UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

# Courant alternatif et l'enseignement de la physique dans quelques écoles secondaires de la ville de Gitega

**Ndayisenga, Paul**

**2018-05**
UB, IPA
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/96

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

**UNIVERSITE DU BURUNDI**

**INSTITUT DE PEDAGOGIE APPLIQUEE (IPA)**
**DEPARTEMENT DE PHYSIQUE-TECHNOLOGIE**

# COURANT ALTERNATIF ET L'ENSEIGNEMENT DE LA PHYSIQUE DANS QUELQUES ECOLES SECONDAIRES DE LA VILLE DE GITEGA

**Par :**

**NDAYISENGA Paul**

**Sous la direction de :**

Docteur NDUWAYO Léonard

Mémoire présenté et défendu publiquement en vue de l'obtention du grade de Licencié en Pédagogie Appliquée, Agrégé de l'Enseignement Secondaire en Physique

**Bujumbura, Mai 2018**

**DEDICACE**

A nos chers parents ;

A nos frères et sœurs ;

A nos oncles ;

A toutes les personnes qui nous sont chères ;

Nous dédions ce mémoire.

## REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent d'abord aux enseignants de l'Institut de Pédagogie Appliquée (IPA), particulièrement à ceux du Département de Physique-Technologie qui ont fait que notre formation soit fructueuse.

Ce travail est le résultat du concours de plusieurs personnes tant physiques que morales pour lesquelles nos remerciements sont méritoires. Nous remercions en particulier Docteur Nduwayo Léonard, le directeur de ce mémoire, pour ses orientations et précieux conseils dans l'exécution de ce travail.

Nos sincères et profonds remerciements vont également à l'endroit de nos parents. Leur encouragement et appui tant moral que financier ont été déterminants à l'accomplissement de notre tâche.

Enfin, nous remercions les collègues de promotion pour la bonne collaboration ainsi que toute personne ayant participé directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

## LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS UTILISES

**CND** : Collège Notre Dame

**ddp** : différence de potentiel

**ENG** : Ecole Normale des Garçons

**ENF** : Ecole Normale des Filles

**ENS** : Ecole Normale Supérieure

**f.é.m.** : force électromotrice

**IPA** : Institut de Pédagogie Appliquée

**ISA** : Institut Supérieur d'Agriculture

**LNDS** : Lycée Notre Dame de la Sagesse

**$N_4$** : $4^{ème}$ Normale

**$Sc_A$** : Section Scientifique A

**$Sc_B$** : Section Scientifique B

# LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 : Construction de la courbe de tension (une sinusoïde) ..... 8
Figure 2.2 : Représentation vectorielle de la tension ..... 9
Figure 2 .3 : Vecteur tournant et représentation cartésienne ..... 10
Figure 2.4 : Représentation d'une tension sinusoïdale ..... 11
Figure 2.5 : Circuit R-L série alimenté par un générateur de courant alternatif ..... 15
Figure 2.6 : Représentation des Fresnel des tensions aux bornes des éléments du circuit précédent ..... 16
Figure 2.7 : Circuit R-C série alimenté par un générateur de courant alternatif ..... 17
Figure 2.8 : Représentation de Fresnel des tensions aux bornes des éléments du circuits précédent ..... 18
Figure 2.9 : Circuit R-L-C série alimenté par un générateur de courant alternatif ..... 19
Figure 2.10 : Représentation de Fresnel des tensions aux bornes des éléments du circuit R-L-C série dans les cas suivants : (a) $L\omega > 1/C\omega$ ; (b) $L\omega = 1/C\omega$ ; (c) $L\omega < 1/C\omega$ ..... 20

# LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3.1 : Répartition des enquêtés.....25
Tableau 3.2 : Effectif des observations échantillonnées.....26
Tableau 4.1 : Questionnaire d'enquête adressé aux enseignants de l'échantillon concerné.....29
Tableau 4.2 : Questionnaire d'enquête adressé aux élèves finalistes de l'échantillon concerné ..30
Tableau 4. 3 : Qualifications des enseignants dans quelques écoles de la ville de Gitega .....39

## RESUME

Ce travail est subdivisé en cinq chapitres : définition des concepts-ces, quelques notions sur le courant alternatif, méthodologie de travail, présentation du résultat et analyse interprétation des résultats.

Dans le premier chapitre, quelques définitions des concepts-clés sont données pour faciliter la compréhension de nos lecteurs des notions utilisées couramment dans ce travail.

Les notions sur le courant alternatif à savoir les méthodes d'étude des circuits en courant sinusoïdal, les propriétés générales du courant alternatif sinusoïdal, loi d'ohm pour le courant alternatif, phénomène

de résonance électrique et puissance en courant alternatif sont abordées au second chapitre.

Au troisième chapitre, les principaux points nous guidant dans la saisie de toutes les conditions nécessaires à la réalisation de notre travail sont vues en long et en large. Il s'agit de la problématique, les hypothèses de recherche, la population d'enquête, l'échantillonnage les techniques de collecte des données et les méthodes de traitement des données.

Dans le quatrième chapitre, un questionnaire est employé, sur notre terrain d'étude pour voir comment enseigner le courant alternatif. C'est finalement au cinquième chapitre que l'analyse et l'interprétation des résultats sont développées.

En conclusion, pour que l'enseignement du courant alternatif dans la ville de Gitega soit plus qualitatif, des stratégies sont à envisager. A titre illustratif, il faudrait engager les enseignants qualifiés en physique et prévoir un matériel didactique adéquat et efficacement bien utilisé.

## TABLE DES MATIERES

**DEDICACE** ..... i

**REMERCIEMENTS** ..... ii

**LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS UTILISES** ..... iii

**LISTE DES FIGURES** ..... iv

**LISTE DES TABLEAUX** ..... v

**RESUME** ..... vi

**TABLE DES MATIERES** ..... vii

**0. INTRODUCTION GENERALE** ..... 1

**CHAPITRE 1. DEFINITION DES CONCEPTS-CLES** ..... 3

1.1. Concept de qualification ..... 3

1.2. Concept de l'enseignement ..... 3

1.3. Concept du courant alternatif ..... 4

1.4. Aperçu historique sur le concept du courant alternatif ..... 5

**CHAPITRE 2. QUELQUES NOTIONS SUR LE COURANT ALTERNATIF** 7

2.1. Production du courant alternatif ..... 7

2.2. Représentation du courant alternatif ..... 8

2.3. Méthodes d'étude des circuits en courant sinusoïdal ..... 9

2.3.1. Représentation vectorielle de la tension ..... 9

2.3.2. Représentation de Fresnel d'une grandeur sinusoïdale ..... 10

2.4. Propriétés générales du courant alternatif sinusoïdal ..... 11

2.4.1. Tensions et intensités instantanées ..... 11

2.4.2. Intensité et tension efficaces ..... 12

2.5. Loi d'Ohm pour le courant alternatif ..... 14

2.5.1. Cas d'une résistance pure ..... 14

2.5.2. Cas d'un circuit comprenant une résistance et une inductance en série ..... 15

2.5.3. Cas d'un circuit ayant une résistance et une capacité (R-C) en série ..... 17

2.5.4. Cas du circuit contenant une inductance, une capacité et une résistance (cas général) en série ..... 19

2.6. Phénomène de la résonance électrique ..... 21

2.7. Puissance en courant alternatif ..... 21

**CHAPITRE 3. METHODOLOGIE DE TRAVAIL** ..... 23

3.1. Milieu ..... 23

3.2. Problématique, question et objectifs de recherche ..... 23

3.2.1. Problématique et question de recherche ..... 23

3. 2.2. Hypothèses de recherche ..... 24

3.3. Population d'enquête et échantillonnage ..... 24

3.3.1. Population d'enquête ..... 24

3.3.2. Echantillonnage ..... 25

3.4. Techniques de collecte des données ..... 26

3.4.1. Technique documentaire ..... 26

3.4.2. Enquête par le questionnaire ..... 26

3.5. Méthode de traitement des données ..... 27

3.5.1. Méthode analytique ..... 27

3.5.2. Méthode qualitative ..... 27

3.5.3. Méthode systématique ..... 27

**CHAPITRE 4. PRESENTATION DES RESULTATS** ..... 29

4.1. Opinions des enseignants et des élèves des classes terminales sur l'enseignement du courant alternatif dans la ville de Gitega ..... 29

4.1.1. Questionnaires d'enquête ..... 29

4.1.2. Résultats de l'enquête ..... 30

4.1.2.1. Cas du Lycée Musinzira ..... 30

4.1.2.2. Cas du Lycée Gitega ..... 32

4.1.2.3. Cas du LNDS ..... 34

4.1.2.4. Cas du Lycée Regina Pacis ..... 36

4.1.2.5. Cas du Lycée Sainte Thérèse ..... 37

4.2. Qualifications des enseignants de la ville de Gitega ..... 39

4.2.1. Considération théorique sur la formation des enseignants ..... 39

4.2.1.1. Formation initiale ..... 39

4.2.1.2. Formation continue ..... 39

4.2.2. Qualifications des enseignants dans quelques écoles de la ville de Gitega ..... 39

**CHAPITRE 5 : ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS** ..... 41

5.1. Analyse et interprétation des opinions des élèves finalistes et des enseignants des classes terminales sur l'enseignement du courant alternatif ..... 41

5.1.1. Analyse et interprétation des opinions des élèves finalistes sur l'enseignement du courant alternatif ..... 41

5.1.2. Analyse et interprétation des opinions des enseignants des classes terminales sur l'enseignement du courant alternatif ..... 43

5.2. Analyse et interprétation de la qualification des enseignants des classes terminales sur l'enseignement du courant alternatif ..... 45

**CONCLUSION GENERALE** ..... 46

**BIBLIOGRAPHIE** ..... 48

**ANNEXES** ..... 49

## 0. INTRODUCTION GENERALE

En principe, l'enseignement au secondaire devrait assurer aux élèves un épanouissement effectif et une meilleure chance pour accéder à l'enseignement supérieur [1]. Il semble que l'enseignement du courant alternatif dans les classes terminales du secondaire se trouvant dans la ville de Gitega fait face à des difficultés à surmonter. Le présent travail se propose d'étudier la situation réelle de l'enseignement du courant alternatif pour renforcer cet enseignement dans les écoles secondaires des classes terminales se trouvant dans la ville de Gitega.

Notre recherche visait à répondre à la question suivante : comment enseigner le courant alternatif dans les classes terminales du secondaire ? De cette question nous avons déduit deux autres: quelles seraient les opinions des enseignants et des élèves finalistes dans les sections Normale et Scientifique A et B de la ville de Gitega avant et après l'apprentissage d'un module sur le courant alternatif ? Quelle est la qualification des enseignants des classes terminales (Normale et Scientifique A et B) se trouvant dans la ville de Gitega ?

Compte tenu de l'influence de l'enseignement du secondaire sur l'enseignement du courant alternatif ; l'objectif général de notre recherche a été de prouver si l'enseignement du courant alternatif dans la ville de Gitega est efficient. Quant aux objectifs spécifiques, il a été question de vérifier si, sur chaque école ayant fait objet de notre enquête cet enseignement du courant alternatif est efficient. Ces écoles sont les suivantes: Lycée Musinzira, Lycée Gitega, LNDS, Lycée Sainte Thérèse et Lycée Regina Pacis.

Au cours de notre formation académique, nous avons acquis des notions sur l'enseignement qui ont cultivé notre vie socioprofessionnelle. Ayant été avertis de l'importance accordée au développement social et intellectuel de l'élève par l'enseignement secondaire, cette formation nous a incité et nous a inspiré davantage à mener des recherches dans ce domaine [2]. Notre recherche avait pour hypothèse de relever le défi qui s'observerait quant à l'enseignement du courant alternatif. Notre travail s'intitule : « Courant alternatif et l'enseignement de la physique dans les écoles secondaires de la ville de Gitega ».

Pour ce qui est des limites spatiales, notre recherche a été menée dans la ville de Gitega et compte tenu des moyens financiers limités pour ce travail, nous avons limité notre recherche à cinq écoles à savoir : Lycée Gitega, Lycée Musinzira, Lycée Notre Damme de la Sagesse, Lycée Sainte Thérèse et Lycée Regina Pacis car ces cinq écoles sont proches les unes des autres de telle sorte que l'exploration du milieu nous

est facile. Ainsi, ces écoles présentent des caractéristiques communes avec le reste des autres écoles. Notre recherche se limite à l'enseignement du courant alternatif dans les classes terminales se trouvant dans la ville de Gitega.

S'agissant de la méthodologie, nous avons fait recours à la technique documentaire. Ensuite, une enquête par questionnaire a été menée. Pour l'analyse et le traitement des données, les méthodes analytique, synthétique et qualitative ont été utilisées.

Notre travail est subdivisé en cinq chapitres : le premier chapitre a défini les concepts clés utilisés dans notre travail et a apporté les éclaircissements sur les notions théoriques de base qui le sous-tendent. Le deuxième chapitre converge vers quelques notions sur le courant alternatif dont: les méthodes d'étude des circuits en courant sinusoïdal, les propriétés générales du courant alternatif, la loi d'ohm pour le courant alternatif, le phénomène de résonance électrique ainsi que la puissance en courant alternatif. Le troisième chapitre porte sur la démarche méthodologique de recherche. Le quatrième chapitre concerne une présentation détaillée des résultats. Le dernier chapitre porte sur l'analyse des données et l'interprétation des résultats.

# CHAPITRE 1. DEFINITION DES CONCEPTS-CLES

Ce chapitre a pour rôle de faciliter la compréhension par nos lecteurs des mots qui reviennent souvent dans notre travail. Il se préoccupe donc d'élucider certains mots-clés que l'on va rencontrer souvent dans ce document en vue de la précision et de la convergence au même sens. Il s'agit entre autres de : qualification, enseignement et courant alternatif.

## 1.1. Concept de qualification

Dans beaucoup de domaines, on a toujours besoin d'un personnel qualifié en la matière. « La qualification est un état ou une condition de celui ou celle qui correspond à un type défini, qui présente la compétence soit juridique, soit professionnelle pour assumer certaines fonctions » [3].

Par définition, nous pouvons remarquer que la qualification c'est comme une condition nécessaire pour tout individu appelé à exercer une fonction donnée. Pour acquérir cette qualification, on fait recours à la formation qui fait de l'enseignant un technicien de l'enseignement.

Par contre un enseignant non qualifié a des difficultés au niveau de la matière à transmettre et au niveau des méthodes à utiliser pour faire apprendre les élèves. C'est pour cette raison qu'on ne devrait pas ramasser quelqu'un dans la rue pour aller enseigner sans qualification en la matière.

