appareil qui effectue d'une façon continue l'intégration :

$$\int_0^t x(t) dt$$

et qui donne à chaque instant (ou pratiquement à chaque instant) le résultat actuel de cette intégration soit sous forme convenant à une lecture directe, soit sous toute autre forme adaptée à l'utilisation envisagée.

Le comptage de l'électricité s'applique à des grandeurs électriques très diverses et est utilisé pour des modes de tarification très variés. Pour répondre à ces différents besoins, il existe de très nombreux types de compteurs.

## **3-Les Compteurs Électromécaniques :**

### **3-1- Introduction :**

Ce sont les plus anciens compteurs. On les reconnaît à leur disque qui tourne proportionnellement à l'énergie consommée. Ils se fixent à l'aide de trois points d'attache. Leur intérêt est leur grande robustesse et leur facilité d'installation. Les compteurs que l'on trouve principalement sur le marché sont des compteurs rénovés. Il s'agit de la première génération de compteurs installés.

**3-2 Principe de fonctionnement :** Les éléments essentiels du compteur sont visibles à travers le capot transparent, à savoir :

- le disque aluminium constituant le rotor.

- l'inducteur «Tension» constitué par une bobine comportant un grand nombre de spires de fil fin.
- l'inducteur «Intensité» constitué par quelques spires de gros fil.
- L'aimant de freinage.
- le totaliseur d'énergie constitué d'un ensemble d'engrenages qui actionne un dispositif d'affichage.



**Figure 4: compteur électromécanique**

Dans les **compteurs électromécaniques**, le comptage de l'énergie s'effectue en comptant le nombre de rotations d'un disque animé par **des courants induit**. Leur principe de fonctionnement est basé sur l'électromagnétisme. Un disque mobile (généralement en aluminium) monté sur un axe tournant entraîne un mécanisme de comptage mécanique. Ce disque est soumis aux champs magnétiques alternatifs produits par deux électroaimants disposés à sa périphérie, l'un est parcouru par le courant circulant dans le fil de phase et l'autre par un courant proportionnel à la tension du réseau. Les compteurs utilisés par la R.A.D.E.E.F sont du type monophasé ou triphasé. Pour les triphasés, ils sont

constitués des mêmes éléments que les compteurs monophasés, mais à la différence de ceux-ci, ils comportent deux ou trois bobines tension et intensité. Leur équipement mobile est constitué soit d'un disque, soit de deux ou trois disques solidaires.

Le compteur possède également un dispositif de freinage afin de permettre :

- l'étalonnage de l'appareil.
- la réduction de la vitesse de rotation du disque, limitant ainsi l'usure de l'axe de rotation.
- l'arrêt du disque instantanément après coupure du courant.

### **3-1 Courant induit :**

Le courant induit naît dans un conducteur si celui-ci est soumis à une aimantation variable qui peut être obtenue à l'aide d'une bobine parcourue par un courant alternatif. Par ailleurs, le passage d'un courant dans un conducteur crée dans son entourage un champ magnétique susceptible d'être influencé par d'autres champs magnétiques. On assimile un disque à un ensemble de conducteurs soudés côte à côte dans le sens des rayons du disque. Par conséquent, un disque parcouru par un courant induit et soumis à une aimantation variable, peut tourner autour de son axe. Pour que le disque du compteur électrique puisse tourner, deux conditions sont donc nécessaires :

- Le disque doit être parcouru par un courant électrique : lorsque le circuit d'utilisation est fermé, le courant parcourt la bobine «Intensité» et produit un courant induit dans le disque.
- Le champ magnétique du courant induit doit être soumis à une aimantation variable telle que celui produit par l'électroaimant (bobine «Tension»).

### **3-2 Puissance électrique :**

En régime permanent, le disque tourne à vitesse constante sous l'action de deux couples antagonistes dont les moments sont :

- Le couple moteur dû à l'action simultanée des deux inducteurs (ou bobines)  $U, I$ .
- Le couple de freinage dû à l'action d'un aimant permanent.
  - Pour le couple moteur, la valeur moyenne résultante est de la forme :



$$M_{UI} = C \times U \times I \times \cos \Phi$$

C : étant la constante caractéristique du compteur représentant la quantité d'énergie électrique qui correspond à une évolution complète du disque (1,7 Wh/Tr).

