



HAL
open science

IMPACT DES ACTIVITES EXPERIMENTALES SUR LA COMPREHENSION DES PHENOMENES D'ELECTROMAGNETISME

Chris Poppel Louyindoula Bangana Yiya

► **To cite this version:**

Chris Poppel Louyindoula Bangana Yiya. IMPACT DES ACTIVITES EXPERIMENTALES SUR LA COMPREHENSION DES PHENOMENES D'ELECTROMAGNETISME. Education. Université Marien-Ngouabi (Brazzaville), 2017. Français. NNT : . tel-03196525

HAL Id: tel-03196525

<https://theses.hal.science/tel-03196525>

Submitted on 12 Apr 2021

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

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



UNIVERSITE MARIEN NGOUABI

----- **ECOLE NORMALE SUPERIEURE** -----

E.N.S

Année : 2016

N° d'ordre : 284

THESE

Pour l'obtention du diplôme de doctorat

Domaine : Sciences de l'Education

Formation doctorale : Chaire UNESCO

Option : Didactique des disciplines et évaluation

Spécialité : Didactique des sciences physiques

Présentée et soutenue publiquement

Par

LOUYINDOULA BANGANA YIYA Chris Poppel

Titulaire du DEA de didactique des sciences physiques

Le 24 janvier 2017

TITRE

**IMPACT DES ACTIVITES EXPERIMENTALES SUR LA
COMPREHENSION DES PHENOMENES
D'ELECTROMAGNETISME**

DIRECTEUR DE THESE DE DOCTORAT

LOUMOUAMOU Aubin Nestor, MC, Université Marien NGOUABI

JURY

Président : Bernard M'PASSI MABIALA, Pr, Université Marien NGOUABI (Congo)

Rapporteur externe : Aurélien KENFACK JIOTSA, Pr, Université Yaoundé 1 (Cameroun)

Rapporteur interne : Timothée NSONGO, MC, Université Marien NGOUABI (Congo)

Examineur : André EMTCHEU, Pr, Université Yaoundé 1 (Cameroun)

Directeur de thèse : Aubin Nestor LOUMOUAMOU, MC, Université Marien NGOUABI (Congo)

DÉDICACE

A mon père et ma mère,

Je vous dédie ce travail en témoignage de la profondeur
de mes sentiments de reconnaissance que j'éprouve pour vous.

A mes frères et sœurs,
qu'ils trouvent dans ce travail l'expression
de mon dévouement et mon attachement infini.

A ma bien-aimée,
qu'elle trouve dans ce travail
l'expression de mon amour inconditionnel.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail je tiens à remercier Monsieur Aubin Nestor LOUMOUAMOU, pour avoir bien voulu diriger ce travail de thèse, sa disponibilité, son soutien, son encadrement très enrichissants et le partage de son expérience tant que scientifique dont j'ai pu profiter depuis le D.E.A.

Je remercie également Monsieur le président du jury pour l'honneur qu'il nous fait de présider le jury de soutenance de cette thèse, Veuillez trouver ici l'expression de notre profonde gratitude., ainsi que Messieurs les membres du jury, pour l'honneur qu'ils nous font d'accepter les tâches d'examineurs pour ce travail. Nous sommes très sensibles aux différentes remarques et suggestions pertinentes que vous ferez en vue d'améliorer la qualité scientifique de ce travail.

Je remercie l'ensemble des enseignants de la Chaire UNESCO de l'Ecole Normale Supérieure pour leur formation ainsi que toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin pour leur précieuse contribution à différents moments de la rédaction de ce travail de thèse.

Ce travail n'aurait pas existé sans la contribution de chacun de vous, merci infiniment.

Résumé

L'amélioration des méthodes d'acquisition des connaissances chez les apprenants préoccupe les acteurs directs et indirects du système éducatif. Les recherches récentes menées en didactiques des sciences ont montré que les difficultés à l'apprentissage sont responsables en partie des échecs observés surtout en sciences physiques. L'hypothèse avancée ici est que certaines de ces difficultés trouvent leur origine dans l'absence de la mise en œuvre des activités expérimentales.

La singularité de ce travail a résidé dans la conception des activités expérimentales au programme à partir des objets de récupération notamment sur l'électromagnétisme. Après cette conception, la suite du travail a consisté à vérifier l'impact positif de la pratique des activités expérimentales sur la compréhension des phénomènes physiques étudiés.

Sur le plan méthodologique, en plus de l'observation, il a été appliqué un questionnaire aux élèves des classes de première scientifique (série C et D) des lycées d'enseignement général JAVOUHEY, CHAMINADE et LUMUMBA à raison de trois (3) classes par établissement réparties comme suite : une (1) classe témoin et deux (2) classes expérimentales. Un entretien semi-dirigé a été appliqué aux enseignants de sciences physiques des mêmes établissements de la ville de Brazzaville. Ces outils (fiche d'observation, questionnaire et guide d'entretien) ont été préalablement testés et améliorés.

Les résultats obtenus à la suite de cette étude montrent que les hypothèses émises ont été affirmées et les objectifs fixés atteints. En effet, il ressort que les résultats des classes expérimentales sont meilleurs que ceux des classes témoins et les enseignants éprouvent des difficultés à enseigner certaines notions sans réaliser des activités expérimentales.

Mots clés : Expériences de cours, didactique des sciences physiques, électromagnétisme.

Table des figures

4.1	Comparaison des évaluations diagnostiques par items : LUMUMBA	58
4.2	Comparaison des évaluations diagnostiques par items : CHAMINADE	60
4.3	Comparaison des évaluations diagnostiques par items : JAVOUHEY	62
4.4	Comparaison relative aux items des classes témoins	64
4.5	Comparaison relative aux items des classes expérimentales	67
4.6	Comparaison relative aux items entre classes témoins et expérimentales	70
4.7	Comparaison des évaluations sommatives par items : LUMUMBA	74
4.8	Comparaison des évaluations sommatives par items : CHAMINADE	78
4.9	Comparaison des évaluations sommatives par items : JAVOUHEY	82
4.10	Comparaison relative aux items des classes témoins	86
4.11	Comparaison relative aux items des classes expérimentales	89
4.12	Comparaison relative aux items entre classes témoins et expérimentales 2	93
4.13	Comparaison relative aux items de la classe témoin : LUMUMBA	96
4.14	Comparaison relative aux items : classe expérimentale 1 - LUMUMBA	99
4.15	Comparaison relative aux items : classe expérimentale 2 - LUMUMBA	102
4.16	Comparaison relative aux items de la classe témoin : CHAMINADE	106
4.17	Comparaison relative aux items : classe expérimentale 1 - CHAMINADE	108
4.18	Comparaison relative aux items : classe expérimentale 2 - CHAMINADE	110
4.19	Comparaison relative aux items de la classe témoin : JAVOUHEY	113
4.20	Comparaison relative aux items : classe expérimentale 1 - JAVOUHEY	116
4.21	Comparaison relative aux items : classe expérimentale 2 - JAVOUHEY	118

Liste des tableaux

2.1	Répartition horaire des objectifs au lycée	20
3.1	Récapitulatif des échantillons par établissement	45
4.1	Récapitulatif des diplômes des enseignants par établissement	50
4.2	Récapitulatif des réponses des enseignants à la question n°2	51
4.3	Récapitulatif des réponses des enseignants à la question n°3	51
4.4	Récapitulatif des réponses des enseignants à la question n°4	52
4.5	Récapitulatif des réponses des enseignants à la question n°6	53
4.6	Comparaison des évaluations diagnostiques par notes : LUMUMBA	57
4.7	Comparaison des évaluations diagnostiques par notes : CHAMINADE	59
4.8	Comparaison des évaluations diagnostiques par notes : JAVOUHEY	61
4.9	Comparaison relative aux notes des classes témoins	63
4.10	Comparaison relative aux notes des classes expérimentales	66
4.11	Comparaison relative aux notes entre classes témoins et expérimentales	69
4.12	Comparaison des évaluations sommatives par notes : LUMUMBA	72
4.13	Test comparatif des moyennes de l'évaluation sommative : LUMUMBA	75
4.14	Comparaison des évaluations sommatives par notes : CHAMINADEA	76
4.15	Test comparatif des moyennes de l'évaluation sommative : CHAMINADE	79
4.16	Comparaison des évaluations sommatives par notes : JAVOUHEY	80
4.17	Test comparatif des moyennes de l'évaluation sommative : JAVOUHEY	84
4.18	Comparaison relative aux notes des classes témoins	85
4.19	Comparaison relative aux notes des classes expérimentales	88
4.20	Ccomparaison relative aux notes entre classes témoins et expérimentales	92
4.21	Comparaison relative aux notes de la classe témoin : LUMUMBA	94
4.22	Comparaison relative aux notes : classe expérimentale 1 - LUMUMBA	98
4.23	Comparaison relative aux notes : classe expérimentale 2 - LUMUMBA	101

4.24	Comparaison relative aux notes de la classe témoin : CHAMINADE	104
4.25	Comparaison relative aux notes : classe expérimentale 1 - CHAMINADE . .	107
4.26	Comparaison relative aux notes : classe expérimentale 2 - CHAMINADE . .	109
4.27	Comparaison relative aux notes de la classe témoin : JAVOUHEY	112
4.28	Comparaison relative aux notes : classe expérimentale 1 - JAVOUHEY . . .	115
4.29	Comparaison relative aux notes : classe expérimentale 2 - JAVOUHEY . . .	117
4.30	Apport du T.P-cours par rapport au cours théorique : LUMUMBA	119
4.31	Apport du T.P-cours par rapport au cours théorique : CHAMINADE	120
4.32	Apport du T.P-cours par rapport au cours théorique : JAVOUHEY	120

Table des matières

INTRODUCTION	1
1 PROBLÉMATIQUE	5
1.1 Contexte	6
1.2 Questions de recherche	7
1.3 Hypothèses de recherche	8
1.4 Objectifs de l'étude	9
2 CADRE CONCEPTUEL ET THÉORIQUE	11
2.1 Définition de quelques concepts	12
2.1.1 Expérience	12
2.1.2 Expérimentation	13
2.1.3 Activité expérimentale	13
2.1.4 Phénomène physique	14
2.1.5 Démarche expérimentale	14
2.2 Quelques caractéristiques de la physique	16
2.3 Difficultés d'enseignement/apprentissage en physique	17
2.4 L'électromagnétisme	18
2.4.1 L'électromagnétisme comme domaine d'étude	18
2.4.2 L'électromagnétisme comme sous discipline d'enseignement	20
2.4.3 Objectifs et horaires assignés à l'électromagnétisme	20
2.4.4 L'électromagnétisme vu du manuel scolaire au programme	21
2.5 Les activités expérimentales	22
2.5.1 Les modes didactiques des activités expérimentales	22
2.5.1.1 Mode expérience-action ou expérimentation	22
2.5.1.2 Mode expérience-objet ou expérimentation	22

2.5.1.3	Mode expérience-outil ou expérience-validation	23
2.5.2	Rôle des activités expérimentales	23
2.5.3	Types d'activités expérimentales	24
2.5.4	Activités expérimentales proposées aux élèves	25
2.6	Quelques théories sur l'apprentissage	25
2.6.1	La pédagogie des grands groupes	26
2.6.2	La théorie des situations : le milieu	28
2.6.3	Le constructivisme	28
2.6.4	Le socioconstructivisme	29
2.6.5	L'apprentissage collaboratif	30
2.6.5.1	Composantes de l'apprentissage collaboratif	30
2.6.5.2	Étapes du processus de l'approche collaborative	32
2.6.5.3	Les interactions dans une situation de collaboration	33
2.7	L'évaluation	35
2.7.1	L'évaluation diagnostique	35
2.7.2	L'évaluation formative	36
2.7.3	L'évaluation sommative ou bilan	37
3	MÉTHODOLOGIE	38
3.1	Méthodologie suivie	39
3.1.1	Enquête auprès des enseignants	39
3.1.2	Enquête auprès des apprenants	39
3.1.3	Observation directe des élèves en salle	40
3.2	Déroulement des séances de cours	41
3.2.1	Déroulement de la séance de cours traditionnel	41
3.2.2	Déroulement de la séance de cours expérimental	42
3.3	Opérationnalisation de l'étude	43
3.3.1	Champ d'investigation	43
3.3.2	Population cible	43
3.3.3	Échantillon	43
3.4	Instruments de collecte et d'analyse des données	45
3.4.1	L'entretien	45
3.4.2	Le questionnaire	45
3.4.3	L'observation	46

3.4.4	SPSS 17	47
3.4.5	Analyse de Contenu	48
4	PRÉSENTATION, ANALYSE ET DISCUSSION DES RÉSULTATS	49
4.1	Résultats des entretiens avec les enseignants	50
4.2	Résultats du questionnaire des apprenants	56
4.2.1	Résultats des évaluations diagnostiques	56
4.2.1.1	Résultats comparatifs des évaluations du lycée LUMUMBA	56
4.2.1.2	Résultats comparatifs des évaluations du lycée CHAMINADE	58
4.2.1.3	Résultats comparatifs des évaluations du lycée JAVOUHEY	61
4.2.2	Comparaison des résultats entre établissements	63
4.2.2.1	Comparaison des résultats des classes témoins	63
4.2.2.2	Comparaison des résultats des classes expérimentales	65
4.2.2.3	Comparaison entre classes témoins et expérimentales	68
4.2.3	Résultats comparatifs des évaluations sommatives	71
4.2.3.1	Résultats comparatifs des évaluations du lycée LUMUMBA	71
4.2.3.2	Résultats du test de Student du lycée LUMUMBA	75
4.2.3.3	Résultats comparatifs des évaluations du lycée CHAMINADE	76
4.2.3.4	Résultats du test de Student du lycée CHAMINADE	79
4.2.3.5	Résultats comparatifs des évaluations du lycée JAVOUHEY	80
4.2.3.6	Résultats du test de Student du lycée JAVOUHEY	84
4.2.4	Comparaison des résultats entre établissements	84
4.2.4.1	Comparaison des résultats des classes témoins	84
4.2.4.2	Comparaison des résultats des classes expérimentales	87
4.2.4.3	Comparaison entre classes témoins et expérimentales	90
4.2.5	Comparaison des évaluations diagnostiques et sommatives	94
4.2.5.1	Comparaison des résultats du lycée LUMUMBA	94
4.2.5.2	Comparaison des résultats du lycée CHAMINADE	102
4.2.5.3	Comparaison des résultats du lycée JAVOUHEY	110
4.2.6	Apport du cours expérimental par rapport au cours théorique	119
4.2.6.1	Apport du cours expérimental au lycée LUMUMBA	119
4.2.6.2	Apport du cours expérimental au lycée CHAMINADE	120
4.2.6.3	Apport du cours expérimental au lycée JAVOUHEY	120
4.2.6.4	Comparaison des apports entre établissements	121

4.3	Résultats des observations directes des élèves en salle	123
4.3.1	Résultats des observations du lycée LUMUMBA	123
4.3.1.1	Résultats de la classe témoin	123
4.3.1.2	Résultats des classes expérimentales	124
4.3.1.3	Comparaison des résultats du lycée LUMUMBA	126
4.3.2	Résultats des observations du lycée CHAMINADE	129
4.3.2.1	Résultats de la classe témoin	129
4.3.2.2	Résultats des classes expérimentales	130
4.3.2.3	Comparaison des résultats du lycée CHAMINADE	132
4.3.3	Résultats des observations du lycée JAVOUHEY	134
4.3.3.1	Résultats de la classe témoin	134
4.3.3.2	Résultats des classes expérimentales	135
4.3.3.3	Comparaison des résultats du lycée JAVOUHEY	137
4.3.4	Comparaison des observations entre établissements	140
4.3.4.1	Résultats des classes témoins	140
4.3.4.2	Résultats des classes expérimentales	142
4.3.4.3	Comparaison entre classes témoins et expérimentales	143
	CONCLUSION	147
	BIBLIOGRAPHIE	151
	ANNEXES	157

INTRODUCTION

L'apprentissage selon [DE LANDSHEERE, 1979] est un « *processus par lequel l'environnement d'un individu ou de plusieurs individus est modifié pour les mettre en mesure d'apprendre à produire des comportements déterminés, dans des conditions spécifiées, ou de répondre adéquatement à des situations spécifiées* ». Il serait judicieux dans ce contexte de s'interroger sur la qualité des conditions et des situations dans lesquelles sont placés les apprenants (élèves) au vu des attentes de la société vis-à-vis de l'école.

Ces attentes quoique différentes selon les besoins d'une société à l'autre, toutes ces sociétés s'accorderaient néanmoins sur le fait que l'école se doit de produire des individus capables d'œuvrer au développement harmonieux de cette dernière et les savoirs transmis par l'école sont aux centres de ce développement.

Le savoir étant pluridisciplinaire, il n'est guère étonnant de trouver des disciplines plus exigeantes sur l'environnement ou les conditions de leur épanouissement par rapport aux autres. C'est le cas de toutes les disciplines scientifiques parmi lesquelles figurent en bonne place les sciences physiques, définies comme : « *Discipline scolaire ou universitaire fondé sur le calcul, l'expérimentation et l'observation. Ils regroupent l'ensemble des domaines du savoir constitués principalement par la physique et la chimie* » [Microsoft® Encarta, 2009].

Au regard de cette définition, il est clair que les sciences physiques se fondent sur le calcul, l'expérimentation et l'observation. Cependant dans bien des pays africains et en République du Congo en particulière, cette discipline n'est fondée que sur le calcul, l'expérimentation et l'observation étant quasi-inexistantes alors même qu'il est mentionné dans l'article 16 du programme des sciences physiques collège et lycée [INRAP, 2002] que : « *Le Premier cycle de l'enseignement Secondaire Général vise l'élargissement et l'approfondissement de la formation générale donnée par l'enseignement primaire en vue de l'élévation des connaissances théoriques et pratiques nécessaires à la poursuite ultérieure des études* ».

En se basant sur l'environnement ou les conditions (absence des laboratoires ou de matériel, les effectifs pléthoriques et l'état ou l'aspect des salles de classes) dans lesquelles cette discipline est enseignée au niveau de l'enseignement secondaire, on se demande si "les sciences physiques sont-elles bien enseignées au secondaire?"

Par rapport aux conditions dans lesquelles sont enseignées les sciences physiques, ceux-ci sont très souvent mal comprises par les élèves. Ce manque de compréhension de la discipline engendre un désintéressement voir même un dégoût de celle-ci vis-à-vis des élèves ce qui se traduit par des résultats peut satisfaisant voir catastrophique aux différentes évaluations : devoir de classe ; composition trimestrielle et examens d'état notamment le Brevet Étude Premier Cycle (B.E.P.C.) et le baccalauréat.

Pour tenter de résoudre ce problème (désintéressement, dégoût, résultats insatisfaisant), un colloque regroupant les enseignants des sciences physiques a été organisé à Brazzaville du 18 au 21 novembre 2013. Ce colloque portait sur la formulation des items d'évaluations en sciences physiques. Les recommandations du colloque ont été approuvées par le ministre de l'enseignement primaire secondaire et de l'alphabétisation le 15 janvier 2014 par la note de service n° 0075/MEPSA-CAB-IGEPSA-IP (voir annexe). Une structuration basée sur la taxonomie restreinte de BLOOM a été adoptée à savoir : la vérification des connaissances (mémorisation) ; l'application des connaissances et la résolution d'un problème.

Cette nouvelle structuration des sujets d'évaluations a eu pour effet d'améliorer légèrement les notes des élèves en sciences physiques tant en classe de passage qu'aux examens d'état (avant la réforme : Bac C 2013, 53,04% ; Bac D 2013, 28,71% après la réforme : Bac C 2014, 54,55% ; Bac D 2014, 40,96%). Toute fois cette mesure reste insuffisante pour redonner ses lettres de noblesse aux sciences physiques.

« *Le savant complet est celui qui embrasse à la fois la théorie et la pratique expérimentale* » [BERNARD, 1865]. Récemment une série d'études d'ordre didactique a été menée un peu partout dans le monde [HRAIRI, 2004 ; LOUMOUAMOU, 1998 ...]. Ces études portent essentiellement sur les sciences expérimentales notamment sur la place des activités expérimentales dans le processus d'enseignement/apprentissage. Il ressort de ces études, des constats sur la pratique enseignante et l'importance des activités expérimentales dans l'aboutissement d'un enseignement scientifique de qualité, le tout étayé des propos comme :

« *Les pratiques expérimentales en classe doivent, en effet permettre de proposer un ensemble de situations pour développer des savoir-faire, pour se familiariser avec des phénomènes et des objets scientifiques, pour enrichir les situations concrètes de référence et pour permettre de construire progressivement l'abstraction* ». [LIREST, 1997-2000].

Ce constat est plus alarmant puisqu'il est mentionné dans le programme officiel d'enseignement des sciences physiques [INRAP, 2002] que : « *l'enseignement de la physique et de la chimie au collège et au lycée repose sur la conduite des expériences* ». Pour [HANAT, 2004] qui reprend la pensée de FEYNMAN déclare que : « *Les travaux pratiques mettent l'élève dans la même situation que GALILÉE, NEWTON et autres dieux du panthéon de la physique* ». Face à ces phénomènes naturels que l'on étudie au travers d'expériences, un intérêt particulier est accordé à l'expérimentation par l'ensemble des acteurs de cet enseignement.

[NGOUILLOU, 2006] déclare que : « *L'enseignement des sciences de la vie et de la terre (S.V.T.) sont plus théoriques parce que les enseignants accusent des faiblesses provenant de leur formation initiale. Ce constat fait sur l'enseignement des S.V.T est aussi valable pour d'autres disciplines* » ; à ce sujet [MASSAMBA, 2006] indique que : « *C'est le manque de matériels didactiques, de laboratoires et les conditions de travail difficiles qui constituent les principaux handicaps pour la réalisation des travaux pratiques* ».

Ce travail s'inscrit ainsi dans le cadre des recherches portant sur la didactique des sciences physiques et cette étude se propose d'examiner « *L'impact des activités expérimentales sur la compréhension des phénomènes en physiques* ». Cette étude est circonscrite autour d'une thématique bien précise qui est celle de l'électromagnétisme enseigné au lycée en classe de première des séries C et D. La particularité de cette étude repose sur le fait que l'ensemble des activités expérimentales proposées aux apprenants ont été conçues à partir d'objets de récupération.

Le plan adopté pour mener ce travail de recherche a bien s'articule autour des quatre (4) chapitres :

- **Problématique** : ce chapitre présente le contexte général de l'étude, les questions-problèmes en plus des hypothèses et des objectifs spécifiques de cette étude ;
- **Cadre conceptuel et théorique** : ce chapitre met en évidence le cadre conceptuel et théorique qui soutient enseignement des sciences physiques ;
- **Méthodologie** : ce chapitre présente la méthodologie générale adoptée pour la résolution du problème posé ainsi que le champ d'investigation et la population cible ;
- **Présentation, analyse et discussion des résultats** : il est question ici de présenter les résultats obtenus lors de la collecte des données, de les analyser et de les confronter si possible à ceux des autres chercheurs dans ce domaine.

Chapitre 1

PROBLÉMATIQUE

1.1 Contexte

« Depuis le début du siècle (XX^e) les "exercices pratiques", c'est-à-dire les travaux pratiques ont été introduits dans divers cycles d'enseignement avec une intention très nette de lutter contre le "formalisme" et le "dogmatisme" alliée à une volonté de prise en compte dans l'enseignement de la méthode expérimentale inhérente aux sciences physiques »[NOUPET, 2004].

Plusieurs décennies après l'introduction des activités expérimentales dans le processus d'enseignement/apprentissage force est de constater que : « Au Congo, L'enseignement demeure traditionnel et qu'il insiste plus sur l'acquisition des connaissances théoriques que sur le travail expérimental, développe plus la mémoire que les habiletés manipulatoires et la capacité constructive de l'apprenant »[BABELA, 2012]. Sur les raisons de la pérennisation d'un tel système éducatif et de son impact sur les apprenants [BADINGA, 2007] indique que : « Le manque des travaux pratiques entraine un désintéressement des cours par les élèves car, l'enseignement se fait de manière magistrale ce qui ne favorise pas la compréhension de certains phénomènes par les apprenants ».

Ce constat étonne à l'heure où toutes les conférences pédagogiques et rapports d'inspection générale convergent vers la nécessité d'enseigner : « Comment la science se fait et non comment la science est faite »[rapport de l'inspection générale, 2011]. Tout porte à croire que ce système éducatif ignore que : « Un des rôles fondamentaux de l'expérience en sciences physiques est de valider la théorie, ce rôle de validation implique la construction d'expériences, le plus souvent artificiel »[THUILLE, 1988] cité par [NOUPET, 2004]. De même [JOHSUA, 1989] cité par [PINELLI, LEFEVRE,1993] pense que « L'observation et la mesure sont à la base de la mise en évidence des lois physiques et qu'il est possible de créer un cadre scolaire artificiel où l'élève, bien dirigé, serait apte à faire en raccourci le même cheminement ».

De plus, de puis maintenant plusieurs décennies, le niveau et l'engouement des apprenants pour les sciences physiques à l'école ne font que baisser. Ayant constaté cela, les enseignants, les autorités et les chercheurs en sciences de l'éducation cherchent sans cesse les causes et éventuellement les solutions à ce double problème (baisse de niveau et de motivation). Parmi les nombreuses causes susceptibles d'expliquer la baisse de niveau et de l'engouement nous retenons pour cette étude l'absence de la pratique des activités expérimentales dans nos

établissements due principalement aux manques de laboratoires équipés et à la formation insuffisante des enseignants sur la pratique des activités expérimentales, qui rendent cette discipline abstraite et dogmatique.

En effet, « *En plus de leur côté attractif pour les élèves, les activités expérimentales présentent des moments privilégiés permettant, à l'apprenant, de s'exercer à la démarche expérimentale, à la critique, à l'émission des hypothèses, à la conception des expériences, à l'interprétation des résultats, ...* »[HRAIRI, 2004]. De plus « *Les activités pratiques, en particulier les pratiques expérimentales effectuées ou simulées, constituent un paradigme organisateur de l'enseignement des sciences expérimentales* »[HOST, 1991].

[COQUIDE, 1998a] affirme que les activités expérimentales assurent deux fonctions essentielle.« *D'une part, les pratiques expérimentales donnent la maîtrise des techniques et rendent le savoir opérationnel; d'autre part, l'évolution des situations expérimentales proposées impose des interprétations successives, ce qui freine la dogmatisation du savoir et détermine son domaine de validité* ».

1.2 Questions de recherche

Un enseignement des sciences physiques requière une observation des faits, une manipulation afin d'enraciner les concepts et les notions apprises, mais aussi d'acquérir le savoir-faire et le tout contribuant à l'amélioration des résultats ou du rendement lors des évaluations. A ce propos [SOUCHON, 1997] déclare que : « *pour apprendre les sciences, il faut travailler comme un scientifique et le lieu de travail d'un scientifique est le laboratoire et le terrain. Le travail scientifique demande des activités concrètes des élèves, des manipulations et expériences, exige aussi un minimum d'équipement scientifique* ».

Dans un contexte où aucune activité expérimentale n'est réalisée ou presque, le constat est amère. Face à cela, combien même tout le monde clame que : « *pas de leçon de choses sans choses* », désireux de comprendre et de tenter de changer la situation, plusieurs interrogations surgissent dont une principale :

- Les activités expérimentales intégrées aux cours peuvent elles contribuer à la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme ?

Selon les différentes réponses que peuvent avoir cette interrogation principale, d'autres interrogations ou questions dites secondaires relative à l'impact de l'expérimental vis-à-vis des principaux acteurs du processus d'enseignement/apprentissage (enseignants et élèves) voient le jour a savoir :

- Dans le contexte où l'enseignement est exclusivement théorique, les difficultés des apprenants à comprendre les notions ou concepts d'électromagnétisme peuvent elles trouver leurs origines dans la non réalisation des activités expérimentales ?
- Les activités expérimentales sont-elles un facteur motivant pour inciter les apprenants à faire les sciences physiques ?
- La pratique pédagogique qui exclue les activités expérimentales impacte-t-elle la qualité de l'enseignement ?

Ces quelques interrogations constituent le problème dont cette étude essaiera d'apporter des ébauches de solution en examinant l'un des aspects de l'impact des activités expérimentales sur le processus d'enseignement/apprentissage. Puisque au vu des circonstances il est facile de croire que certaines personnes ignorent que l'importance ou la nécessité des activités expérimentales dans le processus d'apprentissage pourrait sans exagération être assimilée à la phase pratique lors des cours de conduite automobile. Imaginez les dégâts que des chauffeurs n'ayant fait que des cours théoriques causeraient dans la ville. Ces dégâts seront quasiment les mêmes que ceux des élèves ayant fait des cours de sciences purement théoriques sans activité expérimentales dans la vie de tous les jours.

1.3 Hypothèses de recherche

« *Les pratiques expérimentales dans l'enseignement de la biologie tout comme dans l'enseignement des sciences physiques contribuent à la constitution d'un référent empirique pour les élaborations conceptuelles ou modélisantes et à l'apprentissage de compétences à travers trois modes didactiques d'activités que nous distinguons : un mode de familiarisation pratique ; un mode d'investigation empirique et un mode d'élaboration théorique. Ces trois modes restent, le plus souvent, mal représentés ou confondus tout au long du curriculum* » [COQUIDE, 1998a]. Visiblement l'activité expérimentale paraît être une véritable mine de compréhension pour les élèves et les hypothèses de travail ne serait s'éloigner de cette perception.

Conformément à l'objet ou au thème de ce travail, aux questions de recherches énumérées en amont et aux innombrables citations à la gloire des activités expérimentales, cette étude ne peut que supposer ou avancer l'hypothèse principale suivante :

- Les activités expérimentales intégrées aux cours apportent une base empirique qui favorise la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme. .

Tout comme dans les questions de recherches où ont distingué une question de recherche principale et trois (3) questions de recherches secondaire, ici aussi ont distingué trois (3) hypothèses secondaires en plus de l'hypothèse principale, ces trois (3) hypothèses sont :

- La non réalisation des activités expérimentales contribue à renforcer les difficultés des apprenants à conceptualiser les phénomènes d'électromagnétisme ;
- Les activités expérimentales sont un facteur motivant pour inciter les apprenants à faire les sciences physiques ;
- La pratique pédagogique qui exclue les activités expérimentales impacte la qualité de l'enseignement.

Ces hypothèses ou affirmations gratuites aux questions de recherche en rapport avec cette étude semblent être les seuls réponses possibles au regard du constat ou de l'état des lieux effectués. En effet selon [BABELA, 2012] « *Bon nombre de difficultés de compréhension résultent du fait que les enseignants manipulent des concepts sans pour autant chercher à les concrétiser à travers notamment des activités expérimentales. L'enseignement est purement théorique et que l'élève manque souvent d'un référent empirique susceptible de l'aider à mieux conceptualiser les notions* ».

1.4 Objectifs de l'étude

Le grand problème c'est d'arriver à guider les élèves pour qu'ils arrivent à proposer quelque chose d'eux-mêmes après avoir vécue une situation concrète (manipulation). S'agit-il là de l'enjeu fondamental des pratiques expérimentales ? Une préparation à long terme et réfléchie à l'échelle d'un curriculum, se révèle indispensable, l'apprentissage d'une réelle investigation scientifique ne pouvant être spontanée.

Afin d'atteindre l'objectif général fixé dans le cadre de cette étude qui est à quelques mots près de déterminer "l'impact des activités expérimentales sur la compréhension des phénomènes physiques étudiées", cette étude vise cependant, de façon spécifique à :

- Concevoir des activités expérimentales à partir des objets de récupération ;
- Mettre en œuvre des situations de cours qui vont intégrer des activités expérimentales ;
- Évaluer l'impact de l'expérimentation sur l'apprentissage ;
- Évaluer l'impact des activités expérimentales sur le rapport des apprenants vis-à-vis de la discipline ;
- Évaluer l'impact de l'absence de l'expérimentation sur la qualité de l'enseignement ;
- Sensibiliser les enseignants à la possibilité de réaliser des activités expérimentales à partir des objets de récupération.

La conception des activités expérimentales réalisées à partir des objets de récupération est une solution alternative à un certain nombre des maux qui minent la mise en œuvre des activités expérimentales dans l'enseignement des sciences physiques et contribuer également à la réalisation d'une banque des protocoles des activités expérimentales à partir des objets de récupération au service de l'enseignant des sciences physiques pour l'accompagner dans son travail de tous les jours.

Chapitre 2

CADRE CONCEPTUEL ET THÉORIQUE

2.1 Définition de quelques concepts

Les discours à propos des définitions d'un certain nombre de concepts sont très variables et reflètent un réel problème. Les concepts qui retiennent l'attention de cette étude sont les suivants : expérience ; expérimentation ; activité expérimentale ; phénomène physique et démarche expérimentale . Il s'agit en outre de voir ce que la littérature en pense et/ou les publications spécialisées.

2.1.1 Expérience

« l'expérience est la face visible d'une activité intellectuelle souterraine généralement beaucoup plus riche et dont elle ne conserve qu'une partie. L'expérience est le produit du processus d'expérimentation » [DEVELAY, 1989] cité par [NOUPET, 2004].

Selon [LEGENDRE, 1993], dans le *dictionnaire actuel de l'éducation* cité par [NOUPET, 2004], « l'expérience est un contact direct avec un objet ou un phénomène, qui contribue à l'élargissement des connaissances et des habiletés d'une personne ».

Selon le site <http://fr.wikipedia.org>, d'un point de vue très théorique, une expérience est un engagement dans une situation de mise à l'épreuve d'un élément d'ordre spéculatif, souvent appelé hypothèse lorsqu'il s'inscrit dans un système logique. Cette situation et cet engagement ne sont pas toujours recherchés, les expériences sont qualifiées de scientifiques lorsqu'elles sont conduites en respectant des protocoles aussi rigoureux que possible, concernant aussi bien la planification et la mise en œuvre concrète de la situation expérimentale, que le recueil des données (souvent au moyen d'instruments de mesure) ou l'interprétation théorique qu'il en est faite.

En raison de cet élément spéculatif, l'expérience comporte de manière intrinsèque un poids d'indétermination (incertitude) plus important que les autres types d'initiatives (actions, activités, projets, programmes, ...) qui visent un but en réduisant au minimum les paramètres incertains. Il n'y a cependant pas de frontière nette et toute initiative peut être au moins rétrospectivement appréhendée comme une expérience didactique, formatrice, capitalisable en elle-même. La conduite d'une expérience mène ainsi à deux types de bénéfice. D'abord le bénéfice pour l'objet central de l'expérience en matière d'informations nouvelles

(si l'expérience a été pertinente), mais aussi dans tous les cas, un enseignement sur les causes de l'éventuel échec, enseignement qui sera réinvesti dans la définition d'une expérience plus adéquate.

2.1.2 Expérimentation

D'après le dictionnaire de la langue française (1966), évoqué par [NOUPET, 2004], l'expérimentation est « l'opération que l'on fait pour parvenir à une certaine connaissance : il ne s'applique guère qu'en physique. Il est clair que, quand il s'agit de physique, de chimie, ... quelqu'un dise des expériences, on entend des expérimentations ; c'est une extension remarquable du mot expérience ».

Pour [DEVELAY, 1989], « l'expérimentation est un processus qui commence par l'émission d'une hypothèse et qui finit par la réalisation d'une expérience et l'analyse de ces résultats. L'expérimentation ne représente qu'une partie de la démarche expérimentale ».

2.1.3 Activité expérimentale

Anciennement appelée exercice pratique ou vulgairement travaux pratiques, l'activité expérimentale est un ensemble d'exercices qui mettent en exergue les habiletés manipulatoires, mieux les savoir-faire dans l'exécution d'un protocole expérimental bâti sur une logique scientifique en vue de vérifier, d'affirmer, d'infirmer ou de découvrir un certain nombre de lois ou d'hypothèses.

[COLMEZ, 1978] pense qu'il faut distinguer l'activité expérimentale de l'activité manipulative. L'activité expérimentale peut mettre en jeu une activité manipulative mais pas nécessairement. Des manipulations qui aboutissent à une procédure satisfaisante pour résoudre le problème par une suite de tâtonnement orientés vers la solution, mais non inspirés par le souci explicite de vérifier des hypothèses, ne constitue pas une activité expérimentale au sens précis où nous l'entendons.

L'activité expérimentale proprement dite commence au moment où les élèves essaient, à partir de ce qu'ils ont fait, de formuler leurs procédures (à l'aide d'un schéma, d'une description verbale ou de toute autre façon), de les comparer et de vérifier par une épreuve empirique quelles formulations sont valides. L'activité expérimentale est en ce sens une par-

tie de l'activité de recherche : celle qui consiste à élaborer une formulation (ou modèle) prise comme hypothèse, à la soumettre à vérification en la confrontant à une réalité qui n'est pas mise en question et à se prononcer sur la validité de cette hypothèse à la lumière des résultats de cette confrontation.

L'activité expérimentale fait référence à une réalité empirique, d'une part donnée par observation immédiate, mais résultant le plus souvent d'une opération (observation provoquée). D'autres parts, parler de réalité empirique ne signifie pas que l'activité expérimentale soit limitée aux sciences dites expérimentales.

2.1.4 Phénomène physique

Un phénomène est la façon dont une chose du monde physique (objet, action ...) ou psychique (émotion, pensée ...) se présente à notre esprit (conscient ou non), par opposition à ce qu'est en soi la chose réellement existante. C'est aussi la manifestation constatée d'une réalité qui s'impose à l'attention par son originalité tout en suscitant la curiosité et vérifiable par l'expérimentation.

Un phénomène physique est un phénomène au cours duquel les corps ne subissent pas de transformation de leur nature c'est - à -dire les substances ou corps de départ ne se transforment pas en d'autres substances ou corps de nature différente même s'ils changent d'aspects et les corps qui subissent des transformations physiques peuvent revenir à leur état initial, ou en tout cas, pourraient y revenir.

2.1.5 Démarche expérimentale

La méthode ou démarche expérimentale est définie par le chimiste [CHEVREUL, 1856] comme : « Un phénomène frappe vos sens ; vous l'observez avec l'intention d'en découvrir la cause et pour cela, vous en supposez une dont vous cherchez la vérification en instituant une expérience. Le raisonnement suggéré par l'observation des phénomènes institue donc des expériences (...) et ce raisonnement constitue la méthode que j'appelle expérimentale, parce qu'en définitive l'expérience est le contrôle, le critérium de l'exactitude du raisonnement dans la recherche des causes ou de la vérité ».

Pour [LECOURT et BOURGEOIS, 2006], dans le *dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences* « la démarche expérimentale désigne l'ensemble des canons guidant ou devant guider le processus de production des connaissances scientifiques, qu'il s'agisse d'observations, d'expériences, de raisonnement ou de calculs théoriques ».

Dans sa thèse [GIORDAN, 1976] définit la démarche expérimentale comme la succession de six (6) étapes abrégées OHERIC :

- Observation (O) ;
- Hypothèse (H) ;
- Expérience (E) ;
- Résultat (R) ;
- Interprétation (I) ;
- Conclusion (C).

Cette définition de la démarche expérimentale (OHERIC) bien que logique et accepter presque de tous, pêche malgré tout par certains défauts. En effet, se serait sauter du coq à l'âne en passant de l'observation à l'hypothèse puisque pour qu'il ait une hypothèse il faut avoir un problème, une interrogation (pourquoi cette observation et pas une autre ?) et les différentes tentatives de réponses non vérifiées à ces questions ou interrogations constituent des hypothèses. De même il paraît peu logique d'interpréter des résultats brut des expériences sans les analyser au préalable. Par conséquent, la démarche expérimentale devient plus logique et complète sous le cycle OPHERAIC qui signifie :

- Observation (O) ;
- Problème (P) ;
- Hypothèse (H) ;
- Expérience (E) ;
- Résultat (R) ;
- Analyse (A)
- Interprétation (I) ;
- Conclusion (C).

Cette démarche expérimentale est celle que nous pratiquons régulièrement dans nos activités scientifiques sans en avoir conscience. Car nous partons d'un constat (observation qu'elle soit guidée ou complètement fortuite) d'une situation quelconque, d'un phénomène

et le souci ou désir de vouloir comprendre cette situation ou ce phénomène, génère un problème ou une énigme à résoudre. On formule des hypothèses que l'on cherche à vérifier par la suite une part une. Cette vérification passe par la conduite d'expériences (activités susceptibles d'aider à voir plus claire) propre à chaque hypothèse. Une fois l'expérimentation (expériences) terminée et les résultats obtenus, ceux ci sont analysés puis interprétés avant de conclure sur la pertinence ou la validité des hypothèses émises. Lorsque ce mode opératoire est appliqué à la compréhension d'un phénomène ou d'une situation quelconque, on parle de la démarche expérimentale.

2.2 Quelques caractéristiques de la physique

Selon le site <http://fr.wikipedia.org>, la physique est une science qui tente de comprendre, de modéliser voir expliquer les phénomènes physiques du monde (de l'univers). Elle correspond à l'étude du monde extérieur, des lois de sa variation et de son évolution. La modélisation des systèmes laisse de côtés les processus chimiques et biologiques. La physique développe des représentations du monde variables, explicables et appliquer dans un domaine de définition donné. La physique produit donc plusieurs lectures du monde, chacune n'étant considérée comme vraie que jusqu'à un certain point.

La physique telle que conceptualisée par GALILÉE, est née avec les expériences répétées qui n'accepte, au delà des principes et des conventions issues des schémas mathématiques, comme résultat que ce qui est mesurable et reproductible par l'expérience. La méthode choisie permet de confirmer ou d'infirmer les hypothèses fondées sur une théorie donnée. Elle décrit de façon quantitative et modélise les êtres fondamentaux présents dans l'univers, cherche à décrire le mouvement par les forces qui y exercent et leurs effets. Elle développe des théories en utilisant l'outil des mathématiques pour décrire et prévoir l'évolution des systèmes.

Selon l'encyclopédie Microsoft® Encarta (2009), la physique est subdivisée en plusieurs domaines dont : la physique théorique ; la physique statistique ; la physique des particules ; la physique nucléaire ; la physique atomique et moléculaire ; la physique des plasmas ; la physique du solide ; la physique des fluides ; la biophysique ; la géophysique et l'astrophysique. La notion d'électromagnétisme, choix dans le cadre de cette étude, appartient au domaine de la physique théorique.

La physique théorique est répartie en plusieurs branches dont : la mécanique (classique, newtonienne, analytique, relativiste, mécanique quantique, non relativiste et relativiste) et la théorie des champs (électromagnétisme ; électrofaible ; gravitation et chromodynamique quantique).

2.3 Difficultés d'enseignement/apprentissage en physique

Dans les établissements d'enseignement générale au secondaire, les sciences physiques sont subdivisées en deux sous disciplines d'enseignement qui sont : la physique et la chimie. Chaque sous discipline a ses objectifs généraux, spécifiques, caractéristiques et présentent des difficultés d'enseignement propre bien que souvent identiques.

La physique tout comme la chimie sont des disciplines scientifiques dont la mise en pratique ou enseignement nécessite un certain nombre de conditions pour leur épanouissement. Cette épanouissement dépend notamment en grande partie des activités expérimentales donc des laboratoires, des salles de classes appropriées et des effectifs raisonnables. Cependant dans nos établissements les laboratoires sont quasi-inexistants, les salles de classes non électrifiées et des effectifs pléthoriques qui réduisent les salles à l'estrade empêchant toute circulation des élèves et des enseignants. Cette discipline expérimentale devient dans ces conditions purement théorique et engendre un désintéressement des élèves vis-à-vis des sciences physiques ce qui rend plus difficile la tâche des enseignants.

En dehors de ses exigences matériel, plusieurs notions ou concepts sont abstraits et donc difficile à enseigner et à faire comprendre aux élèves. L'enseignant est contraint de fournir plus d'effort pour élaborer des stratégies, développer des astuces, faire preuve d'imagination, trouver des exemples pertinents . . . Afin d'intéresser les élèves aux sciences et de les amener à comprendre tous ces concepts abstraits de niveaux taxonomiques différents.

En plus des connaissances et savoir-faire purement disciplinaire, les sciences physiques font appel à un ensemble de compétences transversales (français, mathématiques. . .). Tout cela lié à la complexité et la pertinence du savoir notamment du savoir savant constitue une véritable difficulté, pour l'enseignement/apprentissage de la physique. En effet vu la multiplicité des concepts de niveaux taxinomique très élevés, ces concepts mettent en branle les conceptions à la fois des enseignants mais surtout des apprenants, puisque la vérité des

phénomènes physiques est très souvent loin de la simple observation, de la pensée populaire (obstacles épistémologiques) et à la compréhension des concepts de base de la physique auxquels [BROUSSEAU, 1989] fait allusion cité par [OLDACHE et Al, 2010].

A cela s'ajoute la transposition didactique dont les concepts scientifiques sont victimes en perdant à chaque étape (du savoir savant au savoir à enseigner et du savoir à enseigner au savoir enseigné) une partie de son essence. Le savoir présenté à l'élève étant en partie vidé de sa substance, demande des gros efforts épistémologiques à l'enseignant pour pouvoir comprendre et transmettre aux apprenants. Ces problèmes conceptuels entraînent inévitablement des difficultés de compréhension pour les apprenants de physique .

2.4 L'électromagnétisme

Dans cette section il est question de faire la distinction entre l'électromagnétisme comme domaine d'étude scientifique et l'électromagnétisme comme notion ou objectif d'apprentissage voir une sous discipline d'enseignement.

2.4.1 L'électromagnétisme comme domaine d'étude

Selon le site <http://fr.wikipedia.org>, l'électromagnétisme est la branche de la physique qui étudie les interactions entre particules chargées, qu'elles soient au repos ou en mouvement, et plus généralement les effets de l'électricité.

Pendant longtemps ces forces ont été considérées comme séparées en « force électrique » et « force magnétique » qui semblaient n'avoir aucun rapport l'une avec l'autre. Ainsi les Grecs avaient remarqué que des morceaux d'ambre frottés pouvaient attirer des corps légers, tels des copeaux ou de la poussière, un exemple de manifestation de la « force électrique ». De même, l'existence d'un minéral capable d'attirer le fer et d'autres métaux ferreux, la magnétite ou « pierre d'aimant », également connue depuis l'antiquité, était vue comme un exemple de manifestation de la « force magnétique ».

La découverte au *XIX^e* siècle par ØERSTED, AMPÈRE et FARADAY de l'existence d'effets magnétiques de l'électricité a conduit progressivement à envisager que les forces « électrique » et « magnétique » puissent être en fait unifiées, et MAXWELL propose en 1860

une théorie générale de l'électromagnétisme classique, qui pose les fondements de la théorie moderne. Ainsi, les interactions entre particules chargées sont interprétées aujourd'hui en utilisant la notion de champ électromagnétique. Il est d'ailleurs possible de définir l'électromagnétisme comme l'étude du champ électromagnétique et de son interaction avec les particules chargées.

L'électromagnétisme est avec la mécanique une des grandes branches de la physique, dont le domaine d'application est considérable. Ainsi, outre l'électricité, l'électromagnétisme permet de comprendre l'existence des ondes électromagnétiques, c'est-à-dire aussi bien les ondes radio que la lumière, ou encore les micro-ondes et le rayonnement gamma. De ce point de vue, l'optique tout entière peut être vue comme une application de l'électromagnétisme. L'interaction électromagnétique est également une des quatre interactions fondamentales qui permettent de comprendre (avec la mécanique quantique) l'existence et la stabilité des édifices chimiques tels que les atomes ou les molécules, les plus simples aux plus complexes.

Du point de vue de la physique fondamentale, le développement théorique de l'électromagnétisme classique est à la source de la théorie de la relativité restreinte au début du XX^e siècle. La nécessité de concilier théorie électromagnétique et mécanique quantique a conduit à construire l'électrodynamique quantique, qui interprète l'interaction électromagnétique comme un échange de particules appelées photons. En physique des particules, l'interaction électromagnétique et l'interaction faible sont unifiées dans le cadre de la théorie électrofaible.

L'électromagnétisme dit classique correspond à la théorie « usuelle » de l'électromagnétisme élaborée à partir du travail de MAXWELL et Faraday. Il s'agit d'une théorie classique car elle se fonde sur des champs continus, par opposition à la théorie quantique. En revanche, il ne s'agit pas d'une théorie non relativiste. En effet, bien que proposées antérieurement à la théorie de la relativité restreinte, les équations de MAXWELL qui sont à la base de la théorie classique sont invariantes par transformation de LORENTZ.

L'électromagnétisme englobe l'électricité, regroupant les phénomènes électriques et magnétiques suivants :

- L'électrostatique : les systèmes de charges électriques à l'équilibre ;
- La magnétostatique : les phénomènes créés par un courant électrique stationnaire ;

- L'induction magnétique : les phénomènes créés par un courant électrique variable ;
- L'électrodynamique : les interactions dynamiques entre courants électriques ;
- L'électrodynamique quantique : branche de la physique quantique relativiste, qui permet de concilier électromagnétisme et mécanique quantique ;
 - L'électronique : L'utilisation de tension, de courants généralement faibles et de phénomènes quantiques. L'électronique sert essentiellement pour le transfert, le contrôle et le traitement de l'information ;
 - L'électrocinétique ou l'électrotechnique : l'utilisation de tensions, de courants moyens à élever pour des applications domestiques et industrielles (chauffage, transformateur, moteur électrique, électrolyse, électroménager, distribution, automatisation...).
- La radioélectricité : les transmissions par ondes électromagnétiques.

2.4.2 L'électromagnétisme comme sous discipline d'enseignement

Cette notion d'électromagnétisme est selon les programmes de sciences physiques au collège et au lycée, enseignée dans deux (2) classes (5^e et 1^{ère}) au secondaire pour les établissements d'enseignement générale :

- La classe de 5^e où elle est étudiée sous le nom ou thème "les aimants et l'électroaimant". Évidemment ce thème n'est qu'une infime partie du domaine d'étude de l'électromagnétisme qui est incorporé ici dans le module d'électricité.
- La classe de 1^{ère} des séries C et D où elle est étudiée en tant que "électromagnétisme".

2.4.3 Objectifs et horaires assignés à l'électromagnétisme

Étant donné que cette étude n'est conduite qu'aux lycées, seul les objectifs et les horaires assignés à l'électromagnétisme au lycée seront présenter. Ici il s'agit d'une notion qui a un (1) seul objectif général, six (6) objectifs spécifiques et vingt quatre (24) heures de volume horaire dont six (6) heurs sont consacrées à l'évaluation. Le reste est reparti comme suite :

Tableau 2.1 – Répartition horaire des objectifs au lycée

Objectif générale	Objectifs spécifiques	Horaires
Comprendre les propriétés du champ magnétique et ses applications	Caractériser un champ magnétique	3 h
	Décrire les modes de production du champ magnétique	3 h
	Mettre en évidence les interactions du champ magnétique	3 h
	Mettre en évidence le phénomène d'induction magnétique	3 h
	Mettre en évidence le phénomène d'auto-induction	3 h
	Caractériser le flux magnétique	3 h

2.4.4 L'électromagnétisme vu du manuel scolaire au programme

Le manuel au programme pour les classes des niveaux premières des séries scientifiques C et D des établissements d'enseignement général est : " Physique premières C-D-E" de la collection *les classiques africains* plus précisément *les classiques camerounais*, édition 2004. C'est un manuel commun à ces différentes séries de deux cent quarante (240) pages dont la table des matières ne présente que deux (2) domaines d'études qui sont :

- Électricité ;
- Optique.