## 1.2. Concept de l'enseignement

Le mot enseignement est un terme très vaste. Vis-à-vis de ses considérations psychologiques, politiques, sociales et surtout éducatives, nous nous contenterons de sa définition qui suit : « Action, manière d'enseigner, de transmettre des connaissances » [1]. Les éléments importants de cette définition sont : action : quand on enseigne, on est actif de ce qu'on est en train de faire; manière : il y aurait différentes manières d'enseigner ; transmettre : faire en sorte que le message atteigne son destinataire ; connaissance : le savoir et l'instruction. L'enseignement serait donc une pratique mise en œuvre par un enseignant visant à transmettre des compétences (savoir, savoir-faire et savoir-être) à un élève, un étudiant ou tout autre public dans le cadre d'une institution éducative.

Cette notion se distingue de l'apprentissage qui renvoie lui à l'activité de l'élève qui s'approprie ces connaissances. Le terme enseignant signifie alors « marquer d'un signe, distinguer, rendre remarquable ». Il se réfère à un bien précis, soit celui du développement des connaissances des élèves à l'aide de signes (la transmission des connaissances est en soi impossible, on ne transmet pas de connaissances). « Signe » et « Enseignement »dérivent d'ailleurs de cette même racine latine [4].

L'enseignement couvre alors deux champs de pratique : celui de la gestion de l'information, de la structuration du savoir par l'enseignant et de l'appropriation par l'élève, domaine de la didactique et celui du traitement et de la transformation de l'information en savoir par la pratique relationnelle et l'action de l'enseignant en classe, par l'organisation de situation pédagogique pour l'apprenant, c'est le domaine de la pédagogie.

En d'autres termes, enseigner suppose à la fois des techniques et méthodes spécifiques à une discipline scolaire (celles-ci sont étudiées par la didactique) et des techniques et méthodes qui peuvent s'appliquer à n'importe quelle discipline et domaine de connaissance (celles-ci relèvent de la pédagogie).

En bref, l'enseignement devient alors une activité de coopération entre deux personnes, activité qui se réalise dans le but que celui qui possède certaines connaissances les lègue à celui qui ne les possède pas.

### 1.3. Concept du courant alternatif

« Le courant est dit alternatif lorsqu'il circule alternativement dans une direction puis dans l'autre à intervalles réguliers appelés cycles »[5]. Donc, nous pouvons remarquer que ce courant est produit par la rotation d'un alternateur. C'est le cas par exemple dans les centrales électriques. L'électricité est produite grâce à une turbine et un alternateur. « Le courant alternatif est un courant qui change de sens plusieurs fois par seconde » [6]. Si le sens du courant change à intervalles réguliers, on parle de courant alternatif périodique que l'on mesure en hertz (Hz). Par cette définition, nous pouvons remarquer que le hertz mesure le nombre d'aller-retour que réalise le courant électrique durant une seconde.

Le courant alternatif est un courant électrique périodique qui change de sens deux fois par période et qui transporte des quantités d'électricité alternativement égales dans un sens et dans l'autre. Ce courant est caractérisé par sa fréquence, mesurée en hertz. Le courant alternatif de 50 hertz effectue 50 alternances par seconde c'est-à-dire qu'il change 100 fois de sens par seconde (50 alternances positives et 50 alternances négatives).

La forme la plus utilisée du courant alternatif est le courant sinusoïdal essentiellement pour la distribution commerciale de l'énergie électrique. La fréquence utilisée est le plus souvent de 50 Hz, sauf par exemple en Amérique du Nord où la fréquence est de 60 Hz. Le courant alternatif (dont la valeur moyenne-composante continue est nulle) peut alimenter un transformateur sans risque de saturation du circuit magnétique.

### 1.4. Aperçu historique sur le concept du courant alternatif

En France, Lucien Gaulard invente le transformateur en 1882. La même année, les premiers réseaux électriques apparaissent à New-York et en France à Bellegarde, ce sont des petits réseaux locaux qui utilisent le courant continu [7].

C'est à cette époque qu'apparait le courant alternatif ; les ingénieurs Lucien Gaulard et John Gibbs parviennent à mettre en place une ligne de 80 km de long alimentée en courant alternatif par 2000 V ; ils démontrent alors l'électricité du transformateur.

En 1888, la machine synchrone est inventée aux Etats-Unis par le physicien Nikola Tesla. En 1891, Nikola Tesla crée l'alternateur. La même année, le premier réseau de courant alternatif apparait aux environs de Francfort sur 175 km. Les réseaux de courant continu poursuivent leur développement aux Etats-Unis, mais ils ne peuvent guère transporter l'électricité que dans un diamètre de 5 km, ce qui est problématique en dehors des villes.

En parallèle à cela, se créent des petits réseaux de courant alternatif, l'opposition fait rage entre Edison (qui défend le courant continu) et Tesla (qui défend le courant alternatif). Edison insiste particulièrement sur le risque (bien réel) du courant alternatif pour les êtres vivants. Il organise des électrocutions publiques d'animaux pour prouver la dangerosité du courant alternatif, il va même jusqu'à financer l'invention de la chaise électrique.

La bataille décisive entre courant continu et alternatif se déroule autour d'un projet d'alimentation électrique de l'industrie de Buffalo par une centrale hydraulique des chutes de Niagara. Edison proposait un projet en courant continu tandis que Tesla proposait un système en courant alternatif. Le contrat fut donné à Tesla.

En 1896, le courant alternatif rencontre un grand succès et devient universellement le plus utilisé pour le transport sur des longues distances. A la fin du XIX$^{ème}$ et au début du XX$^{ème}$ siècle, les usages de l'électricité se multiplient. Dans

chaque grande ville s'implantent des compagnies d'électricité qui construisent des centrales électriques et des petits réseaux locaux.

Pour le XXI$^{ème}$ siècle, l'implantation des réseaux est confrontée à de nouveaux défis :

- accueillir simultanément sans diminuer la sûreté et la qualité de fonctionnement du réseau, des unités de production stables et recommandables (électricité hydroélectrique) ainsi que des sources moins prévisibles comme l'énergie solaire ou l'énergie éolienne ;
- faciliter l'interaction entre les consommateurs et le système électrique notamment pour adapter la demande aux capacités de production lorsque cela est nécessaire ;
- être plus économe en ressources non renouvelables, qu'il s'agisse des matériaux pour leur construction comme des pertes qu'ils génèrent et accueillir de nouveaux usages comme le véhicule électrique.

# CHAPITRE 2. QUELQUES NOTIONS SUR LE COURANT ALTERNATIF

## 2.1. Production du courant alternatif

La rotation d'un cadre dans un champ d'induction magnétique produit, dans le cadre, une force électromotrice d'induction alternative. La valeur de cette force électromotrice (f.é.m) change à tous les instants. On peut représenter par e (volts) la valeur de la force électromotrice à un instant donné. On l'appellera force électromotrice instantanée. $E_m$ est la plus grande valeur de e. On l'appellera force électromotrice maximum. Donc, pour une vitesse angulaire du cadre $\omega$ (en rd/s ) au temps t (en secondes), la force électromotrice instantanée est donnée par la relation [5] :

$$e = E_m \sin \omega t \qquad (2.1)$$

Cette équation définit une fonction sinusoïdale de la variable t. Le circuit de la bobine est le siège de la force électromotrice alternative sinusoïdale. Si R est la résistance de la bobine, à cette force électromotrice correspond un courant d'intensité :

$$i = \frac{e}{R} \Rightarrow i = (E_m \sin \omega t)/R \qquad (2.1')$$

En posant $I_m = \frac{E_m}{R}$, la relation (2.1′)devient :

$$i = I_m \sin \omega t \qquad (2.1'')$$

ou

$$i = I_m \sin(\omega t + \varphi) \qquad (2.1''')$$

De la même façon, une tension alternative sinusoïdale peut se représenter sous la forme de l'expression (2.2) :

$$u = U_m \sin \omega t \qquad (2.2)$$

ou

$$u = U_m \sin(\omega t + \varphi) \qquad (2.2')$$

Les grandeurs $E_m$, $I_m$ et $U_m$ sont respectivement les valeurs maximales de la force électromotrice (f.é.m), de l'intensité et de la tension. Les lettres minuscules représentent des grandeurs variables.

### 2.2. Représentation du courant alternatif

Soit un cercle de centre O et de rayon égal à l'unité. Traçons les axes rectangulaires x'x, y'y passant par le centre O ; $A_0$ se situe sur l'axe x'x. Représentons la force électromotrice maximum $E_m$ par un vecteur $\overrightarrow{OA_O}$ . Faisons tourner le vecteur $\vec{E}_m$ autour de son origine O, à une vitesse angulaire $\omega$ rd/s. Pour chaque position de $\vec{E}_m$, en projetant le vecteur $\vec{E}_m$ sur un axe vertical y'y, on obtient pour chaque instant correspondant à la position du vecteur, la valeur instantanée e. De même, on peut représenter graphiquement les variations de sinus en fonction du temps : on porte sur l'axe horizontal x'x les valeurs $\frac{T}{2}$ et T. La courbe obtenue en joignant les points se trouvant sur l'axe y'y et les valeurs se trouvant sur l'axe x'x est la courbe de la tension (figure 2.1) [6].

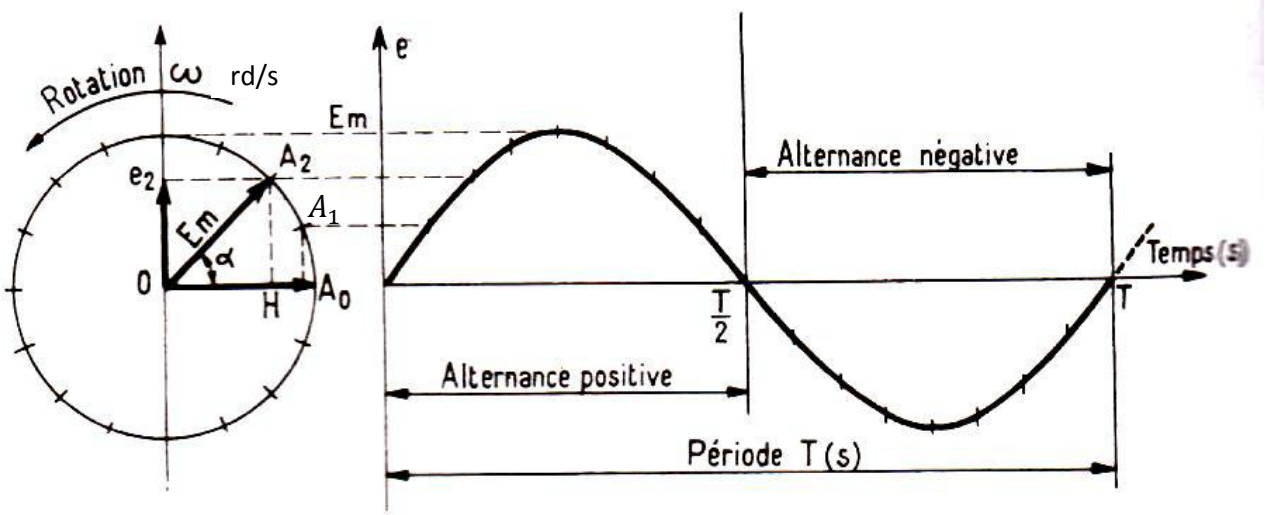



**Figure 2.1 : Construction de la courbe de tension (une sinusoïde)**

Cette courbe est une sinusoïde. En effet, dans le triangle rectangle $OHA_2$, nous avons :

$$\sin\alpha = = \frac{HA_2}{OA_2} \text{ ; soit } \sin\alpha = \frac{Oe_2}{OA_2} \qquad (2.3)$$

Comme la mesure algébrique du vecteur $\overrightarrow{Oe}_2$ représente la valeur de la force électromotrice instantanée e au temps t et que le module du vecteur $\overrightarrow{OA_2}$ est la force électromotrice maximum $E_m$, la relation (2.3) devient :

$\sin\alpha = \frac{e}{E_m}$ ; soit $e = E_m \sin\alpha$ (2.4)

Mais l'angle $\alpha$ est balayé en t secondes à la vitesse angulaire $\omega$, c'est-à-dire $\alpha = \omega t$. La relation (2.4) devient

$$e = E_m \sin \omega t$$

## 2.3. Méthodes d'étude des circuits en courant sinusoïdal

### 2.3.1. Représentation vectorielle de la tension

#### a) Vecteur tournant

Choisissons une échelle (1cm → 5 volts), construisons un cercle de rayon U $\sqrt{2}$ puis adoptons un axe $\overrightarrow{OX}$ comme origine des angles (Figure 2.2). Soit M un point décrivant ce cercle à la vitesse angulaire constante $\omega$ (en rd/s) [5].

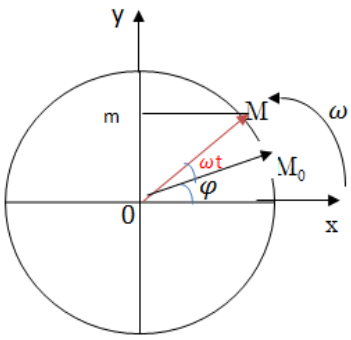



**Figure 2.2 : Représentation vectorielle de la tension**

A l'instant t = 0, M est en $M_o$ repéré l'angle $(\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{OM}_o) = \varphi$ . A l'instant t, le point M est dans une position telle que:

$$(\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{OM}) = (\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{OM}_o) + (\overrightarrow{OM}_o, \overrightarrow{OM})$$
$$= (\omega t + \varphi)$$

Soit m la projection de M sur l'axe $\overrightarrow{Oy}$ se déduisant de $\overrightarrow{Ox}$ par la rotation de centre O et d'angle $\frac{\pi}{2}$ : de telles rotations serons désormais notées $(O, \frac{\pi}{2})$ ; on a alors pour tout t :

$Om_i = U_0\sqrt{2}sin\,(\omega t + \varphi) = u$ (2.5)

Pour cette raison, nous pouvons remarquer que la relation (2.5) de la tension sinusoïdale est représentée par le vecteur tournant $\overrightarrow{OM}_i$ tel que son module soit

$OM_i = U_0\sqrt{2}$ , sa fréquence angulaire de rotation soit $\omega$, puis $(\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{OM}) = \varphi$ à l'instant t = 0.

**b) Vecteur tournant et représentation cartésienne**

Il est facile de faire correspondre à tout instant t, le point M sur le cercle précédent et le point M' dans le plan (t,u)[5]. La figure 2.3 met bien en évidence le fait que le vecteur $\overrightarrow{OM}$ effectue un tour complet en une période T = $\frac{2\pi}{\omega}$ de la fonction t → u.