U : la tension de l'alimentation

I : l'intensité du courant dans le circuit d'utilisation.

$\Phi$  : le déphasage entre l'intensité et la tension du courant.

$\cos \Phi$  : facteur de puissance du circuit d'utilisation.

- Pour le couple de freinage, le moment est de la forme :

$$M_f = D \times \Omega$$

D : étant une constante du compteur dépendant de l'aimant permanent utilisé.

$\Omega$  : étant la vitesse angulaire du disque.

La puissance active consommée est proportionnelle à la vitesse de rotation du disque, et par suite, l'énergie consommée est proportionnelle à la vitesse angulaire de la rotation du disque. Le totaliseur permet de totaliser le nombre de tours évolués et d'afficher la quantité d'énergie consommée en kWh.

### **3-3 Cas pratique dans la RADEEF :**

L'étude menée au sein de la RADEEF avec un certain nombre de données nous a permis de visualiser pratiquement le comportement du compteur classique et calculer la puissance électrique.

#### **1 - Observation du fonctionnement de l'appareil :**

- Alimenter seule la bobine «Tension» : mettre le compteur sous tension, en l'absence de tout circuit d'utilisation à la sortie du compteur, le disque reste immobile.
- Alimenter simultanément les deux bobines : après avoir mis l'appareil sous tension, brancher le circuit d'utilisation à la sortie du compteur. Le disque tourne.

Refaire l'expérience après avoir modifié le nombre des appareils électriques dans le circuit d'utilisation (pour augmenter ou pour diminuer la consommation

électrique). Et on a Observé un changement sur la vitesse de rotation du disque après chaque modification.

## 2 - Calculer la puissance électrique :

### Matériel nécessaire :

- Un chronomètre
- Un circuit de récepteurs
- Un voltmètre
- Un ampèremètre

Tout d'abord mettre l'ensemble (compteur et circuit d'utilisation) sous tension après mesurer le temps ( $t_1$  , en secondes) mis par le disque pour faire N révolutions complètes ,plus N est grand, plus la précision de la mesure sera bonne ( $N \geq 20$ ).

L'énergie consommée pendant ce temps  $t_1$  a donc été :  $W = N \times C$

La constante C nous informe que 1,7 Wh correspondent à 1 tour.

En relevant la tension et l'intensité sur les appareils de mesure, on détermine le produit :

$$U \times I \times t_1$$

## 2 - Mesure de l'énergie dans un circuit triphasé :

### Matériel nécessaire :

- Un à trois compteurs monophasés (en cas de mesures simultanées).
- Trois circuits d'utilisation.
- Un chronomètre

Un circuit triphasé est assimilé à un système de trois circuits monophasés. En pratique, les puissances absorbées par chacun de ces circuits monophasés sont souvent différentes. Il est donc nécessaire de mesurer l'énergie consommée par chacun de ces trois circuits.

Mesurer l'énergie consommée par chaque circuit séparément, à l'aide d'un même compteur monophasé. Totaliser les consommations, ou réaliser un montage avec trois unités de mesure, en utilisant pour chaque compteur le fil neutre + un fil de phase. Les circuits d'utilisation sont branchés sur le fil neutre en commun et sur la sortie de chaque compteur respectivement. Certains

constructeurs fabriquent des compteurs à deux ou trois éléments (ou ponts) moteurs agissant sur un seul disque.

#### **4- les avantages et les inconvénients d'un compteur électromécanique (Classique) :**

##### **4-1 les avantages :**

L'affichage mécanique est le plus ancien des affichages il présente l'avantage de pouvoir être lu y compris lors de la coupure de courant. De plus en cas de détérioration ou de vandalisme, la dernière valeur enregistrée reste affichée ce qui rend sa lecture toujours possible.

On outre son intérêt est sa grande robustesse et sa facilité d'installation.