L'électromagnétisme ou les notions relatives à l'électromagnétisme sont classées ici dans le domaine de l'électricité et ce manuel consacre cinquante-huit (58) pages à l'électromagnétisme tout en balayant largement la partie du programme congolais traitant de l'électromagnétisme avec des chapitres comme :

- Les aimants. Le champ magnétique ;
- Le champ magnétique créé par un courant ;
- Action d'un champ magnétique sur un élément de circuit parcouru par un courant. Loi de Laplace ;
- Le flux magnétique. Le travail des forces électromagnétiques ;
- L'aimantation du fer et de l'acier. L'électro-aimant ;
- L'induction électromagnétique. L'auto-induction.

Les auteurs de ce manuel disent de lui que : « Cet ouvrage, qui aborde l'étude de l'électricité et de l'optique géométrique, fait largement appel à l'expérience. Il familiarise l'élève avec la confection et l'utilisation des graphiques, aussi bien dans le cours (tracé de caractéristiques, par exemple) que dans les exercices (interprétation de courbes). Les conventions en vigueur sont utilisées dans l'interprétation des expériences. Des exercices résolus permettent une meilleure compréhension du cours et aident à la résolution des nombreux exercices proposés ».

Ce manuel riche en définitions, en expériences et en exercices est bien adapté pour ce qui est de l'électromagnétisme. Par rapport à la multitude des expériences proposées dans ce manuel et en particulier sur la notion qui nous concerne, l'énigme demeure entière "*pourquoi les activités expérimentales ne sont pas effectuées lors des séances de cours ?* Dans la mesure où un grand nombre de ces expériences peuvent être réalisées sans trop de difficultés.

2.5 Les activités expérimentales

Bien que convergent, une confusion règne entre les spécificités propres aux modes didactiques et aux rôles des activités expérimentales. Dans ce contexte, cette étude se propose d'éclairer cette zone d'ombre.

2.5.1 Les modes didactiques des activités expérimentales

En se basant sur les travaux de [COQUIDE, 1998b], en didactique des sciences expérimentales cité par [KANE, 2011], il ressort que les pratiques expérimentales, que ce soit dans l'enseignement de la biologie ou de la physique, contribuent à la constitution d'un référent empirique pour les élaborations conceptuelles ou modélisantes, et à l'apprentissage de compétences à travers trois modes didactiques d'activités, dont les principales caractéristiques sont ci-dessous.

2.5.1.1 Mode expérience-action ou expérimentation

Le mode d'expérience-action, ou d'expérimentation, permet aux élèves d'explorer et d'agir, à travers des situations variées et diversifiées. Il a des finalités de familiarisation pratique à des objets, phénomènes, et à des instruments scientifiques et techniques. Il permet d'inciter l'élève à un questionnement et de constituer un référent empirique. Les pratiques expérimentales peuvent lui faire acquérir des savoirs-faire préalables ou s'approprier des techniques d'investigation (instruments, procédures).

L'élève expérimente pour "voir" ; il explore et contrôle peu à peu ses actions ; il apprend à maîtriser des pratiques. Les rôles de l'enseignant sont donc de penser les aménagements, les situations ou les interventions qui permettront une fécondité. Mais aussi de favoriser les comparaisons, de relancer le questionnement, d'introduire le doute, d'aider à reformuler et de favoriser les apprentissages d'ordre pratique.

2.5.1.2 Mode expérience-objet ou expérimentation

Dans ce mode, il s'agit de confronter les élèves à un réel peu aménagé, de les aider à problématiser ou à émettre un projet, de favoriser la mise en œuvre effective des investigations, de favoriser les dynamismes et les confrontations. En d'autres termes, la logique de ce mode d'investigation est de résoudre des problèmes avec une approche qui reste ouverte. Ce mode,

correspondant à une transposition didactique des démarches d'un chercheur, les situations expérimentales ont pour but d'initier l'élève à des raisonnements scientifiques, de lui faire utiliser les instruments et les procédures d'une telle investigation, de lui faire approcher la résistance du réel.

Pour l'enseignant il s'agit alors de distinguer un guidage pédagogique d'exploration et un guidage pédagogique de validation et d'inciter les élèves à réfléchir sur les démarches et sur les raisonnements. Il accepte qu'il se présente des imprévus et que des expériences « ratent ». D'un point de vue pédagogique, les situations d'investigations, empirique ou documentaire, peuvent être très variées : mini projet, réelle démarche d'investigation scientifique avec problématisation, expérimentation, conception et réalisation de protocoles, communication et discussion. On conçoit que ce mode didactique soit rarement à la portée d'enseignants en charge de grands groupes.

2.5.1.3 Mode expérience-outil ou expérience-validation

L'expérience dans ce mode, peut être considérée comme un outil mis au service de l'élaboration théorique, pour la construction de concepts ou de modèles. Les expériences sont envisagées dans un cadre d'apprentissage conceptuel systématique et ce mode est plus développé dans les travaux pratiques. Il s'agit de mettre à l'épreuve les constructions intellectuelles, pour en éprouver la pertinence et le domaine de validité. Dans une situation d'élaboration théorique, l'élève est sollicité pour effectuer de nombreux aller et retour entre référent empirique et conceptualisation.

Pour cette étude seul le premier mode didactique (*Mode expérience-action ou expérimentation ou encore familiarisation pratique*) est retenu. Puisque les activités expérimentales, le contexte de leurs réalisations (pensant le cours) ainsi que les objectifs d'apprentissages visés sont directement liés à ce mode didactique.

2.5.2 Rôle des activités expérimentales

Pour [HENON, 2006], les activités expérimentales font partie intégrante de l'enseignement des sciences physiques et chimiques, essentiellement sous forme d'expériences de cours et de "travaux pratiques". Dans les deux cas l'enseignement expérimental doit offrir la possibilité à l'élève :

- D'établir un premier rapport entre le réel et sa représentation ;
- De répondre à une situation-problème par la mise au point d'un protocole ;
- De réaliser ce protocole ;
- D'aller-retour entre théorie et expérience, l'exploitation des résultats ;
- De confronter ses représentations avec la réalité ;
- D'observer en éveillant sa curiosité ;
- De créer, promouvoir et développer l'esprit d'initiative, la ténacité et le sens critique ;
- De réaliser des mesures, de réfléchir sur la précision de ces mesures ;
- D'acquérir la connaissance de quelques ordres de grandeur ;
- De s'approprier des lois, des techniques, des démarches et des modes de pensée ;
- De formuler une hypothèse sur : un événement susceptible de se produire ou de s'être produit et un paramètre pouvant jouer un rôle dans un phénomène ;
- De proposer une expérience susceptible de valider ou d'infirmer une hypothèse et répondant à un objectif précis ;
- D'analyser des résultats expérimentaux et les confronter à des résultats théoriques ;
- De déterminer le domaine de validité d'un modèle ;
- De respecter les consignes : protection des personnes et de l'environnement ;
- D'agir en suivant un protocole fourni ;
- De faire le schéma d'une expérience ;
- De reconnaître, nommer, choisir et utiliser le matériel de laboratoire ;
- Exprimer un résultat avec un nombre de chiffres significatifs compatibles avec les conditions de l'expérience ;
- Faire l'étude statistique d'une série de mesures indépendantes en utilisant une calculatrice ou un tableur ;
- Utiliser les technologies de l'information et de la communication.

2.5.3 Types d'activités expérimentales

Classiquement les activités expérimentales ont lieu sous trois (3) formes [KANE, 2011] :

- La première forme appelée "*travaux pratiques*" (T.P) est une séance consacrée exclusivement à des manipulations faites par les élèves en petits groupes en dehors du cours et sous la supervision d'un professeur qui reste en relation avec un thème du programme : vérification d'une loi, détermination d'une grandeur physique, préparation des solutions ou substances chimiques...

Les autres formes sont constituées par des activités expérimentales intégrées aux cours.

- En "*expérience de cours*", les manipulations sont faites prioritairement par le professeur mais, celui ci offre parfois la possibilité aux élèves de manipuler ;
- En "*T.P-cours*", les manipulations sont faites prioritairement par les élèves.

« Ces séances d'activités expérimentales sont destinées à aider l'élèves à découvrir et à observer les phénomènes physiques mis en jeux afin de construire les concepts et de comprendre les lois étudiées »[KANE, 2011].

Dans le cadre de cette étude, seule la troisième forme d'activités expérimentales intégrées au cours (T.P-cours) est retenue pour permettre aux apprenants de manipuler d'avantage.

2.5.4 Activités expérimentales proposées aux élèves

Afin de mettre l'accent sur la démarche expérimentale dans le processus d'apprentissage des notions et concepts scientifiques, le "T.P-cours" est constitué d'activités expérimentales portant sur :

- *L'observation de l'attraction magnétique des aimants ;*
- *L'interaction entre les pôles d'un aimant ;*
- *L'observation des lignes de champ (spectre magnétique) crée par un aimant ;*
- *La réalisation d'un électroaimant ;*
- *L'observation de l'attraction magnétique des électroaimants ;*
- *L'observation des lignes de champ (spectre magnétique) crée par un électroaimant.*

Les activités expérimentales réalisées lors de ces séances de "T.P-cours" ont été conçues avec le concours des enseignants titulaires des classes consultées et comme support de travail le livre au programme (Classique africaine physique).

2.6 Quelques théories sur l'apprentissage

Dans le cadre de cette étude la mobilisation de certaines théories qui soutiennent le processus d'enseignement/ apprentissage a été nécessaire comme la pédagogie des grands groupes ; la théorie des situations ; le constructivisme ; le socioconstructivisme et l'apprentissage collaboratif.

2.6.1 La pédagogie des grands groupes

Tout le monde s'accorde sur le fait qu'au-delà d'un certain seuil, l'action de l'enseignant en classe n'est plus efficace, dans la mesure où il n'y a plus d'interaction possible au sein du groupe-classe. Cependant, il est difficile de fixer avec précision ce seuil. Le premier séminaire sur la pédagogie des grands groupes a été organisé en 1986 à Brazzaville par la CONFEMEN (Conférence des ministres de l'éducation nationale des pays ayant le français en partage). Le discours est diplomatique pour éviter les aspects négatifs et démobilisateurs des expressions comme *classes pléthoriques*, *classes surchargées*, *classes à effectifs élevés*, on recommande l'utilisation de l'expression grand groupe sans toutefois fixer de seuils numériques. La définition suivante est retenue : "Le grand groupe commence dès que l'effectif de la classe gêne, stérilise ou paralyse la mise en œuvre des techniques de classe qui ont été conçues pour les groupes moyens (25 à 35 élèves)" [Alexandre et al, 1991].

La normes de l'UNESCO préconise 30 élèves par salle de classe et par enseignant. Le texte référentiel concernant les normes scolaires en République du Congo est le décret 96-174 du 15 avril 1996 qui fixe les normes applicables à l'école. Ce décret fixe au niveau de l'enseignement secondaire un ratio élèves/classe à 45 élèves au collège avec taille d'un établissement scolaire du secondaire 1^{er} degré, c'est-à-dire un collège de 1000 élèves au maximum et un ratio élèves/classe de 35 élèves au lycée avec la taille d'un établissement scolaire du secondaire 2^{eme} degré, c'est-à-dire un lycée de 2000 élèves au maximum. L'objectif principal est d'amener "tous les élèves, malgré leur grand nombre, à participer activement aux activités d'apprentissage à travers une organisation de la classe en sous groupes de travail avec des techniques appropriées".

Une définition consensuelle fixe à quarante-cinq (45), ou au plus à cinquante (50), la moyenne au-delà de laquelle on est dans une situation de classe à effectifs élevés. Il faut dire cependant qu'il ne s'agit que d'un seuil relatif, car au Congo rares sont les classes, même en zones rurales, ayant moins de cinquante élèves. Si l'on s'en tient uniquement aux expressions employées pour désigner les grands groupes : *classes pléthoriques*, *classes surchargées*, *classes à effectifs élevés*, on peut dire que le nombre d'élèves constitue le principal critère définitionnel retenu. Pourtant d'autres éléments doivent être pris en compte, notamment les moyens matériels, la formation des enseignants, la motivation des élèves, l'adéquation des outils méthodologiques, ...

Face à cette inadéquation, seules des solutions propres à chaque contexte particulier constituent la voie de survie pour l'école au Congo. Les demandes en salles de classe et en enseignants croissent de façon exponentielle et malgré tous les efforts déployés, le pays n'est plus en mesure d'offrir un enseignement de qualité. Le système de double flux, proposé dans les années soixante-dix, et qui était censé résoudre le problème d'effectifs en optimisant l'exploitation des salles de classe, a permis de le résorber provisoirement, en multipliant par deux les capacités d'accueil des salles de classe. Pratiqué surtout dans les grandes villes, ce système appelé "classes à mi-temps" consiste à atténuer la pénurie de locaux, en allouant une même salle à deux classes distinctes, qui l'utilisent en demi-journée de manière alternée : les élèves de la classe A ou vague A sont scolarisés une semaine sur deux entre sept heures (7 h 00 mn) et douze heures (12 h 00 mn), tandis que ceux de la classe B ou vague B sont scolarisés les après-midi, de douze heures trente minutes (12 h 30 mn) à dix-sept heures (17 h 00 mn). Cela pour le cycle primaire et le secondaire 1^{er} degré, pour le secondaire 2^{eme} degré il n'y a pas d'alternance une semaine sur deux, la vague A a cours le matin de sept heures (7 h 00 mn) à treize heures (13 h 00 mn) et la vague B a cours l'après-midi de treize heures (13 h 00 mn) à dix-huit heures (18 h 00 mn).

Ce système a pour inconvénient majeur de réduire considérablement le nombre d'heures de cours effectifs par semaine. Malgré la généralisation du système de double flux dans les grandes villes, et de plus en plus dans les villes moyennes et les villages, au Congo, l'école primaire offre généralement le spectacle désolant des classes où plusieurs dizaines d'élèves, assis quelque fois à même le sol, s'entassent les uns sur les autres, dans des salles exiguës mal aérées et sans éclairage, encadrés par des enseignants qui ne sont pas préparés à la gestion de ces situations de crise, croulent sous le poids des tâches diverses, en dépit de leur dévouement. En réalité dans les grandes villes congolaise le véritable problème est le manque de salles de classe et l'insuffisance tant quantitative que qualitative d'enseignants.

Les solutions techniques pour initier les apprentissages fondamentaux dans ces conditions extrêmes de la pédagogie sont incluses dans ce que l'on convient d'appeler la pédagogie de grands groupes. Nous allons esquisser une présentation des techniques proposées pour mieux comprendre l'intérêt, mais aussi les difficultés de leur mise en œuvre. Pour cela, prenons un document de travail préparé par le Ministère de l'Éducation de base du Mali. Ce document intitulé "La pédagogie des grands groupes" présente en 36 pages les objectifs de la formation et les différentes techniques à utiliser :

- La recherche collective d'idées ;
- L'élaboration progressive ;
- La leçon-débat ;
- Le projet d'activités ;
- Le photolangage ;
- Le blason ;
- Les intergroupes ;
- La technique du scintillement ;
- Le langage gestuel.

2.6.2 La théorie des situations : le milieu

Pour [RICHOUX, 2000], la structure classique des travaux pratiques (dans laquelle se reconnaissent généralement les enseignants) repose sur la mise à disposition des élèves d'une fiche d'activités et des appareils adéquats pour étudier différents phénomènes et ce généralement, d'une façon quantitative (mesures, traitements numériques, modélisation). Dans un grand nombre de cas également, cette procédure repose sur l'hypothèse d'une certaine "autonomie" des élèves : pendant une heure et demie (1 h 30 mn), l'élève est confronté à la réalité de l'expérience, devant tour à tour mettre en œuvre les connaissances acquises en cours et ainsi les consolider ou en acquérir d'autres (savoirs et/ou savoir-faire de physicien ou de chimiste).

Quand l'enseignant élabore la séance de travaux pratiques, il vise pour les élèves des objectifs particuliers d'apprentissage, de structuration des connaissances. . . , il fait alors (implicitement) l'hypothèse que les activités qu'il leur confie produiront les effets attendus pour l'acquisition des savoirs : c'est bien un milieu d'interaction construit spécifiquement par l'enseignant, pour les élèves, dans un objectif précis.

2.6.3 Le constructivisme

Pour le site <http://fr.wikipedia.org>, le constructivisme (théorie de l'apprentissage) a été développé, entre autres, par PIAGET, dès 1923, en réaction au behaviorisme qui, d'après lui, limitait trop l'apprentissage à l'association stimulus-réponse. L'approche constructiviste met en avant l'activité et la capacité inhérentes à chaque sujet, ce qui lui permet d'appréhender la réalité qui l'entoure.

Le constructivisme suppose que les connaissances de chaque sujet ne sont pas une simple « copie » de la réalité, mais une « (re)construction » de celle-ci. Le constructivisme s'attache à étudier les mécanismes et processus permettant la construction de la réalité chez les sujets à partir d'éléments déjà intégrés.

La compréhension, constamment renouvelée, s'élabore à partir des représentations plus anciennes d'événements passés, que le sujet a d'ores et déjà « emmagasinées » dans son vécu. En fait, le sujet restructure (« reconceptualise »), en interne, les informations reçues au regard de ses propres concepts : c'est le phénomène de restructuration conceptuelle à travers ses expériences.

2.6.4 Le socioconstructivisme

Le site <http://www.renforce.net> déclare que le socioconstructivisme est une théorie liée en général à l'apprentissage. Elle est basée sur la théorie du constructivisme en introduisant le processus social de l'apprentissage. Selon cette théorie, « la connaissance interpersonnelle peut seulement être réalisée par sa construction sociale ». Cette théorie souligne donc les « rôles que la société a joué dans le développement d'un individu » selon [VYGOTSKI, 1978], « l'apprentissage est le fruit d'une interaction sociale ». Ce qui signifie que l'apprentissage et l'acquisition de la connaissance devrait se faire dans un cadre social et nécessite donc l'interaction entre différents individus. Elle met donc l'accent sur la dimension relationnelle de l'apprentissage [KOZATINIS, 2005]. Cette théorie se base sur les principes de bases suivants :

- Certaines connaissances ne peuvent pas simplement être transmises de l'enseignant vers l'étudiant ;
- L'élève doit les construire activement (on ne reçoit pas d'idées, mais on les fait) ;
- Le constructivisme suggère que les gens apprennent mieux, lorsque : ou ils construisent un artefact externe (au moins un texte!) ou ils peuvent partager et discuter avec les autres ou lorsque la tâche possède un "goût de réel".

En partant de la théorie constructiviste et en faisant abstraction de toute considération « sociale », la construction et l'organisation de ses connaissances devraient se faire par son action propre. Mais le socioconstructivisme ajoute donc la nécessité de l'interaction avec d'autres individus dans cette « action propre » de chaque individu. Ainsi, le socioconstructivisme tend à favoriser l'apprentissage autonome.

Mais le socioconstructivisme diffère du constructivisme par la prise en considération de la dimension sociale de l'apprentissage et de l'acquisition de la connaissance et du savoir. Une des caractéristiques de la théorie socioconstructiviste est cette interaction sociale entre les individus, ce qui lui donne des aspects affectifs car l'évolution dans un milieu avec d'autres individus engendre des liens affectifs entre ces derniers. Un de ces aspects affectifs est l'aspect motivationnel. Dans l'apprentissage surtout, la motivation occupe une place très importante. Le socioconstructivisme accorde beaucoup d'importance à cet aspect motivationnel dans le processus d'apprentissage car la motivation sert en général de moteur pour le désir de l'individu à apprendre.

2.6.5 L'apprentissage collaboratif

[BRUFEE, 1993] propose une première définition très générale de l'apprentissage collaboratif comme « approche d'apprentissage dans laquelle les étudiants sont invités à travailler ensemble ».

[HENRI et LUNDGREN-CAYROL, 2001] proposent une définition plus complète de l'apprentissage collaboratif : « L'apprentissage collaboratif est une démarche active par laquelle l'apprenant travaille à la construction de ses connaissances. Le formateur y joue le rôle de facilitateur des apprentissages alors que le groupe y participe comme source d'information, comme agent de motivation, comme moyen d'entraide et de soutien mutuel et comme lieu privilégié d'interaction pour la construction collective des connaissances ».

Toujours selon ces mêmes auteurs, la démarche collaborative couple la démarche de l'apprenant à celle du groupe. L'apprenant s'engage à travailler avec le groupe et fait preuve d'autonomie en assumant la responsabilité de son apprentissage, tandis que le groupe joue le rôle de catalyseur de l'apprentissage. La démarche collaborative vise une compréhension partagée qui se reflète au plan individuel.

2.6.5.1 Composantes de l'apprentissage collaboratif

Pour [HENRI et LUNDGREN-CAYROL, 2001], trois composantes sont essentielles à un apprentissage collaboratif :

- la communication pour alimenter la réflexion sur l'objet de la collaboration, pour réaliser des tâches et pour tisser les relations ;

- l’engagement pour assurer une contribution cognitive et sociale significative, pour se mettre au service du groupe et pour mobiliser les efforts en vue de la réussite ;
- la coordination pour optimiser l’efficacité de l’activité du groupe.

Selon [DILLENBOURG, 1999], « le but de l’apprentissage collaboratif est de soutenir l’enseignement dans un objectif éducatif spécifique par une activité coordonnée et partagée, au moyen d’interactions sociales entre les membres du groupe ». [ZURITA et NUSSBAUM, 2004] précisent que « l’apprentissage collaboratif est souvent vu comme un stimulus pour le développement cognitif, par sa capacité de stimuler l’interaction sociale et l’apprentissage des membres d’un groupe ».

Deux approches théoriques principales expliquent le rôle de l’interaction sociale dans l’apprentissage collaboratif. D’abord, l’approche piagétienne qui favorise l’apparition de conflits cognitifs/sociocognitifs ; ensuite la perspective de Vygotsky, qui considère que le changement individuel est présenté comme le résultat d’une intériorisation des activités normatives, telles que la coordination des membres et l’interaction des processus constructifs réalisées par la médiation de communication entre eux [VYGOTSKY, 1978]. Ces deux approches théoriques présentent les premières composantes clés pour évaluer des activités face à face de l’apprentissage collaboratif :

- la présence des conflits, donc, la nécessité de la négociation pour les résoudre ;
- l’importance de la coordination et de l’interactivité ;
- la communication des membres.

[ADAMS et al, 1990] ont identifié quelques caractéristiques pédagogiques de l’apprentissage collaboratif :

- la collaboration fonctionne davantage lorsque les étudiants sont invités à résoudre un problème réel ;
- l’enseignant fournit graduellement un environnement collaboratif où tout le monde est considéré comme une ressource ;
- le fait de penser en équipe « sinks or swims together » peut aider les étudiants à mieux apprendre ;
- un environnement collaboratif fonctionne mieux lorsque les risques et les erreurs sont autorisés ;
- l’apprentissage collaboratif permet de pratiquer une démarche de résolution de problèmes ;

- les individus apprennent mieux lorsqu'ils sont responsables de leurs propres sous-tâches au sein d'un groupe ;
- les étudiants les moins doués au niveau académique développent davantage des attitudes d'apprentissage quand ils travaillent avec des apprenants plus doués ;
- les enseignants et les étudiants changent souvent de rôles en tant qu'apprenant.

Dans un environnement d'apprentissage collaboratif, le leadership est partagé ; la répartition des tâches de chaque membre du groupe est une étape essentielle. Les apprenants doivent ainsi apprendre des habiletés cognitives qui leur permettront d'accomplir leurs tâches collaboratives. [ADAMS et al, 1990] ont identifié cinq (5) habiletés :

1. la clarification ou l'élaboration, comprenant l'interprétation ou la construction des connaissances en se basant sur les informations fournies par les autres membres ;
2. le partage des informations appropriées ;
3. la recherche des informations pertinentes ;
4. la synthèse des informations partagées ;
5. la gestion d'un processus d'apprentissage qui soutient le groupe à atteindre son objectif.

Ces auteurs ont également relevé cinq (5) comportements sociaux qui permettent aux apprenants de fonctionner en groupe :

1. le compromis qui implique de faire une concession aux autres membres du groupe lorsque cela est nécessaire ;
2. l'empathie et l'encouragement, plus précisément le maintien d'un sentiment d'empathie pour ses pairs et de compréhension ;
3. la prise de la parole qui vise à donner à tous les membres la chance de prendre la parole dans le groupe ;
4. l'harmonisation des interactions dans le groupe ;
5. le partage du sentiment d'appartenance au groupe et aux procédures.

2.6.5.2 Étapes du processus de l'approche collaborative

L'apprentissage peut être ainsi compris comme un processus dynamique qui se déroule dans un contexte social où le partage, la confrontation et la négociation conduisent les apprenants à construire leurs propres connaissances. Selon [DILLENBOURG et SCHNEIDER,

1995], l'apprentissage collaboratif aboutit à des formes d'interactions qui peuvent conduire à la stimulation des mécanismes d'apprentissage suivants :

- **Un conflit** : lorsqu'une mésentente survient entre les pairs, ils doivent entamer des conversations et prendre des mesures pour arriver à une résolution mutuellement satisfaisante. Ceci peut affecter d'une manière positive le rendement au niveau de l'apprentissage.
- **Une solution alternative** : lorsqu'un désaccord survient et les apprenants n'arrivent pas à une entente acceptable, ils vont souvent proposer une solution alternative.
- **Une auto-explication** : il est important d'établir une communication bidirectionnelle entre apprenants lors d'une tâche collaborative ; les conversations entretenues mènent à la verbalisation des connaissances acquises. L'étudiant apprend lorsqu'il réinterprète son apprentissage selon les explications de son partenaire.
- **Une intériorisation** : les concepts discutés lors des interactions verbales s'intègrent aux schèmes cognitifs des partenaires ; l'intériorisation peut être comparée à une assimilation des nouvelles connaissances acquises lors des discussions entre pairs.
- **Une appropriation** : l'appropriation est un processus qui est plus concret que l'intériorisation.
- **Un partage des tâches cognitives** : l'étudiant apprend en observant son partenaire. Quand deux membres collaborent à une tâche scolaire, ils partagent les tâches cognitives requises par celle-ci. Cette division des tâches cognitives permet à chaque partenaire de trouver des ressources nécessaires à l'achèvement de la tâche.
- **Une gestion de l'apprentissage** : souvent, les membres du groupe doivent justifier leur travail. Ceci permet aux apprenants de gérer leur apprentissage et de vérifier aussi la compréhension de leur partenaire.
- **Une socialisation** : la détection des mésententes ou des conflits qui peuvent apparaître est un facteur important qui encourage la socialisation.

2.6.5.3 Les interactions dans une situation de collaboration

Rappelons que le socioconstructivisme met l'accent sur le rôle des interactions sociales multiples dans la construction des savoirs. [REPMAN et LOGAN, 1996] identifient quatre (4) types d'interactions dans une situation d'apprentissage :

- **Interaction entre apprenant et contenu** : c'est l'interaction entre l'apprenant et l'information présentée qui devrait mener à l'acquisition des connaissances. Cette interaction repose sur les connaissances de base que l'apprenant a construites à partir des expériences d'apprentissage antérieures et sur l'habileté de l'apprenant à interagir avec le contenu présenté. [DILLENBOURG et SCHNEIDER, 1995] ont identifié deux entraves à cette relation : le style d'apprentissage du participant et la pertinence de la matière enseignée telle que perçue par l'apprenant.
- **Interaction entre apprenant et apprenant** : les interactions se trouvent au cœur de n'importe quelle situation d'apprentissage. Les étudiants qui interagissent souvent avec leurs collègues participent activement à leur apprentissage et améliorent leur niveau de motivation. Notons deux éléments qui peuvent affecter les interactions entre apprenants : l'absence d'un sentiment d'appartenance ou la diversité des étudiants qui proviennent de différentes disciplines. Des activités d'apprentissages tels que des simulations ou des débats offrent aux étudiants l'occasion de s'exprimer et d'interagir avec leurs collaborateurs.
- **Interaction entre apprenant et interface** : ceci se réfère à la convivialité de la technologie utilisée. Le participant et le professeur doivent être habiles à manipuler cette technologie, sinon cela risque de devenir un obstacle à l'apprentissage. Il se peut que l'enseignant soit obligé de préparer des guides et des consignes détaillés pour l'utilisation des outils de simulation.
- **Interaction entre apprenant et professeur** : elle dépend des habiletés de communication entre l'apprenant et l'enseignant [REPMAN et LOGAN, 1996]. Des expériences partagées fournissent une bonne base pour développer un rapport de travail. Comme gestionnaire de l'apprentissage, le professeur devient un guide qui dirige l'apprenant dans ses démarches.

Il est important que ces quatre (4) types d'interactions soient intégrés à des situations d'apprentissage conçues selon l'approche collaborative, tel que proposés par [REPMAN et LOGAN, 1996]. Il est donc essentiel d'offrir aux apprenants les meilleures éventualités d'interaction pour qu'ils soient soutenus dans leurs démarches pédagogiques et dans le processus de collaboration.

2.7 L'évaluation

[DE KETEL, 1986], définit le concept évaluation comme un « processus qui consiste à recueillir un ensemble d'informations pertinentes,valides et fiables, puis à examiner le degré d'adéquation entre cet ensemble d'informations et un ensemble de critères choisis adéquatement en vue de fonder la prise de décision ».

L'évaluation est d'une importance capitale dans la mesure où elle permet à l'enseignant d'avoir des informations en retour sur les connaissances transmises aux apprenants et aux élèves d'avoir une idée sur les connaissances acquises. Selon les différents moment, (avant, pendant et après l'apprentissage) auxquels en lieu les évaluations, on distingue trois (3) types d'évaluations : l'évaluation diagnostique, formative et sommative ou bilan.

2.7.1 L'évaluation diagnostique

C'est une évaluation qui a lieu avant l'acte d'enseignement, au début d'une année, d'un chapitre ou d'un cours. L'évaluation diagnostique n'est pas difficile à pratiquer, mais elle n'a de sens que par l'usage fait des résultats du diagnostic pour adapter l'enseignement aux élèves tels qu'ils sont. L'évaluation des acquis des élèves fournit un état des lieux à partir des caractères relevés par des observations, des contrôles ou des tests : Que savent-ils déjà ? Sur quelles compétences peut-on compter ? Les acquis préalables nécessaires sont-ils bien en place ? A qui font-ils défaut ? Quelles représentations impropres, quelles erreurs classiques, quelles pratiques inappropriées, faudra-t-il combattre ?

L'enseignant peut ainsi connaître pour chaque élève : ses points forts sur lesquels ancrer les nouveaux apprentissages et ses points faibles, signes des difficultés qu'il rencontre. Par conséquent l'évaluation diagnostique fournit aux enseignants des repères pédagogiques pour organiser les apprentissages. Le diagnostic agit sur ses choix de progression, sur l'organisation interne de sa classe, sur les documents et exercices qu'il propose. A ce stade il n'est pas nécessaire de fournir une quelconque aide, tout au plus s'assurer de la compréhension des items. Il n'est pas non plus logique d'attribuer une note aux élèves puisque l'apprentissage n'a pas encore proprement débuté.

2.7.2 L'évaluation formative

Selon le site <http://fr.wikipedia.org>, l'évaluation formative est une évaluation qui a pour fonction d'améliorer l'apprentissage en cours en détectant les difficultés de l'apprenant (diagnostic) afin de lui venir en aide (remédiation), en modifiant la situation d'apprentissage ou le rythme de cette progression, pour apporter (s'il y a lieu) des améliorations ou des correctifs appropriés.

L'évaluation formative fait partie intégrante de l'instruction pour informer et guider les enseignants de telle sorte qu'ils prennent de bonnes décisions. L'objet premier d'une évaluation formative est la détection des erreurs commises par l'élève et les difficultés qu'il rencontre, l'évaluation formative a une fonction pédagogique.

Les implications pour l'enseignant sont nombreuses, dans la mesure où la mise en œuvre de l'évaluation formative nécessite un changement d'attitude de la part de l'enseignant : une modification des attitudes d'évaluation, du statut de l'erreur, de l'implication de l'apprenant dans la mise en œuvre des décisions pédagogiques et des évaluations [ALTET, 2001].

Selon [ALLAL, 1991], l'évaluation formative peut être :

- rétroactive sur la base d'un contrôle ou d'une interrogation ;
- interactive par une observation des comportements, des interactions orales, un regard rapide sur les productions individuelles ou en sous-groupes ;
- pro-active lors d'un recueil d'indices susceptibles de guider d'autres apprentissages.

Cette évaluation formative qui a lieu tout au long de l'apprentissage (cours) est utile à l'élève car elle lui permet de comprendre ses difficultés, adapter son effort et de piloter son propre processus d'apprentissage. Il est très important de repérer cette évaluation en termes de capacités et de veiller à séparer les capacités les unes des autres. L'objectif étant d'aider à l'apprentissage, toute forme d'aide sera la bienvenue. Une auto-évaluation est possible mais la notation par l'enseignant n'est pas pertinente puisque la période d'apprentissage n'est pas encore achevée.

2.7.3 L'évaluation sommative ou bilan

Selon le site <http://fr.wikipedia.org>, l'évaluation sommative, appelée aussi évaluation bilan ou certificative quand il y a à la clé délivrance d'un diplôme, est une forme d'évaluation des acquis se déroulant après l'action de formation et visant à vérifier que les acquisitions visées par la formation ont été faites.

C'est une évaluation dont la fonction est de certifier que les apprenants maîtrisent les objectifs définis par le système et qui débouche sur une décision d'acceptation ou de refus dans un niveau supérieur, ou sur une décision de classement. L'évaluation certificative peut prendre deux (2) grandes formes :

- l'une est liée à la notion d'examen, de l'ordre du bilan : l'évaluateur doit, au terme d'un apprentissage, certifier la maîtrise des connaissances et/ou des compétences en vue de prendre la décision de réussite ou d'échec et, éventuellement, la décision relative à un classement des apprenants sur la base de leur niveau de performance ;
- l'autre est liée à la notion de concours, de l'ordre de la sélection : à la jonction de deux cycles d'apprentissage (l'un entièrement terminé, l'autre susceptible de s'ouvrir), l'évaluateur peut avoir à sélectionner un certain nombre de personnes pour une nouvelle filière de formation.

Une évaluation certificative vise avant tout à déterminer les acquis de l'apprenant tant d'un point de vue qualitatif que quantitatif. Autrement dit, l'objet premier d'une évaluation certificative est ce qu'il réussit. Elle a une fonction administrative et sociale, au contraire de l'évaluation formative qui a une fonction pédagogique.

L'évaluation sommative intervient donc au terme d'un processus d'apprentissage ou de formation. Elle est indispensable au professeur, aux élèves et à la famille pour connaître le résultat du travail fourni par les principaux acteurs, cette évaluation doit être notée selon une échelle absolue. Au cours de cette évaluation, il n'est pas souhaitable de proposer une aide à l'élève (critères de réussite ont été donnés pendant l'apprentissage) par contre, on peut envisager de préparer un bilan en détaillant une liste de savoirs ou de savoir-faire exigibles.

Chapitre 3

MÉTHODOLOGIE

3.1 Méthodologie suivie

Dans cette étude, la méthodologie de validation des hypothèses utilise une approche qualitative et une approche quantitative. Elle a nécessité, en plus d'une revue critique de la littérature, une enquête de terrain en vue de la collecte des données (informations) auprès des enseignants et des apprenants. En effet pour ce qui est des enseignants, la collecte d'informations s'est faite par un entretien semi-dirigé à l'aide d'un guide d'entretien (questionnaire). S'agissant des apprenants, la collecte d'informations s'est faite sur la base d'un questionnaire et complétée par une observation directe des apprenants en salle de classe. Les informations ainsi collectées à l'aide de ces trois (3) outils ou instruments ont été dépouillées, analysées et interprétées afin de tirer des conclusions pertinentes.

3.1.1 Enquête auprès des enseignants

L'enquête auprès des enseignants a pour objectif de collecter des informations afin d'évaluer l'impact de l'expérimentation sur la qualité de l'enseignement. Ces entretiens effectués à l'aide d'un guide d'entretien ont eu lieu aux seins des différents établissements sélectionnés. Ces entretiens se sont déroulés lors des journées pédagogiques des sciences physiques consacrées aux animations pédagogiques de groupe. A tour de rôle, les enseignants des sciences physiques ont été interrogés séance tenante sur la base du guide d'entretien.

Les résultats de ces entretiens ont également permis d'identifier, les difficultés que pose la pratique des activités expérimentales lors des séances d'enseignements/apprentissages.

3.1.2 Enquête auprès des apprenants

L'objectif de cette enquête est de collecter des informations afin de pouvoir évaluer l'impact des activités expérimentales sur l'apprentissage. Pour ce faire, les apprenants ont été divisés en deux (2) groupes dont un groupe dit témoin qui a reçu un cours traditionnel ou théorique et un autre groupe dit expérimental qui a reçu un cours intégrant les activités expérimentales ou T.P-cours. Un questionnaire unique a été administré (évaluation) deux (2) fois de suite aux deux (2) groupes (témoin et expérimental) respectivement en début et en fin de chaque type de cours.

– Pour le groupe témoin, la réalisation d’une évaluation diagnostique en début de cours à l’aide du questionnaire a permis de cerner les prérequis des apprenants. Une fois cette évaluation terminée et les informations collectées, l’enseignant a procédé à la présentation du cours dit "théorique" puisqu’il n’y a aucune activité expérimentale réalisée lors de cette séance de cours. A la fin de la présentation du cours, une autre évaluation dite bilan a été réalisée à l’aide du même questionnaire afin de mesurer l’apport du cours théorique sur les connaissances des apprenants.

– Pour le groupe expérimental, une évaluation diagnostique a également été réalisée en début de cours à l’aide du même questionnaire. Après cette évaluation, l’enseignant a effectué le cours dit "T.P-cours". Ce cours était accompagné par une série d’activités expérimentales où l’enseignant et les apprenants manipulent le matériel et les outils prévus pour la circonstance. Une évaluation sommative a été réalisée à la fin de la réalisation du T.P-cours afin d’évaluer l’apport du "T.P-cours" sur les connaissances des apprenants.

La confrontation des résultats des évaluations sommatives du groupe témoin à ceux du groupe expérimental, a permis d’évaluer l’impact des activités expérimentales sur le processus d’enseignement/apprentissage.

Il faut souligner que les apprenants du groupe témoin ont bénéficié par la suite d’une séance de travaux pratiques organisée dans le but de compléter leur formation par rapport aux apprenants du groupe expérimental. Naturellement seule une évaluation bilan a été réalisée à l’aide du même questionnaire à la fin de la séance de travaux pratiques afin de mesurer la progression des acquis des apprenants lors de cette deuxième séance d’activité. Ainsi pour cette deuxième séance, les classes témoins sont devenues des classes témoins-T.P.

3.1.3 Observation directe des élèves en salle

Parallèlement au déroulement de toutes les séances de cours, qu’elles soient traditionnelles ou expérimentales, une observation des élèves est faite durant toute la séance de cours. Il ne s’agit pas ici d’une observation classique où le travail de l’enseignant est scruté à la loupe par un observateur quelconque, mais il est question ici d’observer uniquement les élèves comme un groupe dynamique dans les différentes classes. Le but de cette observation est de relever les différences comportementales des apprenants à l’aide de certains indicateurs afin d’évaluer

l'impact des activités expérimentales sur le comportement des apprenants. Concrètement il s'agit d'observer la dynamique du groupe (le climat de la classe, la motivation, la qualité des réponses fournies par les apprenants aux questions de l'enseignant et leur capacité à produire des résumés). Afin de ne rien manquer de ces observations, toutes les séances de cours ont été filmées.

3.2 Dérroulement des séances de cours

Afin de valider les hypothèses formulées dans cette étude, deux (2) types de cours ont été mobilisés. Un cours dit traditionnel ou théorique et un cours expérimental ou T.P-cours. Dans le but de mieux comprendre ces deux (2) types de cours, une description du déroulement de ces cours est nécessaire.

3.2.1 Dérroulement de la séance de cours traditionnel

Nous appelons cours traditionnel, un cours qui se fait sans les activités expérimentales. Ce cours est dispensé dans le groupe témoin, il a une durée de deux (2) heures. Cette séance de cours comprend quatre (4) moments.

Moment 1 : Préliminaires

- Salutations ;
- Contrôle des présences ;
- Présentation de l'activité.

Moment 2 : Évaluation diagnostique

- Distribution du questionnaire ;
- Remplissage du questionnaire par les élèves ;
- Ramassage du questionnaire.

Moment 3 : Présentation du cours

- Contrôle des prérequis par l'enseignant ;
- Explication du cours (électromagnétisme) ;
- Interaction entre élèves et enseignant (questions-réponses) ;
- Consolidation des notions par une prise de notes.

Moment 4 : Évaluation bilan

- Distribution du questionnaire ;
- Remplissage du questionnaire par les élèves ;
- Ramassage du questionnaire et fin de la leçon.

3.2.2 Déroutement de la séance de cours expérimental

Le cours expérimental est réalisé dans le groupe expérimental, il comprend des activités expérimentales et a une durée de deux (2) heures. Cette séance de cours comprend cinq (5) moments.

Moment 1 : Préliminaires

- Salutations ;
- Contrôle des présences ;
- Présentation de d'activité.

Moment 2 : Évaluation diagnostique

- Distribution du questionnaire ;
- Remplissage du questionnaire par les élèves ;
- Ramassage du questionnaire.

Moment 3 : Préparatif du cours expérimental

- Répartition des élèves par petit groupe (2 ou 3 selon la taille des effectifs) ;
- Mise en place de l'apprentissage collaboratif entre les élèves ;
- Distribution du matériel expérimental.

Moment 4 : Réalisation du cours expérimental

- Contrôle des prérequis sur électromagnétisme ;
- Explication du protocole expérimental de chaque manipulation ;
- Manipulation du matériel par les élèves ;
- observations des élèves vis-à-vis des activités réalisées ;
- Interaction entre élèves et enseignant (questions-réponses) ;
- Construction du contenu notionnel par les apprenants (conflit socio-cognitif) ;
- Consolidation des connaissances acquises par une prise de notes.

Moment 5 : Évaluation bilan

- Distribution du questionnaire ;
- Remplissage du questionnaire par les élèves ;
- Ramassage du questionnaire et fin de la leçon.

Il faut souligner qu'un entretien en début de cours a eu lieu avec l'enseignant pour lui notifier les attentes et lui suggérer la stratégie (déroulement) à adopter.

3.3 Opérationnalisation de l'étude

3.3.1 Champ d'investigation

Le champ d'investigation de cette étude concerne l'ensemble des établissements d'enseignement général du secondaire aussi bien du secteur public que du secteur privé. Pour des raisons pratiques et économiques cette étude se limite aux établissements du département de Brazzaville.

3.3.2 Population cible

Dans le cadre de cette étude, la population cible est constituée de l'ensemble des professeurs des sciences physiques du secondaire et de l'ensemble des élèves du secondaire du département de Brazzaville faisant les sciences physiques. La notion retenue pour cette étude étant l'électromagnétisme enseignée en classe de première scientifique conformément au programme scolaire de physique, seuls les enseignants des sciences physiques du secondaire 2^{ème} degré (des lycées) et les élèves des classes de première scientifique (ceux de la série C et D) sont concernés par cette étude.

3.3.3 Échantillon

La population des élèves constituée de l'ensemble des élèves du secondaire 2^e degré faisant les sciences physiques et plus particulièrement celle des élèves des classes de première scientifique. Cette population a une taille très importante, pour l'année scolaire 2013-2014 on compte près de quatre mille quatre cent cinquante (4450) élèves dans les lycées publics du département de Brazzaville [Rapport de la Direction des lycées de l'enseignement général, 2014].

En ajoutant à ce chiffre les élèves de première scientifique du secteur privé, la taille de cette population peut être considérée statistiquement comme une population de taille infinie. En acceptant une marge d'erreur de $\pm 5\%$ sur les résultats, il est par conséquent possible de déterminer la taille minimale de l'échantillon grâce à la formule :

$$n = \frac{1}{E^2} \text{ avec } \begin{cases} n : \text{taille minimale de l'échantillon} \\ E : \text{marge d'erreur acceptable (5\% soit 0,05)} \end{cases}$$

La taille minimale de l'échantillon (n) est : $n = 400$. Il est donc nécessaire d'avoir quatre cent (400) répondants ou élèves, avec ce nombre les résultats ne s'écarteront pas de $\pm 5\%$ de leurs valeurs réelle [MARTIN. B et BEAUD. J. P, 2003].

L'échantillon considéré ici est tiré de la population sur la base des méthodes probabilistes notamment le tirage à plusieurs degrés et guidée par certaines contraintes (tirage raisonné : départements, lycées, niveaux, classes, élèves et enseignants).

Dans un souci de représentativité, l'étude a retenu trois (3) lycées d'enseignement général dont deux (2) du secteur publique : les lycées Emery Patrice LUMUMBA, Guillaume-Joseph CHAMINADE et un (1) lycée du secteur privé : le lycée Anne Marie JAVOUHEY. Il sied de préciser que ces lycées ont une moyenne d'élèves par classe de première scientifique respectivement égale : 100 ; 50 et 25 élèves.

Il est également important de préciser que le lycée Emery Patrice LUMUMBA, ne dispose d'aucune salle de laboratoire à la différence du lycée Anne Marie JAVOUHEY qui possède une salle de laboratoire de chimie et le lycée Guillaume-Joseph CHAMINADE dispose d'une salle de laboratoire de chimie et d'une salle de laboratoire de physique. Dans l'emploi du temps des apprenants des deux derniers établissements mentionnés, il est prévu une plage horaire pour les activités expérimentales aux laboratoires quoique pas toujours réalisées.

S'agissant des enseignants des sciences physiques, les conditions de travail et le nombre d'élèves dont ils ont la charge étant les mêmes au sein d'un établissement, les trois (3) établissements ont été mis à contribution en interrogeant la quasi-totalité de leurs enseignants des sciences physiques afin d'avoir un échantillon plus important et plus représentatif.

Pour ce qui est des élèves, seuls ceux des classes de première des séries C et D des lycées ont été retenus pour cette étude à raison de trois (3) classes par établissement réparties comme suit : une (1) classe témoin et deux (2) classes expérimentales. Pour cette étude neuf (9) classes ont donc été utilisées dont trois (3) classes témoins et six (6) classes expérimentales. La totalité de l'échantillon de cette étude est consignée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3.1 – Récapitulatif des échantillons par établissement

Lycées	LUMUMBA	CHAMINADE	JAVOUHEY	Total
Enseignants	7	11	5	23
Élèves	238	133	78	449

Dans cette étude les variables comme le sexe, l'âge, le niveau social... ne sont pas prises en compte, car il a été démontré qu'en physique, de tels facteurs n'ont pas une influence significative sur les performances des élèves [HALLOUN, 1986].

3.4 Instruments de collecte et d'analyse des données

Pour mener cette étude à bien un certain nombre d'outils ou instruments ont été nécessaires dans la collecte et l'analyse des données.

3.4.1 L'entretien

Le guide d'entretien adressé aux enseignants, il contient six (6) questions en plus des informations personnelles. Ce guide d'entretien essaie de parcourir un ensemble de problèmes relatifs à l'expérimentation soulevés par les enseignants lors des différentes séances d'animations pédagogiques en tenant compte de l'opinion de l'un des acteurs majeurs du système éducatif qu'est l'enseignant. C'est donc une opportunité donnée aux enseignants pour parler de leur métier au quotidien.

3.4.2 Le questionnaire

Le questionnaire, adressé aux élèves des classes de première des séries C et D est constitué de treize questions ou items de divers niveaux taxonomiques. Il a été conçu pour balayer une bonne partie des notions sur l'électromagnétisme aussi bien au niveau des connaissances déclaratives qu'au niveau des connaissances procédurales.

3.4.3 L'observation

La grille d'observation utilisée pour observer les élèves durant les différentes séances de cours est constituée de trois (3) parties. La première partie est consacrée aux informations relatives à la classe (établissement, type de classe, classe ...). La seconde partie est dédiée aux critères que l'on a souhaité observer chez les apprenants (le climat de la classe, la motivation, la qualité des réponses fournies par les apprenants aux questions de l'enseignant et leur capacité à produire des résumés), les indicateurs de comportement ainsi que les différentes appréciations et commentaires y relatives. La dernière partie quant à elle est réservée à l'échelle d'appréciation (codification en note ou score) et à la note obtenue. Voici ci-dessous un extrait de la grille d'observation relatif à la seconde partie.

Grille d'observation

N°	Critères observés	Indicateurs	Appréciation et commentaire
1	Le climat de la classe	<ul style="list-style-type: none"> le bavardage les sorties intempestives les élèves studieux manque d'intérêt le divertissement de l'enseignant 	<ul style="list-style-type: none"> Très désagréable <input type="checkbox"/> Désagréable <input type="checkbox"/> Agréable <input type="checkbox"/> Très agréable <input type="checkbox"/> <p>.....</p> <p>.....</p>
2	La motivation ou l'enthousiasme	<ul style="list-style-type: none"> la participation ou la réactivité des élèves l'empressement avec lequel les élèves posent et répondent aux questions curieux des apprenants 	<ul style="list-style-type: none"> Très indifférent <input type="checkbox"/> Indifférent <input type="checkbox"/> Enthousiaste <input type="checkbox"/> Très enthousiaste <input type="checkbox"/> <p>.....</p> <p>.....</p>
3	Qualité des réponses fournies par les élèves aux questions de l'enseignant	<ul style="list-style-type: none"> répondent-ils correctement ? répondent-ils correctement aux questions ? 	<ul style="list-style-type: none"> Très insatisfaisante <input type="checkbox"/> Insatisfaisante <input type="checkbox"/> Satisfaisante <input type="checkbox"/> Très satisfaisante <input type="checkbox"/> <p>.....</p> <p>.....</p>
4	Proposition des résumés	<ul style="list-style-type: none"> les élèves proposent-ils des résumés ? les élèves proposent-ils des résumés de bonne qualité ? 	<ul style="list-style-type: none"> Très difficilement <input type="checkbox"/> Difficilement <input type="checkbox"/> Facilement <input type="checkbox"/> Très facilement <input type="checkbox"/> <p>.....</p> <p>.....</p>

Il est important de souligner que les trois (3) instruments de collecte de données mentionnés ci-dessus ont été préalablement testés et améliorés avant être utilisés en situation réelle. Ces instruments sont disponibles dans les annexes du document.

3.4.4 SPSS 17

En anglais Statistical Package for the Social Science version 17 (SPSS 17). C'est un logiciel d'analyse statistique très largement utilisé en sciences sociales, en sciences de la santé, en sciences de l'éducation et bien d'autres. Ce logiciel a été utilisé pour cette étude dans le but d'assurer l'analyse statistique des données collectées. Toutefois il sied de mentionner que le logiciel Excel de la suite Microsoft Office 2013 a également été mis à contribution dans le cadre de ce travail.