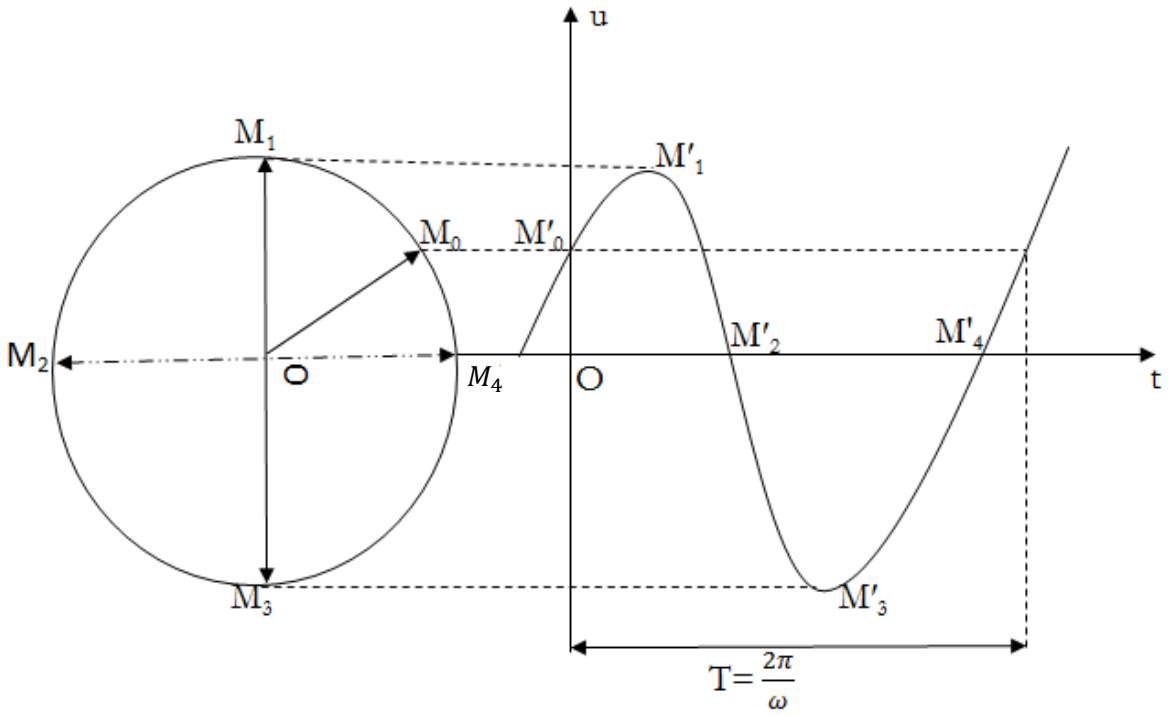



**Figure 2 .3 : Vecteur tournant et représentation cartésienne**

**2.3.2. Représentation de Fresnel d'une grandeur sinusoïdale**

Considérons un dipôle AB, constitué par exemple par une résistance R (figure 2.4), soumis à une tension sinusoïdale de la forme :

$u = V_A - V_B = U_0\sqrt{2}sin(\omega t + \varphi)$ (2.6)

Cette tension est caractérisée par : sa pulsation $\omega$ (en rd/s), son amplitude $U_0\sqrt{2}$ (en volts) et sa phase initiale $\varphi$ (en rd) [9].

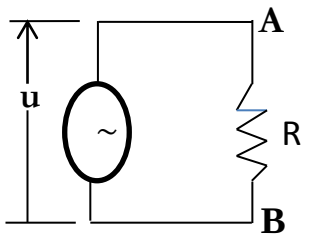



**Figure 2.4 : Représentation d'une tension sinusoïdale**

Dans de nombreux cas, la fréquence f (donc la pulsation ou la fréquence angulaire $\omega = 2\pi f$) est parfaitement connue; par exemple dans un circuit alimenté par un réseau de distribution de E.D.F, toutes les grandeurs ont une fréquence de 50 Hz [8]. Pour définir une grandeur sinusoïdale (tension par exemple), il suffit alors de préciser : son amplitude $U\sqrt{2}$ ; sa phase initiale $\varphi$. Il est donc possible de caractériser complètement u par le vecteur fixe $\overrightarrow{OM}_o$ tel que : $OM_o = U\sqrt{2}$ ; $(\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{OM}_o) = \varphi$. $\overrightarrow{OM}_o$ est la position du vecteur tournant $\overrightarrow{OM}$ à l'instant t = 0 : on lui donne le nom de vecteur de Fresnel de la tension sinusoïdale u.

En électricité, la valeur efficace d'une grandeur sinusoïdale (tension, courant) présente plus d'intérêt que l'amplitude : en particulier c'est elle qui est fournie par les appareils de mesure. En conséquence, lorsqu'on construit un vecteur de Fresnel (pour une tension par exemple), on préfère indiquer l'échelle adoptée (1cm→ V volts) de telle sorte que la longueur $OM_o$ fournisse directement la valeur efficace U et non l'amplitude $U\sqrt{2}$. Comme $OM = OM_o = U$, on a alors : pour tout t, $Om = Proj_{oy}\overrightarrow{OM} = U_m\, sin\,(\omega t + \varphi)$.

Tout ce qui vient d'être dit pour une tension sinusoïdale est applicable à n'importe quelle grandeur scalaire (f.é.m, flux, courant), fonction sinusoïdale du temps.

### 2.4. Propriétés générales du courant alternatif sinusoïdal

#### 2.4.1. Tensions et intensités instantanées

Ce sont des fonctions sinusoïdales du temps, de la forme :

$$i = I_m sin(\omega t + \varphi_1) \;;\; u = U_m sin(\omega t + \varphi_2) \qquad (2.6)$$

$I_m$ et $U_m$ sont des valeurs maximales de i et u. $\omega$, la pulsation, vaut $\frac{2\pi}{T} = 2\pi f$,
T étant la période qui est le plus court intervalle de temps qui sépare deux états électriques identiques, puis f la fréquence qui est le nombre de périodes dans une seconde. Les valeurs de $\varphi_1$ et $\varphi_2$ dépendent des origines des dates choisies. Si l'on choisit l'origine des dates telle que $i = I_m \sin \omega t$, alors la relation (2.6) devient

$u = U_m sin(\omega t + \varphi)$ avec $\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$.

En revanche, si l'on choisit l'origine des dates telle que $u = U_m \sin \omega t$, alors la relation (2.6) devient $i = I_m \sin(\omega t - \varphi)$[9].

### 2.4.2. Intensité et tension efficaces

### a) Intensité efficace

On appelle intensité efficace I d'un courant alternatif, l'intensité d'un courant continu qui, passant dans le même conducteur, fournirait pendant chaque période la même quantité de chaleur que le courant alternatif. Un conducteur parcouru par un courant (continu ou alternatif) est le siège d'un dégagement de chaleur (effet Joule)[10]. Pour un courant continu, pendant un temps t, la quantité de chaleur libérée (d'après la loi de Joule) est

$Q = RI^2 t$ (2.7)

Pour un courant alternatif, pendant un temps dt, la quantité de chaleur élémentaire libérée est $dQ' = R\, i^2\, dt$. Considérons le temps égal à une période T ; l'expression (2.7) devient : $Q = RI^2T$. Pour le courant alternatif, la quantité de chaleur libérée par le conducteur pendant une période T est égale à la somme des termes $\delta Q'$ entre les instants t = 0 et t = T

$$Q' = \sum_{t=0}^{t=T} \delta Q'$$

En mathématique cette somme s'identifie à une intégrale définie :

$$\Rightarrow\ Q' = \int_{t=0}^{t=T} \delta Q' dt = \int_0^T Ri^2 dt \qquad (2.7.1)$$

Si Q=Q', I est l'intensité efficace du courant périodique qui est telle que :

$$Q = Q' \Longrightarrow RI^2T = R\int_0^T i^2 dt$$

$$\boxed{I^2 = \frac{1}{T}\int_0^T i^2 dt} \qquad (2.7.2)$$

L'intensité efficace s'obtient en effectuant cette intégrale (2.7.2). Comme $I = I_m \sin \omega t$, on a:

$$I^2 = \frac{I_m^2}{T} \int_0^T sin^2 \omega t dt \qquad (2.7.3)$$

Or,

$$\cos 2a = cos^2 a - sin^2 a \qquad (2.7.4)$$

et selon la formule fondamentale suivante de la trigonométrie, on a :

$$cos^2 a + sin^2 a = 1$$

$$\Rightarrow cos^2 a = 1 - sin^2 a \qquad (2.7.5)$$

En remplaçant (2.7.5) dans (2.7.4), on a :

$$\cos 2\,a = 1 - sin^2 a - sin^2 a$$

$$\cos 2\,a = 1 - 2sin^2 a$$

$$\Rightarrow -2sin^2 a = \cos 2\,a - 1$$

$$sin^2 a = \frac{1-\cos 2a}{2} \qquad (2.7.6)$$

Ainsi, (2.7.3) s'écrit

$$I^2 = \frac{I_m^2}{T} \int_0^T \frac{1-cos2\omega t}{2} dt$$

$$I^2 = \frac{I_m^2}{T} \left[ \int_0^T \frac{1}{2} dt - \frac{1}{2} \int_0^T cos2\omega t \, dt \right]$$

Vu que $\int_0^T \frac{1}{2} dt = \frac{1}{2}[t]_0^T = \frac{1}{2}(T-0) = \frac{T}{2}$ et $\frac{1}{2}\int_0^T cos2\omega t \, dt = \frac{1}{2.2\omega}[\sin 2\omega t]_0^T$

$$= \frac{1}{4\omega}(\sin 2\frac{2\pi}{T}.T - \sin 0)$$

$$= 0,$$

on a alors

$$I^2 = \frac{I_m^2}{2} ; \quad \boxed{I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}} \qquad (2.7.7)$$

Telle est l'expression finale de l'intensité efficace d'un courant alternatif en fonction de l'intensité maximale, avec I en ampères (A).

### b) Tension efficace

De la même façon, on définit la tension efficace du courant alternatif comme celle qui se lit directement sur un appareil de mesure. Elle est liée à la tension maximale par la relation suivante, en volts [10] :

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \qquad (2.7.8)$$

La f.é.m efficace est liée à la f.é.m. maximale par la relation :

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} \qquad (2.7.9)$$

Les grandeurs I, U et E sont respectivement ces grandeurs efficaces de l'intensité, de la tension et de la f.é.m.

### c) Remarques importantes

Les valeurs indiquées par les appareils de mesures à courant alternatif sont toujours en valeurs efficaces ; par la suite, quand nous parlerons d'intensité d'un courant alternatif ou de tension, sans autre spécification, il s'agira toujours des valeurs efficaces. Exemple : quand on dit, la tension du secteur est U = 220 V, il s'agit de la tension efficace. La tension maximale est de $U_m$ = U $\sqrt{2}$ = 200 x 1,414 = 283 V.

## 2.5. Loi d'Ohm pour le courant alternatif

### 2.5.1. Cas d'une résistance pure

C'est le cas d'un circuit non inductif ne comportant pas de condensateur. On pose en fait que la loi d'Ohm U = RI du courant continu est valable en courant alternatif dans une résistance pure à condition que U soit la tension efficace [12]. Par suite, U = RI (une application réalisée dans le chauffage et éclairage électrique). D'ailleurs, entre les valeurs instantanées de la tension et de l'intensité, on écrit également par convention :

$$u = Ri \qquad (2.8.1)$$

où u = tension instantanée, i = intensité instantanée du courant alternatif. Donc u et i sont des grandeurs sinusoïdales en phase.

### 2.5.2. Cas d'un circuit comprenant une résistance et une inductance en série

Considérons un circuit comprenant une résistance R et une inductance L, placées en série (figure 2.5) et déterminons l'impédance de ce circuit. Il suffit d'appliquer les principes relatifs au circuit série : l'intensité est commune ; les tensions s'ajoutent vectoriellement : $\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L$.

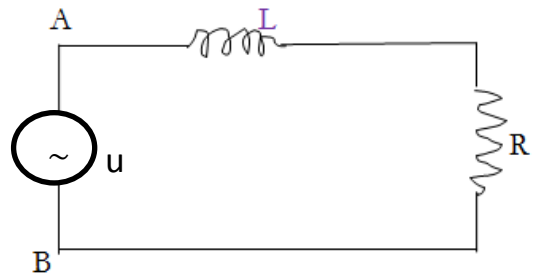



**Figure 2.5 : Circuit R-L série alimenté par un générateur de courant alternatif**

Ecrivons la loi des mailles instantanée pour le circuit fermé:

$$u = \frac{Ldi}{dt} + Ri \qquad (2.8.2)$$

avec u = la tension fournie par le générateur de courant alternatif entre A et B, $\frac{Ldi}{dt}$ =la f.é.m d'auto-induction et Ri = la chute ohmique de tension. Exprimons en fonction du temps, les valeurs instantanées de u, i et $\frac{di}{dt}$. Si la tension instantanée est $u = U_m \sin \omega t$, et si i représente un retard de phase $\varphi$ par rapport à u, alors la relation (2.8.2) devient [10]:

$$U_m \sin \omega t = L I_m \omega \sin\left(\omega t - \varphi + \frac{\pi}{2}\right) + R I_m \sin(\omega t - \varphi)$$

ou $u = R I_m \sin(\omega t - \varphi) + L I_m \omega \sin\left(\omega t - \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$

La recherche des relations entre $I_m$, R, $\omega$, L, $\varphi$ peut se faire par un calcul assez long. Il est beaucoup plus rapide d'utiliser la construction de Fresnel. La figure 2.6 schématisée ci- dessous donne : $\overrightarrow{OA} + \overrightarrow{AB} = \overrightarrow{OB}$

$$\Rightarrow \overrightarrow{OB} - \overrightarrow{OA} = \overrightarrow{AB}$$

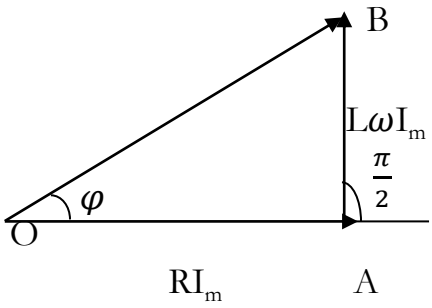



**Figure 2.6 : Représentation de Fresnel de tensions aux bornes des éléments du circuit précédent**

Le vecteur $\overrightarrow{OA}$ de module $RI_m$ représente le terme $R\,I_m \sin(\omega t - \varphi)$ ;
le vecteur $\overrightarrow{AB}$ de module $L\omega I_m$ représente leterme $L\omega I_m \sin(\omega t - \varphi + \frac{\pi}{2})$ en avance de phase $\frac{\pi}{2}$ par rapport au terme précédent. La somme $\overrightarrow{OA} + \overrightarrow{AB}$ donne le vecteur $\overrightarrow{OB}$ qui représente le terme $U_m \sin \omega t$ d'amplitude maximale $U_m$. La construction du triangle rectangle OAB fait directement apparaître l'angle $\varphi(\overrightarrow{OA}, \overrightarrow{OB})$ de retard de phase de l'intensité sur la tension. En utilisant le théorème de Pythagore, on a : $U^2_m = R^2 I^2_m + L^2\omega^2 I^2_m$

$\Rightarrow U_m = I_m\sqrt{(R^2 + L^2\omega^2)}$ (2.9)

En passant aux valeurs efficaces, la relation (2.9) devient

$$U = I\sqrt{(R^2 + L^2\omega^2)} \qquad (2.10.1)$$

où la tension efficace U est en volts (V), l'intensité efficace I en ampères (A), la résistance R en ohms (Ω), inductance L en henrys (H) et la pulsation $\omega = = 2\pi f$ en radians par seconde ( rd/s). Quant à l'angle $\varphi$, il est défini par sa tangente comme suit :

$$\mathrm{tg}\varphi = \frac{L\omega I_m}{R\,I_m} = \frac{L\omega}{R} \qquad (2.10.2)$$

Le produit $L\omega$ est appelé réactance d'induction. Le facteur de I dans la relation (2.10.1) est appelé impédance du circuit R-L. Il se note :

$$Z = \sqrt{(R^2 + L^2\omega^2)} \qquad (2.10.3)$$

Une réactance et une impédance s'expriment en ohms.