##### **4-2 les inconvénients :**

Tandis que ce compteur procure à leurs utilisateurs et à la RADEEF une foule d'avantages, il leur pose des problèmes :

Les compteurs électromécaniques peuvent également tourner dans l'autre sens si on inverse le flux électrique malgré que conçus pour tourner dans un seul sens, On dit alors que le compteur tourne à l'envers si :

- **Pas de production** : lorsqu'il y a uniquement consommation d'électricité, le compteur tourne à l'endroit (vers la droite) et votre facture augment.
- **Production < consommation** : le compteur tourne à l'endroit, mais plus lentement que dans le 1er cas.
- **Consommation = Production**: le compteur est à l'arrêt, vous produisez exactement ce que vous consommez.
- **Production > consommation** : le compteur tourne à l'envers, votre facture diminue.

C'est pour ça la technologie a évolué et sont apparus les compteurs numériques. Ceux-ci ne peuvent évidemment pas tourner à l'envers puisqu'il n'y a plus de disque électromagnétique. Cependant, il est très aisé de les programmer pour compter l'électricité qui a été prélevée du réseau et l'électricité qui a été injectée dans le réseau.

## **5-Les Compteurs numériques :**

### **5- 1 Principe de fonctionnement :**

Pour un compteur d'électricité numérique, la formule fondamentale de la mesure de l'énergie électrique est toujours représentée par l'intégrale :

$$\int_0^t u(t)i(t)dt$$

**Avec**  $u(t)$  : tension instantané présente par le réseau.

$i(t)$  : courant instantané parcourant par le réseau.

Le système de comptage est électronique et ils sont souvent moins encombrants que les compteurs classiques. Le fonctionnement se fait à l'aide d'un shunt. La tension mesurée aux bornes de ce shunt est proportionnelle à l'intensité qui le traverse. Ils peuvent être à affichage mécanique ou LCD (numérique). Ces compteurs sont plus sensibles aux surintensités et surtensions, et tout particulièrement à la foudre. Il s'agit de la deuxième génération de compteurs installés par EDF. Le contenu de ses index peut être affiché sur un écran à cristaux liquides.

Affichage de l'index  
de consommation en  
KWh



**Figure 5 : Compteur numérique**

Pour la mesure de fortes intensités, le compteur est associé à un TC ou "Transformateur de courant" : celui-ci réduit l'intensité réellement mesurée grâce à l'introduction d'un transformateur .



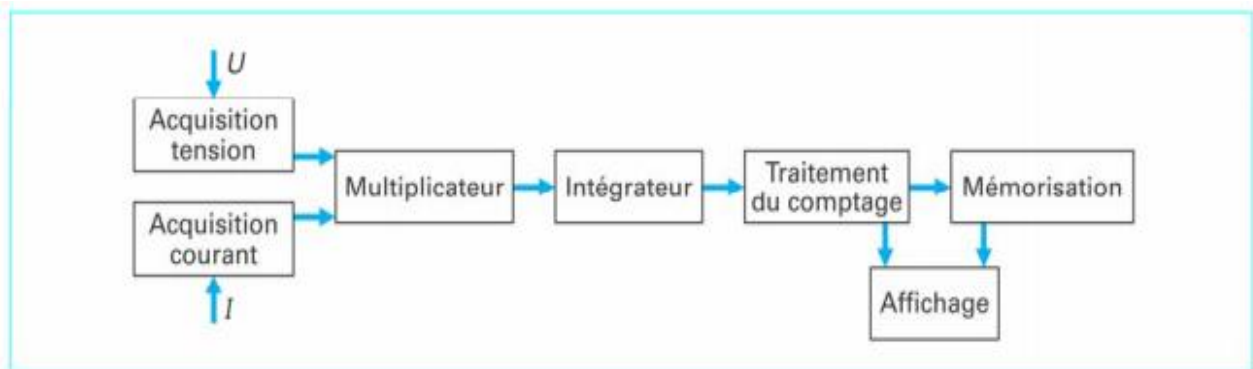
**Figure6 :Transformateur de courant(TC)**

Le compteur électronique numérique correspond à la deuxième génération de compteur. Il n'y a plus de roue, toutes les informations sont affichées sur un écran Le compteur est donc composé d'un cadran ainsi que de deux touches (boutons poussoirs) S et D. Il affiche dans l'ordre la puissance instantanée, l'option tarifaire choisie (exemple : tarif Base ou tarif heure pleine heure creuse), la puissance souscrite (exprimée en Ampères et kVA), la puissance instantanée en Watts, l'intensité maximale atteinte, l'index des consommations et le numéro de série du compteur.