Pour comparer plus efficacement les notes moyennes obtenues lors de l'évaluation sommative des différentes classes expérimentales à celle de la classe témoin au sein d'un même établissement, un test statistique bilatéral a été appliqué afin de déterminer si les différences entre ces notes moyennes sont significatives. Le test appliqué est celui de *Z ou t (Student)* selon la taille des effectifs ($N \geq 30$ ou $N < 30$) par classe à partir des formules suivantes :

$$Z_0 = \frac{|\bar{x}_{ce_n} - \bar{x}_{ct}|}{\sqrt{\frac{V_{ce_n}}{N_{ce_n}} + \frac{V_{ct}}{N_{ct}}}}$$

ou

$$t_0 = \frac{|\bar{x}_{ce_n} - \bar{x}_{ct}|}{\sqrt{\frac{V_m}{N_{ce_n}} + \frac{V_m}{N_{ct}}}}$$

avec

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{x}_{ce_n} : \text{Note moyenne de la classe expérimentale } n \\ \bar{x}_{ct} : \text{Note moyenne de la classe témoin} \\ V_{ce_n} : \text{Variance de la classe expérimentale } n \\ V_{ct} : \text{Variance de la classe témoin} \\ V_m : \text{Variance commune aux deux classes} \\ N_{ce_n} : \text{effectif de la classe expérimentale } n \\ N_{ct} : \text{effectif de la classe témoin} \end{array} \right.$$

Étant donné que pour les lycées LUMUMBA et CHAMINADE, les effectifs des trois (3) classes retenues par établissement sont tous supérieurs à trente ($N > 30$), il est préférable dans ces conditions d'utiliser le test de *Z* dont la formule est présentée ci-dessus avec un seuil de signification $\alpha = 0,05$.

$$\text{Décision : } \left\{ \begin{array}{l} \text{si } Z_0 > Z_{0,05}, \text{ différence significative avec } Z_{0,05} = 1,96 \\ \text{si } Z_0 < Z_{0,05}, \text{ différence non significative avec } Z_{0,05} = 1,96 \end{array} \right.$$

En ce qui concerne le lycée JAVOUHEY, les effectifs de ses trois (3) classes retenues sont tous inférieurs à trente ($N < 30$). Dans ces conditions, il est nécessaire d'utiliser le test de *t* dont la formule est présentée ci-dessus avec un seuil de signification $\alpha = 0,05$.

$$\text{Décision : } \begin{cases} \text{si } t_0 > t_{0,05}, \text{ différence significative avec } t_{0,05} = 2,02 \\ \text{si } t_0 < t_{0,05}, \text{ différence non significative avec } t_{0,05} = 2,02 \end{cases}$$

3.4.5 Analyse de Contenu

L'analyse des données qualitatives (observations des apprenants) s'est faite par la méthode de l'analyse de Contenu, c'est la méthode la plus répandue pour étudier les interviews ou les observations qualitatives [KRIPPENDORFF, 2003]. Elle consiste à retranscrire les données qualitatives, à se donner une grille d'analyse, à coder les informations recueillies et à les traiter.

Chapitre 4

PRÉSENTATION, ANALYSE ET DISCUSSION DES RÉSULTATS

4.1 Résultats des entretiens avec les enseignants

Le tableau 4.1 ci-dessous donne des informations sur le cursus de chaque enseignant interrogé notamment sur leurs diplômes. Il ressort après dépouillement des fiches d'entretiens sur la partie identification de l'enseignant que les enseignants les moins diplômés ont une licence (Bac+3) et les enseignants les plus diplômés ont un CAPES ou un Master (Bac+5).

Tableau 4.1 – Récapitulatif des diplômes des enseignants par établissement

Établissements \ Diplômes	Licence	Maîtrise	CAPEL	CAPES	Master	Total
LUMUMBA	2	0	1	3	1	7
CHAMINADE	3	1	1	6	0	11
JAVOUHEY	0	1	0	4	0	5
Total	5	2	2	13	1	23

S'agissant de la seconde partie de la fiche d'entretien des enseignants intitulée questionnaire, il ressort des six (6) questions posées à vingt-trois (23) enseignants de trois (3) établissements différents le constat suivant :

- A la question : depuis combien de temps enseignez-vous les sciences physiques ?

L'expérience professionnelle des enseignants interrogés varie entre deux (2) et trente-trois (33) ans.

- Interrogés sur la question : au cours de votre formation, avez-vous appris à réaliser des activités expérimentales relatifs aux programmes des sciences physiques du lycée ?

Les détails des réponses à cette question sont données par le tableau 4.2. Toutefois Vingt-deux (22) enseignants sur les vingt-trois (23) consultées ont répondu par oui à cette question et un (1) enseignant a répondu par non. Cette question visait à recueillir des informations sur la qualité de la formation reçue par les enseignants en formation notamment à propos de la pratique des activités expérimentales afin de comprendre pourquoi les activités expérimentales ne sont pas couramment réalisées même dans les établissements disposant de laboratoires appropriés.

Tableau 4.2 – Récapitulatif des réponses des enseignants à la question n°2

Établissements	Réponses				Total	
	Oui	Non				
	n_i	$f_i(\%)$	n'_i	$f'_i(\%)$	n	f(%)
LUMUMBA	6	26.10	1	4.35	7	30.45
CHAMINADE	11	47.82	0	0	11	47.82
JAVOUHEY	5	21.73	0	0	5	21.73
Total	22	95.65	1	4.35	23	100

n_i et n'_i = effectif respectif des oui et des non ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

• S'agissant de la troisième (3^e) question formulée comme suit : Proposez-vous des activités expérimentales aux élèves pour les notions qui les nécessitent ?

Les réponses à cette question sont placées dans le tableau 4.3. Il ressort de sa lecture que trois (3) enseignants ont répondu par oui et vingt (20) enseignants ont répondu par non.

Tableau 4.3 – Récapitulatif des réponses des enseignants à la question n°3

Établissements	Réponses				Total	
	Oui	Non				
	n_i	$f_i(\%)$	n'_i	$f'_i(\%)$	n	f(%)
LUMUMBA	2	8.70	5	21.74	7	30.44
CHAMINADE	1	4.35	10	43.47	11	47.82
JAVOUHEY	0	0	5	21.74	5	21.74
Total	3	13.05	20	86.95	23	100

n_i et n'_i = effectif respectif des oui et des non ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Les trois (3) enseignants qui ont répondu par oui à cette question ont cité certaines notions pour les quelles ils proposent des activités expérimentales, il s'agit de : l'électrification par contact (frottement) en Electrostatique ; l'étalonnage d'un ressort en Mécanique ; la réflexion de la lumière en Optique ; la fabrication d'un savon (saponification) en Réaction chimique et d'autres notions ayant une facilité pour concevoir ou se procurer le matériel.

Les causes évoquées par les vingt (20) enseignants ayant répondu par non sont principalement : pour ceux qui ont des laboratoires, le manque de matériel (13 enseignants) et le manque de laboratoire pour ceux qui n'en disposent pas (5 enseignants) ; les classes non électrifiées qui entravent voir même empêchent l'utilisation de tout matériel nécessitant de l'électricité (4 enseignants du lycée LUMUMBA) ; les effectifs pléthoriques qui rendent toute circulation des enseignants impossible dans les salles de classes (7 enseignants du lycée LUMUMBA) ; l'insuffisance de temps imparti pour chaque séance de cours (17 enseignants). Car la réalisation éventuelle d'expériences nuirait à l'avancement du programme scolaire.

- Pour ce qui est de la quatrième (4^e) question : Avez-vous des difficultés à enseigner des notions nécessitant des activités expérimentales sans les réaliser ?

A cette question le tableau 4.4 montre que seize (16) enseignants ont affirmé qu'ils éprouvent des difficultés à enseigner des notions nécessitant des activités expérimentales sans les réaliser (oui) et sept (7) enseignants ont affirmé le contraire (non). En examinant ces résultats de plus près il apparaît que les sept (7) enseignants qui ont répondu par non à cette question sont ceux qui ont le plus d'expériences professionnelles. Il semble évident que l'expérience professionnelle (ancienneté) apporte un plus dans la pratique pédagogique quotidienne, ce qui permet à ces derniers d'être relativement à l'aise lors des séances de cours nécessitant des activités expérimentales sans les réaliser.

Tableau 4.4 – Récapitulatif des réponses des enseignants à la question n°4

Établissements	Réponses		Oui		Non		Total	
	n_i	$f_i(\%)$	n'_i	$f'_i(\%)$	n	$f(\%)$		
LUMUMBA	5	21.74	2	8.69	7	30.43		
CHAMINADE	7	30.43	4	17.40	11	47.83		
JAVOUHEY	4	17.40	1	4.34	5	21.74		
Total	16	69.57	7	30.43	23	100		

n_i et n'_i = effectif respectif des oui et des non ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Interrogés sur comment surmonter cette difficulté, treize (13) des seize (16) enseignants qui ont répondu à la question par oui ont proposé de *parler aux autorités compétentes afin qu'ils construisent et équipent les laboratoires*. Trois (3) autres enseignants ont proposé une solution alternative mais coûteuse pour l'enseignant en *réalisant des activités expérimentales à partir des objets de récupération en attendant que les laboratoires soient construits et équipés en plus d'une formation de recyclage pour l'utilisation du dit équipement*.

- Interrogés sur la question : selon vous, les activités expérimentales peuvent-elles représenter un atout pour la compréhension des phénomènes en sciences physiques ?

Sur cette question, tous les enseignants interrogés sans exception ont répondu par oui.

Tous ces enseignants justifient leurs choix en disant à quelques mots près que : *le cours devient beaucoup plus attractif pour les apprenants ; les sciences physiques ne sont pas seulement théorique mais surtout aussi expérimentales ; les sciences physiques étant une science, pour qu'elle soit bien comprise il faut que les cours théoriques soient accompagnés par des activités expérimentales ; on comprend mieux ce que l'on voit ; s'agissant des activités ex-*

périmentales il y a un triple aspect qui intervient à ce niveau : l'apprentissage théorique, l'apprentissage visuel et l'apprentissage pratique ...

• La dernière question qui a été posée aux enseignants dans le cadre de l'étude est : pensez-vous que les sciences physiques sont bien enseignées au Congo ?

Les réponses à cette interrogation qui est apparue en introduction de ce travail à la suite d'un constat relatif aux conditions (environnement) dans les quelles sont enseignées les sciences physiques dans nos établissements d'enseignement général sont présentées par le tableau 4.5 qui indique les résultats ci-après : vingt-deux (22) enseignants s'accordent à dire que les sciences physiques ne sont pas bien enseignées au Congo et un (1) seul enseignant affirme le contraire. Étant donnée les proportions des réponses obtenues (95.65% et 4.35%), la quasi-totalité des enseignants ont parlé à l'unisson pour exprimer leur avis sur la question.

Tableau 4.5 – Récapitulatif des réponses des enseignants à la question n°6

Établissements	Réponses		Oui		Non		Total	
	n_i	$f_i(\%)$	n'_i	$f'_i(\%)$	n	f(%)		
LUMUMBA	1	4.35	6	26.09	7	30.44		
CHAMINADE	0	0	11	47.82	11	47.82		
JAVOUHEY	0	0	5	21.74	5	21.74		
Total	1	4.35	22	95.65	23	100		

n_i et n'_i = effectif respectif des oui et des non ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Une analyse combinée de l'ensemble des résultats obtenus à la suite des entretiens avec les enseignants fait apparaître beaucoup de faits susceptibles d'aider à comprendre les problèmes de la mise en œuvre de l'expérimentale dans nos établissements.

En s'intéressant au cursus universitaire suivi par notre panel d'enseignants, on remarque sur les vingt-trois (23) enseignants interrogés, seize (16) seulement ont été formés à l'Ecole Normale Supérieure (ENS) et les sept (7) autres sont sortis de différentes facultés. Il sied de préciser que l'Ecole Normale Supérieure (ENS) est l'unique établissement de l'enseignement supérieur habilité à former des enseignants de collège et de lycée.

S'agissant de la place de l'expérimental dans le cursus du panel d'enseignants, il a été clairement établi qu'ils ont fait des activités expérimentales en physique comme en chimie durant leurs différents parcours de formation. Bien que certains enseignants disent que ces activités expérimentales étaient un peu plus complexe, elles ont à bien des égards des similitudes avec le programme des sciences physiques des collèges et lycées d'enseignement général. Par conséquent le mystère reste entier, les causes de notre problème sont à chercher ailleurs.

Toutefois trois (3) enseignants formés à l'Ecole Normale Supérieure et titulaires d'un CAPES avec une expérience professionnelle maximale de trois (3) ans ont suggéré l'augmentation du volume horaire des activités expérimentales à l'Ecole Normale Supérieure (ENS) et plus particulièrement en première année des options mathématique et sciences physiques (MPC). En effet, en première année des options mathématique et sciences physiques les effectifs sont tels que les étudiants sont regroupés en sous groupe et puisque la capacité d'accueil des laboratoires sont faibles, les différents sous groupes font des activités expérimentales à tour de rôle pour la même plage horaire (une semaine sur deux). L'une des conséquences de cette rotation est que le programme des activités expérimentales n'est pas achevé en fin d'année, cela pourrait bien expliquer le manque d'enthousiasme dont font preuve les enseignants à proposer des activités expérimentales aux apprenants pour les notions qui les nécessitent.

Dans cette même optique, ces différentes raisons pourraient également expliquer pourquoi plusieurs enseignants affirment éprouver des difficultés à enseigner certaines notions nécessitant des activités expérimentales sans les réaliser. Sur les vingt-trois (23) interrogés, sept (7) seulement affirment ne pas éprouver des difficultés. Il se trouve que ces sept (7) enseignants sont ceux qui ont le plus d'expérience professionnelle, visiblement avec le temps ils ont su développer des méthodes d'enseignements qui font qu'ils soient relativement à l'aise lors de la réalisation des cours qui nécessitent des activités expérimentales sans les réaliser.

Cependant, le fait que la majorité des enseignants (16 enseignants) éprouvent des difficultés à réaliser certains cours pourrait avoir une incidence sur la qualité de leur enseignement lors de ces cours et se faisant sur la qualité de l'apprentissage. En effet il semble plus que évident que si les enseignants éprouvent des difficultés à enseigner correctement certaines notions nécessitant des activités expérimentales sans les réaliser, les élèves ne peuvent qu'avoir des difficultés à compréhension ces notions à leur niveau.

Bien que très peu d'enseignants du panel (3 enseignant) s'activent pour réaliser des activités expérimentales lors des cours, tous sont d'accord sur les bien faits de ces dernières. Comment le dit [HRAIRI, 2004], « *en plus de leur côté attractif pour les élèves, les activités expérimentales présentent des moments privilégiés permettant, à l'apprenant, de s'exercer à la démarche expérimentale, à la critique, à l'émission des hypothèses, à la conception des expériences et à l'interprétation des résultats* ».

Cependant, vingt-deux (22) des vingt-trois (23) interrogés pensent que l'environnement dans lequel les sciences physiques sont enseignées n'est pas propice à son épanouissement. Ces aveux des enseignants vis-à-vis de l'enseignement des sciences physiques ne fait que traduire les difficultés (manque des laboratoires équipés ; manque de matériel didactique approprié ; surpopulation des salles de classes ; salles de classes non électrifiées ...) que ces derniers vivent au quotidien dans l'exercice de leur métier. Il est donc évident que les sciences physiques sont enseignés ou transmis aux apprenants dans des conditions difficiles pour une discipline scientifique basée sur le calcul, l'expérimentation et l'observation. Ces conditions de transmission des connaissances altère sans aucun doute la qualité de l'enseignement et les facultés des apprenants à comprendre les phénomènes étudiés en classe.

Il est important de noter qu'à la fin de chaque entretien, les enseignants ont été sensibilisés et encouragés à réaliser des activités expérimentales intégrés aux cours à partir des objets de récupération. De même au cours d'un séminaire (27-28 avril 2015) portant sur *la rédaction des nouveaux items d'évaluation aux Baccalauréats*, qui a réuni un grand nombre d'enseignants de sciences physiques, les inspecteurs ont fortement insisté sur la réalisation des activités expérimentales à partir des objets de récupération.

4.2 Résultats du questionnaire des apprenants

Il s'agit ici de présenter, de comparer et d'analyser les différents résultats des évaluations diagnostiques et sommatives des classes témoins ainsi que ceux des classes expérimentales obtenus après correction et dépouillement du questionnaire. Pour ce qui est des fiches d'activités expérimentales, du questionnaire apprenants et des résultats attendus du questionnaire apprenant, ils sont placés en annexe du document.

Il sied de préciser que la totalité des calculs (résultats) présentés dans ce travail sont arrondis au centième près c'est-à-dire que tous les nombres décimaux n'ont que deux (2) chiffres après la virgule pour des raisons de commodité.

4.2.1 Résultats des évaluations diagnostiques

Cette partie compare les résultats des évaluations diagnostiques des classes témoins à ceux des classes expérimentales au sein d'un établissement et entre établissements. Bien qu'aucun test statistique n'a été effectué pour des besoins de confirmation, pour l'ensemble des résultats des évaluations diagnostiques présentés ici, la part du hasard est très grande vu la nature du questionnaire (questions à choix multiples). En plus à ce stade des activités, le cours sur l'électromagnétisme n'a pas encore eu lieu dans les différentes classes.

4.2.1.1 Résultats comparatifs des évaluations du lycée LUMUMBA

Il s'agit ici de croiser les différents résultats (par notes et par items) obtenus lors des évaluations diagnostiques pour dégager les particularités de chacune des classes.

- *Comparaison des résultats des évaluations diagnostiques par notes*

Les résultats des évaluations diagnostiques des trois (3) classes du lycée LUMUMBA par rapport aux notes obtenues par les apprenants sont présentés dans le tableau 4.6. L'analyse de ce tableau 4.6 montre que les notes des apprenants varient entre trois (03/20) et vingt (20/20) pour la classe témoin et ceux de la première classe expérimentale varient entre deux (02/20) et dix-sept (17/20) alors que ceux de la deuxième classe expérimentale varient entre trois (03/20) et dix-sept (17/20). Les notes moyennes (\bar{x}) pour chacune des classes sont respectivement de 9,72 ; 9,83 et 10,49. La deuxième classe expérimentale a la note moyenne la plus élevée (10,49) et la classe témoin a la note moyenne la plus faible (9,72).

Ces résultats laisse à penser que la deuxième classe expérimentale est meilleure que les deux autres. En plus la deuxième classe expérimentale est celle qui possède la dispersion la plus faible d'où un intervalle de confiance plus concentré autour de la note moyenne soit [7,29 ; 13,68]. D'autre part, à ce stade de la séance d'activités, aucun cours n'a été réalisé, les erreurs dues au hasard sont présentes dans ces résultats et les faibles différences de niveau entre les classes ne permettent pas de conclure, on peut donc relativiser en affirmant que ces classes ont sensiblement le même niveau de départ.

Tableau 4.6 – Comparaison des évaluations diagnostiques par notes : LUMUMBA

Notes x_i	classe témoin		classe exp 1		classe exp 2	
	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$
2	0	0,00	1	1,26	0	0,00
3	3	4,16	1	1,26	1	1,14
4	2	2,77	0	0,00	3	3,44
5	2	2,77	3	3,79	3	3,44
6	8	11,11	12	15,18	1	1,14
7	7	9,72	7	8,86	9	10,34
8	8	11,11	5	6,32	7	8,04
9	6	8,33	7	8,86	6	6,89
10	8	11,11	9	11,39	9	10,34
11	6	8,33	9	11,39	19	21,83
12	4	5,55	7	8,86	5	5,74
13	10	13,88	6	7,59	9	10,34
14	4	5,55	4	5,06	4	4,59
15	0	0,00	4	5,06	6	6,89
16	0	0,00	2	2,53	3	3,44
17	0	0,00	2	2,53	2	2,29
19	2	2,77	0	0,00	0	0,00
20	2	2,77	0	0,00	0	0,00
Total	72	100	79	100	87	100
\bar{x}	9,72		9,83		10,49	
$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$	[5,93 ; 13,50]		[6,46 ; 13,20]		[7,29 ; 13,68]	

n_i = effectif des notes obtenues, $f_i(\%)$ = fréquence des notes et exp = expérimentale

• *Comparaison des résultats des évaluations diagnostiques par items*

La figure 4.1 présente les résultats par rapport aux items des évaluations diagnostiques des trois (3) classes du lycée LUMUMBA qui ont servi pour cette étude. L'examen de cette figure 4.1 révèle que, les résultats de la deuxième classe expérimentale sont supérieurs aux autres classes pour six (6) items ou questions notamment les items 2 ; 3 ; 4 ; 6 ; 8 et 13 avec des taux de réponses exactes respectivement égaux à 60,91% ; 64,36% ; 91,95% ; 52,87% ; 73,56% et 83,90%. La deuxième classe expérimentale est secondée par la classe témoin avec une dominance sur cinq (5) items à savoir les items 7 ; 9 ; 10 ; 11 et 12 ayant obtenu des taux

de réponses exactes respectifs de 50,00% ; 77,77% ; 25,00% ; 16,66% et 66,66%. Pour finir la première classe expérimentale l'emporte sur deux (2) items, les items 1 et 5 avec des taux de réponses exactes respectifs de 98,73% et 27,84%. Ces résultats sont en harmonie avec ceux présentés dans le tableau 4.6. La diversité des résultats des évaluations diagnostiques montre bien qu'il s'agit de trois (3) classes distinctes de niveau similaire.

Il sied de préciser que l'item n°11 est celui qui a obtenu les taux les plus faibles et l'item n°1 a obtenu les taux les plus élevés pour l'ensemble des trois classes qui ont été évaluées.

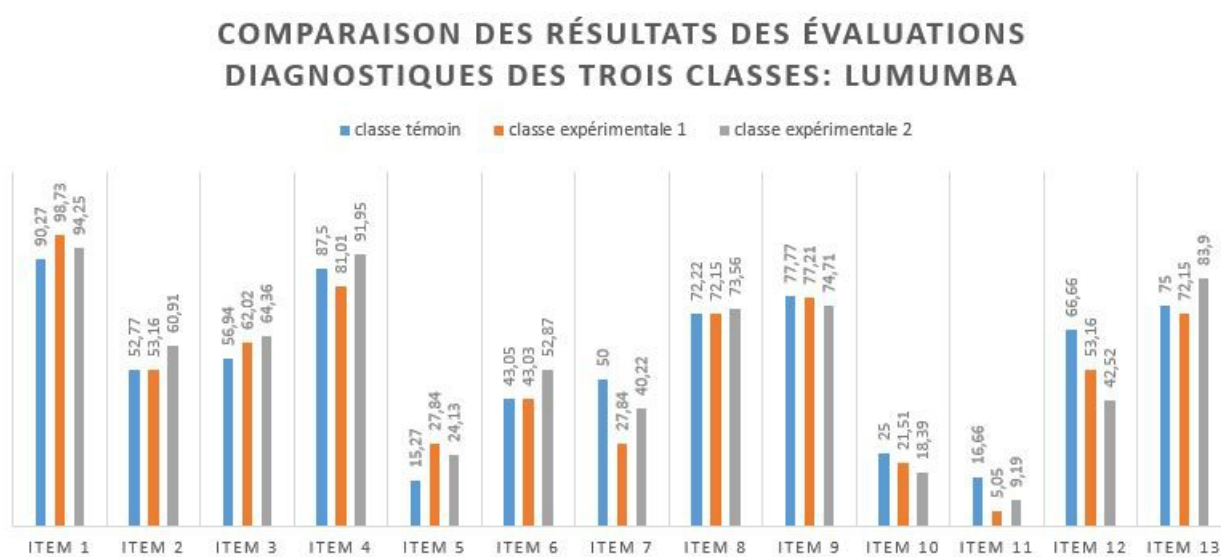


FIGURE 4.1 – Comparaison des évaluations diagnostiques par items : LUMUMBA

4.2.1.2 Résultats comparatifs des évaluations du lycée CHAMINADE

Il question ici de comparer les différents résultats (par notes et par items) obtenus lors des évaluations diagnostiques afin de dégager les particularités de chacune des classes.

- *Comparaison des résultats des évaluations diagnostiques par notes*

Le tableau 4.7 présente les résultats des évaluations diagnostiques des trois (3) classes du lycée CHAMINADE par rapport aux notes obtenues par les apprenants. L'observation du tableau 4.7 montre que les notes des apprenants varient entre deux (02/20) et dix-sept (17/20) pour la classe témoin et ceux de la première classe expérimentale varient entre quatre (04/20) et dix-neuf (19/20) tandis que ceux de la deuxième classe expérimentale varient entre six (06/20) et quinze (15/20).

Les notes moyennes (\bar{x}) pour chacune des classes sont 8,58 ; 11,50 et 11,50 respectivement pour la classe témoin, la première classe expérimentale et la deuxième classe expérimentale. Les deux classes expérimentales ont obtenu la même note moyenne de 11,50, la moyenne la plus élevée et la classe témoin a la note moyenne la plus faible (8,58). Ces résultats laisse à penser que les deux classes expérimentales apparaissaient meilleure que la classe témoin. De plus la classe témoin est celle qui possède la dispersion la plus élevé d'où un intervalle de confiance moins concentré autour de la note moyenne soit [2,60 ; 14,55].

D'un autre côté, à ce stade de la séance d'activités, aucun cours n'a été réalisé, le hasard est forcément présent dans ces résultats et la différences de niveau entre les classes expérimentales et la classes témoin ne permet pas de conclure définitivement sur ce sujet. Suite à l'analyse des résultats de ces trois (3) classes, on peut relativiser en affirmant que ces classes ont sensiblement le même niveau de départ vu les erreurs dues au hasard sur les résultats.

Tableau 4.7 – Comparaison des évaluations diagnostiques par notes : CHAMINADE

Notes x_i	classe témoin		classe exp 1		classe exp 2	
	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$
2	1	2,43	0	0,00	0	0,00
3	0	0,00	0	0,00	0	0,00
4	0	0,00	1	2,00	0	0,00
5	2	4,87	2	4,00	0	0,00
6	3	7,31	0	0,00	2	4,76
7	3	7,31	1	2,00	1	2,38
8	4	9,75	1	2,00	3	7,14
9	9	21,95	7	14,00	4	9,52
10	1	2,43	5	10,00	1	2,38
11	3	7,31	8	16,00	6	14,28
12	6	14,63	8	16,00	11	26,19
13	2	4,87	5	10,00	4	9,52
14	4	9,75	5	10,00	6	14,28
15	2	4,87	3	6,00	4	9,52
16	0	0,00	1	2,00	0	0,00
17	1	2,43	2	4,00	0	0,00
19	0	0,00	1	2,00	0	0,00
Total	41	100	50	100	42	100
\bar{x}	8,58		11,50		11,50	
$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$	[2,60 ; 14,55]		[8,50 ; 14,49]		[9,04 ; 13,91]	

n_i = effectif des notes obtenues, $f_i(\%)$ = fréquence des notes et exp = expérimentale

- *Comparaison des résultats des évaluations diagnostiques par items*

La figure 4.2 présente les résultats par rapport aux items des évaluations diagnostiques des trois (3) classes du lycée CHAMINADE qui ont servi pour cette étude. L'étude approfondie de la figure 4.2 révèle que, les résultats de la deuxième classe expérimentale sont supérieurs aux autres classes pour six (6) items plus précisément les items 2 ; 3 ; 4 ; 6 ; 7 et 11 avec des taux de réponses exactes respectivement égaux à 88,09% ; 92,85% ; 78,57% ; 47,61% ; 45,23% et 14,28%. La deuxième classe expérimentale est secondée par la première classe expérimentale qui domine les autres sur cinq (5) items à savoir les items 1 ; 5 ; 9 ; 10 et 13 avec des taux de réponses exactes respectifs de 100% ; 34,00% ; 80,00% ; 38,00% et 88,00%.

Pour finir la classe témoin a dominé sur deux (2) items notamment les items 8 et 12 avec des taux de réponses exactes respectifs de 68,29% et 60,97%. Ces résultats vont dans le même sens que ceux présentés dans le tableau 4.7. La diversité des résultats des évaluations diagnostiques montre bien qu'il s'agit de trois (3) classes distinctes de niveau assez proche. Il est important de souligner que l'item n°11 est celui qui a obtenu les taux les plus faibles et l'item n°1 a obtenu les taux les plus élevés pour l'ensemble des classes évaluées.

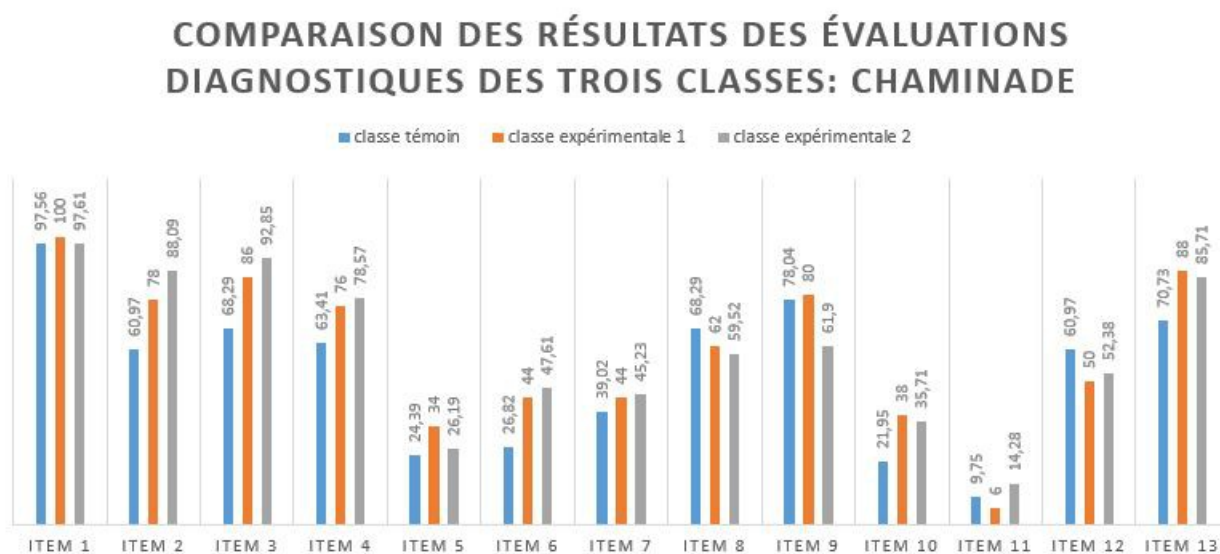


FIGURE 4.2 – Comparaison des évaluations diagnostiques par items : CHAMINADE

4.2.1.3 Résultats comparatifs des évaluations du lycée JAVOUHEY

Il s'agit ici de comparer les résultats (par notes et par items) obtenus lors des évaluations diagnostiques et de dégager les particularités de chaque classe par rapport à la notion étudiée.

- *Comparaison des résultats des évaluations diagnostiques par notes*

Le tableau 4.8 présente les résultats des évaluations diagnostiques des trois (3) classes du lycée JAVOUHEY par rapport aux notes obtenues par les apprenants.

Tableau 4.8 – Comparaison des évaluations diagnostiques par notes : JAVOUHEY

Notes x_i	classe témoin		classe exp 1		classe exp 2	
	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$
5	0	0,00	2	7,40	0	0,00
6	2	8,69	2	7,40	2	7,14
7	1	4,34	4	14,81	0	0,00
8	0	0,00	3	11,11	3	10,71
9	1	4,34	0	0,00	5	17,85
10	4	17,39	4	14,81	3	10,71
11	2	8,69	3	11,11	7	25,00
12	5	21,73	2	7,40	1	3,57
13	1	4,34	3	11,11	4	14,28
14	3	13,04	1	3,70	2	7,14
15	1	4,34	2	7,40	0	0,00
16	3	13,04	0	0,00	1	3,57
17	0	0,00	1	3,70	0	0,00
Total	23	100	27	100	28	100
\bar{x}	11,65		10,03		10,57	
$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$	[8,75 ; 14,54]		[6,77 ; 13,28]		[8,21 ; 12,92]	

n_i = effectif des notes obtenues, $f_i(\%)$ = fréquence des notes et exp = expérimentale

L'examen attentif du tableau 4.8 montre que les notes des apprenants varient entre six (06/20) et seize (16/20) dans la classe témoin et la deuxième classe expérimentale tandis que, ceux de la première classe expérimentale varient entre cinq (05/20) et dix-sept (17/20).

Les notes moyennes (\bar{x}) pour chacune des classes sont 11,65 ; 10,03 et 10,57 respectivement pour la classe témoin, la première et la deuxième classe expérimentale. La classe témoin a la note moyenne la plus élevée (11,65) et la première classe expérimentale a la note moyenne la plus faible (10,03). Ces résultats laissent à penser que la classe témoin est meilleure que les deux classes expérimentales. De plus la classe témoin est celle qui possède la dispersion la plus faible d'où un intervalle de confiance plus concentré soit [8,75 ; 14,54].

Par ailleurs, aucun cours n'a été réalisé à ce stade de la séance d'activités, les réponses exactes dues au hasard sont forcément présent dans ces résultats et la différences de niveau (différence de moyenne) entre la classes témoin et les classes expérimentales n'est pas significative. Cette différence, ne permet pas de conclure définitivement sur ce sujet. Après examen des résultats de ces trois (3) classes, on peut néanmoins affirmer que ces classes ont sensiblement le même niveau de départ en tenant compte des erreurs sur les résultats dues au hasard.

- *Comparaison des résultats des évaluations diagnostiques par items*

La figure 4.3 présente les résultats par rapport aux items des évaluations diagnostiques des trois (3) classes du lycée JAVOUHEY qui ont servi pour cette étude.

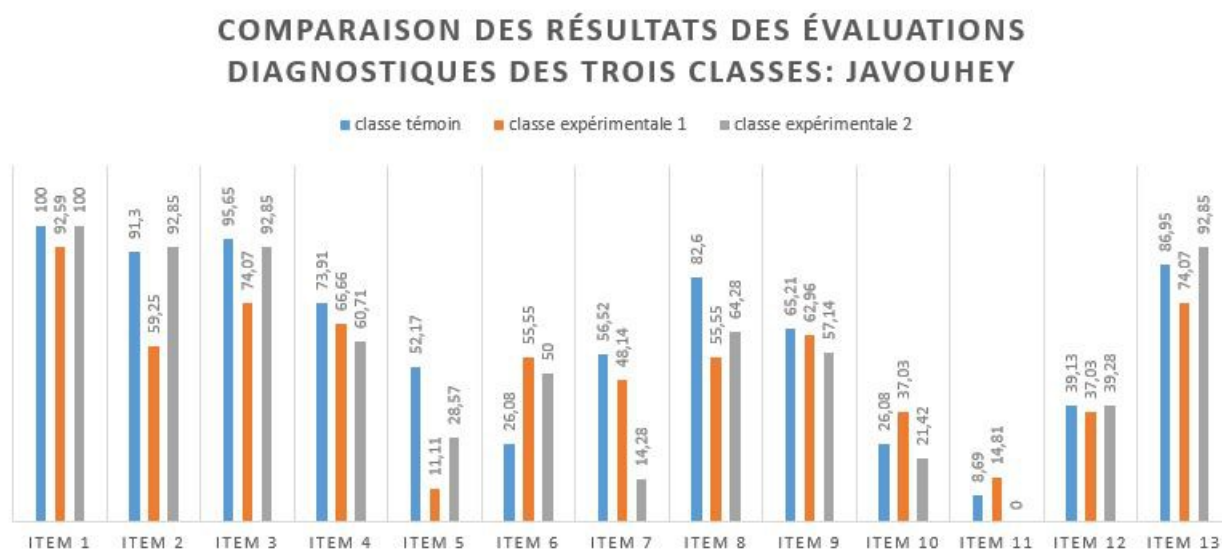


FIGURE 4.3 – Comparaison des évaluations diagnostiques par items : JAVOUHEY

L'analyse de la figure 4.3 révèle que, les résultats de la classe témoin sont supérieurs aux autres classes pour six (6) items en plus d'une égalité pour l'item n°1 entre la classe témoin et la deuxième classe expérimentale avec un taux chacune de 100%. Ces six (6) items sont précisément, 3 ; 4 ; 5 ; 7 ; 8 et 9 avec des taux de réponses exactes respectivement égaux à 95,65% ; 73,91% ; 52,17% ; 56,52% ; 82,60% et 65,21%. La classe témoin est suivie par la deuxième classe expérimentale en dominant sur trois (3) items en dehors de l'égalité de l'item n°1. Il s'agit des items 2 ; 12 et 13 avec des taux de réponses exactes respectifs de 92,85% ; 39,28% et 92,85%.

Pour terminer la première classe expérimentale a dominé sur trois (3) items notamment les items 6 ; 10 et 11 avec des taux de réponses exactes respectifs de 55,55% ; 37,03% et

14,81%. Ces résultats vont dans le même sens que ceux présentés dans le tableau 4.8. La diversité des résultats des évaluations diagnostiques montre bien qu'il s'agit de trois (3) classes distinctes de niveau assez proche. Il est important de souligner que l'item n°11 est celui qui a obtenu les taux les plus faibles pour l'ensemble des trois classes qui ont été évaluées avec même un taux de réponse exacte de zero (0) pour la deuxième classe expérimentale et l'item n°1 est celui qui a obtenu les taux les plus élevés.

4.2.2 Comparaison des résultats entre établissements

Il est question ici de comparer les résultats (par notes et par items) des différentes établissements obtenus lors des évaluations diagnostiques et de mettre en avant les particularités de chacune des classes par rapport à la notion étudiée.

4.2.2.1 Comparaison des résultats des classes témoins

Cette section compare les différents résultats (par notes et par items) des classes témoins obtenus lors des évaluations diagnostiques afin de dégager les spécificités de chaque classe.

- *Comparaison relative aux notes*

Le tableau 4.9 ci-dessous présente les résultats des évaluations diagnostiques des trois (3) classes témoins de l'étude relatifs aux notes obtenues par les apprenants.

Tableau 4.9 – Comparaison relative aux notes des classes témoins

	classe témoin LUMUMBA	classe témoin CHAMINADE	classe témoin JAVOUHEY
N	72	41	23
étendue	17	15	10
\bar{x}	9,72	8,58	11,65
$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$	[5,93; 13,50]	[2,60; 14,55]	[8,75; 14,54]

N = effectif; \bar{x} = note moyenne et $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ = intervalle de confiance

En regardant attentivement le tableau 4.9, on remarque que les effectifs des apprenants varient considérablement d'un établissement à un autre. La classe témoin du lycée LUMUMBA dispose de soixante-douze (72) apprenants alors que celle du lycée CHAMINADE n'a que quarante-un (41) apprenants et la classe témoin du lycée JAVOUHEY a encore moins soit vingt-trois (23) apprenants. Cette différence d'effectifs pourrait bien être un facteur non négligeable expliquant les divers résultats dans ce travail.

En outre, l'étendue (l'étendue d'une série statistique numérique est la différence entre la valeur maximale et la valeur minimale de cette série) semble variée proportionnellement avec l'effectif de la classe. Ainsi la classe témoin du lycée LUMUMBA obtient après calcul une étendue égale à dix-sept (17) pour un effectif de soixante-douze (72) apprenants, le lycée CHAMINADE obtient une étendue de quinze (15) pour un effectif de quarante-un (41) apprenants et le lycée JAVOUHEY clôture avec une étendue de dix (10) pour un effectif de vingt-trois (23) apprenants. Ces valeurs de l'étendue indiquent que c'est la classe témoin du lycée JAVOUHEY qui a les notes les moins dispersées (06-16) suivi de celle du lycée CHAMINADE (02-17).

De plus les notes moyennes sont de 11,65 ; 09,72 et 08,58 respectivement pour la classe témoin du lycée JAVOUHEY, du lycée LUMUMBA et du lycée CHAMINADE. En s'appuyant sur ces résultats, on peut dire que la classe témoin du lycée JAVOUHEY est meilleure que les deux autres classes témoins. Cependant le hasard est fortement présent dans ces résultats et il est aussi possible d'affirmer que le niveau des trois (3) classes ne diffère pas significativement les uns des autres et les résultats des intervalles de confiances vont dans le même sens.

- *Comparaison relative aux items*

La figure 4.4ci-dessous présente les résultats par rapport aux items des évaluations diagnostiques des trois (3) classes témoins qui ont servi pour ce travail de recherche.

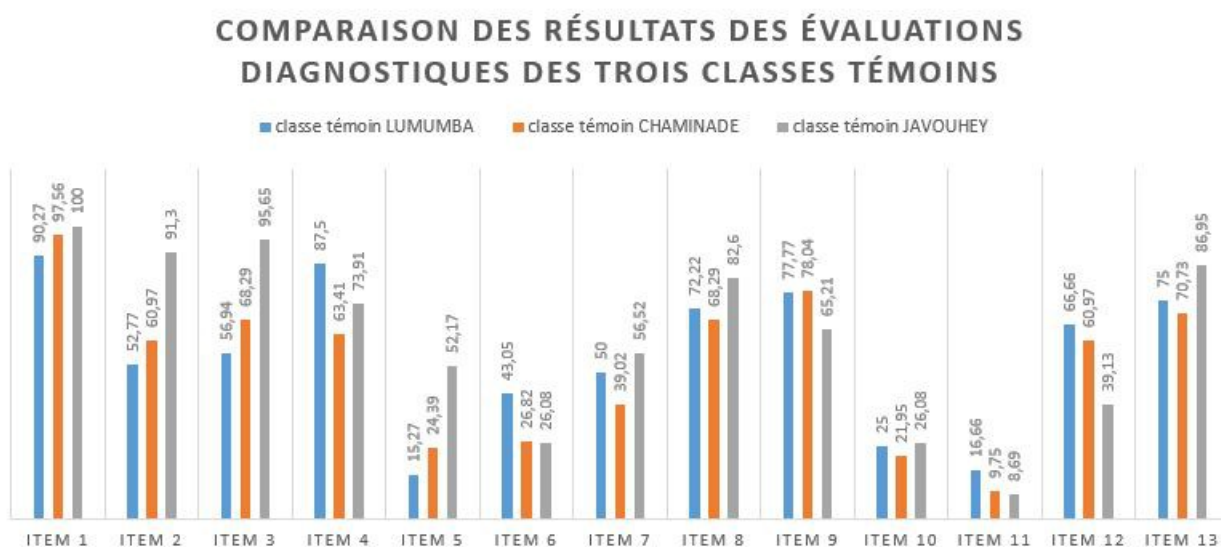


FIGURE 4.4 – Comparaison relative aux items des classes témoins

En examinant de plus près la figure 4.4, on remarque que la tendance présentée par les résultats du tableau 4.9 se confirme. En effet, la classe témoin du lycée JAVOUHEY domine les autres classes témoins sur huit (8) items. Il s'agit des items 1 ; 2 ; 3 ; 5 ; 7 ; 8 ; 10 et 13 avec des taux de réponses exactes respectifs de 100% ; 91,30% ; 95,65% ; 52,17% ; 56,52% ; 82,60% ; 26,08% et 86,95%.

Les seconds meilleures taux sont ceux du lycée LUMUMBA qui domine les autres classes témoins sur quatre (4) items notamment les items 4 ; 6 ; 11 et 12 avec des taux de réponses exactes respectifs de 87,50% ; 43,05% ; 16,66% et 66,66%. La classe témoin du lycée CHAMINADE n'a dominé les autres classes témoins que sur l'item n°9 avec un taux de 78,04%.

Il sied de préciser que les taux de réponses exactes les plus élevés sont observés pour l'item n°1 (100%) et les taux de réponses exactes les plus faibles sont observés pour l'item n°11 (8,69%). Cela révèle que l'item n°1 est plus abordable que les autres et que l'item n°11 est le moins abordable de tous.

4.2.2.2 Comparaison des résultats des classes expérimentales

Il s'agit ici de comparer les résultats (par notes et par items) des classes expérimentales obtenus lors des évaluations diagnostiques afin de dégager les spécificités de chaque classe.

- *Comparaison relative aux notes*

Le tableau 4.10 présente les résultats des évaluations diagnostiques des six (6) classes expérimentales de l'étude relatifs aux notes obtenues par les apprenants. Il ressort de ce tableau 4.10 que les effectifs des apprenants des classes expérimentales du lycée LUMUMBA sont les plus importants de tous avec respectivement soixante-dix-neuf (79) et quatre-vingt-sept (87) pour la classe expérimentale n°1 et n°2. Ces effectifs sont suivis par ceux du lycée CHAMINADE avec cinquante (50) et quarante-deux (42) apprenants respectivement pour la classe expérimentale n°1 et n°2. Les classes expérimentales du lycée JAVOUHEY ont respectivement vingt-sept (27) et vingt-huit (28) apprenants pour la classe expérimentale n°1 et la classe expérimentale n°2.

Pour ce qui est de la dispersion des notes, les étendues des classes expérimentales du lycée LUMUMBA sont assez élevées avec respectivement quinze (15) et quatorze (14) pour la classe expérimentale n°1 et n°2. Les classes expérimentales du lycée CHAMINADE ont des étendues respectives de quinze (15) et neuf (9) pour la classe expérimentale n°1 et n°2. Compte aux étendues des classes expérimentales du lycée JAVOUHEY elles sont respectivement de douze (12) et dix (10) pour la classe expérimentale n°1 et la classe expérimentale n°2. Ici aussi on constate que l'étendue est proportionnelle à taille des effectifs au sien d'un même établissement.

Le même tableau 4.10 montre que les classes expérimentales du lycée CHAMINADE sont ceux qui ont les notes moyennes les plus élevées qui sont de 11,50 pour chacune des classes expérimentales. Les classes expérimentales du lycée JAVOUHEY ont obtenu 10,03 et 10,57 respectivement pour la classe expérimentale n°1 et la classe expérimentale n°2. Les classes expérimentales du lycée LUMUMBA ont obtenu 9,83 et 10,49 respectivement pour la classe expérimentale n°1 et la classe expérimentale n°2. Ces notes moyennes laisse à penser que les classes expérimentales du lycée CHAMINADE sont meilleures que les autres puisqu'elles ont obtenu les notes les plus importantes. Toutefois cette conclusion est trop hâtive vu les erreurs présents dans les résultats, liées au facteur chance ou hasard. De plus les faibles variations des intervalles de confiances d'une classe à une autre ne permettent pas non plus de conclure fermement à la dominance des classes du lycée CHAMINADE.

Tableau 4.10 – Comparaison relative aux notes des classes expérimentales

	LUMUMBA		CHAMINADE		JAVOUHEY	
classe	exp 1	exp 2	exp 1	exp 2	exp 1	exp 2
N	79	87	50	42	27	28
étendue	15	14	15	9	12	10
\bar{x}	9,83	10,49	11,50	11,50	10,03	10,57
$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$	[6,46; 13,20]	[7,29; 13,68]	[8,50; 14,49]	[9,04; 13,91]	[6,77; 13,28]	[8,21; 12,92]

N = effectif; \bar{x} = note moyenne; $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ = intervalle de confiance et exp = expérimentale

- *Comparison relative aux items*

La figure 4.5 ci-dessous présente les résultats par rapport aux items des évaluations diagnostiques des six (6) classes expérimentales.

COMPARAISON DES RÉSULTATS DES ÉVALUATIONS DIAGNOSTIQUES DES SIX CLASSES EXPÉRIMENTALES

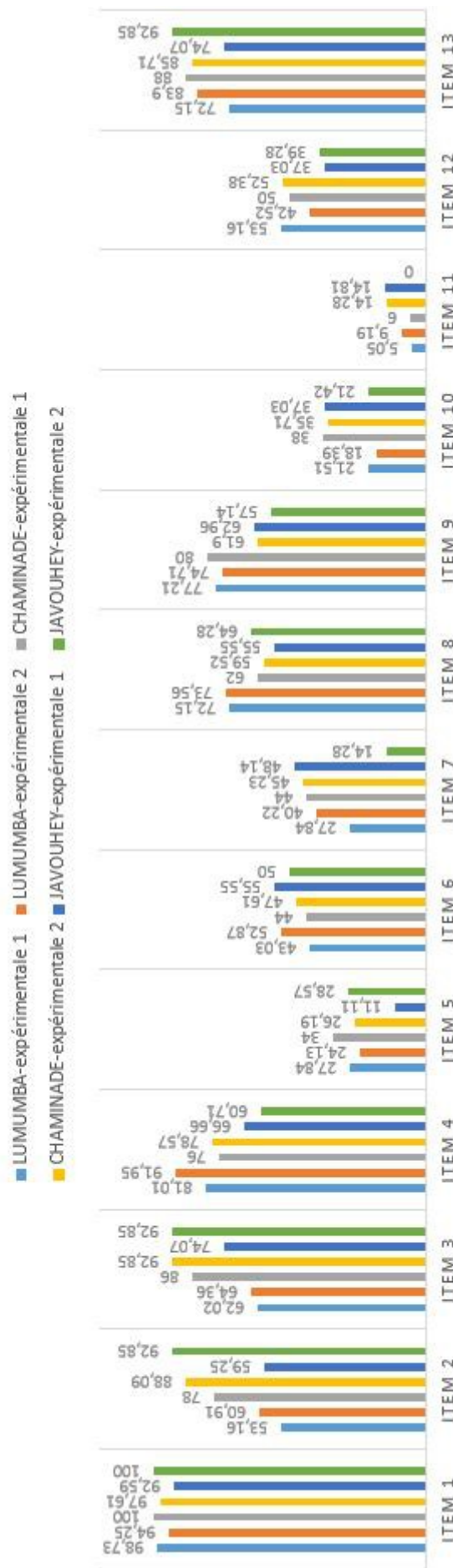


FIGURE 4.5 – Comparaison relative aux items des classes expérimentales

En observant la figure 4.5, on constate qu'il y a une égalité entre la première classe expérimentale du lycée CHAMINADE et la deuxième classe expérimentale du lycée JAVOUHEY sur l'item n°1 avec des taux de 100%. Une autre égalité sur l'item n°3 est visible avec un taux de 92,85%. En dehors de l'item n°1, la première classe expérimentale du lycée CHAMINADE domine toutes les autres sur trois (3) items à savoir les items 5 ; 9 et 10 avec des taux de réponses exactes respectivement de 34,00% ; 80,00% et 38,00%. En plus de l'item n°1, la deuxième classe expérimentale du lycée JAVOUHEY domine pour les items 2 ; 3 et 13 avec le même taux de 92,85% pour chaque item cité.

La première classe expérimentale du lycée JAVOUHEY domine les autres classes expérimentales sur les items 6 ; 7 et 11 avec des taux de réponses exactes respectifs de 55,55% ; 48,14% et 14,81%. Cette classe est suivit par la première classe expérimentale du lycée LUMUMBA avec des taux de 81,01% et 53,16% respectivement pour les items 4 et 12. La deuxième classe expérimentale du lycée LUMUMBA et la deuxième classe expérimentale du lycée CHAMINADE ont dominé chacune un item notamment les items 8 et 3 avec des taux de réponses exactes respectivement de 73,56% et 92,85%.

Il est important de préciser que les taux de réponses exactes les plus élevés sont observés pour l'item n°1 (100%) et les taux de réponses exactes les plus faibles sont observés pour l'item n°11 (0,00%). Cela révèle que l'item n°1 est plus abordable que les autres et que l'item n°11 est le moins abordable de tous.

4.2.2.3 Comparaison entre classes témoins et expérimentales

Il s'agit ici de confronter les différents résultats (par notes et par items) des classes témoins à ceux classes expérimentales obtenus lors des évaluations diagnostiques afin de dégager les spécificités de chaque classe.

- ***Comparaison relative aux notes***

Le tableau 4.11 présente les résultats relatifs aux notes obtenues par les apprenants lors des évaluations diagnostiques des neuf (9) classes (classes témoins et classes expérimentales) qui ont servi pour ce travail de recherche. Il ressort de ce tableau 4.11 que les effectifs des classes varient d'un établissement à un autre, l'effectif le plus élevé est celui de la deuxième classe expérimentale du lycée LUMUMBA qui est de quatre-vingt-sept (87) apprenants et l'effectif le plus faible est celui de la classe témoin du lycée JAVOUHEY avec vingt-trois (23) apprenants présents au début du cours.