### 2.5.3. Cas d'un circuit ayant une résistance et une capacité (R-C) en série

Considérons un circuit formé de deux éléments R et C placés en série (figure 2.7) et déterminons l'impédance de ce circuit.

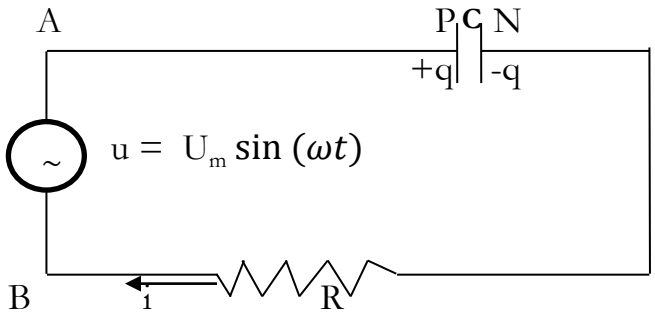



**Figure 2.7 : Circuit R-C série alimenté par un générateur de courant alternatif**

Soit P, portant la charge instantanée +q et N portant la charge instantanée –q, les armatures du condensateur à une date donnée. Supposons qu'à cette date, le courant ait comme intensité instantanée i et soit orienté dans le sens de la flèche [10]. On a :

$V_P - V_N = \frac{q}{C}$ (Condensateur) (2.11)

$V_N - V_B = Ri$ (Résistance) (2.12)

De (2. 11) et (2. 12), on a :

$$u = \frac{q}{C} + Ri \qquad (2.\ 13.1)$$

où u = tension imposée par la source, $\frac{q}{C}$ = d.d.p entre les armatures, Ri = chute de tension ohmique. Exprimons en fonction du temps les grandeurs u, i et q :

$u = U_m \sin(\omega t)$

$i = I_m \sin(\omega t + \varphi)$ (avance = $\varphi > 0$)

L'intensité instantanée i résulte de la variation de la charge q en fonction du temps :

$$i = \frac{dq}{dt},\ dq = idt \Rightarrow q = \int idt$$

$$= I_m \int \sin(\omega t + \varphi) dt$$

$$= -\frac{I_m}{\omega}\cos(\omega t + \varphi)$$

La relation (2.13) s'écrit donc:

$$U_m \sin \omega t = -\frac{I_m}{C\omega}\sin\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right) + R\, I_m \sin(\omega t + \varphi) \qquad (2.13.2)$$

En utilisant la construction de Fresnel, on aboutit à la figure 2.8 ci-dessous :

$\overrightarrow{OA} + \overrightarrow{AB} = \overrightarrow{OB}$

$\Rightarrow \overrightarrow{OB} - \overrightarrow{OA} = \overrightarrow{AB}$

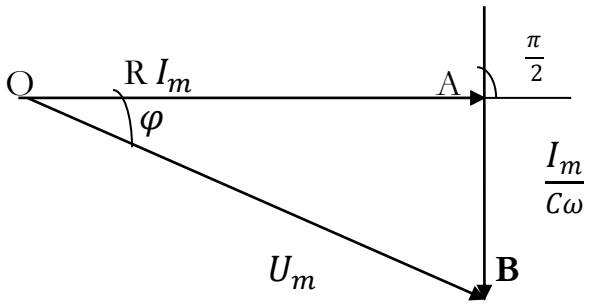



**Figure 2.8 : Représentation de Fresnel des tensions aux bornes des éléments du circuits précédent**

De là se déduisent les valeurs de l'intensité maximale $I_m$ et de tg$\varphi$ en fonction de U, R, C, $\omega$.

D'après Pythagore :

$U^2_m = R^2 I^2_m + \frac{I_m^2}{c^2\omega^2}$ et $tg\varphi = \frac{\frac{I_m}{C\omega}}{R\, I_m}$

$U^2_m = I^2_m \left(R^2 + \frac{1}{c^2\omega^2}\right)$ et $tg\varphi = \frac{I_m}{C\omega}\ \frac{1}{R\ I_m}$

$$U_m = I_m \sqrt{\left(R^2 + \frac{1}{c^2\omega^2}\right)} \qquad tg\,\varphi = \frac{1}{CR\omega}$$

Donc, pour les valeurs efficaces $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ et $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$, on les expressions :

$$U = I\sqrt{\left(R^2 + \frac{1}{c^2\omega^2}\right)} \qquad (2.13.3) \qquad tg\,\varphi = \frac{1}{CR\omega} \qquad (2.13.4)$$

Telle est l'expression donnant la loi d'Ohm pour un circuit comprenant une résistance et une capacité en courant alternatif.

Le terme $\frac{1}{C\omega}$ des relations (2.13.3)- (2.13.4) est appelée capacitance et le terme

$$Z = \sqrt{(R^2 + \frac{1}{C^2\omega^2})} \qquad (2.13.5)$$

de la relation (2.13.3) est l'impédance du circuit R-C série.

### 2.5.4. Cas du circuit contenant une inductance, une capacité et une résistance (cas général) en série

Considérons un circuit comprenant une inductance L, une capacité C et une résistance R placées en série (figure 2.9), ainsi qu'un générateur de tension alternative.

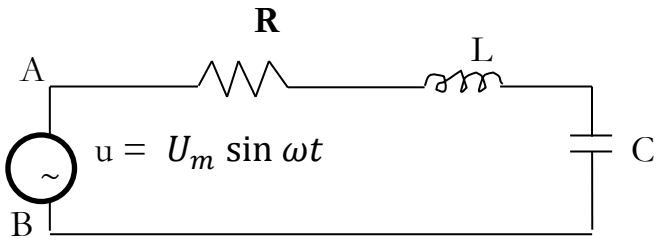



**Figure 2.9 : Circuit R-L-C série alimenté par un générateur de courant alternatif**

Si la tension du générateur est $u = U_m \sin \omega t$ , la loi des mailles prend la forme

$$u = Ri + \frac{Ldi}{dt} + \frac{q}{C} \qquad (2.14)$$

où u = la tension du secteur d'alimentation, Ri = chute ohmique de tension dans R, $\frac{Ldi}{dt}$ = f.é.m. d'auto-induction, $\frac{q}{C} =$ tension aux bornes du condensateur. Exprimons en fonction du temps les grandeurs u, i et q. L'intensité instantanée s'écrit : $i = I_m \sin (\omega t - \varphi)$. Notons que $\varphi$ peut être positif ou négatif selon que l'effet de capacité l'emporte sur l'effet du self et inversement [8]. Comme dans les analyses déjà faites, on exprime q en fonction de $I_m$, $\omega$, t :

$i = \frac{dq}{dt} = I_m \sin (\omega t - \varphi)$, d'où $q = -\frac{I_m}{\omega} \cos (\omega t - \varphi)$ + c^te (constante nulle),

soit q = - $\frac{I_m}{\omega}\cos(\omega t-\varphi)$ =- $\frac{I_m}{\omega}\sin(\omega t-\varphi+\frac{\pi}{2})$. D'autre part : $\frac{di}{dt}$ = $I_m\,\omega\,cos\,(\omega t-\varphi)$ = $I_m\,\omega\sin(\omega t-\varphi+\frac{\pi}{2})$. Ces valeurs conduisent à :

$$U_m \sin\,\omega t = LI_m\omega \sin(\omega t-\varphi+\tfrac{\pi}{2}) - \frac{I_m}{C\omega}\sin(\omega t-\varphi+\tfrac{\pi}{2}) + RI_m \sin(\omega t-\varphi) \quad (2.15)$$

La construction de Fresnel donne aux vecteurs représentatifs les modules suivants (figure 2.10) : pour $\overrightarrow{OA}$ : $RI_m$ ; pour $\overrightarrow{AB}$: $LI_m\,\omega$ ; pour $\overrightarrow{BC}$ : $\frac{I_m}{C\omega}$ ; pour $\overrightarrow{OC}$ : $U_m$.

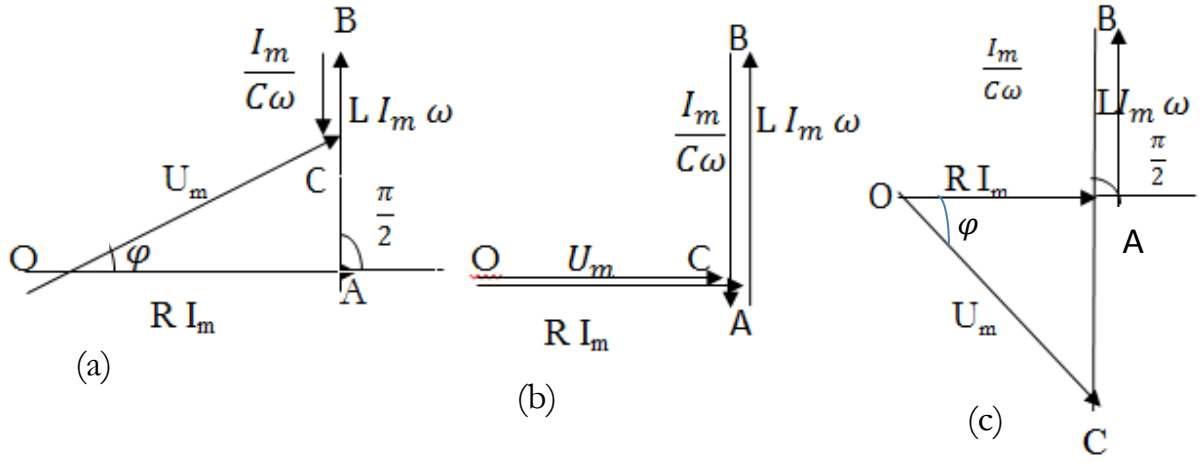



**Figure 2.10 : Représentation de Fresnel des tensions aux bornes des éléments du circuit R-L-C série dans les cas suivants : (a) $L\omega > \frac{1}{C\omega}$ ; (b) $L\omega = \frac{1}{C\omega}$ ; (c) $L\omega < \frac{1}{C\omega}$**

On voit trois cas possibles :

a) Si $L\omega > \frac{1}{C\omega}$, l'effet de self l'emporte sur l'effet de capacité, l'angle $\varphi = (\overrightarrow{OA}, \overrightarrow{OC})$ est positif, le courant est en retard sur la tension.

b) Si $L\omega = \frac{1}{C\omega}$, les deux effets de capacité et de self se compensent, $\varphi = 0$, c'est le cas particulier de la résonance.

c) Si $L\omega < \frac{1}{C\omega}$, l'effet de la capacité l'emporte sur l'effet de self, l'angle $\varphi = (\overrightarrow{OA}, \overrightarrow{OC})$ est négatif, le courant est en avance sur la tension.

Dans le cas général la tension efficace devient :

$$U = I\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} \tag{2.16}$$

L'impédance du circuit R, L, C série est :

$$Z = \frac{U}{I} = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} \tag{2.17}$$

L' inverse de $\frac{1}{Z}$ exprimée en siemens (S) est l'admittance. L'analyse de la figure a) ou c) montre qu'on peut trouver l'angle $\varphi$ très rapidement par la relation :

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} \tag{2.18}$$

## 2.6. Phénomène de la résonance électrique

Un circuit RLC étant alimenté en courant alternatif sous une tension efficace constante, si on choisit les valeurs de L et de C de façon à respecter la condition : $L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0$, on a : $L\omega = \frac{1}{C\omega}$ ; $\varphi = 0$ , la tension u et l'intensité i sont en phase. On dit qu'il y a la résonance [10]. Alors Z=R, la valeur minimale de l'impédance du circuit. Pour une tension U donnée, puisque $I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{R}$ , le courant est maximum à la résonance. Donc on a la condition de résonance suivante d'un circuit série : $LC\omega^2 = 1$, avec L en henrys, C en farads et $\omega$ en rd/s.

## 2.7. Puissance en courant alternatif

### a) Puissance instantanée

Nous avons vu que les lois de courant continu étaient applicables au courant alternatif à condition d'utiliser les valeurs instantanées. Nous pouvons ainsi définir la puissance instantanée échangée aux bornes d'un dipôle [11] :

$$p = u\,i \tag{2.19}$$

où :

$i = I\sqrt{2}\cos\omega t$

$u = U\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi)$

Si p> 0, le dipôle est récepteur ; si p < 0, le dipôle est générateur.

**b) Puissance moyenne en coutant alternatif**

On appelle puissance moyenne l'énergie échangée par unité de temps par un dipôle. Pendant un intervalle de temps très court dt, le dipôle échange l'énergie dW = p dt =uidt. Pendant une période, nous avons :

$$P = UI\cos\varphi \qquad (2.20)$$

La puissance moyenne est le produit de deux facteurs : UI qui est appelé puissance apparente du circuit et qui s'exprime en volt-ampères (VA) ; $\cos\varphi$ qui est appelé facteur de puissance.