- **La touche D** : pour accéder à votre **index compteur**
- **La touche S** : quant à elle, nous permet de faire passer d'une information à l'autre :
  1. la puissance instantanée
  2. le réglage du disjoncteur choisi et la puissance souscrite
  3. l'intensité instantanée activée en watts et la puissance apparente en VA.
  4. le numéro de série du compteur.
  5. le compteur de consommation instantanée qui vous donne les kW consommés sur une période donnée.
  6. le contrôle du fonctionnement de l'écran.

Un compteur numérique devra donc réaliser un certain nombre de fonctions telles qu'acquisition, multiplication, intégration, traitement des mesures, mémorisation, sommation et affichage.

Le principe de fonctionnement peut être représenté par le schéma bloc de la figure ci-dessous qui montre la configuration la plus complète pour les diverses fonctions utilisées. Selon la technologie employée pour le compteur, certaines fonctions pourront être regroupées : c'est le cas, par exemple de certains types de multiplicateurs qui travaillent directement à partir des signaux de tension et de courant et ne nécessitent donc pas de circuits d'acquisition de ces données



**Figure 7 : schéma bloc montre la configuration la plus complète pour les diverses fonctions utilisées.**

Le compteur numérique (affichage LCD) présente l'avantage de pouvoir afficher différentes informations : (tarifs du KWh, Watt, tension) .

Le système de comptage électronique est souvent moins encombrant que les compteurs classiques.

Les données calculées ainsi que les paramètres programmés sont enregistrés sur une mémoire non-volatile permettant leur sauvegarde en cas de coupure d'alimentation. Le compteur permet l'affichage de plus de 100 données parmi une liste disponible de plusieurs centaines. Le choix des données à afficher est programmable par l'utilisateur.

Le compteur numérique nous offre plusieurs possibilités de raccordements selon les types de réseau d'alimentation (réseau conventionnel).

Ces compteurs sont plus sensibles aux surintensités et surtensions, et tout particulièrement la foudre.

les pannes de courant pourront être détectées plus rapidement.

## **6-Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons parlé sur les compteurs d'énergie électrique présent dans les installations électriques de la RADEEF et nous avons donné une vision globale sur ces compteurs et sur leur fonctionnement ainsi ses avantages et ses problèmes.

## Chapitre 3 :

- Description de la solution



## **1- Solution proposée :**

Après l'étude pratique qui nous a permis de connaître les différents types des compteurs électriques utilisés par le réseau **R.A.D.E.E.F** et constater l'existence des avantages et des inconvénients de chaque compteur, il nous a été demandé de proposer des solutions pour y remédier. Ainsi nous avons suggéré d'utiliser les compteurs connectés sur réseau qui s'appellent les compteurs communicant. Ces compteurs ont la même fonctionnalité que les compteurs actuels, mais permettent aussi d'envoyer des informations de consommation au distributeur d'électricité de manière quotidienne. Leur but est d'améliorer le service afin notamment de permettre aux consommateurs de gérer eux même leur consommation et de recevoir des factures dont le montant bien déterminé est issu d'un comptage précis.