Pour ce qui est de l'étendue des différentes classes, elle varie entre 9 pour la deuxième classe expérimentale du lycée CHAMINADE et 17 pour la classe témoin du lycée LUMUMBA. Vu que l'étendue est fortement liée à l'effectif, les étendues des classes du lycée JAVOUHEY sont moins élevées dans l'ensemble.

- *Comparaison relative aux items*

La figure 4.6 ci-dessous présente les résultats par rapport aux items des évaluations diagnostiques des neuf (9) classes (classes témoins et classes expérimentales) qui ont servi pour cette étude.

COMPARAISON DES RÉSULTATS DES ÉVALUATIONS DIAGNOSTIQUES ENTRE LES CLASSES TÉMOINS ET EXPÉRIMENTALES

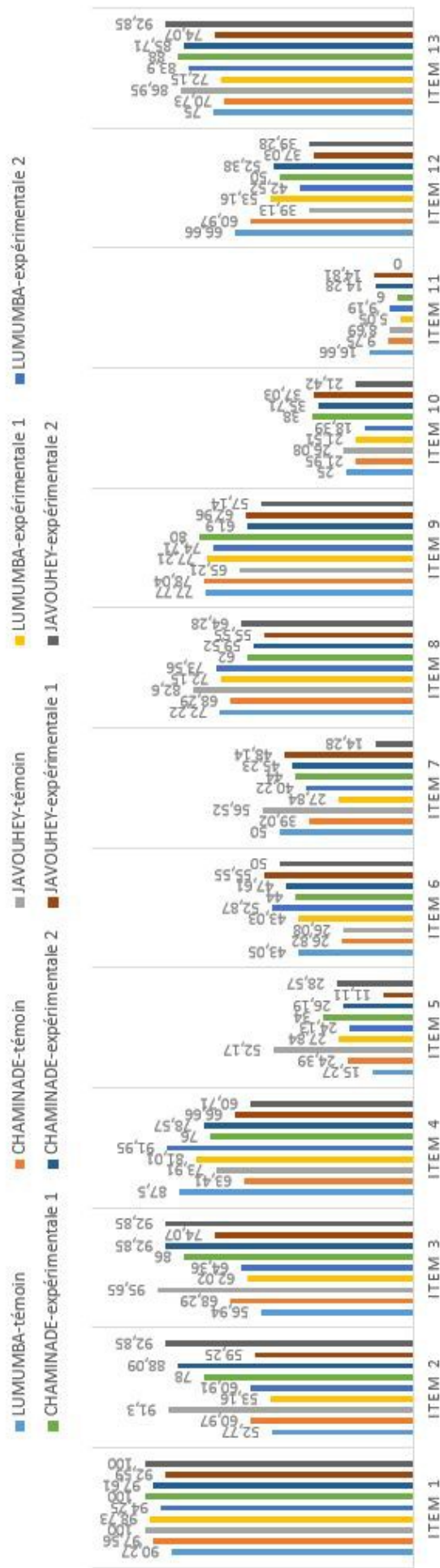


FIGURE 4.6 – Comparaison relative aux items entre classes témoins et expérimentales

En analysant la figure 4.6, il ressort qu'il y a une triple égalité entre la classe témoin du lycée JAVOUHEY, la deuxième classe expérimentale du lycée JAVOUHEY et la première classe expérimentale du lycée CHAMINADE sur l'item n°1 avec des taux de 100%. En dehors de l'item n°1, la classe témoin du lycée JAVOUHEY, domine toutes les autres classes sur quatre (4) items à savoir les items 3 ; 5 ; 7 et 8 avec des taux de réponses exactes respectivement de 95,65% ; 52,17% ; 56,52% et 82,60%. En plus de l'item n°1, la deuxième classe expérimentale

du lycée JAVOUHEY domine les autres classe pour les items 2 ; 13 avec le même taux de 92,85% pour chaque item cité et la première classe expérimentale du lycée CHAMINADE domine les autres classes pour les items 9 et 10 avec des taux de réponses exactes respectifs de 80,00% et 38,00% en plus de l'item n°1.

La classe témoin du lycée LUMUMBA a dominé sur deux items avec des taux de réponses exactes de 16,66% et 66,66% respectivement pour les items 11 et 12. Pour finir, la deuxième classe expérimentale du lycée LUMUMBA et la première classe expérimentale du lycée JAVOUHEY ont dominé chacune un item notamment les items 4 et 6 avec des taux de réponses exactes respectivement de 91,95% et 55,55% pour la deuxième classe expérimentale du lycée LUMUMBA et la première classe expérimentale du lycée JAVOUHEY.

Il est important de préciser que pour l'ensemble des classes, les taux de réponses exactes les plus élevés sont observés pour l'item n°1 (100%) et les taux de réponses exactes les plus faibles sont observés pour l'item n°11 (0,00%). Cela révèle que l'item n°1 est plus abordable que les autres et que l'item n°11 est le moins abordables de tous.

4.2.3 Résultats comparatifs des évaluations sommatives

Il est question précisément ici de comparer les différents résultats des évaluations sommatives des classes témoins ainsi que ceux des classes expérimentales obtenus après correction et dépouillement du questionnaire.

Il faut souligné que bien que présentes pour certains items, les réponses neutres ont un taux très faible et la part du hasard ou de chance est presque négligeable dans ces résultats de l'évaluation sommative pour l'ensemble des classes sollicitées dans le cadre de cette étude.

4.2.3.1 Résultats comparatifs des évaluations du lycée LUMUMBA

Il s'agit ici de croiser les différents résultats (par notes et par items) obtenus lors des évaluations sommatives pour dégager les particularités de chacune des classes.

- *Comparaison des résultats des évaluations sommatives par notes*

Le tableau 4.12 présente les résultats des évaluations sommatives des trois (3) classes retenues au lycée LUMUMBA par rapport aux notes obtenues par les apprenants.

Tableau 4.12 – Comparaison des évaluations sommatives par notes : LUMUMBA

Notes x_i	classe témoin		classe exp 1		classe exp 2		classe témoin-T.P	
	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$
4	1	1,38	0	0,00	0	0,00	0	0,00
5	2	2,77	0	0,00	0	0,00	0	0,00
6	2	2,77	0	0,00	0	0,00	0	0,00
7	4	5,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00
8	4	5,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00
9	4	5,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00
10	8	11,11	0	0,00	0	0,00	0	0,00
11	6	8,33	0	0,00	4	4,59	1	1,38
12	9	12,50	3	3,79	2	2,29	6	8,33
13	6	8,33	5	6,32	9	10,34	4	5,55
14	8	11,11	5	6,32	8	9,19	6	8,33
15	10	13,88	4	5,06	16	18,39	6	8,33
16	6	8,33	7	8,86	15	17,24	10	13,88
17	0	0,00	8	10,12	9	10,34	13	18,05
18	2	2,77	11	13,92	11	12,64	13	18,05
19	0	0,00	13	16,45	7	8,04	4	5,55
20	0	0,00	23	29,11	6	6,89	9	12,50
Total	72	100	79	100	87	100	72	100
étendue	14		8		9		9	
\bar{x}	11,77		17,52		15,87		16,38	
$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$	[8,48 ; 15,05]		[15,08 ; 19,95]		[13,51 ; 18,22]		[13,90 ; 18,85]	

n_i = effectif des notes obtenues, $f_i(\%)$ = fréquence des notes et exp = expérimentale

– En comparant les résultats de la classe témoin à ceux des deux classes expérimentales à partir du tableau 4.12, on remarque que la classe témoin comprend soixante-douze (72) apprenants dont les notes varient entre quatre (04/20) et dix-huit (18/20) soit une étendue de quatorze (14) pour la classe témoin et la première classe expérimentale contient soixante-dix-neuf (79) apprenants dont les notes varient entre douze (12/20) et vingt (20/20) ce qui correspond à une étendue de huit (8) alors que les apprenants de la deuxième classe expérimentale sont au nombre de quatre-vingt-sept (87) et leurs notes varient entre onze (11/20) et vingt (20/20), soit une étendue de neuf (9). La dispersion des notes des apprenants de la classe témoin après avoir suivi le cours théorique indique qu'il existe une différence de niveau significative entre les apprenants de cette classe, il y a des apprenants médiocres (23,57% des apprenants ont obtenu une note inférieure à dix), moyens et assez excellents au vu des résultats.

Contrairement à cette classe témoin, la concentration des notes des deux classes expérimentales entre onze (11/20) et vingt (20/20), indique qu'après avoir suivi le T.P-cours, le niveau des apprenants est excellent et assez proche des uns des autres puisque les derniers apprenants ont une de onze (11/20) ce qui est supérieure à la moyenne dix (10/20) en plus les taux des apprenants qui ont obtenu les notes vingt (20/20) vont jusqu'à 30% environ des effectifs des apprenants présents en classe lors des évaluations.

Ces résultats vu par rapport aux notes moyennes (\bar{x}) des trois (3) classes montrent que, la classe témoin a obtenu une note moyenne $\bar{x} = 11,77$ et arrive derrière après la deuxième classe expérimentale avec une note moyenne $\bar{x} = 15,87$ et la première classe expérimentale arrive en premier avec une note moyenne $\bar{x} = 17,52$. Ces notes moyennes permettent sans équivoque d'affirmer que les résultats des classes expérimentales sont meilleurs que ceux de la classe témoin après avoir suivi les différents cours proposés.

Cette tendance se confirme même à travers les intervalles de confiance des notes. En effet on remarque sans effort que la borne supérieure de l'intervalle de confiance de la classe témoin est inférieure à la borne inférieure de la première classe expérimentale. Cela montre bien à quel point les résultats des classes expérimentales sont supérieurs à ceux de la classe témoin.

– En comparant les résultats de la classe témoin à ceux de la classe témoin-T.P et des deux classes expérimentales à partir du même tableau 4.12, on constate qu'après avoir participé à la séance de travaux pratiques (T.P), la classe témoin devenue classe témoin-T.P présente quasiment les mêmes résultats que les deux (2) classes expérimentales. En effet les notes des apprenants de cette classe témoin-T.P varient entre onze (11/20) et vingt (20/20) tout comme la deuxième classe expérimentale, donc avec la même étendue de neuf (9) et cette classe témoin-T.P a obtenu une note moyenne $\bar{x} = 16,38$, note qui est supérieure à celle de la deuxième classe expérimentale ($\bar{x} = 15,87$).

La comparaison de la progression (différence entre la note moyenne de l'évaluation sommative de la classe témoin-T.P et la note moyenne de l'évaluation sommative de la classe témoin) de la classe témoin prouve que, l'apport sur la compréhension du cours théorique (la classe témoin) est inférieur à celui des travaux pratiques (la classe témoin-T.P) et cette progression étant $\Delta\bar{x} = 4,61$.

Au regard de ces observations faites à partir du tableau 4.12, il convient de dire sans ambiguïté que le cours expérimental ou T.P-cours favorise mieux la compréhension des notions auprès des apprenants à l’opposer du cours théorique. Cela reste vrai pour la séance de travaux pratiques qui améliore significativement la compréhension des apprenants par rapport au cours théorique sur la notion étudiée.

- *Comparaison des résultats des évaluations sommatives par items*

La figure 4.7 ci-dessous présente les résultats par rapport aux items des évaluations sommatives des trois (3) classes du lycée LUMUMBA qui ont servi pour cette étude.

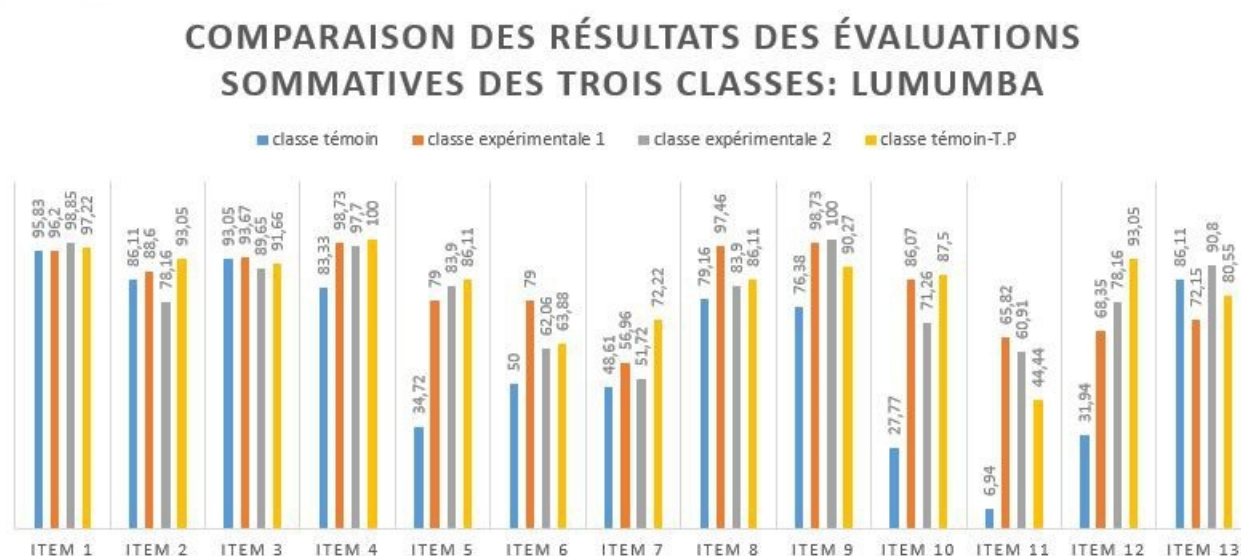


FIGURE 4.7 – Comparaison des évaluations sommatives par items : LUMUMBA

– Les résultats consignés dans la cette figure 4.7 révèlent que, les résultats ou les taux de réponses exactes des deux (2) classes expérimentales sont supérieurs aux taux de réponses exactes de la classes témoin pour dix (10) items, notamment les items 1 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9 ; 10, 11 et 12 avec des différences de taux de réponses exactes qui vont jusqu’à 58% pour les items 10 et 11. S’agissant des items 2 ; 3 et 13, la classe témoin ne domine qu’une (1) des deux (2) classes expérimentales avec la différence de taux de réponses exactes la plus élevée qui est de 13,96% pour l’item n°13. Il sied de préciser que pour l’ensemble des items les taux de réponses exactes pour les classes expérimentales sont supérieurs à 50% et l’item n°11 est celui qui a obtenu les taux les plus faibles pour les trois classes qui ont été évaluées.

– La figure 4.7 montre également qu’au sujet de la classe témoin-T.P, après avoir participé à la séance de travaux pratiques (T.P), la classe témoin devenue classe témoin-T.P

présente quasiment les mêmes résultats que les deux (2) classes expérimentales. En effet les taux de réponses exactes de cette classe témoin-T.P sont très proches des taux des classes expérimentales. Pour les items 2 ; 4 ; 5 ; 7 ; 10 et 12, la classe témoin-T.P domine les deux (2) classes expérimentales avec des différences des taux qui vont jusqu'à 20% pour l'item n°7. Les observations faites ici ne font que conforté les conclusions arrêtées après analyse du tableau 4.12. Pour les apprenants du lycée LUMUMBA, les activités expérimentales améliorent grandement la compréhension des notions étudiées par rapport au cours théorique.

4.2.3.2 Résultats du test de Student du lycée LUMUMBA

Les résultats du test de Z du lycée LUMUMBA sont placés dans le tableau 4.13.

Tableau 4.13 – Test comparatif des moyennes de l'évaluation sommative : LUMUMBA

	classe témoin	classe expérimental 1	classe expérimental 2	classe témoin-T.P
N	72	79	87	72
\bar{x}	11,77	17,52	15,87	16,38
$V = \sigma^2$	10,80	5,93	5,53	6,14
σ	3,28	2,43	2,35	2,47
Z_0	—	12,12	8,87	9,50
décision	—	très significative	très significative	très significative

N = effectif ; \bar{x} = note moyenne ; σ = écart type ; $V = \sigma^2$ = variance

Il ressort du tableau 4.13 que les résultats de Z_0 obtenus après calcul sont tous supérieurs à $Z_{0,05}$ ($Z_0 > Z_{0,05}$) pour le lycée LUMUMBA. Au regard de ces résultats, la conclusion qui s'impose est que la différence entre les notes moyennes des classes expérimentales y compris les classes témoin-T.P et les notes moyennes des classes témoins de lycée LUMUMBA sont très significatives. Pour cet établissement il est de nouveau possible de procéder à la validation des deux (2) hypothèses de travail suivantes :

- Les activités expérimentales intégrées aux cours améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme ;
- Les apprenants éprouvent des difficultés à comprendre des notions ou concepts nécessitant une base empirique que les activités expérimentales apportent sans les réaliser.

4.2.3.3 Résultats comparatifs des évaluations du lycée CHAMINADE

Il s'agit ici de croiser les différents résultats (par notes et par items) obtenus lors des évaluations sommatives pour dégager les particularités de chacune des classes.

- *Comparaison des résultats des évaluations sommatives par notes*

Le tableau 4.14 ci-dessous présente les résultats des évaluations sommatives des trois (3) classes retenues au lycée CHAMINADE par rapport aux notes obtenues par les apprenants.

Tableau 4.14 – Comparaison des évaluations sommatives par notes : CHAMINADEA

Notes x_i	classe témoin		classe exp 1		classe exp 2		classe témoin-T.P	
	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$
4	1	2,43	0	0,00	0	0,00	0	0,00
6	2	4,87	0	0,00	0	0,00	0	0,00
7	4	9,75	0	0,00	0	0,00	0	0,00
8	1	2,43	0	0,00	0	0,00	0	0,00
9	7	17,07	0	0,00	0	0,00	0	0,00
10	7	17,07	0	0,00	0	0,00	0	0,00
11	5	12,19	1	2,00	0	0,00	0	0,00
12	3	7,31	0	0,00	0	0,00	0	0,00
13	4	9,75	2	4,00	0	0,00	3	7,31
14	2	4,87	2	4,00	1	2,38	0	0,00
15	3	7,31	2	4,00	1	2,38	5	12,19
16	0	0,00	4	8,00	4	9,52	6	14,63
17	2	4,87	5	10,00	6	14,28	4	9,75
18	0	0,00	16	32,00	15	35,71	15	36,58
19	0	0,00	5	10,00	5	11,90	4	9,75
20	0	0,00	13	26,00	10	23,80	4	9,75
Total	41	100	50	100	42	100	41	100
étendue	13		9		6		7	
\bar{x}	10,60		17,74		18,09		17,17	
$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$	[7,61 ; 13,58]		[15,62 ; 19,85]		[16,55 ; 19,62]		[15,31 ; 19,02]	

n_i = effectif des notes obtenues, $f_i(\%)$ = fréquence des notes et exp = expérimentale

– En confrontant les résultats des évaluation sommatives des trois (3) classes qui ont servi pour cette étude à l'aide du tableau 4.14, on remarque que la classe témoin compte quarante-un (41) apprenants dont les notes varient entre quatre (04/20) et dix-sept (17/20) soit une étendue de treize (13) pour cette classe. La première classe expérimentale contient cinquante (50) apprenants dont les notes varient entre onze (11/20) et vingt (20/20) soit une étendue de neuf (9) alors que la deuxième classe expérimentale compte quarante-deux (42) apprenants et leurs notes varient entre quatorze (14/20) et vingt (20/20), soit une étendue

de six (6). La dispersion des notes des apprenants de la classe témoin après avoir suivi le cours théorique indique qu'il existe une différence de niveau significative entre les apprenants de cette classe, il y a des apprenants médiocres (36,55% des apprenants ont obtenu une note inférieure à dix), moyens et excellents au vu des résultats.

A la différence de la classe témoin, les notes des apprenants des deux classes expérimentales sont concentrées entre onze (11/20) et vingt (20/20). Cela indique qu'après avoir suivi le T.P-cours, le niveau des apprenants est excellent et assez proche des uns des autres puisque les derniers apprenants ont une note de onze (11/20) ce qui est supérieure à la moyenne dix (10/20) en plus des taux des apprenants qui ont obtenu les notes vingt (20/20) qui vont jusqu'à 26% des effectifs des apprenants présents en classe lors des évaluations.

En comparant les notes moyennes (\bar{x}) des trois (3) classes, on constate que, la classe témoin a obtenu une note moyenne $\bar{x} = 10,60$ et arrive derrière, précédée par la première classe expérimentale avec une note moyenne $\bar{x} = 17,74$ et la deuxième classe expérimentale arrive en tête avec une note moyenne $\bar{x} = 18,09$. Ces notes moyennes permettent d'affirmer que les résultats des classes expérimentales sont meilleurs que ceux de la classe témoin après avoir suivi les différents cours proposés.

Cette affirmation se vérifie même à travers les intervalles de confiance des notes. En effet on remarque que la borne supérieure de l'intervalle de confiance de la classe témoin est inférieure à la borne inférieure des deux classes expérimentale. Cela traduit bien à quel point les résultats des classes expérimentales sont supérieurs à ceux de la classe témoin.

– En superposant les résultats de la classe témoin à ceux de la classe témoin-T.P et des deux classes expérimentales toujours à l'aide du tableau 4.12, on remarque qu'après avoir participé à la séance de travaux pratiques (T.P), la classe témoin devenue classe témoin-T.P présente quasiment les mêmes caractéristiques que les deux (2) classes expérimentales. En effet les notes des apprenants de cette classe témoin-T.P varient entre treize (13/20) et vingt (20/20) soit une étendue de sept (7), ces résultats sont mieux que ceux de la première classe expérimentale et cette classe témoin-T.P a obtenu une note moyenne $\bar{x} = 17,17$, note qui vaudrait sensiblement celle de la première classe expérimentale ($\bar{x} = 17,74$).

La comparaison de la progression (différence entre la note moyenne de l'évaluation sommative de la classe témoin-T.P et la note moyenne de l'évaluation sommative de la classe témoin) de la classe témoin prouve que, l'apport sur la compréhension du cours théorique (la classe témoin) est inférieur à celui des travaux pratiques (la classe témoin-T.P) et cette progression est de $\Delta\bar{x} = 6,57$.

Vu la nature des observations faites, il convient de dire que le cours expérimental ou T.P-cours engendre une plus grande compréhension des notions étudiées auprès des apprenants contrairement au cours théorique. Il convient également de dire que la séance de travaux pratiques améliore significativement la compréhension des apprenants par rapport au cours théorique sur la notion étudiée vu les faibles résultats de la classe témoin.

- *Comparaison des résultats des évaluations sommatives par items*

La figure 4.8 ci-dessous présente les résultats par rapport aux items des évaluations sommatives des trois (3) classes du lycée CHAMINADE qui ont servi pour cette étude.

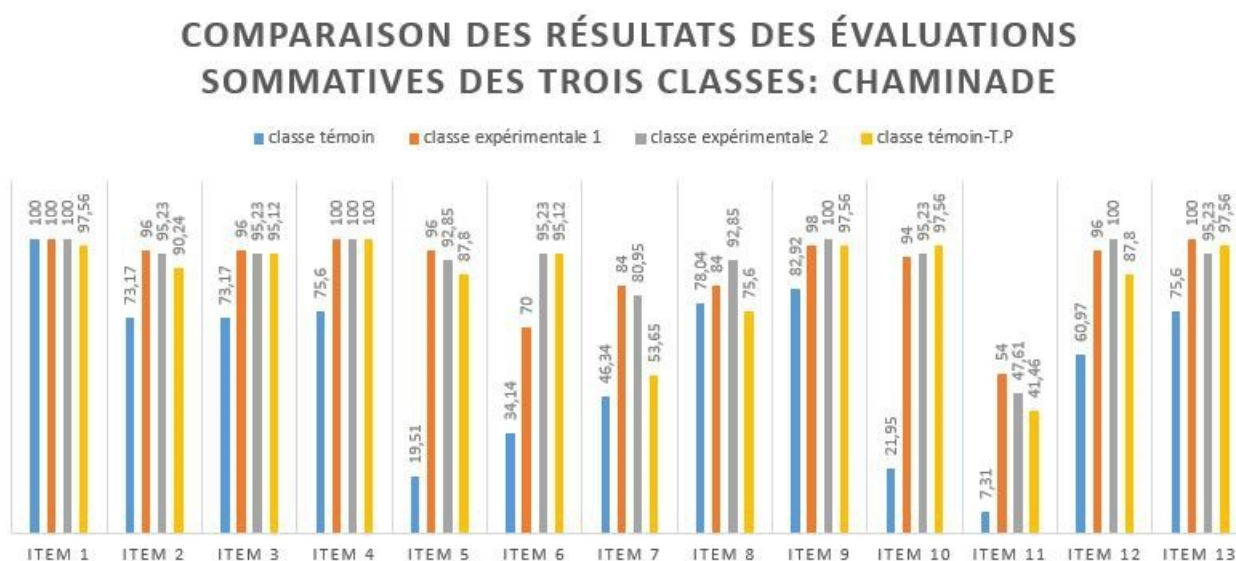


FIGURE 4.8 – Comparaison des évaluations sommatives par items : CHAMINADE

– La figure 4.8 montrent qu'en dehors de la triple égalité observée pour l'item n°1 avec des taux de réponses exactes de 100% entre la classe témoin et les deux (2) classes expérimentales, pour le reste des items les résultats ou les taux de réponses exactes des deux (2) classes expérimentales sont supérieurs aux taux de réponses exactes de la classes témoin. Soit douze (12) items, notamment les items 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9 ; 10, 11 ; 12 et 13 avec des différences de taux de réponses exactes qui vont jusqu'à 73% pour les items 5 et 10.

Il est important de préciser que sur treize (13) items les taux de réponses exactes pour la première classe expérimentale sont supérieurs à 50% pour les treize (13) items et pour la deuxième classe expérimentale, les taux de réponses exactes sont supérieurs à 50% que pour douze (12) items? L'item n°11 est celui qui a obtenu les taux les plus faibles pour l'ensemble des trois classes qui ont été évaluées.

– Au sujet de la classe témoin-T.P, la figure 4.8 montre qu'après avoir participé à la séance de travaux pratiques (T.P), la classe témoin devenue classe témoin-T.P présente des caractéristiques proches de celles des deux (2) classes expérimentales. En effet les taux de réponses exactes de cette classe témoin-T.P sont très proches des taux des classes expérimentales. En plus d'une triple égalité pour l'item n°4 avec des taux de réponses exactes de 100%, la classe témoin-T.P domine les deux (2) classes expérimentales sur l'item n°10 avec des différences des taux qui vont jusqu'à 2,00%. Cette même classe témoin-T.P domine la première classe et la deuxième classe expérimentale respectivement sur les items 6 et 13 avec des différences de taux de près de 25% pour l'item n°6.

Les observations qui ressortent de l'étude de cette figure 4.8 ne font que confirmées les conclusions arrêtées après analyse du tableau 4.14. En effet, les activités expérimentales améliorent fortement la compréhension des notions étudiées par rapport au cours théorique.

4.2.3.4 Résultats du test de Student du lycée CHAMINADE

Les résultats du test de Z du lycée CHAMINADE sont représentés dans le tableau 4.15.

Tableau 4.15 – Test comparatif des moyennes de l'évaluation sommative : CHAMINADE

	classe témoin	classe expérimental 1	classe expérimental 2	classe témoin-T.P
N	41	50	42	41
\bar{x}	10,60	17,74	18,09	17,17
$V = \sigma^2$	8,93	4,47	2,37	3,43
σ	2,98	2,11	1,53	1,85
Z_0	—	12,88	14,30	11,96
décision	—	très significative	très significative	très significative

N = effectif; \bar{x} = note moyenne; σ = écart type; $V = \sigma^2$ = variance

La lecture du tableau 4.15 montre que les résultats de Z_0 obtenus après calcul sont tous supérieurs à $Z_{0,05}$ ($Z_0 > Z_{0,05}$) pour le lycée CHAMINADE. Par rapport à ces résultats, la conclusion qui s'impose est que la différence entre les notes moyennes des classes expérimen-

tales y compris les classes témoin-T.P et les notes moyennes des classes témoins du lycée CHAMINADE sont très significatives. Pour cet établissement, il est de nouveau possible de valider les deux (2) hypothèses de travail suivantes :

- Les activités expérimentales intégrées aux cours améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme ;
- Les apprenants éprouvent des difficultés à comprendre des notions ou concepts nécessitant une base empirique que les activités expérimentales apportent sans les réaliser.

4.2.3.5 Résultats comparatifs des évaluations du lycée JAVOUHEY

Il s'agit ici de croiser les différents résultats (par notes et par items) obtenus lors des évaluations sommatives pour dégager les particularités de chacune des classes.

- *Comparaison des résultats des évaluations sommatives par notes*

Le tableau 4.16 ci-dessous présente les résultats des évaluations sommatives des trois (3) classes retenues au lycée JAVOUHEY par rapport aux notes obtenues par les apprenants.

Tableau 4.16 – Comparaison des évaluations sommatives par notes : JAVOUHEY

Notes x_i	classe témoin		classe exp 1		classe exp 2		classe témoin-T.P	
	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$
9	2	8,69	0	0,00	0	0,00	0	0,00
10	2	8,69	0	0,00	0	0,00	0	0,00
11	4	17,39	0	0,00	0	0,00	2	8,69
12	5	21,73	0	0,00	1	3,57	0	0,00
13	5	21,73	0	0,00	1	3,57	1	4,34
14	4	17,39	4	14,81	0	0,00	0	0,00
15	1	4,34	3	11,11	1	3,57	0	0,00
16	0	0,00	5	18,51	0	0,00	2	8,69
17	0	0,00	6	22,22	6	21,42	3	13,04
18	0	0,00	6	22,22	12	42,85	7	30,43
19	0	0,00	1	3,70	4	14,28	1	4,34
20	0	0,00	2	7,40	3	10,71	7	30,43
Total	23	100	27	100	28	100	23	100
étendue	6		6		8		9	
\bar{x}	12,08		16,66		17,64		17,52	
$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$	[10,41 ; 13,74]		[14,89 ; 18,42]		[15,86 ; 19,44]		[14,88 ; 20,13]	

n_i = effectif des notes obtenues, $f_i(\%)$ = fréquence des notes et exp = expérimentale

– En étudiant les résultats des évaluation sommatives des classes du lycée JAVOUHEY à l'aide du tableau 4.16, on remarque que la classe témoin compte vingt-trois (23) apprenants dont les notes varient entre neuf (09/20) et quinze (15/20) soit une étendue de six (6) pour cette classe et la première classe expérimentale contient vingt-sept (27) apprenants dont les notes varient entre quatorze (14/20) et vingt (20/20) soit une étendue de six (6) alors que la deuxième classe expérimentale compte vingt-huit (28) apprenants et leurs notes varient entre douze (12/20) et vingt (20/20), soit une étendue de huit (8). La dispersion des notes des apprenants de la classe témoin indique qu'il existe une légère différence de niveau entre les apprenants de cette classe, il y a des apprenants passable (8,69% des apprenants ont obtenu une note inférieure à dix), moyens et assez excellents au vu des résultats.

Contrairement à la classe témoin, la concentration des notes des apprenants des deux classes expérimentales entre douze (12/20) et vingt (20/20), indique qu'après avoir suivi le T.P-cours, le niveau des apprenants est excellent et assez proche des uns des autres puisque les derniers apprenants ont une de douze (12/20) ce qui est supérieure la moyenne dix (10/20) en plus du nombre d'apprenants qui ont obtenu la note vingt (20/20) qui va jusqu'à 10% des effectifs des apprenants présents en classe lors des évaluations.

En observant les notes moyennes (\bar{x}) des trois (3) classes, on constate que, la classe témoin a obtenu une note moyenne $\bar{x} = 12,08$ et arrive derrière, précédée par la première classe expérimentale avec une note moyenne $\bar{x} = 16,66$ et la deuxième classe expérimentale arrive en tête avec une note moyenne $\bar{x} = 17,64$. Ces notes moyennes permettent d'affirmer que les résultats des classes expérimentales sont meilleurs que ceux de la classe témoin après avoir suivi les différents cours proposés dans chaque classe.

Cette affirmation se vérifie même à travers les intervalles de confiance des notes. En effet on remarque aussi que la borne supérieure de intervalle de confiance de la classe témoin est inférieure aux bornes inférieures des deux classes expérimentale. Cela traduit à quel point les résultats des classes expérimentales sont supérieurs à ceux de la classe témoin.

– En comparant les résultats de la classe témoin à ceux de la classe témoin-T.P ainsi qu'à ceux des deux classes expérimentales à l'aide du même tableau 4.16, on remarque qu'après avoir participé à la séance de travaux pratiques (T.P), la classe témoin devenue classe témoin-T.P s'est rapprochée des deux (2) classes expérimentales. En effet les notes

des apprenants de cette classe varient entre onze (11/20) et vingt (20/20) soit une étendue de neuf (9), en plus le nombre d'apprenants qui ont obtenu la note vingt (20/20) représente 30% des effectifs des apprenants évalués. Cette classe témoin-T.P a également obtenu une note moyenne $\bar{x} = 17,52$, note qui vaux sensiblement celle de la deuxième classe expérimentale ($\bar{x} = 17,64$) et dépasse celle de la première classe expérimentale ($\bar{x} = 16,66$).

La progression (différence entre la note moyenne de l'évaluation sommative de la classe témoin-T.P et la note moyenne de l'évaluation sommative de la classe témoin) de la classe témoin prouve que, l'apport sur la compréhension du cours théorique (classe témoin) est inférieur à celui des travaux pratiques (classe témoin-T.P), cette progression est de $\Delta\bar{x} = 5,44$.

Eu égard à la nature des observations faites, il convient de conclure que le cours expérimental ou T.P-cours favorise mieux la compréhension des notions étudiées auprès des apprenants par rapport au cours théorique.

- *Comparaison des résultats des évaluations sommatives par items*

La figure 4.9 ci-dessous présente les résultats par rapport aux items des évaluations sommatives des trois (3) classes du lycée JAVOUHEY qui ont servi pour cette étude.

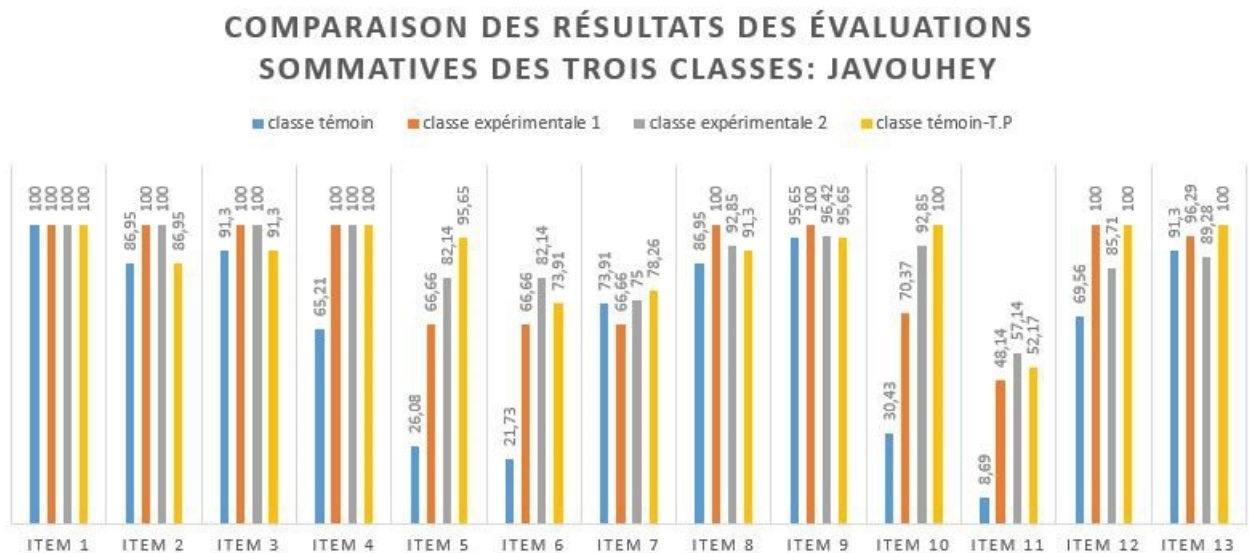


FIGURE 4.9 – Comparaison des évaluations sommatives par items : JAVOUHEY

– L'étude de la figure 4.9 révèle qu'en dehors de la triple égalité observée pour l'item n°1 avec des taux de réponses exactes de 100% entre la classe témoin et les deux (2) classes expérimentales, pour le reste des items les taux de réponses exactes des deux (2)

classes expérimentales sont quasiment supérieurs aux taux de réponses exactes de la classes témoin. Soit dix (10) items, notamment les items 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 8 ; 9 ; 10, 11 et 12 avec des différences de taux de réponses exactes qui vont jusqu'à 62% pour les items 6 et 10.

En ce qui concerne les items 7 et 13, la classe témoin domine respectivement la première classe expérimentale et la deuxième classe expérimentale avec des différences de taux de réponses exactes qui vont jusqu'à 7% pour l'item n°7. Il est important de noter que sur treize (13) items, les taux de réponses exactes pour la première classe expérimentale sont supérieurs à 50% pour douze (12) items et pour les items de la deuxième classe expérimentale, les taux de réponses exactes sont tous supérieurs à 50% et l'item n°11 est celui qui a obtenu les taux les plus faibles pour l'ensemble des trois classes qui ont été évaluées.

– S'agissant de la classe témoin-T.P, la figure 4.9 montre qu'après avoir participé à la séance de travaux pratiques (T.P), la classe témoin devenue classe témoin-T.P présente quasiment les mêmes caractéristiques que les deux (2) classes expérimentales. En effet les taux de réponses exactes de cette classe témoin-T.P sont très proches des taux des classes expérimentales. En plus d'une triple égalité pour les items 1 et 4 avec des taux de réponses exactes de 100%, la classe témoin-T.P domine les deux (2) classes expérimentales sur les items 5 ; 7 ; 10 et 13 avec des différences des taux qui vont jusqu'à 30,00%. Cette même classe témoin-T.P domine la première classe expérimentale sur les items 6 et 11, la deuxième classe expérimentale sur l'item n°12 avec des différences de taux respectivement de près de 29% et 14% pour chacune des classes.

Les observations qui résultent de l'analyse de cette figure 4.9 ne font que conforté les conclusions obtenues après analyse du tableau 4.14 à savoir que les activités expérimentales améliorent plus la compréhension des notions étudiées par rapport au cours théorique.

4.2.3.6 Résultats du test de Student du lycée JAVOUHEY

Les résultats du test de t de l'ensemble des classes du lycée JAVOUHEY sont représentés dans le tableau 4.17.

Tableau 4.17 – Test comparatif des moyennes de l'évaluation sommative : JAVOUHEY

	classe témoin	classe expérimental 1	classe expérimental 2	classe témoin-T.P
N	23	27	28	23
\bar{x}	12,08	16,66	17,64	17,52
$V = \sigma^2$	2,76	3,11	3,25	6,85
σ	1,66	1,76	1,80	2,61
$V_m = \sigma_m^2$	—	2,94	3,03	4,80
t_0	—	9,41	11,35	8,42
décision	—	très significative	très significative	très significative

N = effectif ; \bar{x} = note moyenne ; σ = écart type ; $V = \sigma^2$ = variance

Les résultats de t_0 obtenus après calcul sont tous supérieurs à $t_{0,05}$ ($t_0 > t_{0,05}$). Par conséquent la conclusion qui s'impose est que la différence entre les notes moyennes des classes expérimentales et la note moyenne de la classe témoin y compris la classe témoin-T.P du lycée JAVOUHEY est très significative. Pour cet établissement il est de nouveau possible de procéder à la validation de deux (2) hypothèses de travail à savoir :

- Les activités expérimentales intégrées aux cours améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme ;
- Les apprenants éprouvent des difficultés à comprendre des notions ou concepts nécessitant une base empirique que les activités expérimentales apportent sans les réaliser.

4.2.4 Comparaison des résultats entre établissements

Il s'agit ici de comparer les résultats (par notes et par items) des différentes classes obtenus lors des évaluations sommatives et de dégager les particularités de chaque classe par rapport à la notion étudiée.

4.2.4.1 Comparaison des résultats des classes témoins

Cette section compare les différents résultats (par notes et par items) des classes témoins obtenus lors des évaluations sommatives afin de dégager les spécificités de chaque classe.

► *Comparaison relative aux notes*

Les résultats des évaluations sommatives des trois (3) classes témoins de l'étude relatifs aux notes obtenues par les apprenants sont présentés dans le tableau 4.18 ci-dessous.

Tableau 4.18 – Comparaison relative aux notes des classes témoins

	classe témoin LUMUMBA	classe témoin CHAMINADE	classe témoin JAVOUHEY
N	72	41	23
étendue	14	13	6
\bar{x}	11,77	10,60	12,08
$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$	[8,48 ; 15,05]	[7,61 ; 13,58]	[10,41 ; 13,74]

N = effectif ; \bar{x} = note moyenne et $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ = intervalle de confiance

En étudiant attentivement le tableau 4.18, on remarque que les effectifs des apprenants varient considérablement d'un établissement à un autre. La classe témoin du lycée LUMUMBA dispose de soixante-douze (72) alors que celle du lycée CHAMINADE n'a que quarante-un (41) apprenants et la classe témoin du lycée JAVOUHEY a encore moins soit vingt-trois (23) apprenants. Cette différence d'effectifs pourrait bien être un facteur non négligeable expliquant les divers résultats dans ce travail.

De même, l'étendue semble variée proportionnellement avec l'effectif de la classe. Ainsi la classe témoin du lycée LUMUMBA obtient après calcul une étendue égale à quatorze (14) pour un effectif de soixante-douze (72) apprenants, le lycée CHAMINADE obtient une étendue de treize (13) pour un effectif de quarante-un (41) apprenants et le lycée JAVOUHEY clôture avec une étendue de six (6) pour un effectif de vingt-trois (23) apprenants. Ces valeurs de l'étendue indiquent que la classe témoin du lycée JAVOUHEY qui a les notes les moins dispersées (09-15) suivi de celle du lycée CHAMINADE (04-17).

Les notes moyennes de l'évaluation sommative de ces classes sont de 11,77 ; 10,60 et 12,08 respectivement pour la classe témoin du lycée LUMUMBA, du lycée CHAMINADE et du lycée JAVOUHEY. En s'appuyant sur ces résultats, on peut dire que la classe témoin du lycée JAVOUHEY est meilleure que les deux autres classes témoins. Vu qu'ici, le hasard est fortement négligeable dans ces résultats, il est possible d'affirmer au regard des faibles différences ($\Delta\bar{x} = 0,31$ et $1,48$) que le niveau des trois (3) classes ne diffère pas significativement les uns des autres et les résultats des intervalles de confiances vont dans le même sens.

► *Comparaison relative aux items*

La figure 4.10 donne les résultats par rapport aux items des évaluations sommatives des trois (3) classes témoins qui ont servi pour cette étude. En examinant de plus près la figure 4.10, on remarque que la tendance affichée par les résultats du tableau 4.18 se confirme. En effet, la classe témoin du lycée JAVOUHEY domine les autres classes témoins sur huit (8) items. Il s'agit des items 2 ; 7 ; 8 ; 9 ; 10 ; 11 ; 12 et 13 avec des taux de réponses exactes respectifs de 86,95% ; 73,91% ; 86,95% ; 95,65% ; 30,43% ; 8,69% ; 69,56% et 91,30%, ceci en plus d'une égalité avec la classe témoin du lycée CHAMINADE sur l'item n°1 avec un taux de réponse exacte de 100%.

Les seconds meilleurs taux sont ceux du lycée LUMUMBA qui domine les autres classes témoins sur quatre (4) items notamment les items 3 ; 4 ; 5 et 6 avec des taux de réponses exactes respectifs de 93,05% ; 83,33% ; 34,72% et 50,00%. La classe témoin du lycée CHAMINADE n'a dominé la classe témoin du lycée LUMUMBA que sur l'item n°1 avec un taux de 100%.

Il est nécessaire de préciser que les taux de réponses exactes les plus élevés sont observés pour l'item n°1 (100%) et les taux de réponses exactes les plus faibles sont observés pour l'item n°11 (6,94%). Cela révèle que l'item n°1 est plus abordable que les autres et que l'item n°11 est le moins abordable de tous.

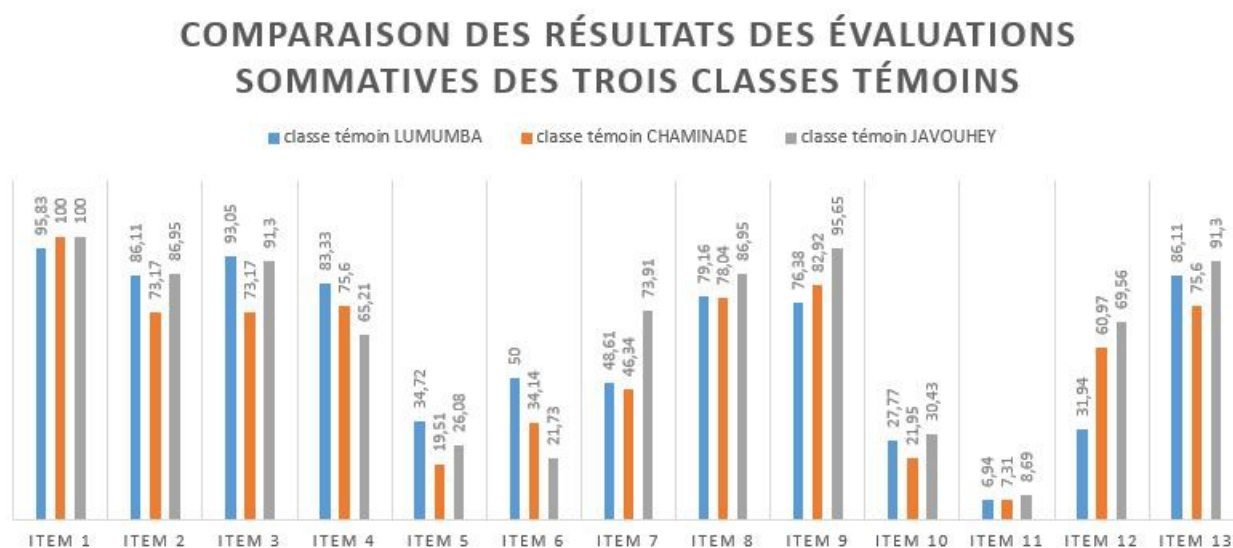


FIGURE 4.10 – Comparaison relative aux items des classes témoins

4.2.4.2 Comparaison des résultats des classes expérimentales

La comparaison des résultats (par notes et par items) des classes expérimentales obtenus lors des évaluations sommatives permettra de dégager les spécificités de chaque classe.

► *Comparaison relative aux notes*

Le tableau 4.19 présente les résultats des évaluations sommatives des six (6) classes expérimentales qui ont participé à l'étude relatifs aux notes obtenues par les apprenants. Il résulte de ce tableau 4.19 que les effectifs d'apprenants des classes expérimentales du lycée LUMUMBA sont les plus important de tous avec respectivement soixante-dix-neuf (79) et quatre-vingt-sept (87) pour la classe expérimentale n°1 et n°2. Ces effectifs sont suivis par ceux du lycée CHAMINADE avec cinquante (50) et quarante-deux (42) apprenants respectivement pour la classe expérimentale n°1 et n°2. Les classes expérimentales du lycée JAVOUHEY ont respectivement vingt-sept (27) et vingt-huit (28) apprenants pour la classe expérimentale n°1 et la classe expérimentale n°2.

En ce qui concerne la dispersion des notes, les étendues des classes expérimentales ne sont pas très concluantes puisque, ces étendues varient entre six (6) et neuf (9). Néanmoins les étendues du lycée LUMUMBA sont relativement élevés avec respectivement 9 et 8 pour la classe expérimentale n°1 et n°2. Les classes expérimentales du lycée CHAMINADE ont des étendues respective de 9 et 6 pour la classe expérimentale n°1 et n°2. Compte aux étendues des classes expérimentales du lycée JAVOUHEY elles sont respectivement de 6 et 8 pour la classe expérimentale n°1 et la classe expérimentale n°2.

Le même tableau 4.19 montre que les classes expérimentales du lycée CHAMINADE sont ceux qui ont les notes moyennes les plus élevées qui sont de 17,74 et 18,09 respectivement pour la classe expérimentale n°1 et n°2. Les classes expérimentales du lycée JAVOUHEY ont obtenu 16,66 et 17,64 respectivement pour la classe expérimentale n°1 et n°2. La classe expérimentale n°2 du lycée LUMUMBA est celle qui a obtenu la note moyenne la plus faible de toutes, soit $\bar{x} = 15,87$ et la classe expérimentale n°2 a obtenu une note moyenne $\bar{x} = 17,52$.

Ces notes moyennes laisse à penser que les classes expérimentales du lycée CHAMINADE sont meilleures que les autres puisqu'elles ont obtenu les notes les plus importantes. Toutefois cette conclusion peut être considérée comme pertinente vu les variations des notes moyenne

($\Delta\bar{x} = 2,22$) par rapport à la classe expérimentale n°2 du lycée LUMUMBA. De plus les faibles variations des intervalles de confiances d'une classe à une autre ne permettent pas non plus de conclure fermement à la dominance des classes du lycée CHAMINADE.

Tableau 4.19 – Comparaison relative aux notes des classes expérimentales

classe	LUMUMBA		CHAMINADE		JAVOUHEY	
	exp 1	exp 2	exp 1	exp 2	exp 1	exp 2
N	79	87	50	42	27	28
étendue	8	9	9	6	6	8
\bar{x}	17,52	15,87	17,74	18,09	16,66	17,64
$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$	[15,08; 19,95]	[13,51; 18,22]	[15,62; 19,85]	[16,55; 19,62]	[14,89; 18,42]	[15,86; 19,44]

N = effectif; \bar{x} = note moyenne; $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ = intervalle de confiance et exp = expérimentale

► *Comparaison relative aux items*

La figure 4.11 présente les résultats par rapport aux items des évaluations sommatives des six (6) classes expérimentales qui ont servi pour ce travail de recherche. En analysant la figure 4.11, on s'aperçoit qu'il y a une égalité entre les deux (2) classes expérimentales du lycée CHAMINADE et les deux (2) classes expérimentales du lycée JAVOUHEY sur l'item 1 et 4 avec des taux de 100%. D'autres égalités sur les items 2 et 3 sont visibles avec un taux de 100% pour les deux (2) classes expérimentales du lycée JAVOUHEY.

En dehors de ces égalités, on observe une triple égalité pour l'item n°9 entre la deuxième classe expérimentale du lycée LUMUMBA, la deuxième classe expérimentale du lycée CHAMINADE et la première classe expérimentale du lycée JAVOUHEY avec un taux de 100%. S'agissant de l'item n°12, la deuxième classe expérimentale du lycée CHAMINADE et la première classe expérimentale du lycée JAVOUHEY sont à égalités avec un taux de 100%.

La première classe expérimentale du lycée CHAMINADE domine toutes les autres classes sur trois (3) items à savoir les items 5; 7 et 13 avec des taux de réponses exactes respectivement de 96,00%; 70,00% et 100%. En plus de ses multiples égalités, la première classe expérimentale du

lycée JAVOUHEY domine les autres pour l'item n° 8 avec un taux de réponse exacte de 100%.