# CHAPITRE 3. METHODOLOGIE DE TRAVAIL

Ce chapitre va traiter les principaux points qui vont nous guider pour saisir toutes les conditions nécessaires à la réalisation de notre travail, à savoir : la problématique, les objectifs de recherche, le milieu dans lequel est effectuée notre étude, la population d'enquête et l'échantillonnage, les techniques de collecte des données ainsi que les méthodes de traitement des données.

## 3.1. Milieu

L'étude a été effectuée dans la ville de Gitega, auprès des élèves finalistes des écoles secondaires publiques ou sous convention. Les écoles secondaires : Lycée Musinzira, Lycée Gitega (Ex ENG), Lycée Nyabiharage (Ex CND), Lycée Regina Pacis, Lycée Sainte Thérèse (Ex ENF) ont été choisies puisque elles regroupent les sections scientifiques et normales dans lesquelles le courant alternatif est inclus dans le programme.

## 3.2. Problématique, question et objectifs de recherche

### 3.2.1. Problématique et question de recherche

Avant d'entrer en profondeur sur la notion d'enseignement, les élèves finalistes des Lycées se trouvant dans la ville de Gitega ont des idées directes ou indirectes sur les savoirs enseignés. C'est pour cette raison qu'ils essaient de comprendre les propos de l'enseignant ou qu'ils interprètent les situations proposées : ces conceptions ont une stabilité ; l'apprentissage d'une connaissance ; l'acquisition d'une connaissance et d'une démarche de pensée en dépendent complètement. En effet, les conceptions sont considérées intervenir dans l'identification de la situation, dans la sélection des informations pertinentes, dans leurs traitements et dans la production de sens. Selon les auteurs, elles apparaissent comme des « outils », des « registres de fonctionnement.», des « stratégies de pensées » ; les seules dont disposent l'apprenant pour appréhender la réalité, les objets d'enseignement ou les contenus [12].

Du fait du caractère non observable des phénomènes électriques et du nombre important des conceptions des élèves en électricité en général et en courant alternatif en particulier, le courant alternatif est un concept très important qui mérite beaucoup d'attention. Dans notre pays ainsi qu'ailleurs, plusieurs appareils fonctionnent au moyen du courant alternatif sinusoïdal comme : un poste à souder, les appareils de coiffure, les appareils de surveillance, etc. Tous ceux-là ont besoin du courant alternatif sinusoïdal pour le bon fonctionnement. D'autres appareils comme le fer

à repasser, le thermoplongeur, le frigo, le congélateur, etc, ont besoin aussi du courant alternatif sinusoïdal pour qu'ils puissent fonctionner. Les élèves sont donc appelés à approfondir cette notion. Cette situation mérite beaucoup d'attention de la part des responsables et des chercheurs dans le domaine de l'enseignement du courant alternatif.

Notre étude sur les conceptions des élèves et des enseignants du secondaire sur le courant alternatif a pour objet principal l'identification et l'analyse des conceptions des apprenants et des enseignants. Elle vise de manière spécifique à comparer les conceptions des élèves et des enseignants et s'intéresse à vérifier que l'enseignement du courant alternatif en physique dans les classes terminales de la ville de Gitega est efficace. Cette étude s'appuie sur la question principale suivante : comment enseigner le courant alternatif dans les classes terminales du secondaire? De cette question, on pourrait déduire les deux autres questions suivantes : quelles sont les opinions des enseignants et des élèves finalistes dans les sections normales et scientifiques A et B de la ville de Gitega avant et après l'apprentissage d'un module sur le courant alternatif ? Quelle est la qualification des enseignants dans les classes terminales des sections normales et scientifiques A et B ?

### 3. 2.2. Hypothèses de recherche

#### a) Hypothèse générale

L'enseignement du courant alternatif dans la ville de Gitega est efficient.

#### b) Hypothèses spécifiques

L'enseignement du courant alternatif au Lycée Musinzira, au Lycée Gitega, au LNDS, au Lycée Sainte Thérèse et au Lycée Regina Pacis est efficient.

### 3.3. Population d'enquête et échantillonnage

#### 3.3.1. Population d'enquête

« Une population d'enquête est l'ensemble de groupes humains concernés par des objectifs d'enquête, c'est dans cet univers que sera tiré l'échantillon de cette étude ». La population d'enquête est composée par les élèves finalistes et les enseignants des écoles secondaires des classes terminales se trouvant dans la ville de Gitega [13].

En ce qui concerne la présente recherche, étant donné que la population mère de cette étude est petite ; soit 5 écoles secondaires ayant 5 enseignants chargés d'enseigner les élèves finalistes dans le cours de physique en général et le courant

alternatif en particulier, nous avons jugé bon de travailler sur toute la population afin de pouvoir recueillir toutes les informations nécessaires. C'est ainsi que nous avons déterminé la taille de l'échantillon du présent travail (tableau 3.1).

**Tableau 3.1 : Répartition des enquêtés**

| **Quartiers** | **Ecoles** | **Sections** | **Nombre d'enseignants de physique** | **Nombre des élèves finalistes** | **Total** |
|---|---|---|---|---|---|
| MUSINZIRA | L. Musinzira | $Sc_A$ | 1 | 15 | 15 |
| | | $Sc_B$ | | 45 | 46 |
| MUSHASHA | L. Gitega | $Sc_A$ | 1 | 40 | 40 |
| | | $N_4$ | | 80 | 81 |
| | L. ReginaPacis | $Sc_B$ | 1 | 35 | 36 |
| NYABIHARAGE | LNDS | $Sc_B$ | 1 | 52 | 53 |
| | ENF | $Sc_B$ | 1 | 48 | 49 |
| **Total** | | | **5** | **315** | **320** |

Ce tableau montre que notre enquête porte sur 320 individus dont 5 enseignants et 315 élèves finalistes des écoles secondaires ci-haut citées.

### 3.3.2. Echantillonnage

« Faire un échantillonnage, c'est choisir un nombre limité d'individus, d'objets ou d'événements dont l'observation permet d'obtenir des conclusions applicables à la population entière, à l'intérieur de laquelle le choix a été fait » [12]. Pour être représentatif de la population, notre échantillon a été pris d'une manière « aléatoire ». Cependant, l'expression « aléatoire » ne signifie pas n'importe comment, il signifie au contraire que tous les individus de la population doivent avoir la même chance d'être choisis et de faire partie de l'échantillon. On l'appelle échantillon aléatoire stratifié. Cela consiste à prélever des échantillons non pas sur l'ensemble indifférencié de la population, mais sur des sous- groupes définis au sein de celle-ci. Dans notre travail, cet échantillonnage a été réalisé comme indiqué dans le tableau 3.2.

**Tableau 3.2 : Effectif des observations échantillonnées**

| Quartiers | Ecoles | Sections | Effectifs d'observation | Effectifs d'observations échantillonnées |
|---|---|---|---|---|
| MUSINZIRA | L. Musinzira | $Sc_A$ | 15 | 2 |
| | | $Sc_B$ | 46 | 5 |
| MUSHASHA | L. Gitega | $Sc_A$ | 40 | 4 |
| | | $N_4$ | 81 | 9 |
| | L. ReginaPacis | $Sc_B$ | 36 | 4 |
| NYABIHARAGE | LNDS | $Sc_B$ | 53 | 6 |
| | ENF | $Sc_B$ | 49 | 5 |
| **Total** | | | **320** | **35** |

### 3.4. Techniques de collecte des données

Pour avoir accès aux données nécessaires à la réalisation de notre étude, deux principales techniques ont été utilisées : la technique documentaire et l'enquête par le questionnaire.

#### 3.4.1. Technique documentaire

L'usage des documents directement ou indirectement en rapport avec l'objet de cette étude a permis de constituer les assises théoriques de cette dernière. Il a permis en outre de rassembler les données nécessaires pour l'analyse des résultats d'enquête sur terrain : « La recherche par son essence vise à faire avancer une discipline en ébauchant des nouvelles théories ou des nouvelles pratiques. Pour ce faire, il est essentiel que le chercheur prenne connaissance de ce qui a fait l'objet d'une attention avant lui et a mené à des conclusions bien établies » [14]. C'est ce que nous avons voulu faire. Dans notre étude, la technique documentaire a eu pour objet d'analyser le contenu de divers types de documents (dictionnaires, mémoires de licence, autres documents) portant sur l'enseignement de la physique en général et du courant alternatif en particulier. Elle nous a guidés dans la recherche sur le terrain et dans l'analyse et l'interprétation des données recueillies après avoir confronté la théorie et la pratique.

#### 3.4.2. Enquête par le questionnaire

« Un questionnaire ne doit pas être considéré comme une liste de questions. La réponse à des questions recueillies est une idée qui est idéalement celle qui, à travers la subjectivité des individus et même à l'insu de leur conscience réfléchie, exprime

directement le phénomène que l'on veut connaitre » [1]. La préparation du questionnaire dans une enquête de sondage est une opération complexe et délicate. La nature des questions et leur succession ont une très grande importance pour les résultats de l'enquête. Le questionnaire a été confectionné à partir des objectifs de travail. « Les questionnaires sont des instruments structurés de recueil et d'information qui traduisent en questions les objectifs d'une recherche » [2]. Au cours de notre recherche, le questionnaire composé de questions ouvertes a été adressé aux élèves finalistes et aux enseignants des élèves finalistes des écoles secondaires se trouvant dans la ville de Gitega (ENG, ENF, Musinzira, LNDS, Regina Pacis).

### 3.5. Méthode de traitement des données

#### 3.5.1. Méthode analytique

La méthode analytique est une méthode qui consiste à analyser systématiquement toutes les informations. « L'analyse a pour objet de faire les sommaires des observations qui ont été faites, de façon à ce qu'elle apporte des réponses aux questions de recherche » [15]. Elle nous a permis d'analyser qualitativement toutes les informations ainsi que les données récoltées sur le terrain.

#### 3.5.2. Méthode qualitative

Cette dernière nous a été utile pour les questions ouvertes. « C'est une technique de recherche qui a pour objet la description objective systématique du contenu manifeste de la communication ayant pour objet de l'interpréter » [4]. Celle-ci nous a offert des possibilités de traiter des informations qui présentent un certain degré de profondeur et de complexité.

#### 3.5.3. Méthode systématique

« La méthode systématique est une méthode qui permet d'analyser systématiquement, c'est-à-dire en considérant les éléments dans leur ensemble » [4]. Cette méthode nous a permis de faire une synthèse des données récoltées en vue d'en tirer une conclusion.

Au cours de ce chapitre, nous avons parlé de la méthodologie utilisée dans notre travail de recherche. Nous avons déterminé la population d'enquête, l' échantillonnage et les techniques de collecte des données intéressant notre recherche. Enfin, nos efforts ont été consacrés à la présentation des résultats et techniques d'analyse et d'interprétation des résultats. Dans le chapitre suivant, nous

allons procéder à la présentation, à l'analyse des données et à l'interprétation des résultats de notre enquête sur terrain.

# CHAPITRE 4. PRESENTATION DES RESULTATS

## 4.1. Opinions des enseignants et des élèves des classes terminales sur l'enseignement du courant alternatif dans la ville de Gitega

### 4.1.1. Questionnaires d'enquête

Au cours de notre recherche, pour être au courant de la situation des écoles secondaires en régime d'internat se trouvant dans la ville de Gitega où le courant alternatif est inclus dans le programme, nous avons mené une enquête auprès des enseignants et des élèves finalistes des classes terminales $Sc_{A\ et\ B}$ et $N_4$. A chacun des enseignants de l'échantiollonnage cité au tableau 3.2, lettre d'accompagnement à l'appui (voir annexe 1), nous avons fait parvenir le questionnaire d'enquête ci-après (tableau 4.1 et annexe 2).

**Tableau 4.1 : Questionnaire d'enquête adressé aux enseignants de l'échantillon concerné**

| Numéro de la question | Formulation de la question |
|---|---|
| 1 | Lors de l'enseignement du courant alternatif dans le cours de physique, quelles sont les méthodes que vous utilisez? |
| 2 | Réalisez-vous les expériences sur le courant alternatif requises pour mieux faire comprendre la théorie? |
| 3 | Chaque année, est-ce que vous enseignez le chapitre du courant alternatif ? |
| 4 | Comment réagissez-vous lorsque toute la classe ou une partie de vos élèves ont reçu une mauvaise note au cours de l'évaluation sur le chapitre du courant alternatif? |
| 5 | Fabriquez-vous du matériel de labo simple et peu coûteux? |
| 6 | Lors du chapitre du courant alternatif, montrez-vous aux élèves des applications dans la vie courante? |

De même, à chacun des élèves finalistes du même l'échantiollonnage, en plus d'une lettre d'accompagnement (voir annexe 3), nous avons fait parvenir le questionnaire d'enquête ci-dessous (tableau 4.2 et annexe 4).

**Tableau 4.2 : Questionnaire d'enquête adressé aux élèves finalistes de l'échantillon concerné**

| Numéro de la question | Formulation de la question |
|---|---|
| 1 | Le professeur fait-il des expériences de physique sur le courant alternatif ? |
| 2 | Etes-vous satisfaits de la façon dont le chapitre courant alternatif vous est enseigné ? |
| 3 | Réussissez-vous bien le chapitre du courant alternatif dans le cours de physique ? |
| 4 | Si le chapitre du courant alternatif n'était pas obligatoire, choisiriez-vous de le suivre ? |
| 5 | Que pensez-vous du chapitre sur le courant alternatif ? |
| 6 | Lors du chapitre courant alternatif, le professeur vous montre-t-il des applications dans la vie courante ? |
| 7 | Existe-t-il une différence entre courant alternatif et courant continu ? |

## 4.1.2. Résultats de l'enquête

### 4.1.2.1. Cas du Lycée Musinzira

### a) Opinion de l'enseignant

En se référant au tableau 4.1 ci-haut, pour la première question, le professeur a hésité dans le choix de la méthode qu'il utilise, car il a coché dans les deux cases différentes se trouvant dans le questionnaire en annexe. Cela nous montre qu'il tâtonne sur la méthode qu'il utilise chaque jour. Cela est d'autant plus vrai que le professeur en question n'a pas de maîtrise sur les différentes méthodes d'enseignement.

Concernant les expériences sur le courant alternatif requises pour mieux faire comprendre la théorie, le professeur de physique répond qu'il réalise des expériences requises dans le cas où les matériels sont disponibles.

Pour la troisième, le professeur de cette classe affirme qu'il enseigne tout le chapitre du courant alternatif chaque année et pour y arriver, il organise des séances de rattrapage car c'est un dernier chapitre du cours de physique. Ce comportement montre que le professeur se donne la peine pour aider les élèves dans leur apprentissage lorsqu'il ajoute des heures supplémentaires.