## **2-un compteur connecté sur réseau (communicant) :**

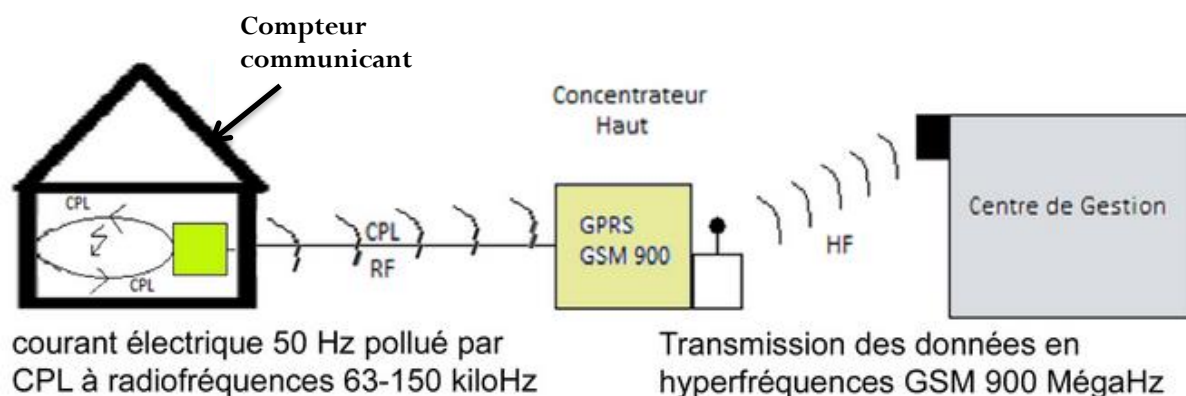
Un compteur communicant, est un compteur électrique pas fondamentalement différent de celui que on a aujourd'hui sa fonction consiste à compter l'électricité consommée, sauf qu'il peut communiquer avec l'extérieur ceci signifie qu'il peut recevoir des ordres et envoyer des données sans l'intervention physique d'un technicien. Il a été conçu pour faciliter la vie des clients. Il est équipé d'un système informatisé reliés au système électrique du foyer, ce compteur calcule à 1kwh près le débit de l'électricité consommé. Le chiffre précis en temps réel est fourni par le compteur afin d'informer le consommateur et le distributeur. De plus il transmet simplement les informations qu'il affiche et qui sont directement connectées aux bases de données des fournisseurs d'énergie. Ces informations facilitent les relevés à distance, le suivi précis des consommations et la fraude.

## **3-Comment ça marche ?:**

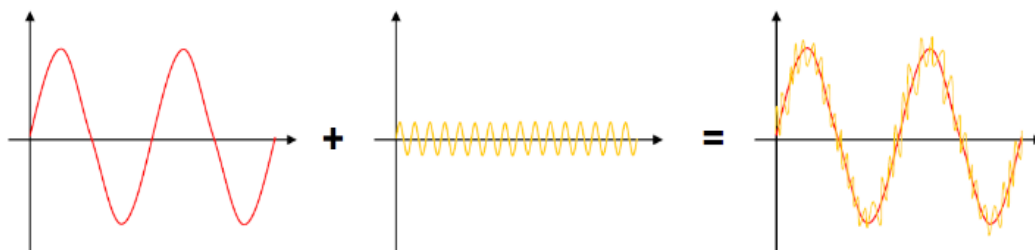
Comme les précédents compteur, le compteur communicant mesure, en permanence l'énergie consommée par une installation électrique et stocke cette valeur sous la forme d'index. Un dispositif de stockage, le concentrateur, situé dans le transformateur du quartier, interroge le compteur une fois par jour entre minuit et 6 heures du matin pour collecter les index stockés au cours de la journée écoulée. Cette interrogation dure moins d'une minute. Le concentrateur transmet ensuite ces données à un serveur informatique par un réseau GPRS existant

Le compteur communicant utilise une technologie connue depuis les années cinquante : le Courant Porteur en Ligne (CPL) qui permet d'envoyer et de recevoir les informations dans les câbles électriques existant dans l'habitation. Le principe de cette technologie consiste à coupler un signal haute fréquence (HF) au signal 50 Hz du réseau électrique (figure 9) un signal à plus haute fréquence et de faible énergie. Ce deuxième signal se propage sur l'installation électrique et peut être reçu et décodé à distance. Ainsi le signal CPL est reçu par tout récepteur CPL de même catégorie se trouvant sur le même réseau électrique.

- Le signal circule dans les câbles du réseau électrique basse tension, jusqu'au poste de distribution du quartier où est logé le concentrateur, en se superposant au courant électrique.
- Le concentrateur agrège les données d'un groupe de compteurs et les transmet, par GPRS, au Système d'Information Centralisé. Le système du compteur utilise le réseau de télécommunication existant.



**Figure 8 :schéma explicatif du courant porteur en ligne**



### **Figure 9 : illustration du principe général du CPL c'est-à-dire la superposition d'un signal 50 Hz à un signal plus haute réquence**

C'est le CPL qui rend possible les fonctionnalités "communicantes" du compteur connecté sur réseau. De nouveaux services seront progressivement proposés, pour permettre à chacun d'entre nous une consommation d'électricité toujours mieux maîtrisée, synonyme d'économies d'énergie.