La deuxième classe expérimentale du lycée CHAMINADE domine les autres classes sur les items 6 et 10 avec des taux de réponses exactes identiques de 95,23%. Cette classe est suivit par la première classe expérimentale du lycée LUMUMBA avec un taux de 65,82% pour l'item n° 11.

Les taux de réponses exactes les plus élevés sont observés pour les items 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 8 ; 9 ; 12 et 13 (100%) et les taux de réponses exactes les plus faibles sont observés pour l'item n° 11 (47,61%). Cela révèle que l'item n° 11 est le moins abordable de tous les items proposés.

COMPARAISON DES RÉSULTATS DES ÉVALUATIONS SOMMATIVES DES SIX CLASSES EXPÉRIMENTALES

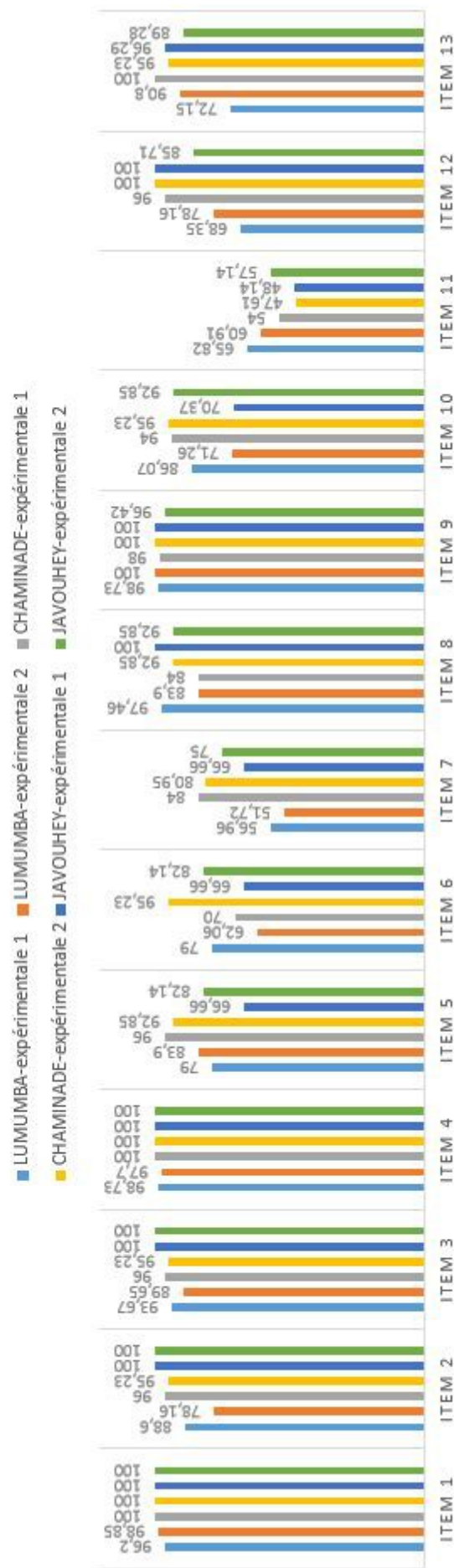


FIGURE 4.11 – Comparaison relative aux items des classes expérimentales

4.2.4.3 Comparaison entre classes témoins et expérimentales

Cette section confronte les différents résultats (par notes et par items) des classes témoins à ceux des classes expérimentales obtenus lors des évaluations sommatives afin de dégager les spécificités de chaque classe.

► *Comparaison relative aux notes*

Le tableau 4.20 présente les résultats relatifs aux notes obtenues par les apprenants lors des évaluations sommatives des neuf (9) classes (classes témoins et classes expérimentales) qui ont servi pour ce travail de recherche. Il résulte de ce tableau 4.20 que les effectifs des classes varient significativement d'un établissement à un autre, l'effectif le plus élevé est celui de la deuxième classe expérimentale du lycée LUMUMBA qui est de quatre-vingt-sept (87) apprenants et l'effectif le plus faible est celui de la classe témoin du lycée JAVOUHEY avec vingt-trois (23) apprenants présents au début du cours.

S'agissant de l'étendue des différentes classes, elle varie entre six (6) pour la deuxième classe expérimentale du lycée CHAMINADE, la classe témoin et la première classe expérimentale du lycée JAVOUHEY et quatorze (14) pour la classe témoin du lycée LUMUMBA. Vu que l'étendue est fortement liée à l'effectif, les étendues des classes du lycée JAVOUHEY sont moins élevées dans l'ensemble. Ces résultats nous apprennent que la classe témoin du lycée LUMUMBA a des apprenants très brillants mais aussi des apprenants médiocres à l'inverse de la deuxième classe expérimentale du lycée CHAMINADE qui en plus des apprenants brillants a plusieurs apprenants de niveau relativement moyen.

Les notes moyennes (\bar{x}) exposées dans le tableau 4.20 révèlent que ces dernières varient entre 10,60 pour la classe témoin du lycée CHAMINADE et 18,09 pour la deuxième classe expérimentale du lycée CHAMINADE. En se basant sur ces résultats, il apparaît clairement que la deuxième classe expérimentale du lycée CHAMINADE est meilleure que toutes les autres classes. Dans l'ensemble les notes moyennes sont toutes supérieures à 10. Cependant, les trois (3) classes témoins ont obtenu les notes moyennes les plus faibles de toutes les classes consultées. Cela signifie que dans les trois (3) établissements, les classes témoins sont celles qui ont le moins progressé puisqu'elle avait toutes les neuf (9) classes avaient sensiblement le même niveau de départ.

L'examen des intervalles de confiances des notes autour des notes moyennes de chaque classe montre que la classe témoin du lycée CHAMINADE est celle qui a obtenu la borne inférieure la plus faible qui est de 7,61 et la borne supérieure la plus grande est de 19,95, obtenue par la première classe expérimentale du lycée LUMUMBA. l'observation des dispersions autour des notes moyennes conforte les résultats présentés dans le tableau 4.20.

De plus dans le domaine scolaire selon [MUKENDI et LOKOMBE 1976], « une notion est prétendue maîtrisée lorsque les résultats de la population scolaire ou de la classe doivent atteindre 75% du maximum ». Etant donné que les notes moyennes de toutes les classes expérimentales sont supérieures à la note quinze (15) qui correspond à 75% du maximum nous pouvons affirmer que, les apprenants des classes expérimentales ont maîtrisé la notion d'électromagnétisme contrairement aux apprenants des classes témoins dont les notes moyennes sont toutes inférieures à quinze (15), donc les apprenants des classes témoins n'ont pas maîtrisé la notion d'électromagnétisme après avoir suivi le cours théorique.

Le T.P-cours apporte des savoirs, des savoir-faire en plus aux apprenants que le cours théorique. Les conclusions qui résultent de l'examen du tableau 4.20 sont les suivantes :

- Les activités expérimentales intégrées aux cours améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme ;
- Les apprenants éprouvent des difficultés à comprendre des notions ou concepts nécessitant une base empirique que les activités expérimentales apportent sans les réaliser.

Les hypothèses de recherche cités ci-haut sont donc définitivement validées pour l'ensemble des apprenants des trois (3) lycées consultés dans le cadre de cette étude au regard des résultats relatifs aux notes des apprenants présentés dans le tableau 4.20.

Tableau 4.20 – Ccomparaison relative aux notes entre classes témoins et expérimentales

classe	LUMUMBA			CHAMINADE			JAVOUHEY		
	témoïn	exp 1	exp 2	témoïn	exp 1	exp 2	témoïn	exp 1	exp 2
N	72	79	87	41	50	42	23	27	28
étendue	14	8	9	13	9	6	6	6	8
\bar{x}	11,77	17,52	15,87	10,60	17,74	18,09	12,08	16,66	17,64
intervalle	[8,48;15,05]	[15,08;19,95]	[13,51;18,22]	[7,61;13,58]	[15,62;19,85]	[16,55;19,62]	[10,41;13,74]	[14,89;18,42]	[15,86;19,44]

N = effectif; \bar{x} = note moyenne; $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ = intervalle de confiance et exp = expérimentale

► *Comparaison relative aux items*

La figure 4.12 ci-dessous présente les résultats par rapport aux items des évaluations sommatives des neuf (9) classes (classes témoins et classes expérimentales) qui ont servi pour cette étude. En analysant la figure 4.12, on remarque qu'il y a pour certains items plusieurs égalités entre les différentes classes à des taux de 100%. Dans l'ensemble on remarque que ce sont les classes témoins qui ont le moins brillé lors des ces évaluations sommatives. Puisque la domination des classes expérimentales sur les classes témoins se confirme pour les trois (3) établissements visités dans le cadre de cette étude.

Ce constat est beaucoup plus visible pour les items 5 ; 6 ; 7 ; 9 ; 10 et 11 où l'écart entre les classes expérimentales et les classes témoins est très grande particulièrement pour l'item n°11 où l'écart est de plus 57%, il est naturel de conclure que les apprenants des classes expérimentales ont mieux compris les notions relatives à l'électromagnétisme que les apprenants des classes témoins.

Les observations qui résultent de l'analyse de cette figure 4.12 ne font que conforté les conclusions arrêtées au sujet des hypothèses de recherche après analyse du tableau 4.20. Les hypothèses de recherche suivantes sont donc de nouveau validées pour l'ensemble des apprenants des trois (3) lycées sélectionnés pour cette étude :

- Les activités expérimentales intégrées aux cours améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme ;
- Les apprenants éprouvent des difficultés à comprendre des notions ou concepts nécessitant une base empirique que les activités expérimentales apportent sans les réaliser.

COMPARAISON DES RÉSULTATS DES ÉVALUATIONS SOMMATIVES ENTRE LES CLASSES TÉMOINS ET EXPÉRIMENTALES

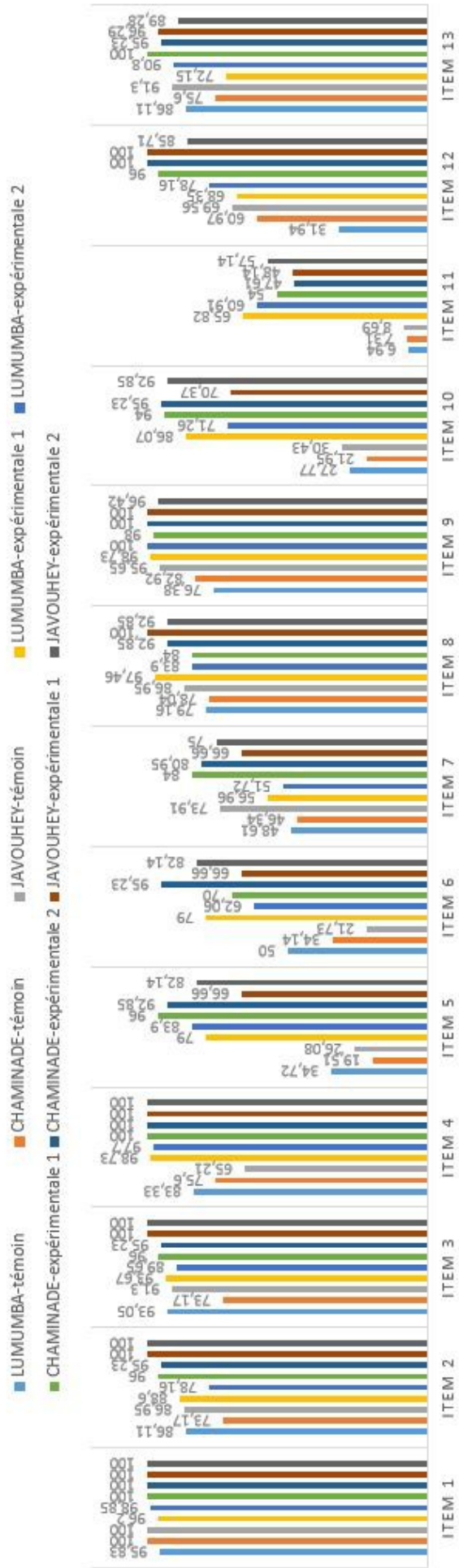


FIGURE 4.12 – Comparaison relative aux items entre classes témoins et expérimentales 2

4.2.5 Comparaison des évaluations diagnostiques et sommatives

Cette section compare les résultats des évaluations diagnostiques à ceux des évaluations sommatives d'une même classe afin de pouvoir mesurer la progression des apprenants après avoir suivi les différents cours proposés dans le cadre de cette étude (théorique et T.P-cours).

4.2.5.1 Comparaison des résultats du lycée LUMUMBA

► *La classe témoin*

• *Comparaison relative aux notes*

Le tableau 4.21 ci-dessous présente les résultats de la classe témoin du lycée LUMUMBA des évaluations diagnostique, sommative 1 et sommative 2 (classe témoin-T.P) par rapport aux notes obtenues par les apprenants lors de ces évaluations.

Tableau 4.21 – Comparaison relative aux notes de la classe témoin : LUMUMBA

Notes x_i	E. diagnostique		E. sommative 1		E. sommative 2	
	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$
3	3	4,16	0	0,00	0	0,00
4	2	2,77	1	1,38	0	0,00
5	2	2,77	2	2,77	0	0,00
6	8	11,11	2	2,77	0	0,00
7	7	9,72	4	5,55	0	0,00
8	8	11,11	4	5,55	0	0,00
9	6	8,33	4	5,55	0	0,00
10	8	11,11	8	11,11	0	0,00
11	6	8,33	6	8,33	1	1,38
12	4	5,55	9	12,50	6	8,33
13	10	13,88	6	8,33	4	5,55
14	4	5,55	8	11,11	6	8,33
15	0	0,00	10	13,88	6	8,33
16	0	0,00	6	8,33	10	13,88
17	0	0,00	0	0,00	13	18,05
18	0	0,00	2	2,77	13	18,05
19	2	2,77	0	0,00	4	5,55
20	2	2,77	0	0,00	9	12,50
Total	72	100	72	100	72	100
étendue	17		14		9	
\bar{x}	9,72		11,77		16,38	
$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$	[5,93 ; 13,50]		[8,48 ; 15,05]		[13,90 ; 18,85]	

n_i = effectif des notes, $f_i(\%)$ = fréquence des notes et E. = évaluation

L'analyse de ce tableau 4.21 montre que, les notes de l'évaluation diagnostique varient entre trois (03/20) et vingt (20/20), soit une étendue de dix-sept (17) alors que les notes de l'évaluation sommative 1 varient entre quatre (04/20) et dix-huit (18/20), soit une étendue de quatorze (14) et ceux de l'évaluation sommative 2 varient entre onze (11/20) et vingt (20/20), ce qui correspond à une étendue de neuf (9). On remarque bien que la dispersion des notes diminue après chaque cours, cela est normale puisque chaque type de cours apporte plus de connaissance aux apprenants, ce qui réduit les écarts de niveaux entre les apprenants.

Toutefois la présence de la note vingt (20/20) lors de l'évaluation diagnostique et l'absence de cette même note (20/20) lors de l'évaluation sommative 1 prouve que, la part du hasard est grande dans les résultats de l'évaluation diagnostique et que la progression des apprenants est supérieure au niveau présenté dans le tableau 4.21.

De plus, le calcul des notes moyennes (\bar{x}) pour cette classe sont de 9,72; 11,77 et 16,38 respectivement pour l'évaluation diagnostique, l'évaluation sommative 1 et l'évaluation sommative 2. Cette progression de la note moyenne ($\Delta\bar{x} = \bar{x}_{es} - \bar{x}_{ed}$) met en évidence l'apport du cours théorique sur les connaissances des apprenants ainsi que celle de la séance de travaux pratiques. A partir de ces informations sur la dispersion des notes, des notes moyennes et des intervalles de confiances des notes, on peut affirmer qu'après avoir suivi le cours théorique, les apprenants ont progressé de $\Delta\bar{x} = 2,05$ ($11,77 > 9,72$) et l'écart de niveau entre les apprenants c'est réduite sur la notion étudiée ($14 < 17$). Cependant, après que ces mêmes apprenants aient participé à la séance de travaux pratiques, leurs niveaux a encore progressé de $\Delta\bar{x} = 4,61$ ($16,38 > 11,77 > 9,72$) et les différences entre les apprenants ce sont encore réduites ($9 < 14 < 17$).

Au regard des résultats de l'évaluation sommative 1 et de l'évaluation sommative 2, il est clair que la séance de travaux pratiques a plus apporté aux apprenants que le cours théorique par conséquent, deux hypothèses de recherche sont validées pour cette classe témoin du lycée LUMUMBA à savoir que :

- Les activités expérimentales intégrées aux cours améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme ;
- Les apprenants éprouvent des difficultés à comprendre des notions ou concepts nécessitant une base empirique que les activités expérimentales apportent sans les réaliser.

Suite à la validation de la première hypothèse, la deuxième hypothèse l'est aussi puisque, les résultats de l'évaluation sommative 1 (cours théorique) sont inférieurs à ceux de l'évaluation sommative 2 (séance de T.P). En effet, les apprenants de la classe témoin ont plus compris le cours sur l'électromagnétisme après avoir participé à la séance de T.P, cela signifie qu'avant ils avaient moins compris donc éprouvaient des difficultés de compréhension sur la notion étudiée.

- *Comparaison relative aux items*

La figure 4.13 ci-dessous représente une visualisation comparative des taux de réponses exactes à la fois de l'évaluation diagnostique et des évaluations sommatives (après le cours théorique et après la séance de travaux pratiques) de la classe témoin du lycée LUMUMBA.

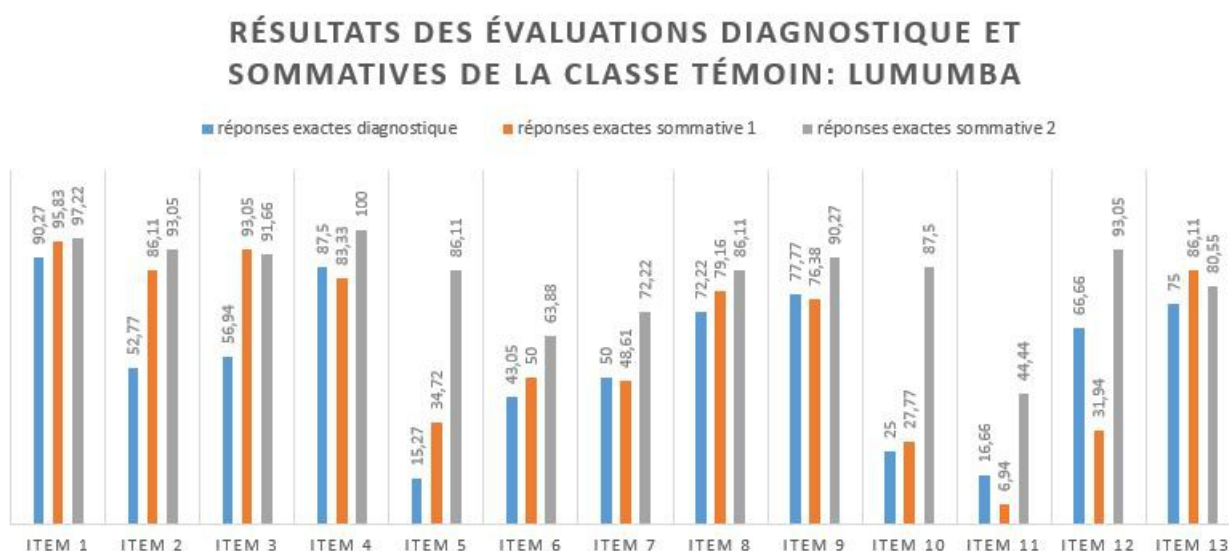


FIGURE 4.13 – Comparaison relative aux items de la classe témoin : LUMUMBA

L'analyse de cette figure 4.13 montre que les résultats de l'évaluation sommative après le cours théorique (évaluation sommative 1) sont supérieurs aux résultats de l'évaluation diagnostique pour huit (8) items. Plus précisément pour les items 1 ; 2 ; 3 ; 5 ; 6 ; 8 ; 10 et 13. L'écart le plus important entre les taux de réponses exactes de ces deux évaluations est de 36,11% obtenu pour l'item n°3. Les résultats de l'évaluation diagnostique sont inférieurs aux résultats de l'évaluation sommative 1 pour huit (8) items sur les treize (13) items proposés aux apprenants, cela est normal et s'explique par l'apport du cours théorique qui a augmenté le niveau de connaissance des apprenants relatif à la notion enseignée.

Pour le reste des items c'est-à-dire, les items 4 ; 7 ; 9 ; 11 et 12 les résultats de l'évaluation diagnostique sont supérieurs aux résultats de l'évaluation sommative 1. Pour ces items, l'écart le plus important entre les taux de réponses exactes de ces deux évaluations est de 34,72% obtenu pour l'item n°12. Ce revirement des résultats pour les items 4 ; 7 ; 9 ; 11 et 12 peut être expliqué par le fait que lors de l'évaluation diagnostique les apprenants se sont plus remis au hasard pour cocher la bonne réponse qu'à la réflexion. Les résultats de l'évaluation diagnostique ne traduisent donc pas fidèlement le niveau de connaissance initial des apprenants, les résultats diagnostique obtenus ici sont légèrement exagérés. Cela signifie également que la progression des apprenants est légèrement supérieure à celle indiquée par la figure 4.13.

En comparant les résultats de l'évaluation diagnostique, de l'évaluation sommative 1 à ceux de l'évaluation sommative 2 (après la séance de travaux pratiques), on constate tout de suite que les résultats de l'évaluation sommative 2 sont supérieurs aux résultats de l'évaluation diagnostique pour l'ensemble des treize (13) items. Les résultats de l'évaluation sommative 2 sont supérieurs aux résultats de l'évaluation sommative 1 pour onze (11) items sur les treize (13) items proposés aux apprenants lors de ces évaluations. Cela concerne les items 1 ; 2 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9 ; 10 ; 11 et 12.

L'écart le plus important entre les taux de réponses exactes de l'évaluation sommative 2 et l'évaluation diagnostique est de 70,84% obtenu pour l'item n°5 et l'écart le plus important entre les taux de réponses exactes de l'évaluation sommative 2 et l'évaluation sommative 1 est de 61,11% obtenu pour l'item n°12. Vu ces résultats, une seule conclusion est possible, les résultats de l'évaluation sommative 2 (la classe témoin-T.P) sont meilleurs que ceux de l'évaluation sommative 1 (la classe témoin). Par conséquent, les apprenants ont plus progressé, mieux compris la notion enseignée (électromagnétisme) après avoir participé à la séance de travaux pratiques sur l'électromagnétisme.

Pour les items 3 et 13 où seuls les taux de réponses exactes de l'évaluation sommative 1 (la classe témoin) sont supérieurs aux taux de réponses exactes de l'évaluation sommative 2 (la classe témoin-T.P), l'écart le plus important entre ces deux taux est de 5,56% obtenu pour l'item n°13. Cela peut être attribuée soit à une bonne maîtrise des concepts ou notions enseignées lors du cours théorique ou à un manque d'attention de certains apprenants au moment de répondre aux questions ou lors de la séance de travaux pratiques.

► *La première classe expérimentale*

• *Comparaison relative aux notes*

Le tableau 4.22 ci-dessous présente les résultats des évaluations diagnostique et sommative de la première classe expérimentale du lycée LUMUMBA relatifs aux notes obtenues par les apprenants.

Tableau 4.22 – Comparaison relative aux notes : classe expérimentale 1 - LUMUMBA

Notes x_i	E. diagnostique		E. sommative	
	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$
2	1	1,26	0	0,00
3	1	1,26	0	0,00
4	0	0,00	0	0,00
5	3	3,79	0	0,00
6	12	15,18	0	0,00
7	7	8,86	0	0,00
8	5	6,32	0	0,00
9	7	8,86	0	0,00
10	9	11,39	0	0,00
11	9	11,39	0	0,00
12	7	8,86	3	3,79
13	6	7,59	5	6,32
14	4	5,06	5	6,32
15	4	5,06	4	5,06
16	2	2,53	7	8,86
17	2	2,53	8	10,12
18	0	0,00	11	13,92
19	0	0,00	13	16,45
20	0	0,00	23	29,11
Total	79	100	79	100
étendue	15		8	
\bar{x}	9,83		17,52	
$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$	[6,46 ; 13,20]		[15,08 ; 19,95]	

n_i = effectif des notes, $f_i(\%)$ = fréquence des notes et E. = évaluation

La comparaison des résultats de ces deux (2) évaluations à l'aide du tableau 4.22 révèle que, les notes de l'évaluation diagnostique varient entre deux (02/20) et dix-sept (17/20), soit une étendue de quinze (15) alors que les notes de l'évaluation sommative de cette même classe varient entre douze (12/20) et vingt (20/20), soit une étendue de huit (8). On constate que la dispersion des notes diminue après le cours expérimental, cela s'explique naturellement puisque ce cours expérimental ou T.P-cours apporte des nouvelles connaissances aux apprenants, ce qui réduit les écarts de niveaux entre les apprenants.

En outre, le calcul des notes moyennes (\bar{x}) pour cette classe sont de 9,83 et 17,52 respectivement pour l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative. La progression observée ici par rapport aux notes moyennes ($\Delta\bar{x} = \bar{x}_{es} - \bar{x}_{ed}$) met en évidence l'apport du cours expérimental sur les connaissances des apprenants. A partir de ces informations sur la dispersion des notes, des notes moyennes et des intervalles de confiance des notes, on peut dire qu'après avoir suivi le cours expérimental, les apprenants ont bien progressé de $\Delta\bar{x} = 7,69$ ($17,52 > 9,83$) et l'écart de niveau entre les apprenants c'est réduit sur la notion étudiée ($8 < 15$). Cependant la part du hasard est grande dans les résultats de l'évaluation diagnostique donc la progression des apprenants est légèrement supérieure au niveau présenté ici.

- *Comparaison relative aux items*

La figure 4.14 présente les résultats par rapport aux items des évaluations diagnostique et sommative de la première classe expérimentale du lycée LUMUMBA.

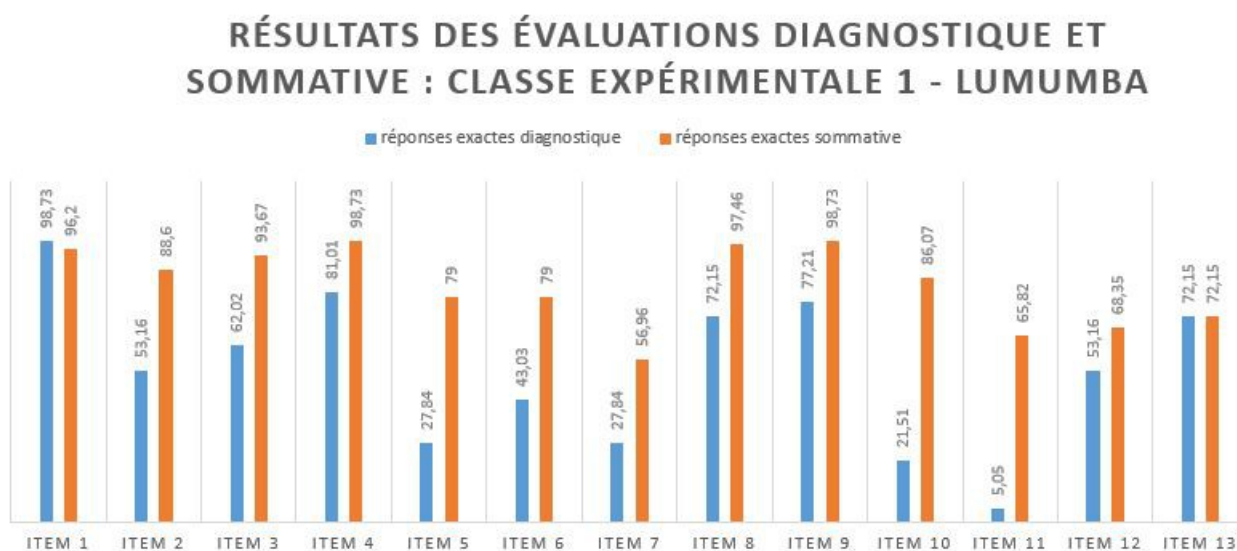


FIGURE 4.14 – Comparaison relative aux items : classe expérimentale 1 - LUMUMBA

L'examen de cette figure 4.14 indique que sur onze (11) des treize (13) items proposées aux apprenants, les résultats de l'évaluation diagnostique en ce qui concerne les taux de réponses exactes sont inférieurs aux résultats de l'évaluation sommative de cette même classe. Il s'agit précisément des items 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9 ; 10 ; 11 et 12. Pour certains items une progression allant du double à plus de 50% est observée, la différence la plus élevée étant de 64,56% observée pour l'item n°10. Le fait que les résultats de l'évaluation sommative soient supérieurs aux résultats de l'évaluation diagnostique s'explique par l'apport du cours expérimental qui a augmenté significativement le niveau de connaissance des apprenants.

Pour le reste des items c'est-à-dire, les items 1 et 13, on remarque une égalité entre les résultats de ces deux (2) évaluations pour l'item n°13 avec un taux 72,15% chacune et la supériorité de l'évaluation diagnostique sur l'évaluation sommative pour l'item n°1 avec une différence de 1,53% entre ces deux (2) résultats. Cela peut s'expliquer fort probablement par la présence des erreurs dues au hasard lors de l'évaluation diagnostique des apprenants.

► *La deuxième classe expérimentale*

• *Comparaison relative aux notes*

Les résultats des évaluations diagnostique et sommative de la deuxième classe expérimentale du lycée LUMUMBA relatifs aux notes sont présentés dans le tableau 4.23. En confrontant les résultats de ces deux (2) évaluations à l'aide du tableau 4.23 on remarque que, les notes de l'évaluation diagnostique varient entre trois (03/20) et dix-sept (17/20), soit une étendue de quatorze (14) alors que les notes de l'évaluation sommative varient entre onze (11/20) et vingt (20/20), soit une étendue de neuf (9). On constate que la dispersion des notes diminue après le T.P-cours, cela s'explique puisque ce T.P-cours apporte plus de connaissance aux apprenants, ce qui réduit les écarts de niveaux entre les apprenants.

Le calcul des notes moyennes (\bar{x}) pour cette classe a donné 10,49 et 15,87 respectivement pour l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative. La progression observée par rapport aux notes moyennes ($\Delta\bar{x} = \bar{x}_{es} - \bar{x}_{ed}$) met bien en évidence l'apport du T.P-cours sur les connaissances des apprenants. Vu les observations faites sur la dispersion des notes, des notes moyennes et des intervalles de confiance des notes, on peut dire qu'après avoir suivi le cours expérimental, les apprenants ont significativement progressé de $\Delta\bar{x} = 5,38$ ($15,87 > 10,49$) et que l'écart de niveau entre les apprenants c'est réduit sur la notion étudiée ($9 < 14$). Cependant la part du hasard est grande dans les résultats de l'évaluation diagnostique donc la progression des apprenants est supérieure au niveau présenté ici.

Tableau 4.23 – Comparaison relative aux notes : classe expérimentale 2 - LUMUMBA

Notes x_i	E. diagnostique		E. sommative	
	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$
3	1	1,14	0	0,00
4	3	3,44	0	0,00
5	3	3,44	0	0,00
6	1	1,14	0	0,00
7	9	10,34	0	0,00
8	7	8,04	0	0,00
9	6	6,89	0	0,00
10	9	10,34	0	0,00
11	19	21,83	4	4,59
12	5	5,74	2	2,29
13	9	10,34	9	10,34
14	4	4,59	8	9,19
15	6	6,89	16	18,39
16	3	3,44	15	17,24
17	2	2,29	9	10,34
18	0	0,00	11	12,64
19	0	0,00	7	8,04
20	0	0,00	6	6,89
Total	87	100	87	100
étendue	14		9	
\bar{x}	10,49		15,87	
$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$	[7,29 ; 13,68]		[13,51 ; 18,22]	

n_i = effectif des notes, $f_i(\%)$ = fréquence des notes et E. = évaluation

• *Comparaison relative aux items*

La figure 4.15 matérialise les résultats par rapport aux items des évaluations diagnostique et sommative de la deuxième classe expérimentale du lycée LUMUMBA. L'analyse approfondie de la figure 4.15 révèle que pour tous les items proposés aux apprenants de cette classe, les résultats de l'évaluation diagnostique en ce qui concerne les taux de réponses exactes sont inférieurs aux taux de réponses exactes de l'évaluation sommative de cette deuxième classe expérimentale. Un maximum (100%) est observé pour l'item n°9 de l'évaluation sommative.

Pour certains items on observe une progression de plus de 50% notamment pour les items 5; 10 et 11 avec des différences respectives de 59,77%; 52,87% et 51,72%. Le fait que les résultats de l'évaluation sommative soient supérieurs aux résultats de l'évaluation diagnostique est normal et s'explique par l'apport du cours expérimental qui a augmenté significativement le niveau de connaissance des apprenants par rapport à l'électromagnétisme et cette conclusion est en harmonie avec celle obtenue après l'étude du tableau 4.23.

RÉSULTATS DES ÉVALUATIONS DIAGNOSTIQUE ET SOMMATIVE : CLASSE EXPÉRIMENTALE 2 - LUMUMBA

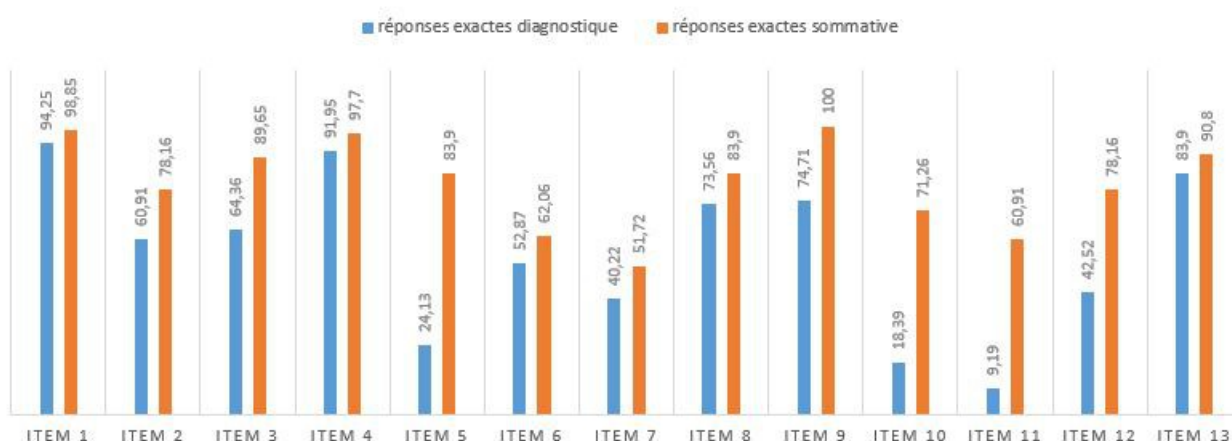


FIGURE 4.15 – Comparaison relative aux items : classe expérimentale 2 - LUMUMBA

4.2.5.2 Comparaison des résultats du lycée CHAMINADE

- ▶ *La classe témoin*
- *Comparaison relative aux notes*

Le tableau 4.24 ci-dessous présente les résultats de la classe témoin du lycée CHAMINADE relatifs aux notes obtenues par les apprenants lors des évaluations diagnostique, sommative 1 (après le cours théorique) et sommative 2 (après la séance de T.P). L'étude du tableau 4.24 montre que, les notes de l'évaluation diagnostique varient entre deux (02/20) et dix-sept (17/20), soit une étendue de quinze (15) alors que les notes de l'évaluation sommative 1 varient entre quatre (04/20) et dix-sept (17/20), soit une étendue de treize (13) et ceux de l'évaluation sommative 2 (classe témoin-T.P) varient entre treize (13/20) et vingt (20/20), ce qui correspond à une étendue de sept (7). On remarque bien que la dispersion des notes diminue après chaque cours, chaque type de cours apporte plus de connaissance aux apprenants, ce qui réduit les écarts de niveaux entre les apprenants.

De surcroit, le calcul des notes moyennes (\bar{x}) pour cette classe sont de 8,58 ; 10,60 et 17,17 respectivement pour l'évaluation diagnostique, l'évaluation sommative 1 et l'évaluation sommative 2 (classe témoin-T.P). Cette progression de la note moyenne ($\Delta\bar{x} = \bar{x}_{es} - \bar{x}_{ed}$) met en évidence l'apport du cours théorique sur les connaissances des apprenants ainsi que celle de la séance de travaux pratiques. Au regard des résultats sur la dispersion des notes, des notes moyennes et des intervalles de confiances des notes, on peut affirmer qu'après avoir suivi le cours théorique, les apprenants ont progressé de $\Delta\bar{x} = 2,02$ ($10,60 > 8,58$) et l'écart

de niveau entre les apprenants c'est réduit sur la notion étudiée ($13 < 15$). Part la suite, après que ces mêmes apprenants aient participé à la séance de travaux pratiques, leurs niveaux a encore progressé de $\Delta\bar{x} = 6,57$ ($17,17 > 10,60 > 8,58$) par rapport à l'évaluation sommative 1. La différence de niveau entre les apprenants c'est encore réduite ($7 < 13 < 15$).

Suite à l'observation des résultats de l'évaluation sommative 1 et de l'évaluation sommative 2 (classe témoin-T.P), il apparait clairement que la séance de travaux pratiques a plus apporté aux apprenants que le cours théorique par conséquent, deux hypothèses de recherche sont validées pour cette classe témoin du lycée CHAMINADE à savoir que :

- Les activités expérimentales intégrées aux cours améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme ;
- Les apprenants éprouvent des difficultés à comprendre des notions ou concepts nécessitant une base empirique que les activités expérimentales apportent sans les réaliser.

La validation de la première hypothèse implique celle de la deuxième hypothèse aussi puisque, les résultats de l'évaluation sommative 1 sont inférieurs à ceux de l'évaluation sommative 2 (classe témoin-T.P). En effet, cela signifie que les apprenants de la classe témoin ont moins compris le cours sur l'électromagnétisme que les apprenants de classe témoin-T.P. Puisque les apprenants de la classe témoin ont moins compris c'est qu'ils éprouvent des difficultés de compréhension après avoir suivi le cours théorique.

Tableau 4.24 – Comparaison relative aux notes de la classe témoin : CHAMINADE

Notes x_i	E. diagnostique		E. sommative 1		E. sommative 2	
	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$
2	1	2,43	0	0,00	0	0,00
3	0	0,00	0	0,00	0	0,00
4	0	0,00	1	2,43	0	0,00
5	2	4,87	0	0,00	0	0,00
6	3	7,31	2	4,87	0	0,00
7	3	7,31	4	9,75	0	0,00
8	4	9,75	1	2,43	0	0,00
9	9	21,95	7	17,07	0	0,00
10	1	2,43	7	17,07	0	0,00
11	3	7,31	5	12,19	0	0,00
12	6	14,63	3	7,31	0	0,00
13	2	4,87	4	9,75	3	7,31
14	4	9,75	2	4,87	0	0,00
15	2	4,87	3	7,31	5	12,19
16	0	0,00	0	0,00	6	14,63
17	1	2,43	2	4,87	4	9,75
18	0	0,00	0	0,00	15	36,58
19	0	0,00	0	0,00	4	9,75
20	0	0,00	0	0,00	4	9,75
Total	41	100	41	100	41	100
étendue	15		13		7	
\bar{x}	8,58		10,60		17,17	
$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$	[2,60 ; 14,55]		[7,61 ; 13,58]		[15,31 ; 19,02]	

n_i = effectif des notes, $f_i(\%)$ = fréquence des notes et E. = évaluation

• **Comparaison relative aux items**

La figure 4.16 présente une comparaison des taux de réponses exactes à la fois de l'évaluation diagnostique et des évaluations sommatives (après le cours théorique et après la séance de travaux pratiques) de la classe témoin du lycée CHAMINADE.

L'examen de la figure 4.16 montre que les résultats de l'évaluation sommative après le cours théorique (évaluation sommative 1) sont supérieurs aux résultats de l'évaluation diagnostique pour neuf (9) items. Plus précisément il s'agit des items 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9 et 13. L'écart le plus important entre les taux de réponses exactes de ces deux évaluations est de 12,20% obtenu pour l'item n°2. Les résultats de l'évaluation diagnostique sont inférieurs aux résultats de l'évaluation sommative 1 pour neuf (9) items sur les treize (13) items proposés aux apprenants, cela est normal et s'explique par l'apport du cours théorique qui a augmenté le niveau de connaissance des apprenants relatif à la notion enseignée.

En plus d'une égalité pour les items 10 et 12 avec des taux respectifs de 21,95% et 60,97%, les résultats de l'évaluation diagnostique sont supérieurs aux résultats de l'évaluation sommative 1 en ce qui concerne les items 5 et 11. Pour ces items, l'écart le plus important entre les taux de réponses exactes de ces deux évaluations est de 4,88% obtenu pour l'item n°5. Ce revirement des résultats pour les items 5 et 11 peut être expliqué par le fait que lors de l'évaluation diagnostique les apprenants se sont plus remis au hasard pour cocher la bonne réponse qu'à la réflexion. Les résultats de l'évaluation diagnostique ne traduisent donc pas fidèlement le niveau de connaissance initial des apprenants, les résultats de l'évaluation diagnostique obtenus ici sont légèrement exagérés. Cela signifie également que la progression des apprenants est légèrement supérieure à celle indiquée par la figure 4.16.

En confrontant les résultats de l'évaluation diagnostique, de l'évaluation sommative 1 à ceux de l'évaluation sommative 2 (après la séance de travaux pratiques), on constate tout de suite que les résultats de l'évaluation sommative 2 sont supérieurs aux résultats de l'évaluation diagnostique et aux résultats de l'évaluation sommative 1 pour douze (12) des treize (13) items proposés aux apprenants lors de ces évaluations. Cela concerne les items 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9 ; 10 ; 11 ; 12 et 13.

L'écart le plus important entre les taux de réponses exactes de l'évaluation sommative 2 et l'évaluation diagnostique est de 75,61% obtenu pour l'item n°10 et l'écart le plus important entre les taux de réponses exactes de l'évaluation sommative 2 et l'évaluation sommative 1 est également de 75,61% obtenu pour le même item n°10. Vu ces résultats, une seule conclusion s'impose, les résultats de l'évaluation sommative 2 (la classe témoin-T.P) sont meilleurs que ceux de l'évaluation sommative 1 (la classe témoin). Par conséquent, les apprenants ont plus progressé et mieux compris la notion enseignée (électromagnétisme) après avoir participé à la séance de travaux pratiques sur l'électromagnétisme.

S'agissant de l'item n°1, on remarque une égalité entre les résultats de l'évaluation diagnostique et ceux de l'évaluation sommative 2 avec un taux de 97,56%. Pour cet item, seul le taux de réponses exactes de l'évaluation sommative 1 (la classe témoin) est supérieur au taux de réponses exactes de l'évaluation sommative 2 (la classe témoin-T.P), l'écart le plus important entre ces deux taux est de 2,46%. Cela peut être attribuée soit à une bonne maîtrise des concepts ou notions enseignées lors du cours théorique ou à un manque d'attention de certains apprenants au moment de répondre aux items lors de la séance de travaux

pratiques. En définitive, ces résultats sont en harmonie avec ceux obtenus après l'étude du tableau 4.24.

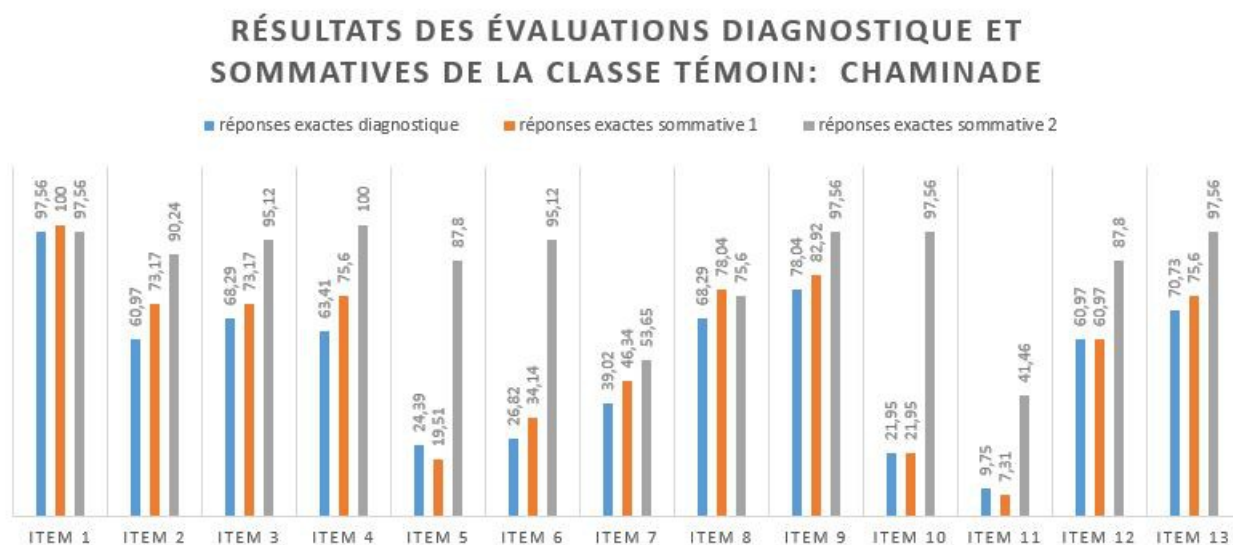


FIGURE 4.16 – Comparaison relative aux items de la classe témoin : CHAMINADE

► *La première classe expérimentale*

• *Comparaison relative aux notes*

Le tableau 4.25 présente les résultats des évaluations diagnostique et sommative de la première classe expérimentale du lycée CHAMINADE relatifs aux notes obtenues par les apprenants lors de ces différentes évaluations.

La superposition des résultats de ces deux (2) évaluations à partir du tableau 4.25 révèle que, les notes de l'évaluation diagnostique varient entre quatre (04/20) et dix-neuf (19/20), soit une étendue de quinze (15) alors que les notes de l'évaluation sommative de cette même classe varient entre onze (11/20) et vingt (20/20), soit une étendue de neuf (9). On constate que la dispersion des notes diminue après le cours expérimental, cela s'explique tout simplement par le fait que le cours expérimental ou T.P-cours apporte des connaissances nouvelles aux apprenants de cette classe, ce qui réduit les écarts de niveaux entre les apprenants.

En outre, le calcul des notes moyennes (\bar{x}) pour cette classe sont de 11,50 et 17,74 respectivement pour l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative. La progression observée ici par rapport aux notes moyennes ($\Delta\bar{x} = \bar{x}_{es} - \bar{x}_{ed}$) met en exergue l'apport du cours expérimental sur les connaissances des apprenants. De ces observations sur la dispersion des notes, des notes moyennes et des intervalles de confiance des notes présentées par le tableau

4.25, on peut dire qu'après avoir suivi le cours expérimental, les apprenants ont significativement progressé de $\Delta\bar{x} = 6,24$ ($17,74 > 11,50$) et que l'écart de niveau entre les apprenants c'est réduit sur la notion étudiée ($9 < 15$). Néanmoins la part du hasard dans l'obtention des bonnes réponses subsiste toujours dans les résultats de l'évaluation diagnostique donc la progression des apprenants est supérieure à celle présentée ici.

Tableau 4.25 – Comparaison relative aux notes : classe expérimentale 1 - CHAMINADE

Notes x_i	E. diagnostique		E. sommative	
	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$
4	1	2,00	0	0,00
5	2	4,00	0	0,00
6	0	0,00	0	0,00
7	1	2,00	0	0,00
8	1	2,00	0	0,00
9	7	14,00	0	0,00
10	5	10,00	0	0,00
11	8	16,00	1	2,00
12	8	16,00	0	0,00
13	5	10,00	2	4,00
14	5	10,00	2	4,00
15	3	6,00	2	4,00
16	1	2,00	4	8,00
17	2	4,00	5	10,00
18	0	0,00	16	32,00
19	1	2,00	5	10,00
20	0	0,00	13	26,00
Total	50	100	50	100
étendue	15		9	
\bar{x}	11,50		17,74	
$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$	[8,50 ; 14,49]		[15,62 ; 19,85]	

n_i = effectif des notes, $f_i(\%)$ = fréquence des notes et E. = évaluation

- *Comparaison relative aux items*

La figure 4.17 présente les résultats par rapport aux items des évaluations diagnostique et sommative de la première classe expérimentale du lycée CHAMINADE. L'observation de la figure 4.17 révèle que excepté une égalité constatée pour l'item n°1 avec des taux de réponses exactes de 100%, pour les douze (12) autres items proposées aux apprenants, les résultats de l'évaluation diagnostique en ce qui concerne les taux de réponses exactes sont inférieurs aux taux de réponses exactes de l'évaluation sommative de la première classe expérimentale du lycée CHAMINADE. Deux (2) autres maximums (100%) sont observés pour les items 4 et 13 de l'évaluation sommative.

Pour certains items on observe une progression de plus de 50% notamment pour les items 5 et 10 avec des différences respectives de 62,00% et 56,00%. Le fait que les résultats de l'évaluation sommative soient supérieurs aux résultats de l'évaluation diagnostique s'explique par l'apport du cours expérimental qui a augmenté significativement le niveau de connaissance des apprenants et cette conclusion est en harmonie avec celle obtenue après l'étude du tableau 4.25.

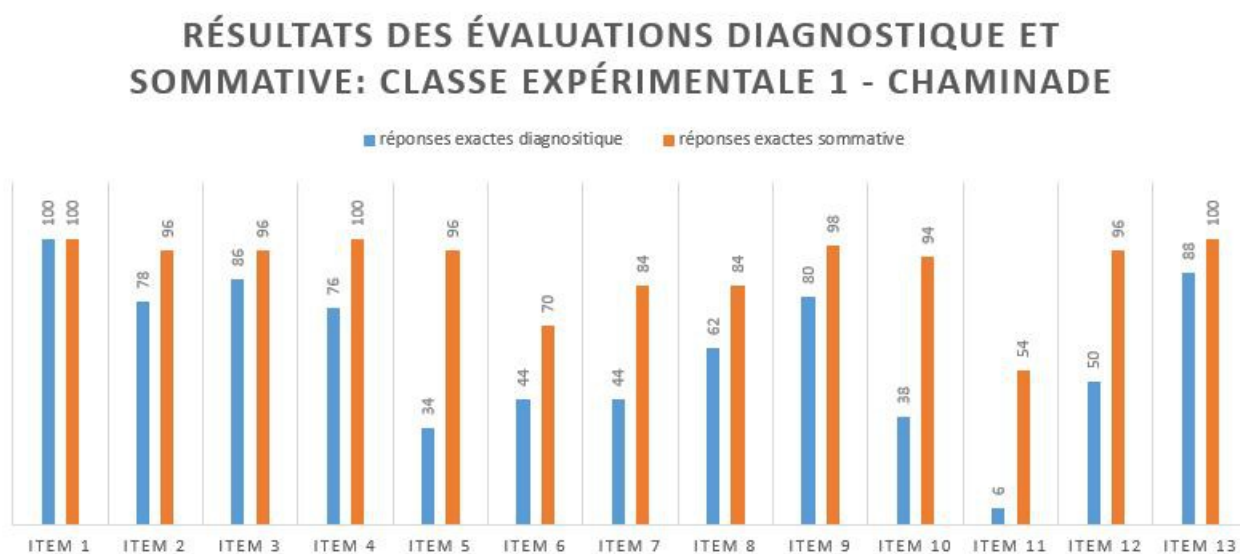


FIGURE 4.17 – Comparaison relative aux items : classe expérimentale 1 - CHAMINADE

- *La deuxième classe expérimentale*
- *Comparaison relative aux notes*

Les résultats des évaluations diagnostique et sommative de la deuxième classe expérimentale du lycée CHAMINADE relatifs aux notes obtenues par les apprenants sont présentés dans le tableau 4.26. En confrontant les résultats de ces deux (2) évaluations à l'aide du tableau 4.26 on constate que, les notes de l'évaluation diagnostique varient entre six (06/20) et quinze (15/20), soit une étendue de neuf (9) alors que les notes de l'évaluation sommative de cette deuxième classe expérimentale varient entre quatorze (14/20) et vingt (20/20), soit une étendue de six (6). On remarque une augmentation des notes et une diminution de la dispersion des notes après la réalisation du cours expérimental, cela s'explique du fait de l'apport du cours expérimental ou T.P-cours. En effet, il existe un réel apport du cours expérimental sur les connaissances des apprenants, ce qui contribue à réduire les écarts de niveaux entre les apprenants de cette classe expérimentale.