Pour la quatrième question, le professeur nous fait remarquer qu'il doit reprendre la leçon mal assimilée en donnant surtout beaucoup d'exercices et de problèmes d'application sur cette partie de la leçon. Le professeur du Lycée Musinzira est conscient que quand il y a un échec des élèves, il est inutile d'avancer dans le programme et il est prêt à reprendre la partie de la leçon qui a été l'objet de la mauvaise note.

Pour la cinquième question, le professeur affirme qu'il fabrique ce matériel de laboratoire simple et peu coûteux ; pour y parvenir, il se sert de matériaux rudimentaires pour fabriquer un matériel pouvant produire les mêmes effets que celui qui est fabriqué industriellement.

Pour la sixième question, le professeur affirme qu'il a montré aux élèves des applications dans la vie courante. Pour nous assurer de la qualité réelle du professeur, nous avons analysé les réponses au questionnaire écrit adressé à certains de ses élèves pour confronter les réponses données par le professeur à celles données par les élèves.

**b) Opinions des élèves**

En se référant au tableau 4.2 ci-haut, pour la première question, 7/7 (soit 100 %) élèves de la $Sc_{A\ et\ B}$ disent que le professeur de physique fait rarement des expériences sur le chapitre du courant alternatif. Concernant la deuxième question, 7/7 (soit 100 %) élèves répondant au questionnaire nous assurent qu'ils sont satisfaits de la façon dont le chapitre du courant alternatif leur est enseigné par le professeur de physique, car ce professeur possède beaucoup de connaissances en matière d'enseignement.

Pour la troisième question, 5/7 (soit 71 %) élèves nous assurent bel et bien qu'ils réussissent le chapitre du courant alternatif en physique ; seulement 2/7(soit 29 %) élèves disent qu'ils ne réussissent pas le chapitre du courant alternatif, car c'est une leçon difficile à comprendre.

Concernant la quatrième question, 5/7(soit 71 %) élèves nous assurent qu'ils choisiraient de suivre le chapitre du courant alternatif s'il n'était pas obligatoire, car la leçon du courant alternatif leur fournit des connaissances utiles dans la vie courante.

2/7 (soit 29 %) élèves seulement refuseraient de suivre le chapitre du courant alternatif, car ils préfèrent s'orienter dans d'autres domaines plus motivants que la physique.

Pour la cinquième question, 4/7(soit 57%) élèves trouvent que la leçon du courant alternatif est très intéressante ; 3/7(soit 43 %) élèves trouvent que le chapitre du courant alternatif est intéressant. Concernant la sixième question, 7/7 (soit 100 %) élèves affirment que le professeur a montré aux élèves des applications dans la vie courante.

Pour la septième question, 3/7(soit 43%) élèves disent qu'il y'a une différence entre le courant continu et le courant alternatif ; 4/7 (soit 57%) élèves estiment qu'il n'existe pas une différente entre le courant continu et courant alternatif. Voici ce que certains élèves pensent en ce qui concerne la différente entre le courant continu et le courant alternatif : le courant continu est le courant produit par une batterie d'accumulateur, alors que le courant alternatif est le courant produit par des centrales électriques. Le courant continu est le courant qui provient de l'eau, tandis que le courant alternatif est le courant qui provient d'un transformateur ; le courant continu se trouve dans les piles et on ne peut pas échanger les bornes, tandis que le courant alternatif se trouve dans les barrages.

### 4.1.2.2. Cas du Lycée Gitega

#### a) Opinion de l'enseignant

En se référant au tableau 4.1 ci-haut, concernant la première question, le professeur répond qu'il utilise la méthode interrogative. Cela nous montre qu'il connaît la méthode qu'il utilise chaque jour lorsqu'il enseigne le cours de physique en général et le courant alternatif en particulier. Cela est d'autant plus vrai que le professeur en question a une formation pédagogique.

Concernant la deuxième question, le professeur de physique en général et du courant alternatif en particulier répond qu'il réalise rarement des expériences requises car il y a manque de laboratoire dans cet établissement.

Pour la troisième question, le professeur de physique affirme qu'il enseigne tout le chapitre du courant alternatif chaque année, car il organise des séances de rattrapage en cas de besoin. Cela montre que le professeur de physique se donne la peine d'aider les apprenants dans leur apprentissage. Concernant la quatrième question, le professeur nous fait remarquer qu'il doit reprendre la leçon mal assimilée et cela aide les apprenants à comprendre beaucoup plus la leçon. Il affirme aussi

quand il y a échec des élèves, il est inutile d'avancer à la leçon suivante, il est prêt à reprendre la leçon.

Pour la cinquième question, le professeur affirme qu'il fabrique beaucoup de matériels de laboratoire simples. Pour la sixième question, le professeur affirme qu'il a montré des applications dans la vie courante.

**b) Opinions des élèves**

Concernant la première question, 13/13 (soit 100 %) élèves de la $Sc_B$ et de la $N_4$ affirment sans doute que le professeur de physique fait rarement des expériences sur le chapitre du courant alternatif. Concernant la deuxième question, 5/13 (soit 39%) élèves répondant au questionnaire nous assurent qu'ils sont satisfaits de la leçon du courant alternatif qui leur est enseigné par leur professeur. 8/13 (soit 62 %) élèves affirment qu'ils ne sont pas satisfaits de la façon dont le chapitre sur le courant alternatif leur est enseigné par le professeur. Cela montre que le professeur de physique ne possède pas beaucoup de connaissances sur le sujet.

Concernant la troisième question, 5/13 (soit 39 %) élèves affirment qu'ils réussissent bien les leçons du chapitre du courant alternatif en physique. 8/13 (soit 62 %) élèves disent qu'ils ne réussissent pas les leçons du courant alternatif. Pour la quatrième question, 3/13 (soit 23 %) élèves nous assurent qu'ils choisiraient de suivre les leçons du chapitre du courant alternatif s'il n'était pas obligatoire, car elles fournissent des connaissances utiles dans la vie courante. 10/13 (soit 77 %) élèves refuseraient de suivre les leçons du chapitre du courant alternatif, car ils préfèrent s'orienter dans d'autres domaines plus motivants que la physique.

Pour la cinquième question, 6/13 (soit 46 %) élèves trouvent que les leçons du courant alternatif sont très intéressantes ; 7/13 (soit 54%) élèves trouvent que les leçons du courant alternatif sont intéressantes. Concernant la sixième question, 13/13 (soit 100 %) élèves répondent par un oui. Concernant la septième question, 5/13 (soit 39 %) élèves montrent qu'il y a la différence entre le courant continu et le courant alternatif, 8/13 (soit 62 %) disent qu'il n'existe pas une différence entre courant continu et courant alternatif.

Voici ce que certains élèves pensent en ce qui concerne la différence entre courant continu et courant alternatif : le courant alternatif est donné par un barrage, tandis que le courant continu est donné par la plaque solaire, les piles et les batteries; le courant alternatif ne diminue pas en cas d'utilisation et il y'a même des cas où les lampes brillent beaucoup, tandis que le courant continu ne s'augmente pas mais

quand on l'utilise, il commence à diminuer; le courant alternatif peut varier selon la source (ou transformateur du courant), tandis que le courant continu a deux phases et ne varie pas ; le courant alternatif est le courant dont la tension varie au cours du temps tandis que le courant continu est le courant dont la tension reste constante; un courant alternatif est un courant qui varie au cours du temps, tandis que le courant continu est un courant qui donne la coupure.

### 4.1.2.3. Cas du LNDS

#### a) Opinions de l'enseignant

En se référant au tableau 4.1 ci-haut, pour la première question, le professeur répond qu'il utilise la méthode interrogative chaque jour. Cela montre que le professeur connaît bien la méthode qu'il utilise lorsqu'il enseigne les leçons du courant alternatif. Cela montre que le professeur en question a la formation pédagogique. Concernant la deuxième question, le professeur répond qu'il réalise rarement des expériences requises chaque jour lors du chapitre courant alternatif. Si cela est vrai, cela constitue un inconvénient qui influencerait négativement les résultats des élèves dans le chapitre du courant alternatif.

Pour la troisième question, le professeur de physique affirme bel et bien qu'il enseigne tout le chapitre du courant alternatif chaque année, car il organise des séances de rattrapage en cas de besoin. Cela montre qu'il est compétent. Pour la quatrième question, le professeur nous fait remarquer qu'il doit reprendre la leçon où les élèves ont échoué au cours des travaux d'évaluation en donnant beaucoup des exercices d'application sur cette matière. Il est conscient que quand il y a échec des élèves, il est inutile d'avancer et il est obligé de reprendre la leçon qui a été l'objet de mauvaises notes.

Concernant la cinquième question, le professeur affirme qu'il fabrique ce matériel de laboratoire simple et peu coûteux. Cela montre que lorsqu'on fabrique un matériel de laboratoire, cela aide à réaliser le maximum d'expériences requises pour l'illustration des leçons.

Pour la sixième question, le professeur de physique affirme qu'il montre aux élèves des applications dans la vie courante lorsqu'il est en train d'enseigner la matière.

**b) Opinions des élèves**

En se référant au tableau 4.2 ci-haut, concernant la première question, 6/6 (soit 100 %) élèves répondant à cette question nous révèlent que le professeur de physique en général et du courant alternatif en particulier fait souvent des expériences. Pour la deuxième question, 6/6 (soit 100 %) élèves répondant au questionnaire nous assurent qu'ils sont satisfaits de la façon dont le chapitre du courant alternatif leur est enseigné par leur professeur, car il possède des connaissances suffisantes. Pour la troisième question, 4/7(soit 57 %) élèves nous assurent qu'ils réussissent bien les leçons du courant alternatif en physique. Seulement 3/7 (soit 43 %) disent qu'ils ne réussissent pas la leçon du courant alternatif.

Pour la quatrième question, 3/7 (soit 43 %) élèves nous assurent qu'ils choisiraient de suivre le chapitre du courant alternatif s'il n'était pas obligatoire, car il leur fournit des connaissances utiles dans la vie courante. 4/7(soit 57 %) élèves refuseraient de suivre les leçons du courant alternatif, car ils préfèrent suivre autres choses que la physique en général et le courant alternatif en particulier.

Concernant la cinquième question, 7/7 (soit 100 %) élèves trouvent que les leçons du courant alternatif sont très intéressantes. Pour la sixième question, 6/7 (soit 86 %) élèves répondent par un oui, 1/7(soit 14 %) élève seulement répond par un non.

Pour la septième question, 3/7 (soit 43 %) élèves affirment qu'il y a une différence entre le courant alternatif et courant continu, 4/7(soit 57 %) disent qu'il n'y a pas de différence entre courant alternatif et courant continu. Voici ce que les 3/7 (soit 43 %) élèves pensent en ce qui concerne la différence entre courant continu et courant alternatif : le courant continu est le courant donné par l'eau et il va directement dans l'endroit qu'on veut alimenter, tandis que dans le courant alternatif il y a présence d'un alternateur; dans le courant continu, il y a le déplacement de l'électron tandis que dans le courant alternatif, il n'y a pas de déplacement de l'électron; le courant continu est le courant produit par l'accumulateur, alors que le courant alternatif est un courant qui transporte des quantités d'électricité alternativement égales dans un sens et dans l'autre.

### 4.1.2.4. Cas du Lycée Regina Pacis

#### a) Opinion de l'enseignant

En se référant au tableau 4.1 ci-haut, concernant la première question, le professeur a hésité dans le choix de la méthode qu'il utilise, car il a coché dans deux cases différentes se trouvant dans le questionnaire en annexe. Cela nous montre qu'il ne connaît pas la méthode qu'il utilise quand il enseigne les leçons du courant alternatif. Cela est d'autant plus vrai que le professeur en question n'a pas de formation pédagogique. Concernant la deuxième question, le professeur de physique en général et du courant alternatif en particulier répond qu'il ne réalise pas les expériences requises du courant alternatif à cause du manque de matériel de laboratoire.

Pour la troisième question, le professeur affirme qu'il enseigne tout le dernier chapitre du courant alternatif chaque année et pour y arriver, il organise des séances de rattrapage. Pour la quatrième question, le professeur nous fait remarquer qu'il doit reprendre la leçon mal assimilée en donnant beaucoup d'exercices et de problèmes sur cette partie du chapitre.

Pour la cinquième question, le professeur affirme qu'il ne fabrique pas de matériel de laboratoire simple et peu coûteux, car il a appris d'autres choses que la physique qui ne lui permettent pas de fabriquer ce matériel. Pour la sixième question, le professeur de physique affirme qu'il a montré aux élèves des applications dans la vie courante.

#### b) Opinions des élèves

En se référant au tableau 4.2 ci-haut, concernant la première question, 4/4 (soit 100 %) élèves répondant à cette question affirment que le professeur de physique en général et du courant alternatif en particulier ne fait jamais des expériences, car il n'y a pas du matériel de laboratoire de cet établissement. Pour la deuxième question, 3/4 (soit 75 %) élèves répondant au questionnaire nous assurent qu'ils sont satisfaits de la façon dont la leçon du courant alternatif leur est enseignée par leur professeur. ¼ (soit 25 %) élève affirme qu'il n'est pas satisfait. Cela montre que le professeur en question possède des connaissances suffisantes car 75 % des élèves affirment qu'ils sont satisfaits de la façon dont le chapitre du courant alternatif leur est enseigné par leur professeur de physique.

Pour la troisième question, 2/4 (soit 50 %) élèves nous assurent qu'ils réussissent bien les leçons du courant alternatif en physique. 2/4 (soit 50 %) élèves disent qu'ils ne réussissent pas les leçons du courant alternatif.

Pour la quatrième question, 4/4 (soit 100 %) élèves nous assurent qu'ils choisiraient de suivre les leçons du courant alternatif s'il n'était pas obligatoire, car les leçons du courant alternatif leur fournissent des connaissances utiles dans la vie courante. Concernant la cinquième question, 4/4 (soit 100 %) élèves trouvent que les leçons du courant alternatif sont très intéressantes. Concernant la sixième question, 4/4 (soit 100 %) élèves répondent que le professeur leur a montré des applications dans la vie courante.

Pour la septième question, ¾ (soit 75 %) élèves affirment qu'il y'a la différence entre le courant alternatif et le courant continu. 1/4 (soit 25 %) élève dit qu'il n'y a pas de différence entre courant alternatif et courant continu. Voici ce que les ¾ (soit 75%) élèves pensent sur la différence entre courant continu et courant alternatif : le courant continu est un courant électrique produit grâce à des réactions chimiques, il a donc toujours le même sens tandis que le courant alternatif est un courant électrique qui est produit dans les centrales, grâce aux mouvements de rotation d'un bobinage devant les aimants. Il change de sens (il alterne) de nombreuses fois par seconde, sa fréquence est généralement de 50 Hz ; un courant continu est un courant qui donne la coupure tandis que un courant alternatif est un courant électrique périodique qui change de sens deux fois par période; un courant continu est un courant dont la tension est constante, tandis que le courant alternatif est un courant dont la tension est de 220 V et peut varier au cours du temps.