#### **4-L'objectif de compteur communicants :**

Grâce à ce compteur, les consommateurs peuvent également demander un changement de tarif mieux adapté à leurs modes ou habitudes de consommation des usagers en temps réel sans avoir à attendre les services d'un technicien et de pouvoir en conséquence mieux la maîtriser pour faire des économies. Ces compteurs sont réglables à distance sans intervention directe des agents des sociétés distributrices. Le règlement d'un problème lié à la consommation automatisé à distance libère donc les consommateurs des cinq jours d'attente pour un changement de tarif par exemple.

Une fois le nouveau compteur installé dans le logement, les ménages disposent d'un accès personnalisé et sécurisé à un site mis en place par le réseau d'électricité où les consommateurs peuvent consulter leur consommation journalière, voire horaire pour ceux qui en font la demande. Données qui sont mises à jour quotidiennement.



**Figure 9 : Compteur connecté par réseau (communicant)**

## **5-Fonctionnalité du compteur communicant :**

### **5-1 Fonctionnalités standards :**

- Enregistrement de plusieurs index de consommation.
- Enregistrement de la valeur maximale de la puissance consommé.
- Communication locale.
- Contact paramétrable.
- Gestion de la pointe mobile.

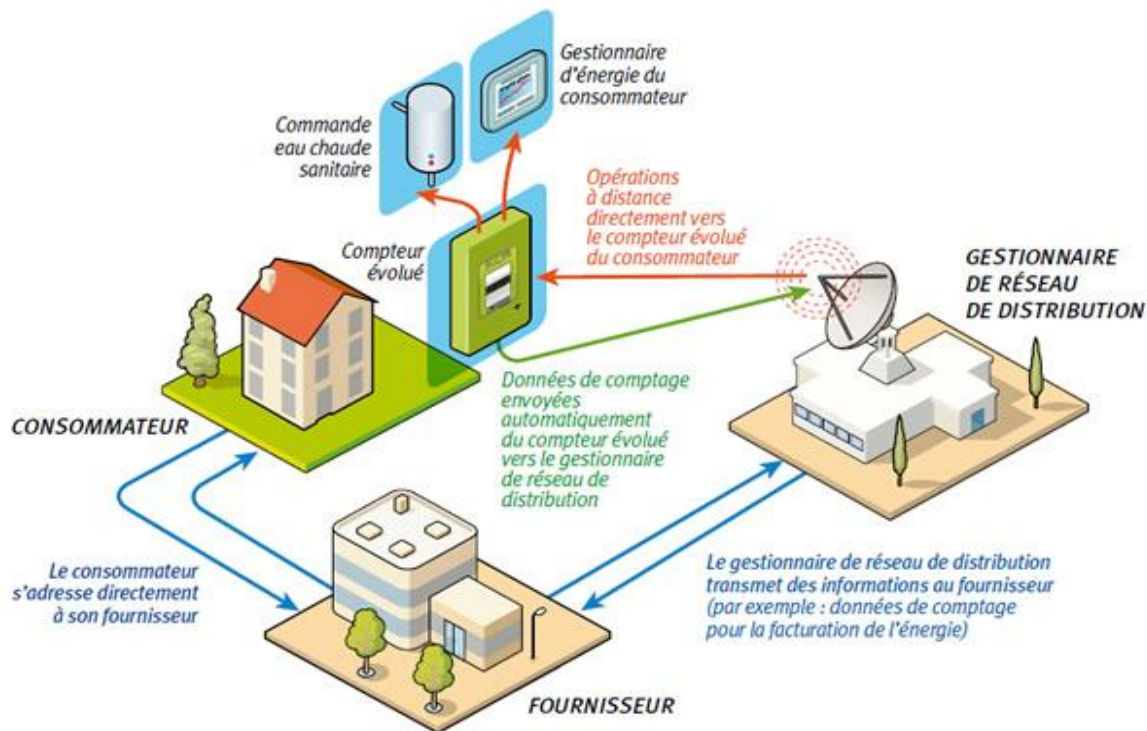
### **5-2 autres fonctionnalités :**

- Enregistrement de la production.
- Relève à distance de la production.
- Mesure des excursions de la plage réglementaire de la tension.
- Mesure de la durée des coupures.

### **5-3 Nouvelles fonctionnalités :**

- Enregistrement de plusieurs index de consommation pour le fournisseur.
- Relève à distance de la consommation.
- Courbe de charge à pas paramétrable.
- Interrupteur pour la coupure de l'alimentation.