De plus, le calcul des notes moyennes (\bar{x}) pour cette classe a donné 11,50 et 18,09 respectivement pour l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative. La progression observée par rapport aux notes moyennes ($\Delta\bar{x} = \bar{x}_{es} - \bar{x}_{ed}$) traduit l'apport du cours expérimental sur les connaissances des apprenants. Vu les observations faites sur la dispersion des notes, des notes moyennes et des intervalles de confiance des notes, on peut dire qu'après avoir suivi le cours expérimental, les apprenants ont significativement progressé de $\Delta\bar{x} = 6,59$ ($18,09 > 11,50$) et que l'écart de niveau entre les apprenants c'est réduit sur la notion étudiée ($6 < 9$). Cependant la part d'erreurs due au hasard est grande dans les résultats de l'évaluation diagnostique donc la progression des apprenants est légèrement supérieure à celle mise en évidence ici.

Tableau 4.26 – Comparaison relative aux notes : classe expérimentale 2 - CHAMINADE

Notes x_i	E. diagnostique		E. sommative	
	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$
6	2	4,67	0	0,00
7	1	2,38	0	0,00
8	3	7,14	0	0,00
9	4	9,52	0	0,00
10	1	2,38	0	0,00
11	6	14,28	0	0,00
12	11	26,19	0	0,00
13	4	9,52	0	0,00
14	6	14,28	1	2,38
15	4	9,52	1	2,38
16	0	0,00	4	9,52
17	0	0,00	6	14,28
18	0	0,00	15	35,71
19	0	0,00	5	11,90
20	0	0,00	10	23,80
Total	42	100	42	100
étendue	9		6	
\bar{x}	11,50		18,09	
$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$	[9,04; 13,91]		[16,55; 19,62]	

n_i = effectif des notes, $f_i(\%)$ = fréquence des notes et E. = évaluation

• *Comparaison relative aux items*

La figure 4.18 ci-dessous présente les résultats par rapport aux items des évaluations diagnostique et sommative de la deuxième classe expérimentale du lycée CHAMINADE. L'étude approfondie de la figure 4.18 révèle que pour tous les items proposés aux apprenants de cette classe, les résultats de l'évaluation diagnostique en ce qui concerne les taux de réponses exactes sont inférieurs aux taux de réponses exactes de l'évaluation sommative de

cette deuxième classe expérimentale et un maximum (100%) est observé pour l'item n°1 de l'évaluation sommative.

On observe une progression de plus de 50% notamment pour les items 5 et 10 avec des différences respectives de 66,66% et 59,52%. Alors le fait que les résultats de l'évaluation sommative soient supérieurs aux résultats de l'évaluation diagnostique est logique et s'explique par l'apport du cours expérimental qui a augmenté de façon significative le niveau de connaissance des apprenants et cette constatation est en harmonie avec celle observée après l'étude du tableau 4.26.

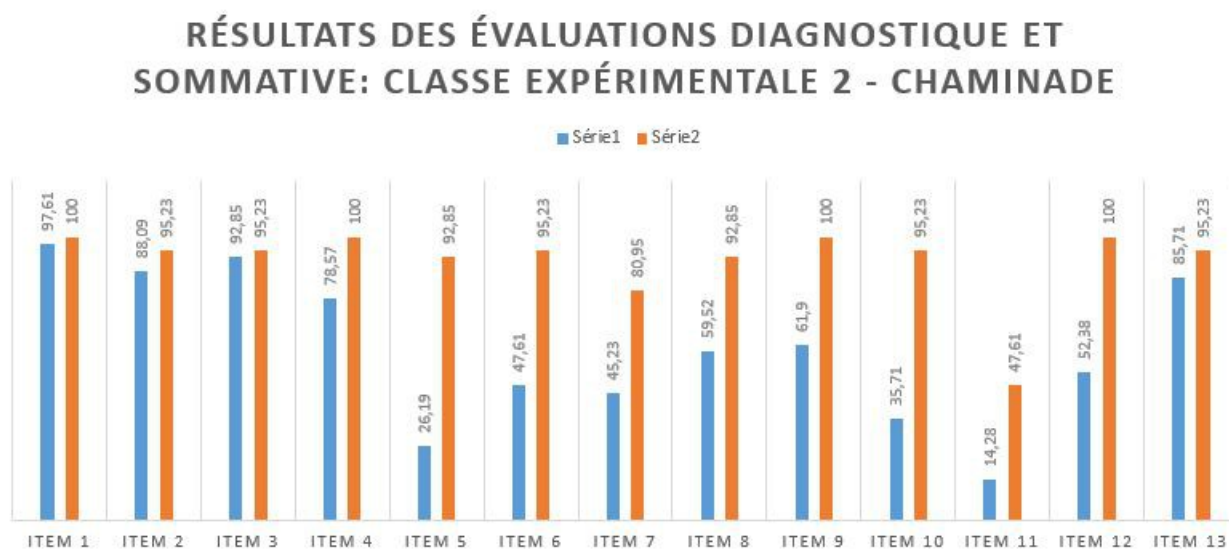


FIGURE 4.18 – Comparaison relative aux items : classe expérimentale 2 - CHAMINADE

4.2.5.3 Comparaison des résultats du lycée JAVOUHEY

- ▶ *La classe témoin*
- *Comparaison relative aux notes*

Le tableau 4.27 présente les résultats de la classe témoin du lycée JAVOUHEY relatifs aux notes obtenues par les apprenants lors des évaluations diagnostique, sommative 1 (après le cours théorique) et sommative 2 (après la séance de travaux pratiques). L'examen du tableau 4.27 montre que, les notes de l'évaluation diagnostique varient entre six (06/20) et seize (16/20), soit une étendue de dix (10) par contre les notes de l'évaluation sommative 1 varient entre neuf (09/20) et quinze (15/20), soit une étendue de six (6) et ceux de l'évaluation sommative 2 varient entre onze (11/20) et vingt (20/20), ce qui correspond à une étendue de neuf (9). On remarque ici que la dispersion des notes diminue après le cours théo-

rique et augmente après la séance de travaux pratiques, bien que l'intervalle des notes se soit déplacer vers le haut c'est-à-dire, vers la note vingt(20/20). Néanmoins tous les apprenants ont obtenu une note supérieure à dix (10/20) pour cette deuxième évaluation sommative et les intervalles de confiance indique la hiérarchie suivante : évaluation sommative 1, évaluation sommative 2 et évaluation diagnostique. Ces résultats peut s'expliquer par le fait qu'après avoir suivi le cours théorique, le niveau des apprenants bien que pas très excellent est sensiblement uniforme puisque l'apport du cours théorique réduit les écarts de niveaux entre les apprenants.

L'étude de ce tableau 4.27 montre également que la note maximale de l'évaluation diagnostique est supérieure à la note maximale de l'évaluation sommative 1 ($16 > 15$). Cela est très certainement due aux erreurs liées à l'évaluation diagnostique qui ont augmenté légèrement le niveau des apprenants pour cette évaluation. En réalité, malgré toutes ces observations, les résultats de l'évaluation sommative 1 et 2 sont meilleurs que ceux de l'évaluation diagnostique de cette classe témoin du lycée JAVOUHEY.

En effet, le calcul des notes moyennes (\bar{x}) pour cette classe sont de 11,65 ; 12,08 et 17,52 respectivement pour l'évaluation diagnostique, l'évaluation sommative 1 et l'évaluation sommative 2. Cette progression de la note moyenne ($\Delta\bar{x} = \bar{x}_{es} - \bar{x}_{ed}$) met en évidence l'apport du cours théorique sur les connaissances des apprenants ainsi que celle de la séance de travaux pratiques. On voit bien ici que les résultats de l'évaluation diagnostique sont moins intéressant que ceux de l'évaluation sommative 1. Puisque après le cours théorique la note moyenne a légèrement progressé de $\Delta\bar{x} = 0,43$ et ces résultats de l'évaluation diagnostique sont encore moins intéressant que ceux de l'évaluation sommative 2. En effet, après la séance de travaux pratique la note moyenne a de nouveau progressé de $\Delta\bar{x} = 5,44$ par rapport à la note moyenne de l'évaluation sommative 1. Ce constat est conforté par les intervalles de confiances présentés dans ce même tableau 4.27 où on voit très bien que la borne inférieure de l'évaluation sommative 2 est supérieure aux deux bornes supérieures des évaluations diagnostique et sommative 1.

Suite à la comparaison des résultats de l'évaluation sommative 1 et de l'évaluation sommative 2, il apparait très clairement que la séance de travaux pratiques a plus apporté aux apprenants que le cours théorique par conséquent, on peut valider deux (2) hypothèses de recherche pour cette classe témoin du lycée JAVOUHEY à savoir que :

- Les activités expérimentales intégrées aux cours améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme ;
- Les apprenants éprouvent des difficultés à comprendre des notions ou concepts nécessitant une base empirique que les activités expérimentales apportent sans les réaliser.

Etant donné que les résultats de l'évaluation sommative 1 sont inférieurs à ceux de l'évaluation sommative 2, cela signifie que la séance de travaux pratiques a apporté plus de connaissance aux apprenants que le cours théorique, cela signifie également que les apprenants n'ont pas bien compris le cours sur l'électromagnétisme après avoir suivi le cours théorique, donc ils éprouvent bien des difficultés de compréhension pour certaines notions nécessitant une base empirique que les activités expérimentales apportent sans les réaliser.

Tableau 4.27 – Comparaison relative aux notes de la classe témoin : JAVOUHEY

Notes x_i	E. diagnostique		E. sommative 1		E. sommative 2	
	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$
6	2	8,69	0	0,00	0	0,00
7	1	4,34	0	0,00	0	0,00
8	0	0,00	0	0,00	0	0,00
9	1	4,34	2	8,69	0	0,00
10	4	17,39	2	8,69	0	0,00
11	2	8,69	4	17,39	2	8,69
12	5	21,73	5	21,73	0	0,00
13	1	4,34	5	21,73	1	4,34
14	3	13,04	4	17,39	0	0,00
15	1	4,34	1	4,34	0	0,00
16	3	13,04	0	0,00	2	8,69
17	0	0,00	0	0,00	3	13,04
18	0	0,00	0	0,00	7	30,43
19	0	0,00	0	0,00	1	4,34
20	0	0,00	0	0,00	7	30,43
Total	23	100	23	100	23	100
étendue	10		6		9	
\bar{x}	11,65		12,08		17,52	
$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$	[8,75 ; 14,54]		[10,41 ; 13,74]		[14,88 ; 20,13]	

n_i = effectif des notes, $f_i(\%)$ = fréquence des notes et E. = évaluation

• *Comparaison relative aux items*

La figure 4.19 présente une comparaison des taux de réponses exactes à la fois de l'évaluation diagnostique et des évaluations sommatives (après le cours théorique et après la séance de travaux pratiques) de la classe témoin du lycée JAVOUHEY.

RÉSULTATS DES ÉVALUATIONS DIAGNOSTIQUE ET SOMMATIVES DE LA CLASSE TÉMOIN: JAVOUHEY

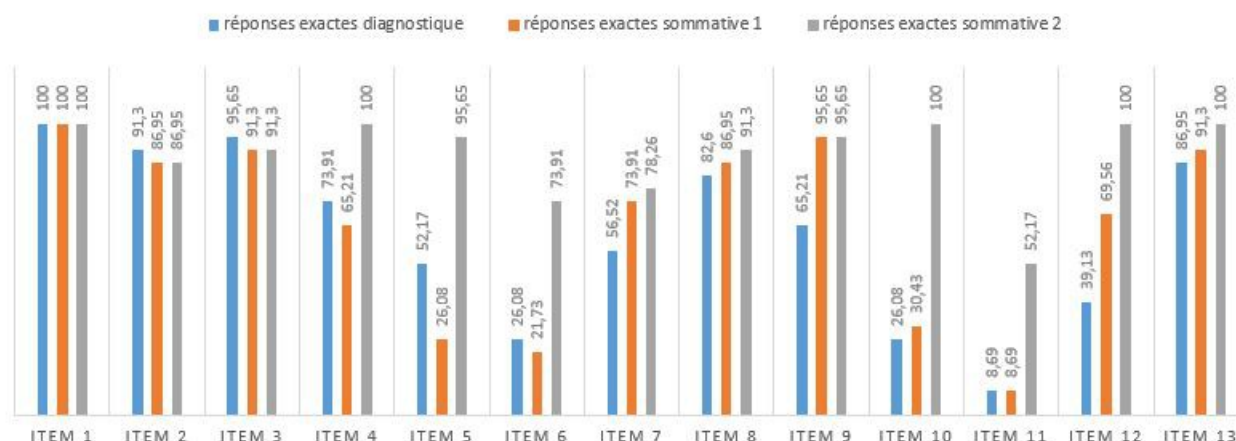


FIGURE 4.19 – Comparaison relative aux items de la classe témoin : JAVOUHEY

L'observation de la figure 4.19 montre que les résultats de l'évaluation sommative après le cours théorique (évaluation sommative 1) sont supérieurs aux résultats de l'évaluation diagnostique pour six (6) items. Plus précisément il s'agit des items 7 ; 8 ; 9 ; 10 ; 12 et 13. L'écart le plus important entre les taux de réponses exactes de ces deux évaluations est de 30,44% obtenu pour les items 9 et 12. Les résultats de l'évaluation diagnostique sont inférieurs aux résultats de l'évaluation sommative 1 pour six (6) items sur les treize (13) items proposés aux apprenants, cela est normal et s'explique par l'apport du cours théorique qui a augmenté le niveau de connaissance des apprenants relatif à la notion enseignée.

En plus d'une égalité pour les items 1 et 11 avec des taux respectifs de 100% et 8,69%, les résultats de l'évaluation diagnostique sont supérieurs aux résultats de l'évaluation sommative 1 en ce qui concerne les items 2 ; 3 ; 4 ; 5 et 6. Pour ces items, l'écart le plus important entre les taux de réponses exactes de ces deux évaluations est de 26,09% obtenu pour l'item n°5. Ce revirement des résultats pour les items 2 ; 3 ; 4 ; 5 et 6 peut être expliqué par le fait que lors de l'évaluation diagnostique les apprenants se sont plus remis au hasard pour cocher la bonne réponse qu'à la réflexion. Les résultats de l'évaluation diagnostique ne traduisent pas fidèlement le niveau de connaissance initial des apprenants, les résultats diagnostiques obtenus ici sont légèrement exagérés. Cela signifie également que la progression des apprenants est légèrement supérieure à celle indiquée par la figure 4.19.

En comparant les résultats de l'évaluation diagnostique, de l'évaluation sommative 1 à ceux de l'évaluation sommative 2, on remarque tout de suite que les résultats de l'évaluation sommative 2 sont supérieurs aux résultats de l'évaluation diagnostique et aux résultats de l'évaluation sommative 1 pour neuf (9) des treize (13) items proposés aux apprenants lors de ces évaluations. Cela concerne les items 4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 10 ; 11 ; 12 et 13.

L'écart le plus important entre les taux de réponses exactes de l'évaluation sommative 2 et l'évaluation diagnostique est de 73,92% obtenu pour l'item n°10 et l'écart le plus important entre les taux de réponses exactes de l'évaluation sommative 2 et l'évaluation sommative 1 est de 69,57% obtenu pour le même item n°10. Vu ces résultats, une seule conclusion s'impose, les résultats de l'évaluation sommative 2 (la classe témoin-T.P) sont meilleurs que ceux de l'évaluation sommative 1 (la classe témoin). Par conséquent, les apprenants ont plus progressé et mieux compris la notion enseignée (électromagnétisme) après avoir participé à la séance de travaux pratiques sur l'électromagnétisme.

S'agissant de l'item n°1, on observe une triple égalité entre les résultats de l'évaluation diagnostique et ceux des deux (2) évaluations sommatives avec un taux de 100%. On observe aussi une égalité entre les taux de réponses exactes de l'évaluation sommative 1 (classe témoin) et ceux de l'évaluation sommative 2 (classe témoin-T.P) pour les items 2 ; 3 et 9 avec des taux respectifs de 86,95% ; 91,30% et 95,65%. Pour les items 2 et 3, les taux de réponses exactes de l'évaluation diagnostique sont supérieurs à ceux des deux (2) évaluations sommatives avec un écart de 4,35% pour les deux (2) items. Cela peut être attribuée aux erreurs (hasard) liées à la mesure du niveau initial des apprenants lors de l'évaluation diagnostique. Dans l'ensemble, ces résultats sont conformes à ceux présentés par le tableau 4.27.

► *La première classe expérimentale*

• *Comparaison relative aux notes*

Le tableau 4.28 ci-dessous présente les résultats des évaluations diagnostique et sommative de la première classe expérimentale du lycée JAVOUHEY relatifs aux notes obtenues par les apprenants. En comparant les résultats de ces deux (2) évaluations à l'aide du tableau 4.28 on constate que, les notes de l'évaluation diagnostique varient entre cinq (05/20) et dix-sept (17/20), soit une étendue de douze (12) alors que les notes de l'évaluation sommative de cette même classe varient entre quatorze (14/20) et vingt (20/20), soit une étendue de six (6). On remarque que la dispersion des notes diminue après le cours expérimental, les notes

sont plus concentrées, cela s'explique tout simplement par le fait que le cours expérimental ou T.P-cours apporte des connaissances nouvelles aux apprenants de cette classe, ce qui réduit les écarts de niveaux entre les différents apprenants.

En ce qui concerne le calcul des notes moyennes (\bar{x}) pour cette classe on a obtenu 10,03 et 16,66 respectivement pour l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative. La progression observée ici par rapport aux notes moyennes ($\Delta\bar{x} = \bar{x}_{es} - \bar{x}_{ed}$) met en lumière l'apport du cours expérimental sur les connaissances des apprenants. De ces observations sur la dispersion des notes, des notes moyennes et des intervalles de confiance des notes présentées par le tableau 4.28, on peut dire qu'après avoir suivi le cours expérimental, les apprenants ont considérablement progressé de $\Delta\bar{x} = 6,63$ ($16,66 > 10,03$) et que l'écart de niveau entre les apprenants c'est réduit sur la notion étudiée ($6 < 12$). Néanmoins la part du hasard dans l'obtention des bonnes réponses subsiste toujours dans les résultats de l'évaluation diagnostique par conséquent la progression des apprenants est supérieure à celle constatées ici.

Tableau 4.28 – Comparaison relative aux notes : classe expérimentale 1 - JAVOUHEY

Notes x_i	E. diagnostique		E. sommative	
	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$
5	2	7,40	0	0,00
6	2	7,40	0	0,00
7	4	14,81	0	0,00
8	3	11,11	0	0,00
9	0	0,00	0	0,00
10	4	14,81	0	0,00
11	3	11,11	0	0,00
12	2	7,40	0	0,00
13	3	11,11	0	0,00
14	1	3,70	4	14,81
15	2	7,40	3	11,11
16	0	0,00	5	18,51
17	1	3,70	6	22,22
18	0	0,00	6	22,22
19	0	0,00	1	3,70
20	0	0,00	2	7,40
Total	27	100	27	100
étendue	12		6	
\bar{x}	10,03		16,66	
$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$	[6,77 ; 13,28]		[14,89 ; 18,42]	

n_i = effectif des notes, $f_i(\%)$ = fréquence des notes et E. = évaluation

- *Comparaison relative aux items*

La figure 4.20 ci-dessous présente les résultats par rapport aux items des évaluations diagnostique et sommative de la première classe expérimentale du lycée JAVOUHEY.

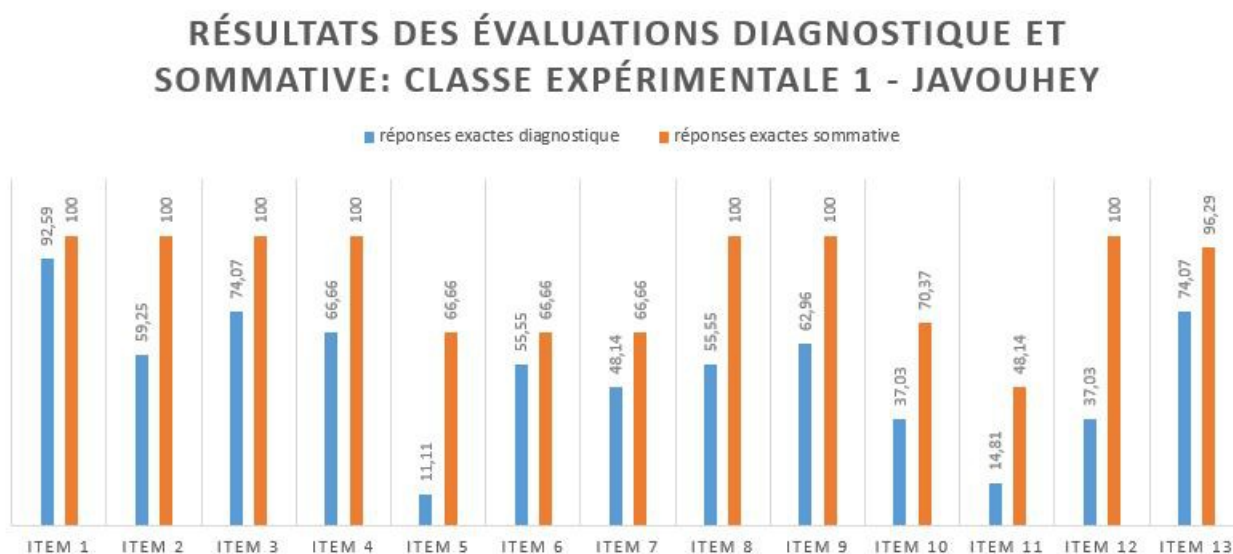


FIGURE 4.20 – Comparaison relative aux items : classe expérimentale 1 - JAVOUHEY

L’observation de cette figure 4.20 révèle que pour les treize (13) items proposées aux apprenants, les résultats de l’évaluation diagnostique en ce qui concerne les taux de réponses exactes sont inférieurs aux taux de réponses exactes de l’évaluation sommative de la première classe expérimentale du lycée JAVOUHEY. Des maximums (100%) sont observés pour les items 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 8 et 9 de l’évaluation sommative.

Pour certains items on observe une progression de plus de 50% notamment pour les items 5 et 12 avec des différences respectives de 55,55% et 62,97%. Le fait que les résultats de l’évaluation sommative soient supérieurs aux résultats de l’évaluation diagnostique s’explique par l’apport du T.P-cours qui a augmenté significativement le niveau des connaissances des apprenants. Cette conclusion est en harmonie avec celle tirée après l’étude du tableau 4.28.

► *La deuxième classe expérimentale*

- *Comparaison relative aux notes*

Le tableau 4.29 présente les résultats des évaluations diagnostique et sommative de la deuxième classe expérimentale du lycée JAVOUHEY relatifs aux notes obtenues par les apprenants.

Tableau 4.29 – Comparaison relative aux notes : classe expérimentale 2 - JAVOUHEY

Notes x_i	E. diagnostique		E. sommative	
	n_i	$f_i(\%)$	n_i	$f_i(\%)$
6	2	7,14	0	0,00
7	0	0,00	0	0,00
8	3	10,71	0	0,00
9	5	17,85	0	0,00
10	3	10,71	0	0,00
11	7	25,00	0	0,00
12	1	3,57	1	3,57
13	4	14,28	1	3,57
14	2	7,14	0	0,00
15	0	0,00	1	3,57
16	1	3,57	0	0,00
17	0	0,00	6	21,42
18	0	0,00	12	42,85
19	0	0,00	4	14,28
20	0	0,00	3	10,71
Total	28	100	28	100
étendue	10		8	
\bar{x}	10,57		17,64	
$[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$	[8,21 ; 12,92]		[15,86 ; 19,44]	

n_i = effectif des notes, $f_i(\%)$ = fréquence des notes et E. = évaluation

L'étude de ce tableau 4.29 confrontant les résultats de l'évaluation diagnostique à ceux de l'évaluation sommative révèle que, les notes de l'évaluation diagnostique varient entre six (06/20) et seize (16/20), soit une étendue de dix (10) alors que les notes de l'évaluation sommative de cette deuxième classe expérimentale varient entre douze (12/20) et vingt (20/20), soit une étendue de huit (8). On remarque que la dispersion des notes diminue après le cours expérimental, les notes sont plus concentrées, cela s'explique du fait de l'apport du cours expérimental. En effet, il existe un réel apport du cours expérimental sur les connaissances des apprenants, ce qui contribue à réduire les écarts de niveaux entre les apprenants de cette classe expérimentale.

De plus, le calcul des notes moyennes (\bar{x}) pour cette classe a donné 10,57 et 17,64 respectivement pour l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative. La progression observée par rapport aux notes moyennes ($\Delta\bar{x} = \bar{x}_{es} - \bar{x}_{ed}$) traduit l'apport du cours expérimental sur les connaissances des apprenants. Vu les observations faites sur la dispersion des notes, des notes moyennes et des intervalles de confiance des notes, on peut affirmer qu'après avoir suivi le T.P-cours, les apprenants ont grandement progressé de $\Delta\bar{x} = 7,07$ ($17,64 > 10,57$) et que

l'écart de niveaux entre les apprenants c'est réduit sur la notion étudiée ($8 < 10$). Toutefois la part d'erreurs due au hasard est grande dans les résultats de l'évaluation diagnostique, cela signifie que la progression des apprenants est légèrement supérieure à celle mise en évidence.

- *Comparaison relative aux items*

La figure 4.21 ci-dessous présente les résultats par rapport aux items des évaluations diagnostique et sommative de la deuxième classe expérimentale du lycée JAVOUHEY.

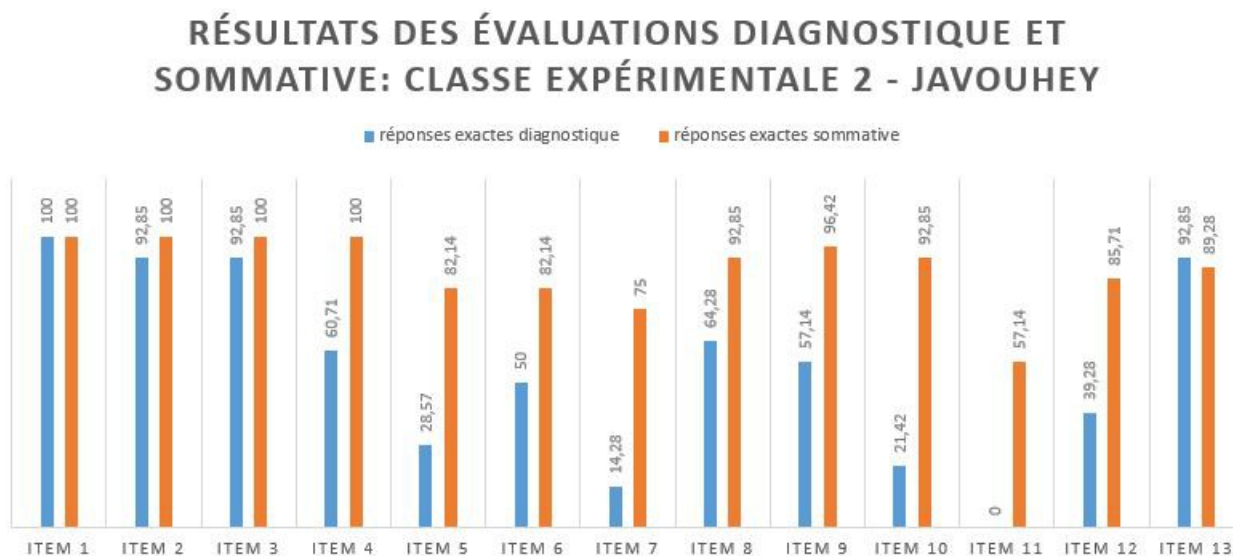


FIGURE 4.21 – Comparaison relative aux items : classe expérimentale 2 - JAVOUHEY

L'étude approfondie de cette figure 4.21 révèle qu'il y a une égalité entre les résultats de l'évaluation diagnostique et ceux de l'évaluation sommative pour item n°1 avec un taux de 100% et que pour l'item n°13, les résultats de l'évaluation diagnostique sont supérieurs à ceux de l'évaluation sommative avec une différence net de 3,57%. Pour les onze (11) autres items proposés aux apprenants, les résultats de l'évaluation sommative sont supérieurs aux résultats de l'évaluation diagnostique de cette deuxième classe expérimentale et des maximums (100%) sont observés pour les items 2 ; 3 et 4 de l'évaluation sommative.

Cette figure 4.21 révèle également que certains items ont une progression de plus de 50% notamment pour les items 5 ; 7 et 10 avec des différences de taux respectives de 53,57% ; 60,72% et 71,43%. Le fait que les résultats de l'évaluation sommative soient supérieurs aux résultats de l'évaluation diagnostique est logique et s'explique par l'apport du cours expérimental qui a augmenté de façon significative le niveau des connaissances des apprenants et cette constatation est en harmonie avec celle observée après l'étude du tableau 4.29.

4.2.6 Apport du cours expérimental par rapport au cours théorique

Il est question ici de déterminer l'apport (A) sur les connaissances des apprenants du cours expérimental par rapport au cours théorique à l'aide de la formule ci-dessous.

$$A_n = \frac{\bar{x}_{cen} - \bar{x}_{ct}}{\bar{x}_{ct}} \times 100 \text{ avec } \begin{cases} \bar{x}_{cen} : \text{Note moyenne de la classe expérimentale } n \\ \bar{x}_{ct} : \text{Note moyenne de la classe témoin} \\ A_n : \text{Apport du cours expérimental de la classe } n \end{cases}$$

4.2.6.1 Apport du cours expérimental au lycée LUMUMBA

Le tableau 4.30 ci-dessous présente les apports des cours expérimentaux par rapport au cours théorique sur les apprenants du lycée LUMUMBA.

Tableau 4.30 – Apport du T.P-cours par rapport au cours théorique : LUMUMBA

	classe témoin	classe expérimental 1	classe expérimental 2	classe témoin-T.P
\bar{x}	11,77	17,52	15,87	16,38
A_n (%)	—	48,85	34,83	39,16

\bar{x} = note moyenne et A_n = apport du cours expérimental n

Il ressort du tableau 4.30 que l'apport sur les connaissances des apprenants du cours expérimental par rapport au cours théorique est $A_1 = 48,85\%$ et $A_2 = 34,83\%$ respectivement dans la classe expérimentale 1 et 2. En ce qui concerne l'apport par rapport au cours théorique de la séance des travaux pratiques dans la classe témoin $A_{T.P} = 39,16\%$. Ces résultats permettent d'affirmer que pour le lycée LUMUMBA, le cours expérimental et la séance des travaux pratiques apportent plus de connaissances aux apprenants que le cours théorique.

Cette évidence établie, permet de valider la première et de la deuxième hypothèses de recherche de cette étude à savoir :

- Les activités expérimentales intégrées aux cours améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme ;
- Les apprenants éprouvent des difficultés à comprendre des notions ou concepts nécessitant une base empirique que les activités expérimentales apportent sans les réaliser.

4.2.6.2 Apport du cours expérimental au lycée CHAMINADE

Le tableau 4.31 ci-dessous présente les apports des cours expérimentaux par rapport au cours théorique sur les apprenants du lycée CHAMINADE.

Tableau 4.31 – Apport du T.P-cours par rapport au cours théorique : CHAMINADE

	classe témoin	classe expérimental 1	classe expérimental 2	classe témoin-T.P
\bar{x}	10,60	17,74	18,09	17,17
A_n (%)	—	67,35	70,66	61,98

\bar{x} = note moyenne et A_n = apport du cours expérimental n

Il résulte de l'étude du tableau 4.30 que l'apport sur les connaissances des apprenants du cours expérimental par rapport au cours théorique est $A_1 = 67,35\%$ et $A_2 = 70,66\%$ respectivement dans la classe expérimentale 1 et dans la classe expérimentale 2. S'agissant de l'apport de la séance des travaux pratiques par rapport au cours théorique dans la classe témoin $A_{T.P} = 61,98\%$. Ces résultats permettent d'affirmer que pour le lycée CHAMINADE, le cours expérimental et la séance des travaux pratiques apportent plus de connaissances aux apprenants que le cours théorique.

Cette observation conduit à la validation pour le lycée CHAMINADE de la première et de la deuxième hypothèses de recherche de l'étude à savoir :

- Les activités expérimentales intégrées aux cours améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme ;
- Les apprenants éprouvent des difficultés à comprendre des notions ou concepts nécessitant une base empirique que les activités expérimentales apportent sans les réaliser.

4.2.6.3 Apport du cours expérimental au lycée JAVOUHEY

Le tableau 4.32 ci-dessous présente les apports des cours expérimentaux par rapport au cours théorique sur les apprenants du lycée JAVOUHEY.

Tableau 4.32 – Apport du T.P-cours par rapport au cours théorique : JAVOUHEY

	classe témoin	classe expérimental 1	classe expérimental 2	classe témoin-T.P
\bar{x}	12,08	16,66	17,64	17,52
A_n (%)	—	37,91	46,02	45,03

\bar{x} = note moyenne et A_n = apport du cours expérimental n

L'apport sur les connaissances des apprenants du cours expérimental par rapport au cours

théorique est $A_1 = 37,91\%$ et $A_2 = 46,02\%$ respectivement dans la classe expérimentale 1 et 2. Pour ce qui est de l'apport de la séance des travaux pratiques par rapport au cours théorique dans la classe témoin $A_{T.P} = 45,03\%$. Ces résultats permettent d'affirmer que pour le lycée JAVOUHEY, le cours expérimental et la séance des travaux pratiques apportent plus de connaissances aux apprenants que le cours théorique.

Par conséquent on peut conclure à la validation des hypothèses ci-dessous.

- Les activités expérimentales intégrées aux cours améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme ;
- Les apprenants éprouvent des difficultés à comprendre des notions ou concepts nécessitant une base empirique que les activités expérimentales apportent sans les réaliser.

4.2.6.4 Comparaison des apports entre établissements

Pour l'ensemble des trois (3) établissements sélectionnés dans le cadre de cette étude, on constate que les apports des cours expérimentaux et des séances des travaux pratiques par rapport aux cours théoriques sont supérieurs à zéro (0) pour les neuf (9) classes de l'étude. Cela signifie que les cours expérimentaux et les séances des travaux pratiques ont apporté plus de connaissances aux apprenants que les cours théoriques en ce qui concerne le cours sur l'électromagnétisme.

On remarque également que les apports des cours expérimentaux par rapport aux cours théoriques varient entre 34,83% et 70,66%. Ces variations montrent bien à quel point les apprenants comprennent mieux un cours intégrant les activités expérimentales que sans, jusqu'à 70,66% de plus que le cours théorique. S'agissant des séances des travaux pratiques, les apports par rapport aux cours théoriques varient entre 39,16% et 61,98%. Ici aussi les apprenants réagissent plus positivement aux travaux pratiques qu'aux cours théoriques. Visiblement, un cours théorique suivi d'une séance de travaux pratiques permet aux apprenants de mieux appréhender les notions étudiées en classe à défaut d'un cours intégrant directement des activités expérimentales (T.P-cours) en une séance de cours.

Vu qu'on est arrivée à la même conclusion dans les trois (3) établissements sélectionnés c'est-à-dire que les apprenants apprennent mieux et plus avec les activités expérimentales que sans les activités expérimentales, ce constat fait pour ces trois (3) établissements d'ensei-

gnement général peut être généralisé à l'ensemble des établissements d'enseignement général de la république du Congo. Par conséquent, on peut définitivement conclure sur cet aspect de l'étude en validant les hypothèses de recherche suivantes :

- Les activités expérimentales intégrées aux cours améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme ;
- Les apprenants éprouvent des difficultés à comprendre des notions ou concepts nécessitant une base empirique que les activités expérimentales apportent sans les réaliser.

Puisqu'il ait établi que les enseignants qui ne réalisent pas des activités expérimentales éprouvent des difficultés à faire comprendre les apprenants un cours faisant appel aux activités expérimentales, la qualité de l'enseignement de ces enseignants se trouve donc affecté. Cette pratique qui exclue les activités expérimentales dans l'enseignement des sciences physiques nuit ainsi gravement à la bonne compréhension des concepts étudiés par les apprenants. Cette déduction permet de valider indirectement une autre hypothèse de recherche à savoir :

- La pratique pédagogique qui exclue les activités expérimentales impacte la qualité de l'enseignement.

Le fait d'avoir réussi à mener à terme cette partie du travail de recherche signifie l'atteinte de certains des objectifs spécifiques de départ notamment :

- Concevoir des activités expérimentales à partir des objets de récupération ;
- Mettre en œuvre des situations de cours qui vont intégrer des activités expérimentales ;
- Évaluer l'impact de l'expérimentation sur la qualité de l'enseignement et sur l'apprentissage.

4.3 Résultats des observations directes des élèves en salle

Neuf (9) salles de classes de première des séries C et D ont été observées dont trois (3) classes témoins et six (6) classes expérimentales réparties dans trois (3) établissements à raison d'une (1) classe témoin et deux (2) classes expérimentales. Suivant les différents établissements, les effectifs des apprenants par classe varient significativement et avec eux les observations propres à chaque classe observée. Conformément à la grille d'observation (en annexe du document), une note a été attribuée à chaque classe observée.

4.3.1 Résultats des observations du lycée LUMUMBA

Parallèlement aux activités réalisées lors des séances de cours théoriques et expérimentales, une observation des élèves a été faite en observant des critères précis comme : le climat de la classe ; la motivation ou l'enthousiasme des élèves ; la qualité des réponses fournies par les élèves aux questions de l'enseignant et la facilité de proposition des résumés par les élèves conformément à la grille d'observation.

4.3.1.1 Résultats de la classe témoin

- Dans la classe témoin du lycée LUMUMBA, soixante-douze (72) élèves de première de série D étaient présent au début de la séance. Ces élèves ont été observés pendant un cours de sciences physiques qui a duré deux heures (2h). Lors de ce cours qui a porté sur l'électromagnétisme, il a été observé un climat moyennement agréable. Ce climat était à la limite désagréable dans la mesure où l'ambiance était agitée dans le mauvais sens du terme, les élèves faisaient beaucoup de bruit (bavardage) et les seuls instants où ils semblaient être calme, c'est quand l'enseignant dictée son résumé (cours).

- Pour ce qui est du deuxième critère, un manque d'enthousiasme (indifférence) flagrant a également été observé, vu le peu d'intérêt qu'ont porté les élèves pour ce cours (discipline d'enseignement) bien que faisant partie des disciplines de base en série scientifique. Ces élèves ont fait montre de très peu de motivation de par leur manque de participation, de réactivité, d'empressement à poser et répondre aux questions, c'est à se demander si ces élèves ont un minimum de curiosité ?

- Les observations relatives au troisième critère ont révélé que la qualité des réponses fournies par les élèves aux questions posées par l'enseignant était très insatisfaisantes. En effet pratiquement aucunes des questions posées par l'enseignant n'ont trouvé de proposition de réponse et pour les quelques unes formulées par les élèves, elles été complètement fausses.

- Les observations liées au quatrième critère ont mis en relief lors de la phase de proposition des résumés, l'incapacité des élèves à proposer des résumés. En effet, les élèves ont peiné à formuler des résumés cohérents malgré l'insistance et l'aide de l'enseignant.

En accord avec l'échelle de la grille d'observation, qui fait correspondre une note à chacune des appréciations, la note générale attribuée à cette classe est de : huit sur vingt ($\frac{08}{20}$).

Il sied de préciser que l'enseignant qui dispense le cours des sciences physiques dans cette classe dite témoin a affirmé que « *la présence d'un observateur externe à ce cours n'a pas modifié significativement le comportement des élèves par rapport aux autres séances de cours* » avec le même enseignant.

4.3.1.2 Résultats des classes expérimentales

► *La première classe expérimentale*

- Pour cette première classe expérimentale, soixante-dix-neuf (79) élèves d'une classe de première de série D ont été observés lors d'une séance de cours de deux heures (2h) du temps qui a porté sur l'électromagnétisme en sciences physiques. Il ressort de ces observations que le climat ou l'ambiance dans lequel le cours a eu lieu était très agréable. Dans la mesure où la séance était très mouvementé voir même très agitée dans le bon sens du terme, les élèves accordaient une attention particulier aux propos de l'enseignant dès l'instant où il leur avait expliqué la nature du cours qu'il allait réaliser.

- S'agissant des observations relatives à la motivation ou l'enthousiasme des élèves, les élèves ont été très motivés et ont fait preuve de beaucoup d'enthousiasme à l'idée de faire un cours comprenant des activités expérimentales. En effet, la seule vue du matériel apporté pour l'occasion avait suffi pour motiver les apprenants dans cette classe. Avec une participation très active, une avalanche de questions posées par les élèves et une curiosité sans précédente, l'enseignant semblait être très heureux. Effectivement les élèves ont réalisé certaines expé-

riences sans que l'enseignant n'ont donné l'ordre ou du moins les instructions prévues par le protocole expérimental conçu pour la circonstance.

- Durant tout le cours, la qualité des réponses fournies par les élèves aux questions de l'enseignant ont dans l'ensemble été satisfaisantes bien qu'il était possible de faire de mieux. A cela s'ajoute l'empressement avec lequel les élèves ont répondu aux questions, à cet instant l'ambiance était explosive car tous les élèves voulaient répondre aux questions. Certains élèves sont allés jusqu'à garder leur mains en l'air pour augmenter leurs chances d'être désigné comme celui qui devait fournir la réponse à la question posée.

- A l'heure de produire le résumé du cours pour la prise de note, les élèves ont été tout simplement remarquable. En effet les élèves ont fait des propositions abondantes des résumés et de très bonne qualité avec une grande facilité, sans que l'enseignant n'ait eu besoin d'insister.

Pour toutes ces observations et en total accord avec l'échelle de la grille d'observation, la note qui convient d'attribuer à cette classe pour son attitude est de : dix-huit sur vingt ($\frac{18}{20}$).

► *La deuxième classe expérimentale*

- La deuxième classe expérimentale observée au lycée LUMUMBA comptait quatre-vingt-sept (87) élèves, tous de série D. Ces quatre-vingt-sept (87) élèves ont été observés lors d'une séance de cours de sciences physiques pourtant sur l'électromagnétisme et qui a duré deux heures (2h). Les observations faites ont révélé que le climat dans lequel avait eu lieu le cours était très agréable, puisque les élèves étaient agités dans le bon sens du terme et suivaient le cours avec beaucoup d'attention en respectant sans faire d'histoire dans l'ensemble les consignes données par l'enseignant après qu'il leur a expliqué la nature du cours a effectué.

- La même observation a également mis en évidence la très grande motivation des élèves face à la perspective d'effectuer une manipulation expérimentale lors du cours. De plus les élèves ont fait montre de curiosité de part les nombreuses questions qu'ils ont posé à l'enseignant, de passion à l'égard des sciences physiques de part leurs réactivités ou participations actives au cours et d'esprit de collaboration, le tout dans une ambiance électrique. En effet à chacune des manipulations effectuées et réussies par les élèves, la classe était en ébullition. Les élèves joyeux et ravis de faire des manipulations n'ont pas réussi à contenir leur joie et criaient à tout bout de champ.

- Pour ce qui est de la qualité des réponses fournies par les élèves aux questions de l'enseignant, l'observation de ces élèves a conclu que leur qualité était satisfaisante en plus de la promptitude avec laquelle ils répondaient aux questions posées par l'enseignant. Bien que jugée satisfaisante, la qualité de ces réponses aurait pu être améliorée. Les quelques erreurs constatées dans la formulation des réponses ont conduit l'enseignant à faire un important travail de remédiation pour s'assurer de la bonne compréhension de tous, durant tout ce temps les élèves étaient restés calmes et attentifs aux propos de l'enseignant.

- Le travail de remédiation de l'enseignant a eu pour effet l'obtention des propositions abondantes et de très bonne qualité des résumés de la part des élèves. Les élèves formulaient des résumés avec une très grande facilité.

Ces différentes observations ont conduit conformément à l'échelle de la grille d'observation, d'attribuer la note qui convient à cette classe pour son attitude lors de cette séance de cours, cette note est de : dix-huit sur vingt ($\frac{18}{20}$).

4.3.1.3 Comparaison des résultats du lycée LUMUMBA

- En examinant simultanément les observations faites dans ces trois (3) salles de classes du lycée LUMUMBA, on constate que pour le premier critère observé c'est-à-dire le climat de la classe ou l'ambiance lors des différentes séances de cours, le climat dans la classe témoin est moyennement agréable, à la limite d'un climat désagréable de la part des élèves vis-à-vis du cours traditionnel de sciences physiques portant sur l'électromagnétisme en classe de première de série D.

Cette appréciation du climat de la classe témoin correspond à une note de trois sur cinq ($\frac{3}{5}$) conformément à l'échelle de la grille d'observation qui traduit les appréciations en note attribué à chacun des critères observés. A contrario, dans les deux (2) classes expérimentales où le T.P-cours de sciences physiques portant sur l'électromagnétisme a été réalisé, on a constaté une ambiance bonne enfant, un climat très agréable et propice à la réalisation d'un enseignement de sciences physiques ou de tout autres disciplines. Le comportement affiché par les apprenants lors des séances de T.P-cours ont valu à chacune des classes expérimentales la note de cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$) correspond à l'appréciation climat très agréable.

Des étudiants de l'Ecole Normale Supérieure en stage d'observation dans les différents établissements de la ville capitale (Brazzaville) rapportent dans leurs rapports de stages des comportements des élèves non élogieux (indiscipline, bavardage, inactivité, manque de respect...). Dans cet optique on peu dire que, l'introduction des activités expérimentales dans les classes de première des séries scientifiques du lycée LUMUMBA a assagi les apprenants, les ont rendu plus docile, plus réceptif et mieux disposés a faire un cours."

- S'agissant du deuxième critère qui est la motivation ou l'enthousiasme observé lors des différentes séances de cours, il ressort que les élèves de la classe témoin n'étaient pas du tout enthousiastes ni motivés à faire le cours théorique. Puisque ces élèves ont brillé par un désintéressement quasi général du cours théorique, ce qui leur a valu la note de deux sur cinq ($\frac{2}{5}$) conformément à l'échelle de la grille d'observation. Par contre dans les deux (2) classes expérimentales, les observations faites sont identiques et complètement à l'opposé de ceux de la classe témoin. En effet les élèves des deux (2) classes expérimentales ont fait preuve d'assiduité, de curiosité, de beaucoup de motivation ainsi que de beaucoup d'enthousiasme lors des T.P-cours. De plus les élèves des classes expérimentales ont participé activement aux T.P-cours respectif et ont suivi le ce cours avec beaucoup d'attention, de réactivité et d'empressement à poser et répondre aux questions ce qui leur a valu distinctement la note de cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$) correspond à l'appréciation très enthousiaste.

Vu la différence qui existe entre les deux (2) notes, deux sur cinq ($\frac{2}{5}$) pour la classe témoin et cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$) pour les classes expérimentales, il est plus que évident qu'au lycée LUMUMBA les élèves des classes expérimentales ont fait preuve de plus de motivation et d'enthousiasme que les élèves de la classe témoin ($5 > 2$). Au vu des observations, il est possible d'affirmer dans cette même lancé que pour le lycée LUMUMBA, les activités expérimentales sont un facteur motivant pour inciter les apprenants à faire les sciences physiques.

- Quant au troisième critère observé qui est, la qualité des réponses fournies par les élèves aux questions de l'enseignant, il apparaît que la classe témoin a produit très peu de réponses et d'une qualité très médiocre donc très insatisfaisante ce qui à conduit l'obtention de la note de un sur cinq ($\frac{1}{5}$). A la différence des deux (2) classes expérimentales du lycée LUMUMBA qui ont fourni des réponses en abondance et de qualité acceptable dans l'ensemble ce qui correspond à l'appréciation satisfaisante et conduit à l'obtention de la note de trois sur cinq ($\frac{3}{5}$).

Après avoir analysé les observations des trois (3) classes parallèlement sur le troisième critère, le constat fait laisse à penser que les élèves des classes expérimentales ont mieux compris le cours sur l'électromagnétisme que les élèves de la classe témoin. Il est donc possible d'affirmer avec très peu de réserve qu'au lycée LUMUMBA, les activités expérimentales améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme.

- Le quatrième critère observé lors des divers cours réalisés était, l'aptitude à proposer des résumés pertinents pour la prise de note finale. Ici aussi le constat est sans appel, la classe témoin a peiné à proposer des résumés pertinents malgré toute l'aide apportée par l'enseignant. Cette mauvaise performance des élèves de la classe témoin a obtenu l'appréciation proposent des résumés difficilement d'où la note de deux sur cinq ($\frac{2}{5}$). Comment à leur habitude, les classes expérimentales ont proposé une masse de résumés pertinents avec beaucoup de facilité ce qui leur a valu l'appréciation proposent des résumés facilement d'où la note de cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$) conformément à l'échelle de grille d'observation.

La facilité avec laquelle les élèves des classes expérimentales ont produit des résumés d'excellente qualité traduit une bonne compréhension, une maîtrise de l'objet du cours par comparaison aux élèves de la classe témoin. Ce constat fait de nouveau penser qu'au lycée LUMUMBA, les activités expérimentales intégrées aux cours améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme.

Pour terminer cette comparaison, d'un point de vue général, la classe témoin a obtenu la note de huit sur vingt ($\frac{08}{20}$) à lors que les deux (2) classes expérimentales ont chacune obtenu la note de dix-huit sur vingt ($\frac{18}{20}$) pour l'ensemble des critères observés. Cet écart entre les deux (2) note huit (8) et dix-huit (18) prouve bien qu'au final les élèves des classes expérimentales ont été meilleur que ceux de la classe témoin ($18 > 8$) en terme de comportement et de performances. En conclusion on peut une fois de plus affirme qu'au lycée LUMUMBA :

- les activités expérimentales sont un facteur motivant pour inciter les apprenants à faire les sciences physiques ;
- Les activités expérimentales intégrées aux cours améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme ;
- Les apprenants éprouvent des difficultés à comprendre des notions ou concepts nécessitant une base empirique que les activités expérimentales apportent sans les réaliser.

4.3.2 Résultats des observations du lycée CHAMINADE

Tout comme les élèves du lycée LUMUMBA, parallèlement aux activités réalisées lors des séances de cours théorique et expérimentales, les élèves du lycée CHAMINADE ont été observés. Cette observation portait sur des critères précis comme : le climat de la classe ; la motivation ou l'enthousiasme des élèves ; la qualité des réponses fournies par les élèves aux questions de l'enseignant et la facilité de proposition des résumés par les élèves.