### 4.1.2.5. Cas du Lycée Sainte Thérèse

#### a) Opinion de l'enseignant

En se référant au tableau 4.1 ci-haut, concernant la première question, le professeur a hésité dans le choix de méthode qu'il utilise, car il a coché dans deux cases différentes. Cela montre que le professeur en question ne connaît pas la méthode qu'il utilise chaque jour et que le professeur n'a pas de formation pédagogique. Concernant la deuxième question, le professeur répond qu'il fait des expériences rarement car il y a un labo qui n'est pas suffisamment équipé.

Pour la question trois, le professeur de cette classe affirme qu'il enseigne tout le chapitre du courant alternatif chaque année et pour y arriver, il organise des séances de rattrapage.

Pour la quatrième question, le professeur nous fait remarquer qu'il doit reprendre la leçon mal assimilée en donnant beaucoup d'exercices d'application sur cette partie de la leçon du courant alternatif. Cela montre que quand il y a échec des élèves dans la leçon, il est inutile d'avancer et qu'il est prêt à reprendre la leçon qui a été l'objet de la mauvaise note. Concernant la cinquième question, le professeur a dit qu'il ne fabrique pas ce matériel de laboratoire simple, car il n'a pas de connaissances qui lui permettent de le faire. Pour la sixième question, le professeur affirme qu'il a montré aux élèves des applications dans la vie courante.

**b) Opinions des élèves**

En se référant au tableau 4.2 ci-haut, concernant la première question, 5/5 (soit 100 %) élèves répondant à cette question disent que le professeur de physique en général et du courant alternatif en particulier fait rarement des expériences sur les leçons du courant alternatif, car il y a manque du matériel de laboratoire dans cet établissement. Pour la deuxième question, 3/5 (soit 60%) élèves répondant au questionnaire nous assurent qu'ils sont satisfaits de la façon dont le chapitre du courant alternatif leur est enseigné par leur professeur. 2/5 (soit 40 %) élèves disent qu'ils ne sont pas satisfaits.

Concernant la troisième question, 2/5 (soit 40 %) élèves nous assurent qu'ils réussissent bien les leçons du courant alternatif en physique. 3/5 (soit 60 %) disent qu'ils ne réussissent pas les leçons du courant alternatif. Pour la quatrième question, 2/5 (soit 40 %) élèves nous assurent qu'ils choisiraient de suivre les leçons du courant alternatif s'il n'était pas obligatoire, car les leçons du courant alternatif leur fournissent des connaissances utiles dans la vie courante. 3/5 (soit 60 %) élèves refuseraient de suivre les leçons du courant alternatif car ils préfèrent s'orienter dans d'autres domaines plus motivants que la physique. Pour la cinquième question, 2/5 (soit 75%) élèves trouvent que les leçons du courant alternatif sont très intéressantes. 3/5 (soit 60 % ) élèves trouvent que les leçons du courant alternatif sont intéressantes. Concernant la sixième question, 5/5 (soit 100%) élèves répondant au questionnaire affirment que le professeur a montré aux élèves des applications dans la vie courante.

Concernant la septième question, 2/5 (soit 40 %) élèves disent qu'il y'a la différence entre le courant alternatif et le courant continu, 3/5 (soit 60 %) élèves disent qu'il n'y a pas de différence. Voici ce que les 2/5 élèves pensent sur la différence entre courant alternatif et courant continu : dans le courant continu, il y'a le déplacement de l'électron, tandis que dans le courant alternatif il n'y a pas de

déplacement de l'électron; le courant alternatif est donné par un barrage, tandis que le courant continu est donné par la plaque solaire, les piles et les batteries.

### 4.2. Qualifications des enseignants de la ville de Gitega

#### 4.2.1. Considération théorique sur la formation des enseignants

##### 4.2.1.1. Formation initiale

Elle est destinée à ceux qui ont choisi d'exercer une fonction dans le système éducatif. Elle comporte, dans un ordre qui n'est pas nécessairement chronologique, une formation de base, de culture générale et de spécialité et une formation professionnelle, théorique et pratique. La formation initiale se distingue de la formation continue qui s'adresse à des jeunes ou à des adultes déjà engagés dans la vie professionnelle ou en cours de professionnalisation. C'est de cette formation dont il est question dans notre recherche [16].

##### 4.2.1.2. Formation continue

Ce terme est utilisé dans le sens large pour désigner tous types et formes d'enseignement ou de formation poursuivis par ceux qui ont quitté l'éducation formelle à un niveau quelconque, qui ont exercé ou exercent une profession, ou qui ont assumé ou assument des responsabilités d'adultes dans une société donnée [17].

#### 4.2.2. Qualifications des enseignants dans quelques écoles de la ville de Gitega

Le tableau 4.3 nous montre différents niveaux de qualification des enseignants de physique en général et du courant alternatif en particulier dans notre échantillon.

**Tableau 4. 3 : Qualifications des enseignants dans quelques écoles de la ville de Gitega**

| Ecoles | Qualifications |
|---|---|
| Lycée Gitega | ISA Ir Agronome |
| Lycée Musinzira | ENS Maths-physique III |
| LNDS | IPA V Physique |
| L. Regina Pacis | ISA Ir Agronome |
| L. Sainte Thérèse | Licence en Physique |

Nous trouvons :des enseignants qui ont la formation aussi bien dans la théorie professionnelle que dans la théorie physique en général et du courant alternatif en particulier (IPA, ENS) ; des enseignants qui n'ont pas la formation dans la théorie

professionnelle mais qui ont la formation dans la théorie physique (Licence en physique) ; des enseignants qui n'ont de formation ni dans la théorie professionnelle, ni dans la théorie de physique en général et du courant alternatif en particulier (Ir agronome).

# CHAPITRE 5 : ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Toute recherche scientifique vise des objectifs et doit vérifier l'atteinte de ces derniers. Dans ce chapitre, cette vérification consiste au dépouillement des réponses fournies par les répondants. Il s'agit à cet effet d'analyser les données afin de pouvoir les traiter, les comparer et établir les relations entre elles pour que nous puissions prendre une décision. Pour notre cas, le traitement des données concernées s'est concentré sur les trois piliers de notre recherche à savoir : les opinions des élèves finalistes sur l'enseignement du courant alternatif dans des écoles se trouvant dans la ville de Gitega ; les opinions des enseignants sur l'enseignement du courant alternatif dans ces mêmes écoles; la qualification des enseignants des classes terminales à régime d'internat se trouvant dans la ville de Gitega.

## 5.1. Analyse et interprétation des opinions des élèves finalistes et des enseignants des classes terminales sur l'enseignement du courant alternatif

### 5.1.1. Analyse et interprétation des opinions des élèves finalistes sur l'enseignement du courant alternatif

Le courant alternatif se différencie d'un courant continu comme suit : « Un courant continu est un courant constant au cours du temps, tandis qu'un courant alternatif est un courant qui varie selon une loi sinusoïdale du temps » [5]. Concernant la première question, qui consistait à savoir si des expériences sur le courant alternatif sont ou non réalisées dans les différentes écoles, 60 % des participants ont affirmé que les expériences sur l'enseignement de ce dernier sont rarement effectuées. 20 % des participants ont révélé que les expériences sont souvent effectuées, tandis que 20 % d'autres ont affirmé qu'aucune expérience ne s'effectue sur l'enseignement du courant alternatif.

De ce qui précède, nous remarquons que 80 % des participants montrent que les expériences sur l'enseignement du courant alternatif ne sont pas réalisées à bon escient. Pour la deuxième question qui consistait à savoir si les élèves sont ou non satisfaits de la façon dont le cours sur le courant alternatif est dispensé, nous remarquons que : aux différentes écoles, les participants sont respectivement satisfaits à 100%, 70 %, 100 %, 75 % et 60 % de la façon dont ce cours sur le courant alternatif est dispensé.

Concernant la troisième question qui consistait à savoir si les élèves réussissent bien le chapitre du courant alternatif, nous constatons que 72 % des élèves au Lycée Musinzira affirment avoir réussi les apprentissages. Au lycée Gitega, 39 % des participants affirment avoir réussi les apprentissages, tandis qu'au LNDS, Regina

Pacis, et Sainte Thérèse les apprentissages sur le courant alternatif sont réussis respectivement : à 58 %, 50 % et 40 %. De cette analyse, on peut conclure que beaucoup des élèves du LNDS sont bien orientés dans la section qui leur est convenable. « L'orientation est une action de diriger l'enfant vers la formation d'enseignement qui lui convient le mieux afin de développer au maximum toutes les potentialités » [13].

Pour la quatrième question qui consistait à savoir si le chapitre du courant alternatif serait suivi par les apprenants s'il était facultatif, on a constaté que 72 % d'entre eux ont répondu par l'affirmatif à la première école. A la deuxième école, à peu près 23 % des participants ont dit oui. Aux troisième et cinquième écoles, 40 % des élèves ont approuvé qu'ils suivraient le chapitre, tandis qu'à la quatrième école, tous les participants (soit 100 %) ont affirmé qu'ils suivraient ce chapitre même si il n'était pas obligatoire.

S'agissant des données révélées au niveau de la cinquième question qui était stipulée comme suit : que pensez-vous des leçons sur le courant alternatif ? Nous constatons que la plupart des participants ont affirmé que les leçons sur le courant alternatif sont très intéressantes, soit 68,66 % (à peu près 69 %) des participants. Le reste d'entre-eux, soit 31,44 % (à peu près 32 %) des participants affirment que ces dernières sont intéressantes.

Pour la sixième question qui consistait à savoir si les professeurs montrent aux élèves les applications dans la vie courantes lors de la leçon du courant alternatif, tous les participants l'ont affirmé. De cette analyse, on peut dire que les élèves auraient des aptitudes à pouvoir installer les matériels électriques dans les ménages. Donc : « dans les conditions habituelles de la réflexion sur le métier, la synthèse de toutes les formations s'avère impossible, un véritable travail. Le sujet qui réfléchit sur les métiers et son avenir, ne mobilise pas toutes ces ressources en matière d'attention et de penser lorsque, il adopte un mode de pensée que l'on a parfois qualifié de naturel ou social » [18].

Pour la septième question, les élèves sont parvenus à différencier le courant alternatif du courant continu. On constate qu'à la première école 42,86% (à peu près 43 %) des élèves sont parvenus à différencier, tandis qu'aux quatre autres écoles la capacité à pouvoir donner la différence entre ces deux types de courant est respectivement 38,46 %, 42,86 %, 75%, et 60 %. Ce qui amène à une moyenne globale de 51,48 % (soit à peu près 52 %) des élèves capables de différencier les deux types de courant.

De cette analyse, on peut dire que malgré leur volonté à suivre les leçons sur le courant alternatif et les applications réalisées, à peu près la moitié des élèves ne savent pas différencier les deux types de courant. Soit le niveau des professeurs a une influence négative sur certains apprenants, soit la capacité de ceux-ci n'est pas suffisante pour affronter les leçons sur le courant alternatif. Il y a aussi le matériel scolaire qui fait défaut et le manque criant de laboratoire qui sont à l'origine de la non maîtrise des apprentissages scolaires en général et du cours de physique en particulier.

### 5.1.2. Analyse et interprétation des opinions des enseignants des classes terminales sur l'enseignement du courant alternatif

En analysant les réponses données par les enseignants des Lycées Gitega, LNDS, Regina Pacis, ENF et L. Musinzira aux différentes questions se trouvant sur le questionnaire qui leur est adressé, nous ont constaté que: concernant la première question qui consistait à savoir les méthodes utilisées par les professeurs lors de l'enseignement du courant alternatif, 40 % des enseignants connaissent la méthode qu'ils utilisent chaque jour, tandis que 60 % des enseignants tâtonnent sur la méthode qu'ils utilisent en cochant dans deux cases différentes. Cela montre que ces enseignants n'ont pas de formation pédagogique. Ce qui fait que ces professeurs ne sauraient pas donner un nom à la méthode qu'ils utilisent.

Pour la deuxième question qui consistait à savoir les expériences sur les leçons du courant alternatif requises pour mieux faire comprendre la théorie, 20 % des enseignants ont affirmé qu'ils réalisent des expériences, 60 % des enseignants ont affirmé que les expériences se font rarement, tandis que 20 % d'autres ont affirmé qu'aucune expérience ne s'effectue sur les leçons du courant alternatif. Nous remarquons que 80 % des enseignants ne réalisent pas comme il faut des expériences sur les leçons du courant alternatif alors que la physique est une science expérimentale. Joindre la pratique à la théorie aide beaucoup les élèves pour la bonne compréhension de la matière et cela motive les élèves à aimer la physique en général et le courant alternatif en particulier. Si les élèves sont faiblement motivés au départ, il y aura risque de ne pas arriver à un enseignement de qualité qui particulièrement, dépendrait de la motivation. Ainsi, parlant de comment susciter le désir d'apprendre dans « la motivation » : « la faible motivation des élèves est vécue (par les enseignants) non seulement comme frustrante, mais comme le principal obstacle au succès du processus d'enseignement-apprentissage » [19].

Concernant la troisième question qui consistait à savoir que les professeurs enseignent toutes les leçons du courant alternatif chaque année, tous les enseignants

l'ont affirmé. Cela montre que tous les enseignants des différentes écoles organisent des séances de rattrapage. Ce comportement montre que les professeurs se donnent la peine pour aider les élèves dans leur apprentissage lorsqu'ils prestent des heures supplémentaires.

Pour la quatrième question qui consistait à savoir la réaction des enseignants lorsque toute la classe ou une partie des élèves ont reçu une mauvaise note au cours de l'évaluation sur le chapitre courant alternatif, 100 % des enseignants disent qu'ils doivent reprendre les leçons mal assimilées pour que les élèves puissent réussir. Cela montre que ces enseignants ont une compétence comme le dictionnaire le montre : « La compétence est une connaissance approfondie reconnue qui confère le droit de juger ou de décider en certaines matières » [16]. Dans le domaine de la pédagogie, la compétence suppose des aptitudes permettant à l'enseignant d'assimiler d'abord les connaissances variées qu'il enseigne, ensuite de pouvoir les faire acquérir par les élèves. Les enseignants acquièrent cette compétence dans une institution de formation des enseignants. Les critères de base pour dire que tel ou tel enseignant est compétent au point de vue pédagogique sont estimés à six: la réussite des élèves aux examens et évaluation, la capacité de l'enseignant à établir des relations socio-affectives avec les élèves, sa réputation, sa formation pédagogique, son expérience professionnelle et ses compétences disciplinaires [19]. Lorsqu'on parle de compétence pédagogique, il faut noter le niveau et la qualité du savoir, la logique de présentation de l'exposé, mais aussi la progression méthodique.