- Coupure et autorisation de rétablissement à distance.
- Affichage évolué.
- Communication locale évoluée.
- Gestion de 7 contacts externes supplémentaires.
- Détection de la fraude.



**Figure 10 :schéma décrit le fonctionnement d'un compteur communicant**

## **6-Avantages du compteur communicant :**

Le compteur communicant ça change donc beaucoup de choses et surtout ça simplifie pas mal la vie parmi ses avantages :

### **6-1 Avantages pour les consommateurs :**

- faciliter la vie des clients : consultation à distance de sa consommation journalière nouvelles offres tarifaires, baisse de la consommation et donc de la facture
- Meilleure maîtrise de la demande d'énergie.
- Consulter la consommation d'électricité par Ordinateur, téléphone tablette à tout moment grâce à un espace personnel sécurisé. Ainsi, ils peuvent savoir précisément ce qu'ils consomment, heure par heure, jour par jour, mois par mois et ainsi adapter leur consommation en fonction.
- Facturation sur données réelles.

- Absence de dérangement pour les opérations liées au compteur.
- Réduction des délais de réalisation des présentations.
- Offres de fournitures et de service diversifiées.

### **6-2 Avantages pour les fournisseurs :**

- Fiabilisation de la gestion des périmètres d'équilibre.
- Possibilité de proposer des offres tarifaires innovantes.
- Relevés à la demande.

### **6-3 Avantages pour la gestion du réseau :**

- Fiabilisation de relevé.
- Meilleure gestion de la demande en électricité.
- arrêter à distance Les appareils pour réguler les pointes de consommation.
- Le distributeur d'électricité connaît jour par jour votre consommation précise.
- Gains de productivité.
- Maitrise des pertes non techniques.
- Intégration des sources de production décentralisées et intermittentes (énergies renouvelables).
- Capacité à gérer les facteurs de stress pour le réseau émergeant des nouveaux usages.

### **7-Problèmes du compteur communicant :**

- Pilotage à distance : capacités de l'opérateur de modifier d'autorité la puissance fournie à chaque client, de couper ou rallumer des lignes.
- Compteurs voisins communiquants entre eux : possibilités de pirater cette communication et de modifier par malveillance les paramètres (consommations, etc.)
- Manque de souplesse : le compteur électromécanique accepte + ou - 15% de dépassement de puissance sollicitée sans faire disjoncter ,ce n'est pas le cas du compteur communicant obligation de souscrire un abonnement de puissance supérieure et donc surcoût.
- L'utilisation du CPL par ce compteur sensible aux perturbations électromagnétiques .
- L'utilisation du CPL nécessite la pose d'un équipement dans la poste de transformation MT/BT.

- De plus à propos de l'installation de ces compteurs les études sur la phase d'expérimentation ont prouvé qu'ils provoqueraient des départs d'incendie tel que Sur les 300 000 compteurs communicant testés en cinq ans, **8 cas d'incendies** ont été recensés.

# *Conclusion générale*

La vie active, pratique ou professionnelle n'est pas identique au mode des études, c'est un autre univers dans lequel la personne doit avoir une conscience professionnelle. Il permet en dépit de toutes les difficultés de réaliser et d'assurer les responsabilités qui nous seront confiées avec le maximum de perfection et de dévouement souhaitable.

Le travail que nous avons effectué au sein de la RADEEF, nous a permis d'avoir une idée générale sur ses départements, le fonctionnement et le comptage d'énergie électrique des postes MT/BT, leurs répartitions voire comprendre les compteurs d'énergie utilisés, et surtout d'acquérir de nouvelles connaissances et des compétences dans le domaine électronique.

Ce stage nous a réellement permis d'apprendre à travailler en équipe, chercher l'information, savoir exploiter nos connaissances scientifiques. Et surtout nous a appris à gérer un projet et le mener à bout.



# *Références*

- <http://fr.wikipedia.org>
- <http://www.radeef.ma>
- <http://www.connaissancedesenergies.org>
- <http://www.schema-electrique.be>
- **Rapport RADEEF 2011.**
- <http://www.smartgrids-cre.fr>
- <https://www.fournisseurs-electricite.com>