4.3.2.1 Résultats de la classe témoin

- Dans la classe témoin du lycée CHAMINADE, quarante-un (41) élèves ont été observés pendant une séance de cours traditionnel ou théorique qui portait sur l'électromagnétisme et a duré deux heures (2h). Les observations en ce qui concerne le premier critère observé, c'est-à-dire le climat dans lequel a eu lieu le cours, révèlent que l'ambiance de la classe était relativement calme et le cours agréable, à la limite du très agréable. Cela se justifie par le fait que ces élèves se comportaient de façon responsable avec très peu de bavardage.

- Quant à l'observation du deuxième critère, c'est-à-dire celui relatif à la motivation ou l'enthousiasme des élèves, l'observation a révélé que les élèves participaient moyennement au cours, une poignée d'élèves étaient assez prompte à réagir sur les questions posées par l'enseignant ainsi que ceux d'autres collègues de classe et suivaient le cours avec suffisamment d'attention d'où l'appréciation enthousiaste retenu pour ce critère.

- Pour le troisième critère observé on a constaté que quasiment aucune réponse correcte n'avait été formulée par les élèves, puisque la majorité d'entre eux étaient restés silencieux. Cela nous a conduit à juger de la qualité des réponses fournies par les élèves aux questions de l'enseignant de façon à rester en accord avec la grille d'observation en attribuant l'appréciation qui correspondait le mieux, c'est-à-dire insatisfaisante.

- Le quatrième critère sur lequel a porté l'observation a mis en évidence que les élèves éprouvaient des difficultés à proposer des résumés correctes. Vu que à ce stade du cours les élèves étaient restés pratiquement silencieux, pour les quelques apprenants qui essayaient de formuler des résumés, leur peine était clairement perceptible par tous.

A cet effet, la seule note globale qui convient d'attribuer à cette classe par rapport aux observations faites et conformément à la grille d'observation est de : dix sur vingt ($\frac{10}{20}$).

4.3.2.2 Résultats des classes expérimentales

► *La première classe expérimentale*

- S'agissant de la première classe expérimentale observée au lycée CHAMINADE, celle-ci comprenait cinquante (50) élèves de niveau première et de série C. Ces cinquante (50) apprenants ont été observés lors d'une séance de cours en sciences physiques pourtant sur l'électromagnétisme qui a durée deux heures (2h). Les observations faites ont permis de mettre à nu le climat dans lequel s'était déroulé le cours. Ce climat était agréable puisque l'ambiance était relativement agitée dans le bon sens du terme, les apprenants suivaient le cours avec beaucoup d'attention et respectaient à la lettre l'ensemble des consignes données par l'enseignant sans avoir à leur expliqué la nature du cours qu'il devait réaliser.

- Le deuxième critère observé était la motivation ou l'enthousiasme des élèves lors de ce T.P-cours. Ces observations ont établi que la participation des élèves était forte, ils ont fait preuve d'un empressement suffisant en répondant quasi-prompement aux questions posées par l'enseignant. Ces mêmes apprenants ont aussi fait montre d'un esprit de curiosité de part les questions qu'ils posaient à l'enseignant. Dans l'ensemble, cette classe était très enthousiaste et discipliné, le respect de l'enseignant étant de rigueur.

- La troisième observation faite portait sur la qualité des réponses fournies par les apprenants aux questions posées par l'enseignant. Sur ce point il ressort que les élèves tous sans exception voulaient répondre aux questions et pour les élèves interrogés, tous ont donné des réponses d'une qualité très satisfaisante lors de ce T.P-cours et l'enseignant n'avait pas eu besoin de faire un quelconque travail de remédiation sur ces élèves.

- La dernière observation faite dans le cadre des observations direct des élèves en salle portait sur la facilité ou la difficulté de proposer des résumés mais aussi sur la qualité et la quantité des résumés proposés par les élèves lors de la phase des prises de notes. Le constat fait pour ce dernier point est que les élèves ont proposé une quantité abondante de résumé, tous d'excellente qualité avec une facilité déconcertante. En effet durant cette phase les élèves étaient serin et pratiquement tous levaient la main pour être interrogé par l'enseignant.

Face aux différentes observations faites, il est naturel d'attribuer la note de dix-huit sur vingt ($\frac{18}{20}$) à cette classe pour son attitude lors de cette séance de T.P-cours.

► *La deuxième classe expérimentale*

- La deuxième classe expérimentale observée au lycée CHAMINADE, a connu la participation de quarante-deux (42) apprenants de niveau première et de série C. Ces quarante-deux (42) apprenants ont été observés durant deux heures (2h) du temps lors d'une séance de T.P-cours de sciences physiques pourtant sur l'électromagnétisme. Les observations faites ont permis d'obtenir des informations sur le climat dans lequel s'était déroulé le cours. Ce climat était pour l'essentiel agréable puisque l'ambiance était relativement agitée dans le bon sens du terme, les apprenants suivaient avec beaucoup d'attention le cours et respectaient les consignes données par l'enseignant.

- Le deuxième critère observé dans cette classe était, la motivation ou l'enthousiasme des élèves. A l'annonce par l'enseignant de la réalisation du T.P-cours, les élèves ont fait preuve de beaucoup de motivation et d'enthousiasme. En effet les apprenants ont brillé par leur participation active au cours et leur empressement plus que acceptable avec lequel ils avaient répondu aux questions posées par l'enseignant en plus de poser eux aussi des questions à l'enseignant. La curiosité était également au rendez-vous car certains élèves avaient réalisé des activités expérimentales non programmées juste pour savoir ce qui se passerait d'où l'appréciation très enthousiaste.

- Concernant le troisième critère observé qui portait sur la qualité des réponses fournies par les élèves aux questions posées par l'enseignant, ces observations ont mis à jour les compétences des apprenants. En effet dans la mesure où la totalité des questions posées ont trouvé non pas une mais plusieurs réponses toutes exactes et avec un empressement de la part des élèves, l'appréciation retenue pour cette observation est très satisfaisante.

- L'observation relative à la facilité ou la difficulté que les élèves éprouvaient pour proposer des résumés mais aussi sur la qualité et la quantité des résumés proposés par les élèves a montré que, lors de la prise de notes dans les cahiers, les élèves avaient fait des propositions abondantes de résumés, tous d'excellente qualité et sans aucune difficulté. En effet durant cette partie du cours, les élèves n'ont cessé de lever les mains en l'air pour être interrogé.

Suite à toutes ces observations, la note générale attribuée à cette classe est de : dix-huit sur vingt ($\frac{18}{20}$) pour son attitude lors de cette séance de T.P-cours.

4.3.2.3 Comparaison des résultats du lycée CHAMINADE

- En superposant les observations faites dans les trois (3) salles de classes sélectionnées du lycée CHAMINADE, il apparaît que pour le premier point ou critère observé c'est-à-dire le climat de la classe ou l'atmosphère dans lequel a eu lieu les différentes séances de cours on remarque très distinctement que, le climat dans la classe témoin était agréable bien qu'il s'agissait d'un cours traditionnel de sciences physiques portant sur l'électromagnétisme en classe de première de série C. Cette appréciation du climat de la classe témoin correspond à une note de trois sur cinq ($\frac{3}{5}$) conformément à l'échelle de la grille d'observation qui traduit les appréciations en note attribuée à chacun des aspects ou critères observés.

Les deux (2) classes expérimentales où le T.P-cours de sciences physiques portant également sur l'électromagnétisme en classe de première de série C avait été réalisé, on a constaté une ambiance bonne enfant, un climat agréable voir même à la limite d'un climat très agréable et propice à la réalisation d'un enseignement de sciences physiques quel qu'il soit. Le comportement affiché par les apprenants lors des séances de T.P-cours ne diffère pas significativement de celui affiché par les élèves de la classe témoin. Par conséquent ces deux (2) classes obtiennent la même note que la classe témoin qui est de trois sur cinq ($\frac{3}{5}$) correspondant à l'appréciation climat agréable.

- Pour ce qui est de la motivation ou l'enthousiasme observé durant les différentes séances de cours, il en découle que les élèves de la classe témoin étaient moyennement enthousiastes et motivés à faire le cours théorique. Ces élèves ont participé activement au cours théorique avec une réactivité jugée suffisante ce qui leur a valu la note de trois sur cinq ($\frac{3}{5}$) conformément à l'échelle de la grille d'observation. Contrairement à la classe témoin, les deux (2) classes expérimentales ont des observations identiques sur ce point et complètement différentes de celles de la classe témoin. En effet les élèves des deux (2) classes expérimentales ont fait preuve de plus de curiosité, de beaucoup motivation ainsi que de beaucoup d'enthousiasme lors des T.P-cours. De plus ces élèves des classes expérimentales ont participé plus activement à leur T.P-cours respectif et l'ont suivi avec beaucoup d'attention, de réactivité et d'empressement à poser et répondre aux questions ce qui leur a valu distinctement la note

de cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$) correspond à l'appréciation très enthousiaste.

En outre, en comparant les différentes notes obtenues par les deux (2) classes expérimentales ($\frac{5}{5}$) à celle obtenue par la classe témoin ($\frac{3}{5}$), il est clair qu'au lycée CHAMINADE les élèves des classes expérimentales ont fait preuve de plus de motivation et d'enthousiasme que les élèves de la classe témoin ($5 > 3$). Par conséquent il est possible d'affirmer que les activités expérimentales sont un facteur motivant pour inciter les apprenants à faire les sciences physiques.

- En ce qui concerne le troisième critère observé durant les différents cours, la qualité des réponses fournies par les élèves aux questions posées par l'enseignant, il apparaît que la classe témoin avait fourni quasiment aucune réponse de qualité donc pas satisfaisante ce qui justifie l'obtention de la note de deux sur cinq ($\frac{2}{5}$). À la différence de cette classe témoin, les deux (2) classes expérimentales du lycée CHAMINADE ont fourni d'abondantes réponses et de très bonne qualité dans l'ensemble, ce qui correspond à l'appréciation très satisfaisante et justifie l'obtention de la note cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$) conformément à l'échelle de la grille d'observation utilisée pour cette étude.

Au regard de la différence qui existe entre les deux (2) notes, deux sur cinq ($\frac{2}{5}$) pour la classe témoin et cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$) pour chacune des classes expérimentales, il est tout à fait logique de dire qu'au lycée CHAMINADE, les élèves des classes expérimentales ont mieux compris le cours sur l'électromagnétisme que ceux de la classe témoin puisque cinq est supérieur à deux ($5 > 2$).

- Le quatrième critère observé pendant les différentes séances de cours réalisés au lycée CHAMINADE portait sur l'aptitude des élèves à proposer des résumés pertinents pour la prise de notes finale. À cet effet le constat est sans équivoque, la classe témoin a eu beaucoup de mal à proposer des résumés pertinents, cette contre-performance des élèves de la classe témoin a conduit à l'obtention de l'appréciation proposée des résumés difficilement d'où la note de deux sur cinq ($\frac{2}{5}$). Cependant, les élèves des classes expérimentales ont proposé plusieurs résumés pertinents avec beaucoup de facilité ce qui leur a valu l'appréciation proposée des résumés très facilement d'où la note de cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$).

L'étonnante facilité avec laquelle les élèves des classe expérimentales ont fourni des résumés d'excellente qualité montre bien leur degré de compréhension, une maîtrise de l'objet du cours par comparaison aux élèves de la classe témoin. Cette constatation pousse de nouveau à dire qu'au lycée CHAMINADE, les activités expérimentales améliorent la compréhension des phénomènes et concepts étudiés.

D'un point de vue générale, la classe témoin a obtenu la note de dix sur vingt ($\frac{10}{20}$) à lors que les deux (2) classes expérimentales ont obtenu chacune la note de dix-huit sur vingt ($\frac{18}{20}$) pour la totalité des critères observés. Cet écart entre les deux (2) note dix (10) et dix-huit(18) prouve bien que les élèves des classes expérimentales ont été meilleur que ceux de la classe témoin ($18 > 10$). En définitive, au lycée CHAMINADE les affirmations suivantes trouvent tout leur sens :

- les activités expérimentales sont un facteur motivant pour inciter les apprenants à faire les sciences physiques ;
- Les activités expérimentales intégrées aux cours améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme ;
- Les apprenants éprouvent des difficultés à comprendre des notions ou concepts nécessitant une base empirique que les activités expérimentales apportent sans les réaliser.

4.3.3 Résultats des observations du lycée JAVOUHEY

Les élèves du lycée JAVOUHEY n'ont pas fait exception, parallèlement aux activités réalisées lors des séances de cours théorique et expérimentales, une observation du comportement de ces élèves avait été effectuée. Cette observation avait porté sur des critères bien précis comme : le climat de la classe ; la motivation ou l'enthousiasme des élèves ; la qualité des réponses fournies par les élèves aux questions de l'enseignant et la facilité de proposition des résumés par les élèves conformément à la grille d'observation conçue pour cette étude.

4.3.3.1 Résultats de la classe témoin

- Les observations faites dans la classe témoin du lycée JAVOUHEY ont duré deux heures (2h) et ont révélé que cette classe comptait vingt-trois (23) élèves présent au début de la séance de cours (électromagnétisme) et qu'il s'agissait d'une classe de niveau première de série D. En ce qui concerne le premier critère, il a été observé une ambiance relativement

calme et donc un climat agréable puisque les élèves ne faisaient presque pas de bruit et les seuls instants où ils semblaient s'agiter était quand l'enseignant posait des questions.

- Le deuxième critère observé était la motivation ou l'enthousiasme des élèves pendant toute la durée du cours. Ces observations ont établi que les élèves ne participaient pas très activement au cours, personne ou presque ne se pressait pour répondre aux questions posées par l'enseignant et très peu d'entre eux avait osé poser des questions à l'enseignant. Cette classe obtient donc sur ce critère une appréciation qui correspond à indifférent.

- L'observation de cette classe sur le troisième point qui concerne la qualité des réponses fournies par les élèves aux questions posées par l'enseignant durant le cours, fait état d'une inactivité ou pire d'une incapacité des élèves à répondre aux questions posées. Effectivement, quasiment aucune réponse correcte n'avait été formulée par les élèves et par conséquent cette classe obtient l'appréciation : insatisfaisante.

- Le dernier point observé était l'aptitude des élèves à produire ou formuler des propositions de résumés à mettre dans les cahiers. A ce sujet l'observation de ces élèves a montré qu'ils avaient beaucoup de mal à produire des résumés cohérents et que l'enseignant avait dû fournir beaucoup d'effort pour que les élèves parviennent à formuler quelques résumés décousus. A cet effet l'appréciation retenue est propose des résumés difficilement.

En définitive, la note générale qui convient d'attribuer à cette classe témoin est de : neuf sur vingt ($\frac{09}{20}$) conformément à l'échelle de la grille d'observation utilisée pour ce travail.

4.3.3.2 Résultats des classes expérimentales

► *La première classe expérimentale*

- Pour la première classe expérimentale du lycée JAVOUHEY, il s'agissait d'une classe de première de série D et vingt-sept (27) élèves étaient présent au début de la séance de T.P-cours qui portait sur l'électromagnétisme (sciences physiques). Concernant le premier critère, les élèves ont été observés pendant deux heures (2h) du temps, il a été observé une ambiance relativement calme et donc un climat agréable à la limite très agréable vu que les élèves ne faisaient pratiquement pas de bruit (bavardage) et semblaient être concentrés sur le cours.

- Les observations relatives à la motivation ou l'enthousiasme des élèves ont mis en exergue le fait que ces derniers étaient très motivés et avaient fait preuve de beaucoup d'enthousiasme à l'idée de faire un cours intégrant des activités expérimentales. La seule vue du matériel apporté pour la séance avait suffi à exciter les élèves de la classe. La participation était très active et la curiosité des élèves avait atteint un point tel que ils réalisaient certains activités expérimentales sans que l'enseignant ne leur disse quoi faire.

- Bien que très motivés, l'observation de ces élèves sur la qualité des réponses qu'ils fournissaient aux questions de l'enseignant, a montré que la qualité de leur réponse était assez satisfaisante en plus de la promptitude avec la quelle ils répondaient aux questions posées. Malgré que la qualité des réponses a été jugée satisfaisante, dans le font ces réponses aurait pu être améliorées. Les quelques erreurs constatées dans la formulation des réponse avait poussé l'enseignant a faire un travail de remédiation pour s'assurer de la bonne compréhension de tous et pendant ce temps les élèves étaient attentifs aux propos de l'enseignant.

- Après le travail de remédiation effectué par l'enseignant, lors de la dernière phase du cours, c'est-à-dire celle de la proposition des résumés pour la prise de notes, les élèves étaient méconnaissables. En effet les élèves formulaient des résumés avec une très grande facilité en plus d'être abondantes et de très bonne qualité.

Ces différentes observations ont conduit conformément à l'échelle de la grille d'observation, d'attribuer la note générale de : seize sur vingt ($\frac{16}{20}$) à cette classe pour son attitude lors de cette séance de T.P-cours.

► *La deuxième classe expérimentale*

- La deuxième classe expérimentale du lycée JAVOUHEY, comptait vingt-huit (28) élèves présent au début de la séance de T.P-cours qui portait sur l'électromagnétisme (sciences physiques). Il s'agissait d'une classe de première de série C et concernant le premier critère, les élèves ont été observés durant deux heures (2h) du temps. Il ressort de ces observations que l'ambiance était relativement calme d'où un climat agréable à la limite très agréable vu que les élève étaient très disciplinés et ne faisaient pratiquement pas de bruit (bavardage) et ne parlaient que pour répondre ou poser des questions en rapport avec le cours.

- Toute timide au départ, la classe a eu un regain d'énergie après avoir entendu le programme de la séance de cours annoncé par l'enseignant. Effectivement la perspective de faire des manipulations durant le cours avait suffi à motivé les élèves et à les rendre très enthousiaste vu que la participation était à son maximum. Tous les élèves désiraient répondre aux questions posées et tous essayaient également d'attirer l'attention de l'enseignant sur la réussite de leurs activités expérimentales.

- Concernant la qualité des réponses fournies par les élèves aux questions posées par l'enseignant, les observations ont mis en relief les acquis des apprenants. En effet, la totalité des questions posées par l'enseignant ont trouvé non pas une mais plusieurs réponses toutes exactes et avec un empressement remarquable de la part des élèves. L'appréciation retenue pour le troisième critère observé dans cette classe est : très satisfaisante.

- Les informations recueils à l'aide des observations directs des élèves en salle ont mis à jours la facilité avec laquelle les élèves proposaient des résumés par dizaine et tous d'excellente qualité sans aucune difficulté. En effet la quantité des résumés proposés par les élèves lors de la dernière phase du cours, c'est-à-dire lors de la prises de notes ont conduit à dire que sur ce dernier point, les élèves ont fait bonne impression à l'enseignant puisque durant cette partie du cours, les élèves n'ont cesse de lever les mains en l'air pour être interrogé.

La note globale attribuée à cette classe pour son attitude est de : dix-huit sur vingt ($\frac{18}{20}$).

4.3.3.3 Comparaison des résultats du lycée JAVOUHEY

- En comparant les observations faites dans les trois (3) salles de classes du lycée JAVOUHEY retenues pour cette étude, il apparaît que pour le premier critère observé, c'est-à-dire le climat de la classe dans lequel avait lieu les différents séances de cours on remarque que, le climat dans la classe témoin était agréable et cette appréciation du climat correspond à une note de trois sur cinq ($\frac{3}{5}$) conformément à l'échelle de la grille d'observation. Pour les deux (2) classes expérimentales on a constaté un climat presque très agréable et propice à la réalisation d'un enseignement de sciences physiques. Cependant le comportement affiché par les apprenants des classes expérimentales ne diffère pas assez significativement de celui affiché par les élèves de la classe témoin. Par conséquent ces deux (2) classes expérimentales obtiennent la même note que la classe témoin, c'est-à-dire trois sur cinq ($\frac{3}{5}$).

- Pour qui est de la motivation ou l'enthousiasme, il ressort des observations faite que les élèves de la classe témoin étaient moyennement enthousiastes à faire le cours théorique. Ces élèves ont fait une participation à la limite minimale au cours théorique avec une réactivité jugée insuffisante ce qui leur a valu la note de deux sur cinq ($\frac{2}{5}$). Par contre les deux (2) classes expérimentales ont des observations identiques sur ce point et complètement différentes de celle de la classe témoin. En effet les élèves des deux (2) classes expérimentales ont fait preuve de plus de détermination, de plus de motivation ou d'enthousiasme et de plus curiosité durant les T.P-cours ce qui leur a valu chacune la note de cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$) correspond à l'appréciation très enthousiaste.

En mettant côte à côte les notes obtenues par les deux (2) classes expérimentales ($\frac{5}{5}$) à celle obtenue par la classe témoin ($\frac{2}{5}$), il apparait qu'au lycée JAVOUHEY les élèves des classes expérimentales ont fait montre de plus de motivation et d'enthousiasme que les élèves de la classe témoin ($5 > 2$) ce qui rend plus plausible l'affirmation suivante : les activités expérimentales sont un facteur motivant pour inciter les apprenants à faire les sciences physiques.

- Après comparaison des observations sur la qualité des réponses fournies par les élèves aux questions de l'enseignant, il apparait que la classe témoin a fourni très peu de réponses et d'une qualité très médiocre donc pas satisfaisante ce qui lui a valu la note de deux sur cinq ($\frac{2}{5}$). Contrairement à cette classe témoin, la premier classe expérimentale du lycée JAVOUHEY a fourni des réponses abondantes et de qualité acceptable dans l'ensemble ce qui correspond à l'appréciation satisfaisante et conduit à l'obtention de la note de trois sur cinq ($\frac{3}{5}$). Quant à la deuxième classe expérimentale, elle a fait mieux que les deux (2) autres, c'est-à-dire la classe témoin et la premier classe expérimentale en obtenant la note de cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$), note qui traduit le génie dont ont fait preuve les élèves de cette classe.

En ordonnant le résultat des observations de ces trois (3) classes par note décroissante on remarque que la deuxième classe expérimentale arrive en tête avec une note de cinq (5) suivie par la premier classe expérimentale avec une note trois (3) et la classe témoin arrive en dernière position avec une note de deux (2) étant données les notes obtenues ($5 > 3 > 2$). Ce constat laisse à penser que les élèves des classes expérimentales ont mieux compris le cours sur l'électromagnétisme que les élèves de la classe témoin. Par conséquent on peut affirmer sans trop avancée qu'au lycée JAVOUHEY, les activités expérimentales améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme.

- Le quatrième critère observé pendant ces diverses séances de cours était l'aptitude des élèves à proposer des résumés pertinents pour la prise de notes. Le constat est que, la classe témoin a éprouvé des difficultés notable à proposer des résumés pertinents. Cette contre performance des élèves de la classe témoin a obtenu l'appréciation propose des résumés difficilement d'où la note de deux sur cinq ($\frac{2}{5}$). A la différence des classes expérimentales qui ont proposé d'abondant résumés pertinents avec beaucoup de facilité ce qui leur a valu chacune l'appréciation propose des résumés très facilement d'où la note de cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$).

La facilité avec laquelle les élèves des classes expérimentales ont produit des résumés d'excellente qualité traduit une fois de plus la bonne compréhension du cours par opposition aux élèves de la classe témoin. Ce constat nous laisse de nouveau penser qu'au lycée JAVOUHEY, les activités expérimentales améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme.

Pour terminer cette comparaison, d'un point de vue générale, la classe témoin a obtenu la note de neuf sur vingt ($\frac{09}{20}$) à lors que la premier classe expérimentale a obtenu la note de seize sur vingt ($\frac{16}{20}$) et la deuxième classe expérimentale a obtenu la note de dix-huit sur vingt ($\frac{18}{20}$) pour l'ensemble des critères observés. Ces écarts entre les différentes notes, neuf (09), seize (16) et dix-huit (18) prouve bien qu'au final les élèves des classes expérimentales ont été meilleur que ceux de la classe témoin ($18 > 16 > 09$). En conclusion on peut une fois de plus affirmer qu'au lycée JAVOUHEY :

- les activités expérimentales sont un facteur motivant pour inciter les apprenants à faire les sciences physiques ;
- Les activités expérimentales intégrées aux cours améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme ;
- Les apprenants éprouvent des difficultés à comprendre des notions ou concepts nécessitant une base empirique que les activités expérimentales apportent sans les réaliser.

4.3.4 Comparaison des observations entre établissements

La comparaison des résultats des observations des différents établissements a été effectuée afin d'avoir une idée du comportement des différents apprenants face aux divers cours (cours théorique et T.P-cours) qui leur ont été proposés dans le cadre de cette étude.

4.3.4.1 Résultats des classes témoins

En regardant les notes obtenues par les différentes classes témoins on s'aperçoit que la classe témoin du lycée LUMUMBA a obtenu suite aux observations générales la note de huit sur vingt ($\frac{08}{20}$) alors que la classe témoin du lycée JAVOUHEY a obtenu la note de neuf sur vingt ($\frac{09}{20}$) et la classe témoin du lycée CHAMINADE a obtenu la note de dix sur vingt ($\frac{10}{20}$). En examinant de plus près ces observations on se rend compte que la différence entre ces classes provient des résultats du deuxième et du troisième critère observé, c'est-à-dire la motivation ou l'enthousiasme et la qualité des réponses fournies par les élèves aux questions de l'enseignant. En effet, sur le deuxième critère la classe témoin du lycée CHAMINADE a obtenu l'appréciation enthousiaste qui équivaut à trois (3) sur l'échelle de la grille d'observation et sur ce même critère les classes témoins des lycées LUMUMBA et JAVOUHEY ont obtenu chacune l'appréciation indifférent qui correspond à deux (2) sur la même échelle. Sur le troisième critère la classe témoin du lycée LUMUMBA a obtenu l'appréciation très insatisfaisante qui équivaut à un (1) sur l'échelle de la grille d'observation alors que les classes témoins des lycées CHAMINADE et JAVOUHEY ont obtenu chacune l'appréciation insatisfaisante qui correspond à deux (2) sur la même échelle.

Les deux (2) points de plus obtenus par la classe témoin du lycée CHAMINADE et le point de plus obtenus par la classe témoins du lycée JAVOUHEY par rapport à la classe témoins du lycée LUMUMBA explique peut être la différence de note mais, ne justifie pas pour autant cette différence. Vu que toutes les classes témoins ont eu droit au même cours théorique, la justification de cet écart entre les notes se trouve ailleurs. En effet la prise en compte des facteurs comme, les performances des différents enseignants, les conditions ou l'environnement de travail et la taille des effectives d'élèves par salle de classe pourrait aider à justifier cet écart entre les notes obtenues par les différentes classes témoins.

- S'agissant des performances ou compétences des différents enseignants, il ressort que bien que moins autoritaire que ses collègues, l'enseignant du lycée LUMUMBA responsable de cette classe témoin avait fait preuve d'autant de performances ou compétences que ses collègues des lycées CHAMINADE et JAVOUHEY.

- En ce qui concerne les conditions ou l'environnement de travail, le lycée LUMUMBA se trouve en plein milieu d'un quartier résidentiel de l'arrondissement quatre (4) Mougali. Par conséquent les élèves sortent tous du même milieu et importent très souvent à l'école le comportement de la maison. Les salles de classes se transforment souvent en marché de part le bruit que fond les élèves et le manque de surveillant de palier n'arrange pas les choses. Toutefois si l'énergie de ces élèves est bien canalisé alors il serait possible que ces élèves produisent des bons rendement que se soit sur plan cognitif que sur le plan socioaffectif.

Les lycées CHAMINADE et JAVOUHEY se trouvent respectivement aux abords du quatrième arrondissement Mougali et le troisième arrondissement Poto-poto tout deux situés dans des quartiers non résidentiels. Cela fait fait que les élèves qui fréquentent ces lycées viennent de divers horizons en plus ces deux (2) lycées disposent de plusieurs surveillants de paliers, le comportement adopté par les élèves est donc significativement différent.

- Pour ce qui des effectifs des élèves par classe, la classe témoin du lycée LUMUMBA compte d'ordinaire cent-vingt-trois (123) élèves et le faible taux de présence (72 élèves) des élèves au cours s'explique par le fait que, le cours a eu lieu lors des deux (2) premières heures de la matinée. Il s'agit donc clairement d'une classe pléthorique alors que les classes témoins des lycées CHAMINADE et JAVOUHEY compte respectivement d'ordinaire cinquante (50) et vingt-sept (27) élèves, ici aussi l'absence de certains élèves est due à l'heure du début du cours. Par rapport à ces effectifs, il est plus agréable pour un enseignant de faire cours aux lycées CHAMINADE et JAVOUHEY plutôt qu'au lycée LUMUMBA.

Ces quelques facteurs mis bout à bout pourrait sans aucun doute expliquer ou justifier l'attitude presque désagréable durant le cours et la performance des élèves du lycée LUMUMBA. Il est nécessaire de préciser qu'aux lycées CHAMINADE, certaines classes ont également plus de cent (100) élèves pour l'année scolaire 2015-2016.

4.3.4.2 Résultats des classes expérimentales

Sur les six (6) classes expérimentales qui ont servi pour l'étude, cinq (5) ont obtenu après observation la note générale de dix-huit sur vingt ($\frac{18}{20}$) et une classe a obtenu la note de seize sur vingt ($\frac{16}{20}$). A première vue, toutes ces classes expérimentales ont sensiblement développé les mêmes compétences, comportements ou attitudes face au T.P-cours qui a été réalisé dans chacune de ces classes. Cependant en examinant minutieusement ces résultats on constate que certains classes ont plus brillé sur certains critères que d'autres.

- Pour ce qui est du premier critère observé, les deux (2) classes expérimentales du lycée LUMUMBA ont obtenu le meilleur score qui est de cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$) alors que les quatre (4) autres classes expérimentales des lycées CHAMINADE et JAVOUHEY ont obtenu le score de trois sur cinq ($\frac{3}{5}$) relatif au climat dans lequel a eu lieu le cours.

Bien sûr les facteurs comme, les performances ou compétences des différents enseignants, les conditions ou l'environnement de travail et la taille des effectives d'élèves par salle de classe peuvent toujours aider à justifier cet écart entre les notes obtenues par les différentes classes expérimentales sur le critère observé. La seule conclusion qui s'impose ici c'est de dire que le climat des classes expérimentales du lycée LUMUMBA était meilleur que celui des deux (2) autres lycées sélectionnés.

- En ce qui concerne le deuxième critère observé, toutes les classes expérimentales sans exception ont obtenu la même note ou score de cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$). Vu que le critère observé ici était la motivation ou l'enthousiasme dont faisaient preuve les élèves durant le cours, il est claire que tous les élèves des classes expérimentales étaient très motivés ou très enthousiastes à l'idée de faire un T.P-cours.

- S'agissant du troisième critère observé, la qualité des réponses fournies par les élèves aux questions de l'enseignant, on remarque que trois (3) des six (6) classes expérimentales ont obtenu le score de cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$), il s'agit des deux (2) classes du lycée CHAMINADE et d'une (1) classe du lycée JAVOUHEY. Trois (3) autres classes expérimentales ont obtenu le score de trois sur cinq ($\frac{3}{5}$), il s'agit des deux (2) classes du lycée LUMUMBA et d'une (1) classe du lycée JAVOUHEY.

Il est vrai que les facteurs comme, les performances ou compétences des différents enseignants, les conditions ou l'environnement de travail et la taille des effectives d'élèves par salle de classe peuvent toujours aider à justifier cet écart entre les scores obtenus par les différentes classes expérimentales sur le critère observé. Mais en observant plus en détail ces classes expérimentales, on s'est aperçu que les trois (3) classes qui ont obtenu le score de cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$) sont des classes de série C et que les trois (3) autres classes expérimentales qui ont obtenu le score de trois sur cinq ($\frac{3}{5}$) sont des classes de série D.

Ce nouveau facteur pourrait bien être la clé du mystère expliquant ces différences de note ou score entre les classes puisque ne vont en première de série C que les élèves les plus méritants des classes de seconde de série C et les élèves admis les moins méritant étant envoyés en classe de première de série D.

- Pour finir avec cette comparaison, s'agissant du quatrième critère observé, toutes les classes expérimentales sans exception ont obtenu le même score de cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$). Vu que le critère observé ici était l'aptitude des élèves à produire des propositions de résumés, il est possible de conclure que tous les élèves des classes expérimentales ont bien compris au finale leur cours sur l'électromagnétisme réalisé en séance de T.P-cours.

4.3.4.3 Comparaison entre classes témoins et expérimentales

La comparaison des résultats des observations directes des élèves en salle pour les deux (2) types de cours (cours théorique, T.P-cours) proposés aux deux (2) types de classes (classes témoins, classes expérimentales) révèle que les résultats des classes expérimentales sont meilleurs en tout point que ceux des classes témoins. En effet d'un point de vue générale, les trois (3) classes témoins ont obtenu des notes de huit sur vingt ($\frac{08}{20}$), neuf sur vingt ($\frac{09}{20}$) et dix sur vingt ($\frac{10}{20}$) respectivement pour la classe témoin du lycée LUMUMBA, du lycée JAVOUHEY et du lycée CHAMINADE. A la différence des cinq (5) classes expérimentales qui ont obtenu la même note de dix-huit sur vingt ($\frac{18}{20}$) et d'une (1) classe expérimentale précisément la première classe du lycée JAVOUHEY qui a obtenu la note de seize sur vingt ($\frac{16}{20}$).

Ces résultats présentés de la sorte prouvent sans aucun doute que les T.P-cours ont plus d'impacts positifs que les cours théoriques sur le comportement et sur l'acquisition des connaissances par les élèves.

En étudiant de façon approfondie ces résultats dans les détails, il en ressort que :

- Sur le premier critère observé, les classes témoins et les classes expérimentales font quasiment jeu égal avec un score pour chacune des classes de trois sur cinq ($\frac{3}{5}$). En effet, seul les deux (2) classes expérimentales du lycée LUMUMBA sortent du lot ont obtenant chacune le score de cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$) sur l'observation relative au climat de la classe, l'ambiance ou encoure l'atmosphère dans lequel avait lieu les différents types de cours.

Au regard de ces résultats, surtout en ce qui concerne le lycée LUMUMBA , il est possible de dire avec des pincettes que " l'introduction des activités expérimentales dans les classes pléthoriques de première a assagi les élèves, les ont rendu plus docile, plus réceptif et mieux disposés a faire un cours."

- S'agissant du deuxième critère qui est la motivation ou l'enthousiasme observé lors des différentes séances de cours, il ressort que pour tous les établissements visités, les élèves des classes expérimentales étaient plus motivés et plus enthousiastes que ceux des classes témoins. Cette affirmation se justifie puisque, toutes les classes expérimentales sans exception ont obtenu chacune le score parfait de cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$) contrairement aux classes témoins qui ont obtenu les scores de deux sur cinq ($\frac{2}{5}$), trois sur cinq ($\frac{3}{5}$) et deux sur cinq ($\frac{2}{5}$) respectivement pour les classes témoins des lycées LUMUMBA, CHAMINADE et JAVOUHEY.

Vu les différences qui existe entre les notes, deux sur cinq ($\frac{2}{5}$), trois sur cinq ($\frac{3}{5}$) pour les classes témoins et cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$) pour toutes les classes expérimentales, en plus de la répétition systématique de ce constat, les élèves des classes expérimentales ont fait preuve de plus de motivation ou d'enthousiasme que les élèves des classes témoins ($5 > 3 > 2$) dans les trois (3) établissements visités. Il est donc naturel par rapport à ces résultats de procéder à la validation de l'une des hypothèses de départ de cette étude qui est :

- Les activités expérimentales sont un facteur motivant pour inciter les apprenants à faire les sciences physiques.

De plus [MBOUKOU, 2011] a montre que « *les activités expérimentales occupent une place de choix dans le processus d'enseignement/apprentissage de la géologie car, elles permettent à l'enseignant de lier la théorie à la pratique et développent une motivation, un esprit de curiosité et un climat d'intéressement chez les apprenants* ».

- S'agissant du troisième critère observé portant sur la qualité des réponses fournies par les élèves aux questions de l'enseignant, on remarque à la suite de cette comparaison que la classe témoin du lycée LUMUMBA a obtenu le score de un sur cinq ($\frac{1}{5}$) alors que les deux (2) autres classes témoins ont obtenu chacune le score de deux sur cinq ($\frac{2}{5}$). Cependant trois (3) des six (6) classes expérimentales ont obtenu le score de cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$), il s'agit des deux (2) classes du lycée CHAMINADE et d'une (1) classe du lycée JAVOUHEY. Trois (3) autres classes expérimentales ont obtenu le score de trois sur cinq ($\frac{3}{5}$), il s'agit des deux (2) classes du lycée LUMUMBA et d'une (1) classe du lycée JAVOUHEY.

En observant attentivement ces classes expérimentales, on s'est aperçu que les trois (3) classes qui ont obtenu le score de cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$) sont des classes de série C et que les trois (3) autres qui ont obtenu le score de trois sur cinq ($\frac{3}{5}$) sont des classes de série D. Il apparaît que les élèves des classes de série C sont meilleurs que ceux des classes de série D. Cela est tout à fait normal puisque pour s'inscrire en première de série C, les élèves sont sélectionnés lors de leur passage de la seconde de série C à la première de série C.

Suite à l'analyse des observations des neuf (9) classes parallèlement sur le troisième critère, le constat fait est répétitif pour chacun des établissements à savoir que les élèves des classes expérimentales ont mieux compris le cours sur l'électromagnétisme que les élèves des classes témoins ($5 > 3 > 2 > 1$). Cela conduit à valider deux (2) autres des hypothèses émise au départ :

- Les activités expérimentales intégrées aux cours améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme ;
- Les apprenants éprouvent des difficultés à comprendre des notions ou concepts nécessitant une base empirique que les activités expérimentales apportent sans les réaliser.

Puisqu'il a été établi que les élèves des classes expérimentales comprennent mieux que ceux les classes témoins alors, cela veut également dire que les élèves des classes témoins éprouvent plus de difficulté à comprendre les notions ou concepts nécessitant des activités expérimentales sans les réaliser contrairement aux élèves des classes expérimentales. En d'autres termes, les apports sur les connaissance des apprenants des T.P-cours sont plus importante que ceux des cours théoriques.

De plus l'organisation des apprenants en sous groupe de deux ou trois apprenants a eu pour effet de développer l'apprentissage collaboratif. Des recherches ont confirmé que « *l'apprentissage coopératif a un effet positif sur la réussite des étudiants, la résolution de problèmes et la motivation à apprendre* » [QUINN et al., 1995 ; SLAVIN, 1990]

- En comparant les résultats des observations des neuf (9) classes utilisées dans le cadre de cette étude sur le quatrième critère relatif aux propositions des résumés de cours par les apprenants il ressort que, les trois (3) classes témoins ont obtenu chacune le score de deux sur cinq ($\frac{2}{5}$) et toutes les classes expérimentales (6 classes) ont obtenu chacune le score de cinq sur cinq ($\frac{5}{5}$).

En définitive les élèves des classes expérimentales ont fourni plus de résumés d'excellente qualité par comparaison aux élèves des classes témoins ($5 > 2$). Visiblement le T.P-cours a permis aux élèves des classes expérimentales de mieux comprendre le cours sur l'électromagnétisme par rapport aux élèves des classes témoins qui ont reçu des cours théoriques sur la même notion. Cette constatation confirme de nouveau la validation de l'hypothèse de travail selon laquelle :

- Les activités expérimentales intégrées aux cours améliorent la compréhension des phénomènes relatifs à l'électromagnétisme.

CONCLUSION

Ayant constaté tout comme [RICHOUX, 2000], «*l'apparente contradiction entre l'affirmation régulièrement réitérée dans les textes officiels d'un enseignement des sciences physiques proche de la science (en particulier dans sa dimension expérimentale) et les pratiques quotidienne dans les salles de classes*», une étude portant sur l'impact des activités expérimentales sur la compréhension des phénomènes d'électromagnétisme a été entreprise.

Selon [NKOLO, 2000] «*cette prise en compte pédagogique permet de mettre l'accent à la fois sur l'objet, la démarche et le produit de l'apprentissage*». Pour réaliser cette étude, trois (3) lycées ont été nécessaires (LUMUMBA, CHAMINADE et JAVOUEHY) des entretiens ont été effectués avec des enseignants de sciences physiques des trois (3) lycées sélectionnés. S'agissant des apprenants, neuf (9) salles de classes ont été mobilisées dont trois (3) classes témoins et six (6) classes expérimentales à raison de trois (3) classes par établissement. Les apprenants des classes témoins ont eu droit à un cours traditionnel alors que ceux des classes expérimentales ont eu droit un à T.P-cours et parallèlement à ces différents cours, des observations du comportement des apprenants basée sur certains indicateurs ont été faite.

Il ressort des entretiens effectués que, plusieurs enseignants affirment éprouver des difficultés à enseigner certaines notions nécessitant des activités expérimentales sans les réaliser. Sur les vingt-trois (23) interrogés, sept (7) seulement affirment ne pas éprouver des difficultés. Il se trouve que ces sept (7) enseignants sont ceux qui ont le plus d'expérience professionnelle. Le fait que la majorité des enseignants (16 enseignants) éprouvent des difficultés à réaliser certains cours pourrait avoir une incidence sur la qualité de leur enseignement lors de ces cours et se faisant sur la qualité de l'apprentissage des apprenants. De plus les conditions dans lesquelles les sciences physiques sont enseignés aux apprenants sont très précaires pour une discipline scientifique basée sur le calcul, l'expérimentation et l'observation. Ces conditions (manque de laboratoires et de matériel, classes non électrifier, effectifs pléthoriques ...) de transmission des connaissances altère sans aucun doute la qualité de l'enseignement et les facultés des apprenants à comprendre les phénomènes étudiés en classe.

S'agissant des apprenants il ressort que, dans l'ensemble les notes moyennes (\bar{x}) sont toutes supérieures à 10 et que les classes témoins arrivent toutes en troisième position avec des notes moyennes à l'évaluation sommative qui varient entre 11,77 et 12,08. Contrairement à ces classes témoins, les classes témoins- T.P ont obtenu des résultats proches voir même meilleurs que ceux de certaines classes expérimentales avec des notes moyennes qui varient

entre 16,38 et 17,52. Enfin les classes expérimentales arrivent en tête avec des notes moyennes à la même évaluation qui varient entre 15,87 et 18,09. Ces notes moyennes permettent sans équivoque d'affirmer que les résultats des classes expérimentales et des classes témoins-T.P sont meilleurs que ceux des classes témoins.

La comparaison des progressions (différence entre la note moyenne de l'évaluation sommative et la note moyenne de l'évaluation diagnostique d'une même classe) des trois (3) classes par établissement montre que, les apports sur la compréhension des cours théoriques (classes témoins) sont inférieurs à ceux des cours expérimentaux (classes expérimentales). Ces indices de progressions varient entre 2,05 et 7,69 pour le lycée LUMUMBA. Entre 2,02 et 6,59 pour le lycée CHAMINADE. Entre 0,43 et 7,07 pour le lycée JAVOUHEY. Les progressions les plus faibles étant ceux des classes témoins des différents établissements. La progression des classes témoins-T.P par rapport aux notes moyennes des évaluations sommatives des classes témoins sont de 4,61 ; 6,57 ; 5,44 respectivement pour la classe témoin-T.P du lycée LUMUMBA, CHAMINADE et JAVOUHEY.

La détermination de l'apport sur les connaissances des apprenants du cours expérimental par rapport au cours théorique révèle que ces apports varient entre 34,83% et 70,66%. Ces variations montrent que les apprenants comprennent mieux un cours intégrant les activités expérimentales que sans, jusqu'à 70,66% de plus que le cours théorique. S'agissant des séances des travaux pratiques, les apports par rapport aux cours théoriques varient entre 39,16% et 61,98%. Ici aussi les apprenants réagissent plus positivement aux travaux pratiques qu'aux cours théoriques. Visiblement, un cours théorique suivi d'une séance de travaux pratiques permet aux apprenants de mieux appréhender les notions étudiées en classe à défaut d'un cours intégrant directement des activités expérimentales (T.P-cours) en une séance de cours.

En ce qui concerne les observations, la comparaison des résultats révèle que les apprenants des classes expérimentales se sont mieux comportés que les apprenants des classes témoins lors de ces observations. En effet, les classes témoins ont obtenu après observation et traduction en note du comportement des notes qui varient entre huit ($\frac{8}{20}$) et dix ($\frac{10}{20}$). Les classes expérimentales, quant à elles, ont obtenu après observation des notes qui varient entre seize ($\frac{16}{20}$) et dix-huit ($\frac{18}{20}$). Bien que n'ayant été rapporté dans le chapitre portant sur la présentation, l'analyse et la discussion des résultats, il sied de préciser que le comportement des classes témoins-T.P est quasiment le même que celui des classes expérimentales.

Puisque les indices de progression des classes expérimentales et des classes témoins-T.P sont supérieurs à ceux des classes témoins et que le même constat a été fait s'agissant des observations des apprenants, il est clair que les activités expérimentales ont un impact positif sur l'apprentissage des apprenants. Par ailleurs, avec les aveux des enseignants qui déclarent éprouvaient des difficultés à enseigner des notions qui nécessitent des activités expérimentales sans les réaliser, il est désormais possible de valider les hypothèses de départ en affirmant que :

- Les activités expérimentales intégrées aux cours améliorent la compréhension des phénomènes physiques étudiés ;
- Les activités expérimentales sont un facteur motivant pour inciter les apprenants à faire les sciences physiques ;
- La pratique pédagogique qui exclut les activités expérimentales a un impact sur la qualité de l'enseignement ;
- Les apprenants ont des difficultés à comprendre les notions ou concepts nécessitant des activités expérimentales sans les réaliser.

La validation de ces hypothèses de recherches en plus de l'atteinte de tous les objectifs spécifiques fixés pour cette étude montre bien à quel point l'expérimentale occupe une place de choix dans la transmission des connaissances aux apprenants, dans la mesure où elle stimule la motivation, permet une meilleure acquisition des savoirs et savoir-faire en améliorant la compréhension des notions étudiées.

Comme perspective pour ce travail, il serait intéressant d'examiner d'autres pistes afin de mieux cerner l'impact des activités expérimentales en général notamment une extension de l'étude sur l'ensemble du territoire national qui porterait sur des points ci-après :

- Faire une étude portant sur l'impact des activités expérimentales détaillée dans chacun des niveaux des trois (3) cycles (primaire, secondaire et universitaire) de formation ;
- Faire une étude sur la formation de base des enseignants, voir la place accordée à l'expérimentation dans leur cursus ;
- Faire une étude de l'impact du manque d'activités expérimentales sur la société.

Ces quelques pistes de recherche envisagées, sont autant de prolongements possibles pour la suite de ce travail de recherche portant sur l'impact des activités expérimentales sur la compréhension des phénomènes d'électromagnétisme (physiques en général).

BIBLIOGRAPHIE

Articles

- BROUSSEAU G., 1989, Obstacles épistémologiques, conflits socio-cognitif et ingénierie didactique. In N. Bednarz et C. Garnier (dir.). Construction des savoirs, obstacles et conflits, Université du Québec, Montréal. C.R.A.D.E. Agence d'Arc Inc. Ottawa, pp.277-285.
- CHEVREUL M. E., 1856, Lettres adressées à M. Villemain sur la méthode en général et sur la définition du mot "fait" : relativement aux sciences, aux lettres, aux beaux-arts, etc., etc., Paris, Garnier Frères, pp.27-29.
- COLMEZ F., 1978, Statut de l'observation et de l'activité expérimentale chez l'élève, In : Revue française de pédagogie, Volume 45 n°1. pp.54-65.
- COQUIDE M., 1998a, L'enseignement scientifique vu par les enseignants, Aster n° 26. pp.1-24.
- COQUIDE M., 1998b, Les pratiques expérimentales : propos d'enseignants et conceptions officielles, Aster n° 28. pp.109-132.
- DEVELAY M., 1989, Sur la démarche expérimentale. Aster n° 8, pp.3-15.
- HALLOUN J.A., 1986, Le réalisme naïf et l'apprentissage de la physique, Recherches pédagogiques, volume 17. pp.23-27.
- HOST V., 1991, Les paradigmes organisateurs de l'enseignement de la biologie, Cahiers Pédagogiques, pp.28-32
- JOHSUA S., 1989, Le rapport à l'expérimental dans la physique de l'enseignement secondaire, Aster n°8, pp.29-53.
- KANE S., 2011, Les pratiques expérimentales au lycée- Regards croisés des enseignants et de leurs élèves, Radisma n°7, 26p.
- MUKENDI et LOKOMBE, 1976, Maîtrise des structures fondamentales et expression écrite chez les élèves à la fin du C.O., in Revue Zaïroise de Pédagogie et de Psychologie, PUZ, Vol.2, 17P.
- NGAMASSU D., 2005, Problématique des grands groupes et didactique du français au Cameroun, Corela.Vol. 3, n°1, 20p.
- PINELLI P. et LEFEVRE R., 1993, Etudiants chercheurs : une proposition en électrocinétique, Aster n°17, pp.65-87.
- QUINN Z., JOHNSON D. W. et JOHNSON R. T.,1995, Cooperative versus competitive efforts and problem-solving, Review of Educational Research, 65(2), pp.129-143.
- REPMAN J. et LOGAN S., 1996, Interactions at a Distance : Possible Barriers and Collaborative Solutions, TechTrends, November/December, pp.35-38.

THUILLER P., 1989, Les jésuites ont-ils été les pionniers de la science moderne? La recherche, 19. pp.88-92.

TIBERGHIEU A., 1989, Transposition didactique, cas de la physique, In La transposition didactique en mathématique, physique et biologie, Lyon : LIRDIS. pp.37-57.

ZURITA G. and NUSSBAUM M., 2004, Computer supported collaborative learning using wirelessly interconnected handheld computers, Computers and Education, 42, pp.289-314.

Ouvrages

ADAMS D., CARLSON, H. et HAMM M., 1990, Cooperative Learning & Educational Media Collaborating with Technology and Each Other, New Jersey Educational Technology Publications.

ALLAL L., 1991, Vers une pratique de l'évaluation formative : matériel de formation continue des enseignants, Bruxelles : De Boeck-Wesmael.

ALTET M., 2001, Pratiques d'évaluation et communication en classe. In : G. FIGARI & M. ACHOUCHE (Éd.). L'activité évaluative réinterrogée. Regards scolaires et socio-professionnels, Bruxelles : De Boeck.

BERNARD C., 1865, Introduction à l'étude de la médecine expérimentale, rééd. Paris, Garnier-Flammarion, 1966.

BRUFEE K. A., 1993, Collaborative Learning : Higher Education, Interdependence and the Authority of Knowledge, Baltimore, MD : The Johns Hopkins University Press.

CHEVALLARD Y., 1991, La transposition didactique - du savoir savant au savoir enseigné, Grenoble : La pensée sauvage, 240p.

DE LANDSHEERE G., 1979, Dictionnaire de l'évaluation et de la recherche en éducation. Paris, PUF, 1^{ère} édition.

DE KETEL J.M., 1986, L'évaluation, approche descriptive ou prescriptive? Bruxelles : De Boeck. 288p.

DILLENBOURG P., 1999, Collaborative learning : cognitive and computational approaches. In Dillenbourg P. (Ed.), Pergamon, Elsevier Science.

FEYNMAN R., 1999, La nature de la Physique, éditions du Seuil, 304p.