Concernant la cinquième question qui concernait la fabrication du matériel de laboratoire simple et peu coûteux, 10 % des enseignants ont affirmé qu'ils ne fabriquent pas du matériel de laboratoire simple et peu coûteux, car ils ont appris d'autres choses que la physique, tandis que 90 % des enseignants ont affirmé qu'ils le fabriquent. En effet, ce dernier peut ne pas être disponible parce qu'il est cher. Lorsqu'on fabrique un matériel de laboratoire, cela aide à réaliser le maximum d'expériences requises pour illustration des leçons.

Pour la sixième question qui consistait à savoir si l'enseignant montre aux élèves des applications dans la vie courante sur le courant alternatif, 100 % des enseignants répondent par un oui. Cela montre que les différentes réponses fournies par les élèves ne contredisent pas les informations fournies par les enseignants sur sa qualité, ce qui montre qu'ils ont un art d'enseigner.

## 5.2. Analyse et interprétation de la qualification des enseignants des classes terminales sur l'enseignement du courant alternatif

Partout dans le monde, personne ne saurait donner ce qu'elle n'a pas. Or, pour inculquer aux élèves une formation solide et les préparer à devenir des citoyens utiles, l'enseignant doit non seulement soigner le contenu des cours, mais aussi et surtout maîtriser les méthodes de travail, sinon il ne pourra pas réveiller les capacités latentes de ses élèves ni les aider à cultiver chez eux certaines valeurs. Même si nous acceptons que le nombre d'années d'expérience peuvent suppléer à certaines compétences, nous restons convaincus que seule une formation qualifiée des enseignants garantit pour une bonne part la réussite des élèves en physique en général et en courant alternatif en particulier.

Il faut aussi souligner que si le prof est non qualifié, nous décelons en lui certains comportements positifs pour faire réussir les élèves : il organise des séances supplémentaires de rattrapage et de renforcement, il pense faire des expériences de physique en général et du courant alternatif en particulier pour appuyer la théorie, il veille à installer les prérequis si ses élèves n'en ont pas et il donne beaucoup de problèmes et d'exercices d'application. Ce comportement positif du professeur donne une place plus ou moins acceptable dans les évaluations sur les leçons du courant alternatif.

Donc, cela montre que si le professeur est non qualifié, il a un art d'enseigner: « La vieille expression qui veut qu'il y ait un "art d'enseigner" recouvre une réalité permanente qu'elle implique que l'on est ou non, doué par la nature pour cet "art" comme on l'est pour la musique ou pour la peinture, et qu'au don naturel aucune communication de savoir psychologique ou de recettes pédagogiques ne saurait entièrement suppléer » [19]. On peut avoir des talents pour accomplir une action. La formation vient alors raffiner ces talents. Si les professeurs de physique en général et du courant alternatif en particulier des différentes écoles cités ci-haut avaient une formation au niveau disciplinaire et professionnelle suffisantes, ils seraient encore plus performants qu'ils ne le sont aujourd'hui.

## CONCLUSION GENERALE

Il est important qu'au terme de notre étude, l'on jette un regard un peu en arrière pour retracer les grandes lignes ayant constitué notre sujet : « Courant alternatif et l'enseignement de la physique dans quelque les écoles secondaires de la ville de Gitega », ainsi que les résultats auxquels nous sommes arrivés. Cette étude était orientée par les questions suivantes : comment enseigner le courant alternatif dans les classes terminales du secondaire ? De cette question, nous avons déduit deux autres: quelles seraient les opinions des enseignants et des élèves finalistes dans les sections scientifiques et normales avant et après l'apprentissage d'un module sur le courant alternatif ? Quelle serait la qualification des enseignants des classes terminales (Normale et Scientifique A et B) ? L'étude cherchait donc à confirmer ou infirmer les hypothèses suivantes : l'enseignement du courant alternatif dans les écoles suivantes: Lycée Musinzira, Lycée Gitega, LNDS, Lycée Sainte Thérèse et Lycée Regina Pacis est efficient. Après notre recherche, les résultats obtenus ont montré que la situation des écoles secondaires sur l'enseignement du courant alternatif dans quelques écoles secondaires se trouvant dans la ville de Gitega est caractérisé par un manque criant de matériel de laboratoire de physique en général et du courant alternatif en particulier et un manque d'enseignants qualifiés en physique. Notre étude a montré que les écoles secondaires se trouvant dans la ville de Gitega rencontrent tant de problèmes qui freinent le développement de l'enseignement du courant alternatif dans quelques écoles secondaires. De l'analyse et l'interprétation des résultats nous tirons les conclusions suivantes : la première hypothèse spécifique qui stipulait que l'enseignement du courant alternatif au Lycée Musinzira est efficient est infirmée. En effet, l'analyse des différentes réponses données par l'enseignant et les élèves montre que 70 % des participants affirment que tous les objectifs visés par les questions se trouvant sur les deux questionnaires en annexe ne sont pas pleinement atteints.

La deuxième hypothèse qui stipulait que l'enseignement du courant alternatif au Lycée Gitega est efficient n'a pas été confirmée non plus. En effet, l'analyse des réponses données par l'enseignant et les élèves sur l'enseignement du courant alternatif montre que la majorité des objectifs visés par les questions se trouvant sur les questionnaires en annexe ne sont pas atteints. La troisième hypothèse stipulant l'efficience de l'enseignement du courant alternatif au LNDS est confirmée. En effet, l'analyse des différentes réponses données par l'enseignant et les élèves sur l'enseignement du courant alternatif montre que la majorité des objectifs visés par les questions des questionnaires en annexe ont été atteints. La quatrième hypothèse spécifique, qui stipulait que l'enseignement du courant alternatif au L. Regina Pacis

est efficient, est infirmée. En effet, vu les différentes réponses données par les élèves et l'enseignant, on constate qu'à 60% des répondants, les objectifs visés par les questions n'ont pas été pleinement atteints. La cinquième hypothèse spécifique qui consistait à savoir si l'enseignement du courant alternatif au L. Sainte Thérèse est efficient, est aussi infirmée.

Vu les différentes réponses données par les enseignants et les élèves des différentes écoles ci-haut citées, nous constatons que la ville de Gitega est loin de couvrir les besoins en enseignants qualifiés en physique en général et en courant alternatif en particulier. Il y a des enseignants tenant la classe terminale, mais qui sont presque faibles en physique en général et en courant alternatif en particulier, car ils ont appris d'autres choses que la physique (par exemple les lauréats de l'ISA). D'autres n'ont pas de formation pédagogique (Licence en physique).

En conséquence, notre hypothèse générale d'après lequel l'enseignement du courant alternatif dans la ville de Gitega est efficace, est infirmée. Donc, pour que l'enseignement du courant alternatif soit plus qualitatif dans la ville de Gitega, les stratégies suivantes devraient être dégagées : engager des enseignants qualifiés en physique en général et en courant alternatif en particulier ; prévoir des matériels appropriés de laboratoire de physique pour toutes les écoles se trouvant dans la ville de Gitega ; consulter les titulaires dudit cours en général et donner des conseils pédagogiques en vue d'une amélioration et surtout pour les titulaires affichant un niveau faible.

Le présent travail est loin d'être complet. Il peut néanmoins servir de base pour quiconque voudrait approfondir davantage l'étude du courant alternatif et l'enseignement de la physique dans les écoles secondaires de la ville de Gitega.

## BIBLIOGRAPHIE

**[1] Larousse,** *Dictionnaire encyclopédique de psychologie*. P.U.F, Paris, (1987).

**[2] F. Newcombs,** *Manuel de la psychologie sociale*, P.U.F, Paris, (1978).

**[3] J. Fouliquie,** *Dictionnaire de la langue pédagogique*, P.U.F, Paris, (1971).

**[4] M. Reuchlin,** *Les méthodes en sociologie*, P.U.F, Paris, (1962).

**[5] J.M. Fouchet,** *Electricité pratique*, Dunod, Paris, (1999).

**[6] P. Charruault,** *Les lois générales de l'électricité*, Dunod, Paris, Tome 2, (1987).

**[7]** https://fr.wikipedia.org/wiki/Courantalternatif, consulté le 10/7/2017 à 15h

**[8] Y. Granjon,** *Electricité générale*, Dunod, Paris, Tome 3, (2009).

**[9] D. B. Isabelle,** *Phénomène électrique*, Dunod, Paris, Tome 2, (1974).

**[10] A. Frühling,** *Cours de l'électricité,* Dunod, Paris, Tome 2, (1966).

**[11] G. Bruhat,** *Cours de la physique générale*, Dunod, Paris, Tome 1, (1967).

**[12] J. Niyiragira,** *Contribution à l'amélioration des pratiques d'enseignement de la physique au Lycée Makamba*, Université du Burundi, Bujumbura, (2015).

**[13] J. Nahimana,** *Impact de l'orientation des élèves de la 10ème année sur la réussite scolaire dans la classe suivante*, Université du Burundi, Bujumbura, (2016).

**[14] P. Aktouf,** *Méthodologie des sciences sociales et approche qualitative des organisations. Introduction à la démarche critique*, P.U.Q. Québec, (1997).

**[15] R. Boudon,** *Les méthodes en sociologie*, P.U.F, Paris, (1980).

**[16] Micro-Robert,** *Dictionnaire pédagogique pour apprentissage du Français*, P.U.F, Paris, (1988).

**[17] J.Kerviel,** *Vocabulaire de la psychologie*, P.U.F, Paris, (1994) .

**[18] R. Lafon,** *Vocabulaire de la psychopédagogie et de psychiatrie de l'enfant,* P.U.F, Paris, (1973).

**[19] P. Vianin,** *Pratiques pédagogique*, P.U.F, Paris, (2007).

**[20] G. Ndayikeza,** *Impact sur la qualification des enseignants sur les résultats des élèves en physique*, Université du Burundi, Bujumbura, (2001).

**ANNEXES**

**(1)**

## LETTRE ACCOMPAGNANT LE QUESTIONNAIRE D'ENQUETE, ADRESSEE AUX ENSEIGNANTS.

**Ndayisenga Paul**
**UNIVERSITE DU BURUNDI**
**Institut de Pédagogie Appliquée**
**Département de Physique-Technologie**

Madame, Monsieur, le professeur de physique,

Le présent questionnaire auquel vous êtes invités à répondre avec franchisse s'inscrit dans le cadre de notre travail de fin d'études à l'Université du Burundi.

En répondant sincèrement aux questions posées, vous aurez fourni une contribution considérable à la compréhension du courant alternatif et l'enseignement de la physique dans les écoles secondaires de la ville de Gitega.

Nous vous prions alors de répondre à ces questions de la manière la plus précise et la plus complète possible. Dans le but d'assurer le strict anonymat, nous vous prions de ne pas inscrire votre nom sur le questionnaire.

Nous vous remercions de votre franchisse collaboration.

**Ndayisenga Paul**

**(2)**

**Ndayisenga Paul**
**UNIVERSITE DU BURUNDI**
**Institut de Pédagogie Appliquée**
**Département de Physique-Technologie**
**Nom de l'école**
**Classe**
**Diplôme obtenu**

## QUESTIONNAIRE D'ENQUETE

Q1. Lors de l'enseignement du courant alternatif dans le cours de physique, quelles sont les méthodes que vous utilisez ?

- Méthode active ☐
- Méthode passive ☐
- Les deux à la fois ☐
- Je ne sais pas ☐

Q2. Réalisez-vous les expériences sur le courant alternatif requises pour mieux faire comprendre la théorie ?

Q3. Chaque année, est-ce que vous enseignez tout le chapitre du courant alternatif ?

Oui ☐ ou Non ☐

Si Oui comment faites-vous pour y arriver ?

Si Non qu'est ce qui vous empêche de le terminer ?

Q4. Comment réagissez-vous lorsque toute la classe ou une partie de vos élèves ont reçu une mauvaise note au cours de l'évaluation sur le chapitre du courant alternatif ?

Q5. Fabriquez-vous du matériel de labo simple et peu coûteux ?

Q6. Lors de la leçon du courant alternatif, en avez-vous montré aux élèves des applications dans la vie courante ?

**(3)**

**Ndayisenga Paul**
**UNIVERSITE DU BURUNDI**
**Institut de Pédagogie Appliquée**
**Département de Physique-Technologie**

## LETTRE ACCOMPAGNANT LE QUESTIONNAIRE D'ENQUETE ADRESSEE AUX ELEVES.

Chers élèves,

Le présent questionnaire vous est adressé pour solliciter votre concours dans la réalisation de notre travail de fin d'études universitaires portant sur le courant alternatif et l'enseignement de la physique dans les écoles secondaires de la ville de Gitega.

Nous vous demandons de répondre au questionnaire en annexe le plus individuellement et le plus sincèrement possible. Nous vous avons choisis parce que nous considérons que vous êtes les mieux indiqués pour apporter une contribution à la réussite de ce travail. Pour assurer l'anonymat, nous vous prions de ne pas marquer votre nom.

Nous vous remercions d'avance de votre aimable collaboration. Nous vous souhaitons plein succès dans votre vie en général et en particulier dans vos études.

**Ndayisenga Paul**

**(4)**

**Ndayisenga Paul**
**UNIVERSITE DU BURUNDI**
**Institut Pédagogie Appliquée**
**Département de Physique-Technologie**
**Nom de l'école**
**Classe**
**Genre**

## QUESTIONNAIRE D'ENQUETE

Q1. Le professeur fait-il des expériences de physique sur le courant alternatif ?

Souvent ☐
Rarement ☐
Jamais ☐

Q2. Etes-vous satisfaits de la façon dont la leçon du courant alternatif vous est enseignée ?

Oui ☐
Non ☐
Pourquoi ☐

Q3. Réussissez-vous bien la leçon du courant alternatif dans le cours de physique ?

Q4. Si la leçon du courant alternatif n'était pas obligatoire, choisiriez-vous de la suivre ? Justifiez votre réponse.

Q5. Que pensez-vous des leçons du courant alternatif ?

- Intéressantes ☐
- Très intéressantes ☐

Q6. Lors de la leçon du courant alternatif, le professeur vous en montre-t-il des applications dans la vie courante ?

Q7. Existe-t-il une différence entre courant alternatif et courant continu ?

Oui ☐
Non ☐

Si Oui, justifiez votre réponse ?