HENON F., 2006, Les travaux pratiques en classe de seconde De l'expérience à la construction des savoirs, quelle activité proposer aux élèves? IUFM DE BOURGOGNE, 40p.

HENRI F. et LUNDGREN-CQYROL K., 2001, Apprentissage collaboratif à distance : pour comprendre et concevoir les environnements d'apprentissage virtuels, Sainte-Foy (Québec, Canada) : Presses de l'Université du Québec, 181p.

- INRAP, 2010, Programmes de sciences physiques des collèges d'enseignement général, Edition INRAP. 24p.
- INRAP, 2010, Programmes de sciences physiques des lycées d'enseignement général, Edition INRAP. 96p.
- KRIPPENDORFF K., 2003, Content analysis : an introduction to its methodology, 2nd Edition, Sage Publications, Thousand Oaks, CA
- LE MAXIDICO, 1997, Dictionnaire encyclopédique de la langue française. édition de la connaissance.
- LECOURT D et BOURGEOIS T., 2006, Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences, Presse universitaire de France-PUF.coll «quadriges Disoc poche», 2006, 4e édition.
- LEGENDRE, RENAL, 1993, Dictionnaire actuel de l'Education, 2ème édition. Montréal : Guerin.
- MARTIN B. et BEAUD J.P., 2003, Guide pratique pour l'utilisation de la statistique en recherche : le cas des petits échantillons, AUF, 47p.
- OLDACHE M et KHIARI C. E., 2010, Problèmes didactiques liés à l'enseignement de la physique moderne à l'université.
- Rapport, 2014, Résultats des lycées d'enseignement général du Congo 1^{er} trimestre 2013-2014, Direction de l'enseignement des lycées
- Physique Première C,D,E Editeur Les Classiques Africains 1995
- SLAVIN R. E., 1990, Cooperative learning : Theory, research and practice, Prentice Hall
- SOUCHON R.A.J., 1997, Les tendances de l'enseignement de la biologie, UNESCO, Paris.
- VYGOTSKY L. S., 1978, Mind in society. Cambridge, MA : Harvard University Press.

Proceeding

- ALEXANDRE P., DIOUM A., DRAME O. & al., 1991, Répertoire méthodologique sur les techniques d'organisation et d'enseignement dans les grands groupes. Dakar : Conférence des Ministres de l'Éducation Nationale des pays ayant en commun l'usage du français (CONFEMEN), 119 p.

Thèse de doctorat ou mémoire

- BABELA KOUELA P., 2012, La place de l'expérimental dans l'enseignement de la chimie au secondaire : Cas du test d'identification des ions en solution en Classe de seconde C,

Mémoire DEA, Université Marien NGOUABI de Brazzaville (ENS), 75p.

BADINGA IBOUANGA, 2007, Contribution à la réalisation des travaux pratiques en science de la vie et de la terre au secondaire premier degré, Mémoire CAICEG, Université Marien NGOUABI de Brazzaville (ENS), 31p.

GIORDAN A., 1976, Rien ne sert de courir, il faut partir à point, Thèse, (Paris V et Paris VII).

HANAT F., 2004, Les enjeux des Travaux Pratiques en Sciences Physiques, Université de Picardie, 23p.

HRAIRI S., 2004, Forme et fonctions des expériences dans l'enseignement de la biologie : cas de la digestion dans le curriculum Tunisien, Thèse de doctorat de l'université de Tunis.

MASSAMBA J., 2006, L'enjeu de la concrétisation de la leçon des sciences de la vie et la terre au collège en classe de 6e, Mémoire DEA, Université Marien NGOUABI de Brazzaville (ENS). 82p.

MBOUKOU S., 2011, Place de l'expérimentale dans l'enseignement/apprentissage de la biologie : cas du profil pédologique en seconde C, Mémoire DEA, Université Marien NGOUABI de Brazzaville (ENS). 96p.

MOHAMED D., 2012, L'impact d'une simulation sur des dispositifs mobiles et en situation de collaboration sur la compréhension de l'effet photoélectrique au niveau collégial, Thèse, Université de Montréal, 306p.

NGOUILLOU M., 2006, L'enseignement des sciences de la vie et de la terre (S.V.T) au collège de l'enseignement général, Mémoire DEA, Université Marien NGOUABI de Brazzaville (ENS). 77p.

NKOLO E., 2000, Vers une pédagogie centrée sur les conceptions initiales des élèves en didactique des sciences physiques. Exemple des concepts de poids et de masse, Mémoire DEA. Université Cheikh Anta Diop de Dakar (ENS).

NOUPET TATCHOU G., 2004, Conceptions d'élèves du secondaire sur le rôle de l'expérience en sciences physiques : cas de quelques expériences de cours en Electrocinétique, Mémoire DEA, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (ENS). 148p

RICHOUX H., 2000, Rôles des expériences quantitatives dans l'enseignement de la physique au lycée, thèse, Université Paris 7. 207p

Webographie

- DILLENBOURG P. et Schneider D., 1995, The Mechanisms of Collaborative Learning, University of Geneva, Switzerland. Retrieved July 15, 2012 from http://tecfa.unige.ch/tecfa/research/CMC/colla/iccai95_4.html [30/06/2015].
- [www.fr.wikipedia.org/wiki/Constructivisme \(psychologie\)](http://www.fr.wikipedia.org/wiki/Constructivisme_(psychologie)). [22/11/2012].
- www.fr.wikipedia.org/wiki/électromagnétisme. [22/11/2012].
- [www.fr.wikipedia.org/wiki/évaluation formative](http://www.fr.wikipedia.org/wiki/évaluation_formative). [30/06/2015].
- [www.fr.wikipedia.org/wiki/évaluation sommative](http://www.fr.wikipedia.org/wiki/évaluation_sommative). [30/06/2015].
- www.fr.wikipedia.org/wiki/Physique. [22/11/2012].
- www.lirest.ens-cachan.fr, Rapport scientifique lirest 1997-2000. [22/11/2012].
- www.fr.wikipedia.org/wiki/Expérience. [25/06/2015].
- [www.renforce.net/wiki/dokuwiki/doku.php?id=dessus : socioconstructivisme _aspect_lies _a_la _motivation](http://www.renforce.net/wiki/dokuwiki/doku.php?id=dessus:socioconstructivisme_aspect_lies_a_la_motivation). [22/11/2012].

ANNEXES

Résultats de l'évaluation diagnostique de la classe témoin du lycée LUMUMBA

Tableau 1 – Evaluation diagnostique par notes : classe témoin LUMUMBA

Notes x_i	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	19	20	Total
n_i	3	2	2	8	7	8	6	8	6	4	10	4	2	2	72
$f_i(\%)$	4,16	2,77	2,77	11,11	9,72	11,11	8,33	11,11	8,33	5,55	13,88	5,55	2,77	2,77	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 9,72$ avec N l'effectif total de la classe.

La variance est : $V = \frac{1}{N}[\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 14,35$.

2

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 3,78$.

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne [5,93 ; 13,50].

Tableau 2 – Evaluation diagnostique par items : classe témoin LUMUMBA

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
réponses exactes	65	38	41	63	11	31	36	52	56	18	12	48	54
$f_i(\%)$	90,27	52,77	56,94	87,50	15,27	43,05	50,00	72,22	77,77	25,00	16,66	66,66	75,00
réponses inexactes	7	34	31	9	61	41	36	20	16	54	60	24	18
$f'_i(\%)$	9,72	47,22	43,05	12,50	84,72	56,94	50,00	27,77	22,22	75,00	83,33	33,33	25,00
Total	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
f(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquences correspondantes.

Résultats de l'évaluation diagnostique de la première classe expérimentale du lycée LUMUMBA

Tableau 3 – Evaluation diagnostique par notes : classe expérimentale 1 LUMUMBA

Notes x_i	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Total
n_i	1	1	3	12	7	5	7	9	9	7	6	4	4	2	2	79
$f_i(\%)$	1,26	1,26	3,79	15,18	8,86	6,32	8,86	11,39	11,39	8,86	7,59	5,06	5,06	2,53	2,53	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 9,83$ avec N l'effectif total de la classe.

La variance est : $V = \frac{1}{N}[\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 11,41$.

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 3,37$.

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne $[6,46; 13,20]$.

Tableau 4 – Evaluation diagnostique par items : classe expérimentale 1 LUMUMBA

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
réponses exactes	78	42	49	64	22	34	22	57	61	17	4	42	57
	98,73	53,16	62,02	81,01	27,84	43,03	27,84	72,15	77,21	21,51	5,06	53,16	72,15
réponses inexactes	1	37	30	15	57	45	57	22	18	62	75	37	22
	1,26	46,83	37,97	18,98	72,15	56,96	72,15	27,84	22,78	78,48	94,93	46,83	27,84
Total	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquences correspondantes.

Résultats de l'évaluation diagnostique de la deuxième classe expérimentale du lycée LUMUMBA

Tableau 5 – Evaluation diagnostique par notes : classe expérimentale 2 LUMUMBA

Notes x_i	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Total
n_i	1	3	3	1	9	7	6	9	19	5	9	4	6	3	2	87
$f_i(\%)$	1,14	3,44	3,44	1,14	10,34	8,04	6,89	10,34	21,83	5,74	10,34	4,59	6,89	3,44	2,29	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 10,49$

La variance est : $V = \frac{1}{N}[\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 10,22$

c

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 3,19$

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne [7,29 ; 13,68]

Tableau 6 – Evaluation diagnostique par items : classe expérimentale 2 LUMUMBA

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
réponses exactes	82	53	56	80	21	46	35	64	65	16	8	37	73
$f_i(\%)$	94,25	60,91	64,36	91,95	24,13	52,87	40,22	73,56	74,71	18,39	9,19	42,52	83,90
réponses inexactes	5	34	31	7	66	41	52	23	22	71	79	50	14
$f'_i(\%)$	5,74	39,08	35,63	8,04	75,86	47,12	59,77	26,43	25,28	81,60	90,80	57,47	16,09
Total	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
$f(\%)$	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Résultats de l'évaluation diagnostique de la classe témoin du lycée CHAMINADE

Tableau 7 – Evaluation diagnostique par notes : classe témoin CHAMINADE

Notes x_i	2	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	Total
n_i	1	2	3	3	4	9	1	3	6	2	4	2	1	41
$f_i(\%)$	2,43	4,87	7,31	7,31	9,75	21,95	2,43	7,31	14,63	4,87	9,75	4,87	2,43	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 8,58$

La variance est : $V = \frac{1}{N}[\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 35,70$

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 5,97$

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne [2,60 ; 14,55]

Tableau 8 – Evaluation diagnostique par items : classe témoin CHAMINADE

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
réponses exactes	40	25	28	26	10	11	16	28	32	9	4	25	29
$f_i(\%)$	97,56	60,97	68,29	63,41	24,39	26,82	39,02	68,29	78,04	21,95	9,75	60,97	70,73
réponses inexactes	1	16	13	15	31	30	25	13	9	32	37	16	12
$f'_i(\%)$	2,43	39,02	31,70	36,58	75,60	73,17	60,97	31,70	21,95	78,04	90,24	39,02	29,26
Total	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
f(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Résultats de l'évaluation diagnostique de la première classe expérimentale du lycée CHAMINADE

Tableau 9 – Evaluation diagnostique par notes : classe expérimentale 1 CHAMINADE

Notes x_i	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	Total
n_i	1	2	1	1	7	5	8	8	5	5	3	1	2	1	50
$f_i(\%)$	2,00	4,00	2,00	2,00	14,00	10,00	16,00	16,00	10,00	10,00	6,00	2,00	4,00	2,00	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 11,50$

La variance est : $V = \frac{1}{N}[\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 8,97$

e

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 2,99$

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne [8,50 ; 14,49]

Tableau 10 – Evaluation diagnostique par items : classe expérimentale 1 CHAMINADE

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
réponses exactes	50	39	43	38	17	22	22	31	40	19	3	25	44
réponses inexactes	100	78,00	86,00	76,00	34,00	44,00	44,00	62,00	80,00	38,00	6,00	50,00	88,00
n'_i	0	11	7	12	33	28	28	19	10	31	47	25	6
$f'_i(\%)$	0,00	22,00	14,00	24,00	66,00	56,00	56,00	38,00	20,00	62,00	94,00	50,00	12,00
Total	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
f(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Résultats de l'évaluation diagnostique de la deuxième classe expérimentale du lycée CHAMINADE

Tableau 11 – Evaluation diagnostique par notes : classe expérimentale 2 CHAMINADE

Notes x_i	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
n_i	2	1	3	4	1	6	11	4	6	4	42
$f_i(\%)$	4,76	2,38	7,14	9,52	2,38	14,28	26,19	9,52	14,28	9,52	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 11,50$

La variance est : $V = \frac{1}{N}[\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 5,82$

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 2,41$

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne [9,04; 13,91]

Tableau 12 – Evaluation diagnostique par items : classe expérimentale 2 CHAMINADE

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
réponses exactes	41	37	39	33	11	20	19	25	26	15	6	22	36
$f_i(\%)$	97,61	88,09	92,85	78,57	26,19	47,61	45,23	59,52	61,90	35,71	14,28	52,38	85,71
réponses inexactes	1	5	3	9	31	22	23	17	16	27	36	20	6
$f'_i(\%)$	2,38	11,90	7,14	21,42	73,80	52,38	54,76	40,47	38,09	64,28	85,71	47,61	14,28
Total	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
f(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Résultats de l'évaluation diagnostique de la classe témoin de la classe JAVOUHEY

Tableau 13 – Evaluation diagnostique par notes : classe témoin JAVOUHEY

Notes x_i	6	7	9	10	11	12	13	14	15	16	Total
n_i	2	1	1	4	2	5	1	3	1	3	23
$f_i(\%)$	8,69	4,34	4,34	17,39	8,69	21,73	4,34	13,04	4,34	13,04	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 11,65$

La variance est : $V = \frac{1}{N} [\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 8,36$

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 2,89$

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne [8,75 ; 14,54]

Tableau 14 – Evaluation diagnostique par items : classe témoin JAVOUHEY

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
réponses exactes	23	21	22	17	12	6	13	19	15	6	2	9	20
réponses inexactes	100	91,30	95,65	73,91	52,17	26,08	56,52	82,60	65,21	26,08	8,69	39,13	86,95
n'_i	0	2	1	6	11	17	10	4	8	17	21	14	3
$f'_i(\%)$	0,00	8,69	4,34	26,08	47,82	73,91	43,47	17,39	34,78	73,91	91,30	60,86	13,04
Total	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
f(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Résultats de l'évaluation diagnostique de la première classe expérimentale du lycée JAVOUHEY

Tableau 15 – Evaluation diagnostique par notes : classe expérimentale 1 JAVOUHEY

Notes x_i	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	17	Total
n_i	2	2	4	3	4	3	2	3	1	2	1	27
$f_i(\%)$	7,40	7,40	14,81	11,11	14,81	11,11	7,40	11,11	3,70	7,40	3,70	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 10,03$

La variance est : $V = \frac{1}{N}[\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 10,62$

F

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 3,25$

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne [6,77 ; 13,28]

Tableau 16 – Evaluation diagnostique par items : classe expérimentale 1 JAVOUHEY

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
réponses exactes	25	16	20	18	3	15	13	15	17	10	4	10	20
$f_i(\%)$	92,59	59,25	74,07	66,66	11,11	55,55	48,14	55,55	62,96	37,03	14,81	37,03	74,07
réponses inexactes	2	11	7	9	24	12	14	12	10	17	23	17	7
$f'_i(\%)$	7,40	40,74	25,92	33,33	88,88	44,44	51,85	44,44	37,03	62,96	85,18	62,96	25,92
Total	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
f(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Résultats de l'évaluation diagnostique de la deuxième classe expérimentale du lycée JAVOUHEY

Tableau 17 – Evaluation diagnostique par notes : classe expérimentale 2 JAVOUHEY

Notes x_i	6	8	9	10	11	12	13	14	16	Total
n_i	2	3	5	3	7	1	4	2	1	28
$f_i(\%)$	7,14	10,71	17,85	10,71	25,00	3,57	14,28	7,14	3,57	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 10,57$

La variance est : $V = \frac{1}{N}[\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 5,56$

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 2,35$

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne [8,21 ; 12,92]

Tableau 18 – Evaluation diagnostique par items : classe expérimentale 2 JAVOUHEY

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
réponses exactes	28	26	26	17	8	14	4	18	16	6	0	11	26
$f_i(\%)$	100	92,85	92,85	60,71	28,57	50,00	14,28	64,28	57,14	21,42	0,00	39,28	92,85
réponses inexactes	0	2	2	11	20	14	24	10	12	22	28	17	2
$f'_i(\%)$	0,00	7,14	7,14	39,28	71,42	50,00	85,71	35,71	42,85	78,57	100	60,71	7,14
Total	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
$f(\%)$	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Résultats de l'évaluation sommative de la classe témoin du lycée LUMUMBA

Tableau 19 – Evaluation sommative par notes : classe témoin LUMUMBA

Notes x_i	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	Total
n_i	1	2	2	4	4	4	8	6	9	6	8	10	6	2	72
$f_i(\%)$	1,38	2,77	2,77	5,55	5,55	5,55	11,11	8,33	12,50	8,33	11,11	13,88	8,33	2,77	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 11,77$

La variance est : $V = \frac{1}{N}[\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 10,80$

...

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 3,28$

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne [8,48 ; 15,05]

Tableau 20 – Evaluation sommative par items : classe témoin LUMUMBA

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
réponses exactes	69	62	67	60	25	36	35	57	55	20	5	23	62
$f_i(\%)$	95,83	86,11	93,05	83,33	34,72	50,00	48,61	79,16	76,38	27,77	6,94	31,94	86,11
réponses inexactes	3	10	5	12	47	36	37	15	17	52	67	49	10
$f'_i(\%)$	4,16	13,88	6,94	16,66	65,27	50,00	51,38	20,83	23,61	72,22	93,05	68,05	13,88
Total	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
f(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Résultats de l'évaluation sommative de la classe témoin-T.P du lycée LUMUMBA

Tableau 21 – Evaluation sommative par notes : classe témoin-T.P LUMUMBA

Notes x_i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
n_i	1	6	4	6	6	10	13	13	4	9	72
$f_i(\%)$	1,38	8,33	5,55	8,33	8,33	13,88	18,05	18,05	5,55	12,50	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 16,38$

La variance est : $V = \frac{1}{N}[\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 6,14$

κ

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 2,47$

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne [13,90 ; 18,85]

Tableau 22 – Evaluation sommative par items : classe témoin-T.P LUMUMBA

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
réponses exactes	70	67	66	72	62	46	52	62	65	63	32	67	58
$f_i(\%)$	97,22	93,05	91,66	100	86,11	63,88	72,22	86,11	90,27	87,50	44,44	93,05	80,55
réponses inexactes	2	5	6	0	10	26	20	10	7	9	40	5	14
$f'_i(\%)$	2,77	6,94	8,33	0,00	13,88	36,11	27,77	13,88	9,72	12,50	55,55	6,94	19,44
Total	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
f(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Résultats de l'évaluation sommative de la première classe expérimentale du lycée LUMUMBA

Tableau 23 – Evaluation sommative par notes : classe expérimentale 1 LUMUMBA

Notes x_i	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
n_i	3	5	5	4	7	8	11	13	23	79
$f_i(\%)$	3,79	6,32	6,32	5,06	8,86	10,12	13,92	16,45	29,11	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 17,52$

La variance est : $V = \frac{1}{N}[\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 5,93$

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 2,43$

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne [15,08 ; 19,95]

Tableau 24 – Evaluation sommative par items : classe expérimentale 1 LUMUMBA

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	réponses exactes	76	70	74	78	69	69	45	77	78	68	52	54
$f_i(\%)$	96,20	88,60	93,67	98,73	79,00	79,00	56,96	97,46	98,73	86,07	65,82	68,35	72,15
réponses inexactes	3	9	5	1	10	10	34	2	1	11	27	25	22
$f'_i(\%)$	3,79	11,39	6,32	1,26	12,65	12,65	43,03	2,53	1,26	13,92	34,17	31,64	27,84
Total	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79
f(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Résultats de l'évaluation sommative de la deuxième classe expérimentale du lycée LUMUMBA

Tableau 25 – Evaluation sommative par notes : classe expérimentale 2 LUMUMBA

Notes x_i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
n_i	4	2	9	8	16	15	9	11	7	6	87
$f_i(\%)$	4,59	2,29	10,34	9,19	18,39	17,24	10,34	12,64	8,04	6,89	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 15,87$

La variance est : $V = \frac{1}{N} [\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 5,53$

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 2,35$

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne [13,51 ; 18,22]

Tableau 26 – Evaluation sommative par items : classe expérimentale 2 LUMUMBA

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
réponses exactes	86	68	78	85	73	54	45	73	87	62	53	68	79
$f_i(\%)$	98,85	78,16	89,65	97,70	83,90	62,06	51,72	83,90	100	71,26	60,91	78,16	90,80
réponses inexactes	1	19	9	2	14	33	42	14	0	25	34	19	8
$f'_i(\%)$	1,14	21,83	10,34	2,29	16,09	37,93	48,27	10,09	0,00	28,73	39,08	21,83	9,19
Total	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
f(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Résultats de l'évaluation sommative de la classe témoin du lycée CHAMINADE

Tableau 27 – Evaluation sommative par notes : classe témoin CHAMINADE

Notes x_i	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	Total
n_i	1	2	4	1	7	7	5	3	4	2	3	2	41
$f_i(\%)$	2,43	4,87	9,75	2,43	17,07	17,07	12,19	7,31	9,75	4,87	7,31	4,87	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 10,60$

La variance est : $V = \frac{1}{N}[\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 8,93$

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 2,98$

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne [7,61 ; 13,58]

Tableau 28 – Evaluation sommative par items : classe témoin CHAMINADE

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
réponses exactes	41	30	30	31	8	14	19	32	34	9	3	25	31
réponses inexactes	100	73,17	73,17	75,60	19,51	34,14	46,34	78,04	82,92	21,95	7,31	60,97	75,60
n'_i	0	11	11	10	33	27	22	9	7	32	38	16	10
$f'_i(\%)$	0,00	26,82	26,82	24,39	80,48	65,85	53,65	21,95	17,07	78,04	92,68	39,02	24,39
N	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
f(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Résultats de l'évaluation sommative de la classe témoin-T.P du lycée CHAMINADE

Tableau 29 – Evaluation sommative par notes : classe témoin-T.P CHAMINADE

Notes x_i	13	15	16	17	18	19	20	Total
n_i	3	5	6	4	15	4	4	41
$f_i(\%)$	7,31	12,19	14,63	9,75	36,58	9,75	9,75	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 17,17$

La variance est : $V = \frac{1}{N} [\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 3,43$

o

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 1,85$

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne [15,31 ; 19,02]

Tableau 30 – Evaluation sommative par items : classe témoin-T.P CHAMINADE

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
réponses exactes	40	37	39	41	36	39	22	31	40	40	17	36	40
$f_i(\%)$	97,56	90,24	95,12	100	87,80	95,12	53,65	75,60	97,56	97,56	41,46	87,80	97,56
réponses inexactes	1	4	2	0	5	2	19	10	1	1	24	5	1
$f'_i(\%)$	2,43	9,75	4,87	0,00	12,19	4,87	46,34	24,39	2,43	2,43	58,53	12,19	2,43
Total	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
f(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Résultats de l'évaluation sommative de la première classe expérimentale du lycée CHAMINADE

Tableau 31 – Evaluation sommative par notes : classe expérimentale 1 CHAMINADE

Notes x_i	11	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
n_i	1	2	2	2	4	5	16	5	13	50
$f_i(\%)$	2,00	4,00	4,00	4,00	8,00	10,00	32,00	10,00	26,00	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 17,74$

La variance est : $V = \frac{1}{N}[\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 4,47$

Ⓟ

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 2,11$

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne [15,62 ; 19,85]

Tableau 32 – Evaluation sommative par items : classe expérimentale 1 CHAMINADE

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
réponses exactes	50	48	48	50	48	35	42	42	49	47	27	48	50
$f_i(\%)$	100	96,00	96,00	100	96,00	70,00	84,00	84,00	98,00	94,00	54,00	96,00	100
réponses inexactes	0	2	2	0	2	15	8	8	1	3	23	2	0
$f'_i(\%)$	0,00	4,00	4,00	0,00	4,00	30,00	16,00	16,00	2,00	6,00	46,00	4,00	0,00
Total	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
$f(\%)$	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Résultats de l'évaluation sommative de la deuxième classe expérimentale du lycée CHAMINADE

Tableau 33 – Evaluation sommative par notes : classe expérimentale 2 CHAMINADE

Notes x_i	14	15	16	17	18	19	20	Total
n_i	1	1	4	6	15	5	10	42
$f_i(\%)$	2,38	2,38	9,52	14,28	35,71	11,90	23,80	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 18,09$

La variance est : $V = \frac{1}{N} [\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 2,37$

♣

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 1,53$

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne [16,55 ; 19,62]

Tableau 34 – Evaluation sommative par items : classe expérimentale 2 CHAMINADE

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
réponses exactes	42	40	40	42	39	40	34	39	42	40	20	42	40
$f_i(\%)$	100	95,23	95,23	100	92,85	95,23	80,95	92,85	100	95,23	47,61	100	95,23
réponses inexactes	0	2	2	0	3	2	8	3	0	2	22	0	2
$f'_i(\%)$	0,00	4,76	4,76	0,00	7,14	4,76	19,04	7,14	0,00	4,76	52,38	0,00	4,76
Total	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
f(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Résultats de l'évaluation sommative de la classe témoin du lycée JAVOUHEY

Tableau 35 – Evaluation sommative par notes : classe témoin JAVOUHEY

Notes x_i	9	10	11	12	13	14	15	Total
n_i	2	2	4	5	5	4	1	23
$f_i(\%)$	8,69	8,69	17,39	21,73	21,73	17,39	4,34	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 12,08$

La variance est : $V = \frac{1}{N} [\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 2,76$

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 1,66$

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne [10,41 ; 13,74]

Tableau 36 – Evaluation sommative par items : classe témoin JAVOUHEY

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
réponses exactes	23	20	21	15	6	5	17	20	22	7	2	16	21
réponses inexactes	100	86,95	91,30	65,21	26,08	21,73	73,91	86,95	95,65	30,43	8,69	69,56	91,30
n'_i	0	3	2	8	17	18	6	3	1	16	21	7	2
$f'_i(\%)$	0,00	13,04	8,69	34,78	73,91	78,26	26,08	13,04	4,34	69,56	91,30	30,43	8,69
Total	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
$f(\%)$	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Résultats de l'évaluation sommative de la classe témoin-T.P du lycée JAVOUHEY

Tableau 37 – Evaluation sommative par notes : classe témoin-T.P JAVOUHEY

Notes x_i	11	13	16	17	18	19	20	Total
n_i	2	1	2	3	7	1	7	23
$f_i(\%)$	8,69	4,34	8,69	13,04	30,43	4,34	30,43	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 17,52$

La variance est : $V = \frac{1}{N} [\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 6,85$

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 2,61$

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne [14,88 ; 20,13]

Tableau 38 – Evaluation sommative par items : classe témoin-T.P JAVOUHEY

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
réponses exactes	23	20	21	23	22	17	18	21	22	23	12	23	23
$f_i(\%)$	100	86,95	91,30	100	95,65	73,91	78,26	91,30	95,65	100	52,17	100	100
réponses inexactes	0	3	2	0	1	6	5	2	1	0	11	0	0
$f'_i(\%)$	0,00	13,04	8,69	0,00	4,34	26,08	21,73	8,69	4,34	0,00	47,82	0,00	0,00
Total	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
f(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Résultats de l'évaluation sommative de la première classe expérimentale du lycée JAVOUHEY

Tableau 39 – Evaluation sommative par notes : classe expérimentale 1 JAVOUHEY

Notes x_i	14	15	16	17	18	19	20	Total
n_i	4	3	5	6	6	1	2	27
$f_i(\%)$	14,81	11,11	18,51	22,22	22,22	3,70	7,40	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 16,66$

La variance est : $V = \frac{1}{N} [\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 3,11$

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 1,76$

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne [14,89 ; 18,42]

Tableau 40 – Evaluation sommative par items : classe expérimentale 1 JAVOUHEY

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
réponses exactes	27	27	27	27	18	18	18	27	27	19	13	27	26
$f_i(\%)$	100	100	100	100	66,66	66,66	66,66	100	100	70,37	48,14	100	96,29
réponses inexactes	0	0	0	0	9	9	9	0	0	8	14	0	1
$f'_i(\%)$	0,00	0,00	0,00	0,00	33,33	33,33	33,33	0,00	0,00	29,62	51,85	0,00	3,70
Total	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
$f(\%)$	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Résultats de l'évaluation sommative de la deuxième classe expérimentale du lycée JAVOUHEY

Tableau 41 – Evaluation sommative par notes : classe expérimentale 2 JAVOUHEY

Notes x_i	12	13	15	17	18	19	20	Total
n_i	1	1	1	6	12	4	3	28
$f_i(\%)$	3,57	3,57	3,57	21,42	42,85	14,28	10,71	100

n_i = effectif des notes obtenues et $f_i(\%)$ = fréquence en pourcentage des notes.

La note moyenne est : $\bar{x} = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 17,64$

La variance est : $V = \frac{1}{N}[\sum n_i \cdot x_i^2] - (\bar{x})^2 = 3,25$

±

L'écart type est : $\sigma = \sqrt{V} = 1,80$

L'intervalle de confiance : $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ donne [15,86 ; 19,44]

Tableau 42 – Evaluation sommative par items : classe expérimentale 2 JAVOUHEY

N° des items x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
réponses exactes	28	28	28	28	23	23	21	26	27	26	16	24	25
	100	100	100	100	82,14	82,14	75,00	92,85	96,42	92,85	57,14	85,71	89,28
réponses inexactes	0	0	0	0	5	5	7	2	1	2	12	4	3
	0,00	0,00	0,00	0,00	17,85	17,85	25,00	7,14	3,57	7,14	42,85	14,28	10,71
Total	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

n_i et n'_i = effectif respectif des réponses exactes et inexactes ; $f_i(\%)$ et $f'_i(\%)$ = fréquence correspondante.

Fiche d'activités expérimentales

Objectifs

- 1 Faire observer l'attraction magnétique des aimants ;
- 2 Faire observer les interactions entre les pôles des aimants ;
- 3 Faire observer les lignes de champ créés par un aimant ;
- 4 Réaliser un électroaimant ;
- 5 Faire observer l'attraction magnétique des électroaimants ;
- 6 Faire observer les lignes de champ créés par un électroaimant.

Activités expérimentales

Expérience n°1

Rapprocher un aimant à proximité des trombones mélangés à des morceaux de matière plastiques (débris de tubes des stylos) et observer ce qui se passe.

Observation

L'aimant attire les trombones et les fixes à elle alors que les morceaux de plastique restent immobiles.

Expérience n°2

Fixer un trombone sur un aimant de tel sorte qu'une extrémité (extrémité libre) du trombone soit hors de l'aimant. En suite rapprocher un autre trombone à l'extrémité libre du premier trombone. Prenez un troisième trombone et rapprochez le du deuxième trombone en suite observer ce qui se passe.

Observation

L'aimant attire le premier trombone et le premier trombone devient aimant pour le deuxième trombone, le troisième trombone se fixe sur le deuxième trombone qui est devenu aussi un aimant. Un aimant attire les objets ferreux et les métaux et leur communique ses propriétés magnétiques.

Expérience n°3

Sur une surface placer deux (2) morceaux d'aimants; rapprocher ces aimants jusqu'à observer soit une attraction soit une répulsion. Après l'une ou l'autre des observations, inverser le sens de l'un des aimants, les rapprocher de nouveau et observer les interactions.

Observation

Les pôles de même nom (pôle sud-pôle sud ou pôle nord-pôle nord) se repoussent et ceux des noms différents (pôle sud-pôle nord ou pôle nord-pôle sud) s'attirent

Expérience n°4

Sur une feuille de carton saupoudrer la limaille de fer, placer un aimant en dessous de cette feuille de carton et observer.

Observation

Les particules de limaille de fer s'orientent suivant des courbes fermées (lignes de champ) sur elles-mêmes et partant d'une extrémité de l'aimant à l'autre.

Expérience n°5

Sur un barreau en fer (noyau magnétique en fer : pointe ou clou) enrouler en hélice un fil conducteur. Une fois le fil conducteur connecté à une pile et parcouru par un courant électrique on obtient un électroaimant. Rapprocher à proximité de l'une des extrémités du clou (pointe) des trombones mélangés à des morceaux de matière plastiques (débris de tubes des stylos) et observer ce qui se passe.

Observation

L'électroaimant attire des trombones à proximité du clou (la pointe). Le courant électrique crée un champ magnétique. c'est donc un aimant artificiel et possède toutes les caractéristiques d'un aimant naturel (pôle sud = borne négative et pôle nord = borne positive).

N.B : on retirant le clou (pointe) on obtient une bobine.

Expérience n°6

Sur une feuille de carton saupoudrer la limaille de fer, placer un électroaimant en dessous de cette feuille de carton et observer.

Observation

Les particules de limaille de fer s'orientent suivant des courbes fermées (lignes de champ) sur elles-mêmes.

Il est important de souligner qu'on observe la même chose pour un conducteur électrique parcouru par un courant électrique.

Fiche d'entretien avec les enseignants des sciences physiques.

Identification de l'enseignant

Etablissement :..... Sexe :.....

Noms et prénoms :.....

Diplôme professionnel obtenu :.....

Questionnaire

1 /- Depuis combien de temps enseignez-vous les sciences physiques ?

.....

2/- Au cours de votre formation, avez-vous appris à réaliser des activités expérimentales relatifs aux programmes des sciences physiques du lycée ?

Oui Non

3/- Proposez-vous des activités expérimentales aux élèves pour les notions qui les nécessitent?

Oui Non

Si oui pour quelles notions ? Si non dites pourquoi ?

.....

.....

.....

4/- Avez-vous des difficultés à enseigner des notions nécessitant des activités expérimentales sans les réaliser ?

Oui Non

Si oui comment comptez-vous surmonter cette difficulté ?

.....

.....

.....

5/- Selon vous, les activités expérimentales peuvent-elles représenter un atout pour la compréhension des phénomènes en sciences physiques ?

Oui Non

Justifier votre choix :.....

.....

.....

.....

6/- Pensez-vous que les sciences physiques sont bien enseignées au Congo ?

Oui Non

Fiche d'évaluation des apprenants des classes de première des séries C et D en électromagnétisme

Etablissement :.....

Noms et prénoms:.....

Sexe :..... Classe :.....

Questionnaire

Cochez la bonne réponse pour l'ensemble des questions

(Réfléchissez bien avant de cocher la bonne réponse, pas de tirage au sort sur les réponses)

1/- Quels matériaux (objets) un aimant peut-il attirer ?

a/- des objets en fer, nickel, cobalt et en acier

b/- des objets en plastique

c/- des objets en fer, en acier et en plastique

d/- des objets en papier et en tissus

2/- Que se passe-t-il lorsque on rapproche deux (2) pôles identiques (pôles sud, pôle sud ou pôles nord, pôle nord) de deux (2) aimants ?

a/- ils s'attirent

b/- rien

c/- ils se repoussent

d/- ils se neutralisent

3/- Que se passe-t-il lorsque on rapproche deux (2) pôles différents (pôle sud, pôle nord ou pôle nord, pôle sud) de deux (2) aimants ?

a/- ils se repoussent

b/- ils s'attirent

c/- rien

d/- ils se neutralisent

4/- Un objet (fer) retenu par un aimant peut-il attirer à son tour un autre objet en fer ?

a/- non

b/- oui

5/- Que se passe-t-il lorsque on place un aimant en dessous une surface saupoudré de limaille de fer ?

a/- rien

b/- l'aimant attire toute la limaille de fer

c/- l'aimant repousse toute la limaille de fer

d/- il y a formation des lignes de champ et attraction de la limaille de fer

6/- L'électroaimant est-il un aimant naturel ?

a/- non

b/- mixte

c/- oui

7/- Un électroaimant a-t-il des pôles comme un aimant ?

a/- non

b/- oui, deux (2) pôles identiques (pôle sud, pôle sud ou pôle nord, pôle nord)

c/- oui, deux (2) pôles différents (pôle sud, pôle nord ou pôle nord, pôle sud)

8/- Le support d'un électroaimant est-il un ?

a/- isolant

b/- conducteur électrique

9/- Quels matériaux (objets) un électroaimant peut-il attirer ?

a/- des objets en fer et en acier

b/- des objets en plastique

c/- des objets en fer, en acier et en plastique

d/- des objets en papier et en tissus

10/- Que se passe-t-il lorsque on place un électroaimant en dessous une surface saupoudré de limaille de fer ?

a/- rien

b/- l'aimant attire toute la limaille de fer

c/- l'aimant repousse toute la limaille de fer

d/- il y a formation des lignes de champ et attraction de la limaille de fer

11/- Que se passe-t-il lorsque un fil parcouru par un courant électrique traverse une surface saupoudré de limaille de fer ?

a/- la limaille de fer devient conductrice de courant

b/- rien

c/- il y a formation des lignes de champ

d/- la limaille de fer s'aimante

12/- La planète terre à un pôle sud et un pôle nord, est-il un aimant géant ?

a/- non

b/- oui

13/- Est-il possible de générer de l'électricité à partir d'un grand champ magnétique ?

a/- oui

b/- non

Réponses attendues pour ce questionnaire

**1= a ; 2= c ; 3= b ; 4= b ;
5= d ; 6= a ; 7= c ; 8= b ;
9= a ; 10= d ; 11= c ; 12= b ; 13= a.**

Fiche d'observation des élèves durant une séance de cours

Identification de la classe

Etablissement :

Type de classe : témoin expérimentale

Classe : Effectifs : Date de l'observation :

Grille d'observation

N°	Critères observés	Indicateurs	Appréciation et commentaire
1	Le climat de la classe	<ul style="list-style-type: none"> • le bavardage • les sorties intempestives • les élèves studieux • manque d'intérêt • le divertissement de l'enseignant 	<ul style="list-style-type: none"> • Très désagréable <input type="checkbox"/> • Désagréable <input type="checkbox"/> • Agréable <input type="checkbox"/> • Très agréable <input type="checkbox"/> <p>.....</p> <p>.....</p>
2	La motivation ou l'enthousiasme	<ul style="list-style-type: none"> • la participation ou la réactivité des élèves • l'empressement avec lequel les élèves posent et répondent aux questions • curieux des apprenants 	<ul style="list-style-type: none"> • Très indifférent <input type="checkbox"/> • Indifférent <input type="checkbox"/> • Enthousiaste <input type="checkbox"/> • Très enthousiaste <input type="checkbox"/> <p>.....</p> <p>.....</p>
3	Qualité des réponses fournies par les élèves aux questions de l'enseignant	<ul style="list-style-type: none"> • répondent-ils correctement ? • répondent-ils correctement aux questions ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Très insatisfaisante <input type="checkbox"/> • Insatisfaisante <input type="checkbox"/> • Satisfaisante <input type="checkbox"/> • Très satisfaisante <input type="checkbox"/> <p>.....</p> <p>.....</p>
4	Proposition des résumés	<ul style="list-style-type: none"> • les élèves proposent-ils des résumés ? • les élèves proposent-ils des résumés de bonne qualité ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Très difficilement <input type="checkbox"/> • Difficilement <input type="checkbox"/> • Facilement <input type="checkbox"/> • Très facilement <input type="checkbox"/> <p>.....</p> <p>.....</p>

Echelle : 1 = Très désagréable ; Très indifférent ; Très insatisfaisante ; Très difficilement.

2 = Désagréable ; Indifférent ; Insatisfaisante ; Difficilement.

3 = Agréable ; Enthousiaste ; Satisfaisante ; Facilement.

5 = Très agréable ; Très enthousiaste ; Très satisfaisante ; Très facilement.

Total : 5 x 4 = 20.

Note obtenue sur 20 :

Programme de sciences physiques relatif à l'électromagnétisme en classe de première des séries C et D

MODULE IV: ELECTROMAGNETISME

OG IV : COMPRENDRE LES PROPRIETES DU CHAMP MAGNETIQUE ET SES APPLICATIONS

OBJECTIS SPECIFIQUES	CONTENUS NOTIONNELS
<p>IV.1 Caractériser un champ magnétique</p>	<p>12-Le champ magnétique</p> <p>-Aimants et bobines (aimants naturels et artificiels)</p> <ul style="list-style-type: none"> • interactions entre pôles • aiguille aimantée et boussole • forces magnétiques • analogie aimant-bobine. <p>-Le champ magnétique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vecteur induction magnétique ; • Superposition des champs • Ordre de grandeur • Lignes de champ • Spectres • Influence des matériaux ferromagnétiques <p>-Champ terrestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mise en évidence à l'aide d'une boussole • Caractéristique du champ terrestre <p>*direction</p> <p>*sens</p>

<p>IV.2 Décrire les modes de production du champ magnétique</p>	<p>*déclinaison et inclinaison</p> <p>*norme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variation du champ magnétique terrestre avec le lieu et le temps, origine <p>13-Modes de production du champ magnétique</p> <p>-Champ créé par un conducteur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expérience d'OERSTED • Interprétation → <p>*direction du vecteur B</p> <p>*proportionnalité : Champ-intensité du courant</p> <p>*perméabilité magnétique du vide</p> <p>-Champ créé par un courant rectiligne</p> <p>-Champ créé par une bobine plate</p> <p>-Champ créé par un solénoïde</p>
<p>IV.3. Mettre en évidence les interactions du champ magnétique</p>	<p>14- Interactions du champ magnétique</p> <p>-Action du champ magnétique uniforme sur un aimant</p> <ul style="list-style-type: none"> • mise en évidence du couple magnétique s'exerçant sur un aimant placé dans un champ uniforme • position d'équilibre stable • moment magnétique de l'aimant et moment du couple magnétique • interactions magnétiques • nature de l'aimantation (théorie ampérienne) <p>-Interaction champ magnétique-conducteur</p> <p>-Loi de LAPLACE</p>

IV.4 Mettre en évidence le phénomène d'induction magnétique

- module et sens de la force électromagnétique
 - interaction électronique (force de LORENTZ : $f = I \, q \, l \wedge B$)
- Interaction de deux courants parallèles ; définition S.I. de l'ampère
- Interaction champ magnétique – cadre rectangulaire
- Moment du couple électromagnétique et moment magnétique du cadre ; position d'équilibre du cadre.
- #### 15-Induction magnétique
- Mise en évidence du phénomène
- expériences de déplacement de l'aimant dans la bobine ; notion de courant et de fem induits,
 - interprétation : courant induit et variation du flux inducteur ; durée du courant induit.
 - loi de LENZ
 - notion de flux induit et énoncé de la loi de LENZ en fonction du flux induit
- Force électromotrice induite
- expression algébrique, convention de signes
 - quantité d'électricité induite
- Autres méthodes de production du phénomène
- par déformation imposée au circuit induit
 - par variation du champ inducteur
 - par variation de la perméabilité
- Cas du circuit ouvert (circuit induit)

IV.5 Mettre en évidence le phénomène d'auto-induction

IV.6 Caractériser le flux magnétique

- tension induite entre les extrémités d'un conducteur balayant les lignes de champ d'un champ uniforme

-Applications pratiques

- alternateurs et transformateurs
- courant de FOUCAULT (avantages et inconvénients, frein magnétique)

16-Auto-induction

-Mise en évidence expérimentale de l'auto-induction

-Relation $\Phi = Li$; inductance ; unité S.I.

-Force électromotrice auto-induite

-Importance pratique du phénomène

- cas des circuits en courant continu et des circuits en courant variable

17-Flux magnétique

-Flux maximal

- normale à une surface
- vecteur surface $\vec{s} = S \vec{n}$
- flux à travers une bobine
- flux et lignes de champ

-Flux coupé ou balayé

- travail des forces électromagnétiques, loi de MAXWELL

- Règle du flux maximal

- Applications : ampèremètre et voltmètre

- Principe du galvanomètre à cadre mobile

- Transformation d'un galvanomètre en voltmètre ou en ampèremètre

CABINET

INSPECTION GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
PRIMAIRE, SECONDAIRE ET DE L'ALPHABÉTISATION

INSPECTION PÉDAGOGIQUE

Le Ministre,

N° 0075 /MEPSA-CAB-IGEPSA-IP

Note de service

En application de la recommandation du colloque tenu à Brazzaville du 18 au 21 novembre 2013, sur la formulation des items d'évaluation en Sciences physiques du Baccalauréat scientifique (séries C et D), les épreuves des Sciences physiques seront structurées à compter de la session de juin 2014 de la manière suivante :

I. Série C

A. Chimie :

1. vérification des connaissances (4 pts)

Les outils d'évaluation à utiliser sont entre autres : la question à réponse courte, la question ouverte, la question à choix multiples (QCM), l'appariement, le schéma à compléter.

2. application des connaissances (4 pts)

Cet exercice portera sur la structure de la matière ou la réaction chimique

B. Physique :

1. vérification des connaissances (3 pts)

Les outils d'évaluation à utiliser sont entre autres : la question à réponse courte, la question ouverte, la question à choix multiples (QCM), l'appariement, le schéma à compléter.

2. application des connaissances (4 pts)

Cet exercice portera sur la mécanique, l'électrocinétique ou la physique atomique

3. résolution d'un problème (5 pts)

Cet exercice traitera entre autres des questions portant sur l'exploitation d'un document (courbe, interprétation graphique, analyse) et sur la construction d'un graphe.

II. Série D

A. Chimie :

1. vérification des connaissances (4 pts)

Les outils d'évaluation à utiliser sont entre autres: la question à réponse courte, la question ouverte, la question à choix multiples (QCM), l'appariement, le schéma à compléter.

2. application des connaissances (4 pts)

Cet exercice portera sur la structure de la matière ou la réaction chimique

B. Physique :

1. vérification des connaissances (4 pts)

Les outils d'évaluation à utiliser sont entre autres : la question à réponse courte, la question ouverte, la question à choix multiples (QCM), l'appariement, le schéma à compléter.

2. application des connaissances (3 pts)


Cet exercice portera sur la mécanique, l'électrocinétique ou la physique atomique

3. résolution d'un problème (5 pts)

Cet exercice traitera entre autres des questions portant sur l'exploitation d'un document (courbe, interprétation graphique, analyse) et sur la construction d'un graphe.

La présente note de service prend effet à compter de la date de signature

Fait à Brazzaville, le 15 JAN. 2014


Hellot Matson MAMPOUYA

Ampliations

Présidence	02
MEPSA-CAB	02
DEC	02
IGEPSA	02
DGES	02
INRAP	02
DDEPSA	12
ILZ	04
Lycées	40
Archives	02/71

Quelques images des élèves lors des cours expérimentaux



Photo 1: mise en évidence de l'attraction magnétique des objets en fer (acier) d'un électroaimant



Photo 2: visualisation des lignes de champ créent par un électroaimant



Photo 3: mise en évidence de l'attraction magnétique des objets en fer (acier) d'un aimant

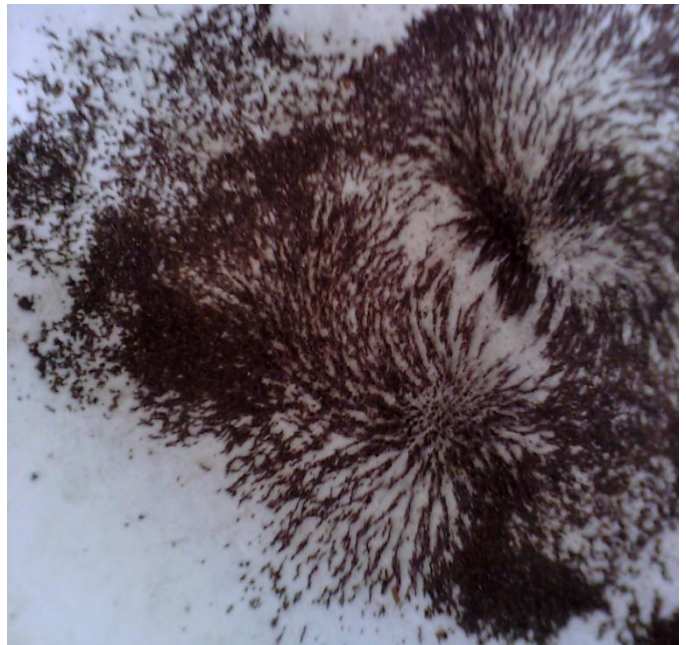


Photo 4: visualisation des lignes de champ créent par un aimant

Résumé



L'amélioration des méthodes d'acquisition des connaissances chez les apprenants préoccupe les acteurs directs et indirects du système éducatif. Les recherches récentes menées en didactiques des sciences ont montré que les difficultés d'enseignement et d'apprentissage sont responsables en partie des échecs observés surtout en sciences physiques. L'hypothèse avancée ici est que certaines de ces difficultés trouvent leur origine dans l'absence de la mise en œuvre des activités expérimentales.

La singularité de ce travail a résidé dans la conception des activités expérimentales au programme à partir des objets de récupération notamment sur l'électromagnétisme. Après cette conception, la suite du travail a consisté à vérifier l'impact positif de la pratique des activités expérimentales sur la compréhension des phénomènes physiques étudiés.

Sur le plan méthodologique, en plus de l'observation, il a été appliqué un questionnaire aux élèves des classes de première scientifique (série C et D) des lycées d'enseignement général JAVOUHEY, CHAMINADE et LUMUMBA à raison de trois (3) classes par établissement réparties comme suite : une (1) classe témoin et deux (2) classes expérimentales. Un entretien semi-dirigé a été appliqué aux enseignants de sciences physiques des mêmes établissements de la ville de Brazzaville. Ces outils (fiche d'observation, questionnaire et guide d'entretien) ont été préalablement testés et améliorés.

Les résultats obtenus à la suite de cette étude montrent que les hypothèses émises ont été affirmées et les objectifs fixés atteints. En effet, il ressort que les résultats des classes expérimentales sont meilleurs que ceux des classes témoins et les enseignants éprouvent des difficultés à enseigner certaines notions sans réaliser des activités expérimentales.

Mots clés : Expériences de cours, didactique des sciences physiques, électromagnétisme.

Summary

The improvement of methods of acquisition knowledge in learners concerns the direct and indirect stakeholders in the education system. Recent researches in teaching science have shown that difficulties in teaching and learning are partly responsible for the failures observed especially in the physical sciences. The assumption here is that some of these difficulties are rooted in the absence of the implementation of the experimental activities.

The singularity of this work lay on the design of experimental activities in the program from recovering objects including electromagnetism. After this design, the result of the work was to verify the positive impact of the practical experimental activities on the understanding of physical phenomena studied.

Methodologically, in addition to observation, it was applied a questionnaire to students in scientific classes (Premières series C and D) of JAVOUHEY, CHAMINADE and LUMUMBA high schools with three (3) classes by school distributed as following: one (1) control class and two (2) experimental classes. A semi-structured interview was applied to teachers of physics the same school in the city of Brazzaville. These tools (observation form, questionnaire and interview guide) have been previously tested and improved.

The results obtained show that the assumptions were confirmed and the objectives achieved. Indeed, it appears that the results of experimental classes are better than those of the control classes and teachers have difficulty's teaching same concepts without realizing experimental activities.

Keywords: Experiences, didactic work of physics, electromagnetism.